

FFI

FORDONSSTRATEGISK
FORSKNING OCH INNOVATION

Trafiksäkerhetsinnovationer baserade på fältdata, Del2. Diarienumr. 2011-03679



Mats Lindkvist
2014-04-15
Fordons- & Trafiksäkerhet

Innehåll

1. Sammanfattning	3
2. Bakgrund	3
3. Syfte	5
4. Genomförande	6
5. Resultat	7
5.1 Bidrag till FFI-mål	8
6. Spridning och publicering	8
6.1 Kunskaps- och resultatspridning	8
6.2 Publikationer	8
7. Slutsatser och fortsatt forskning	9
8. Deltagande parter och kontaktpersoner	10

Kort om FFI

FFI är ett samarbete mellan staten och fordonsindustrin om att gemensamt finansiera forsknings-, innovations- och utvecklingsaktiviteter med fokus på områdena Klimat & Miljö samt Säkerhet. Satsningen innebär verksamhet för ca 1 miljard kr per år varav de offentliga medlen utgör hälften.

För närvarande finns fem delprogram Energi & miljö, Fordons- och trafiksäkerhet, Fordonsutveckling, Hållbar produktionsteknik och Transporteffektivitet. Läs mer på www.vinnova.se/ffi

1. Sammanfattning

Projektet har bedrivits i form av tre delprojekt. Studier av fälldata, utveckling av simuleringsmodeller samt innovationsutveckling. Utfallet av dessa tre delprojekt redovisas separat enligt nedan:

Studier av fälldata: De fälldata som använts i projektet har inhämtats och analyserat har hämtats från den amerikanska databasen NASS (National Automotive Sampling System). Uttagskriteriet har varit frontalkollisioner med bältade åkande i bilar nyare än årsmodell 2000. Dessutom har EDR-data (Event Data Recorders) inhämtats från samma databas och analyserats m.a.p. krockpulsen i två dimensioner. Detta har givit input till båda andra delprojekten.

Utveckling av simuleringsmodeller: I projektet har en THUMS modell använts för att representera människan. Modeller av inredningen av en bil har utvecklats, innehållande bälte, airbag, stol och paneler. En omfattande analys av de krockpulser som sedan använts i simuleringarna har även utförts för att kunna studera kollisioner i flera dimensioner.

Innovationsutveckling: Detta har i huvudsak utförts genom tre elevarbeten vid Designhögskolan. Varje sådant elevarbete har innefattat cirka 30 elever samt experter från industri och akademi. Eleverna har sedan arbetat 1-2 månader för att utveckla olika typer av säkerhetskoncept. Ett stort antal säkerhetskoncept har på detta sätt tagit fram.

Två doktorander har finansierats samt arbetat inom projektet. En som arbetat med utveckling av simuleringsmodeller samt en som studerat innovationsprocessen då eleverna arbetat med sina uppgifter i projektet. Båda dessa har genomfört sina mittseminarier samt har under projektet inhämtat tillräckligt med material för sina avhandlingar. Båda beräknas disputera kring årsskiftet detta år.

2. Bakgrund

Utvärderingen av en bils passiva krockegenskaper sker traditionellt genom krockprov där bilarna kolliderar med barriärer och där krockdockor placeras i olika åkandepositioner. Krockprovets resultat uttrycks i sedan i regel i form av olika uppmätta belastningar som mäts i dockorna under krockprovet, t.ex. bröstdeformation och lårkrafter. Traditionellt så delar man in utvecklingen i ett antal områden, frontal-, sido- och bakändeskollision. Dessutom tillkommer områden som roll-over och brandskydd. Vad beträffar frontalkollisioner kan utvecklingen inom detta område sägas starta under slutet av 1970-talet med införandet av USNCAP (US New Car Assessment Program) vilket är ett konsumentupplysande prov i USA. I detta prov körs en bil in i en stel barriär som täcker 100 % av bilens front i 56 km/h med bältade krockdockor i de främre åkande

positionerna. Detta prov följdes sedan upp under i början av 1990-talet med en uppgradering av FMVSS 208 (Federal Motor Vehicle Safety Standards), vilket är ett lagkrav för frontalkollision. Detta prov utförs med obältade dockor i samma konfiguration som USNCAP men med lägre hastighet (48 km/h). Bakgrunden till detta prov var att vid denna tid hade de amerikanska myndigheterna uppmärksammat att en stor del av de som omkom på de amerikanska vägarna var obältade. Därför tvingades biltillverkarna att införa s.k. passiva skyddssystem (något som de åkande inte aktivt behövde ta på sig). För att möta detta krav introducerade biltillverkarna frontal airbags (rattairbagen och frontal passagerarairbag) som alltså i begynnelsen var tänkta att skydda obältade åkande.

Nästa större steg vad gäller utvärdering av krockprestanda i frontalkollisioner togs i och med införandet av EuroNCAP (European New Car Assessment Program) i mitten på 1990-talet. Detta prov skiljer sig från USNCAP främst genom krockkonfigurationen, där bilen krockas mot en deformierbar barriär som täcker 40 % av bilens front i 64 km/h. Vad beträffar utvärderingen av krockresultatet ingår förutom mätningar i krockdockorna även en värdering av karossdeformationerna och då specifikt kupéinträngningar. En vanligt förekommande åsikt idag är att de två proven; EuroNCAP och USNCAP, kompletterar varandra. I USNCAP provet utvärderas främst skyddssystemen som bälten och airbags medan i EuroNCAP provet fokuseras och utvärderas främst kupéintegriteten.

Under senare delen av 1990-talet och början av 2000-talet började myndigheterna i USA att uppmärksamma att airbagarna var för aggressiva och orsakade skador på framförallt barn och småväxta personer. Det hade sin grund i att lagkravet, FMVSS208, krävde att man skulle ta hand om energin från en obältad åkande i ett frontalt krockprov utfört i 48 km/h. Energin i airbagen gör att den blir onödigt aggressiv för åkande som är bältade samt åkande som är positionerade för nära airbagen. Den senaste större förändringen vad beträffar krockprestanda i frontalkollisioner infördes därför med den nya FMVSS 208 [2] som stöder införandet av så kallade ”depowered airbags”, vilka reducerar aggressiviteten. I analogi med utvecklingen av lastfall och provmetoder för frontalkollisioner har även motsvarande utveckling också skett för sidokollisioner.

Utvecklingen av personbilars passiva krockegenskaper har utan tvekan förbättrats under senare år, mycket tack vare dessa krockprovsstandarder. Det finns dock vissa problem med att utvärdera bilars passiva säkerhet genom krockprov med krockdockor. Eftersom utvecklingen av krockprovningen kan anses som evolutionistisk blir även utvecklingen av säkerhetssystemen detta. Denna utveckling är därför av ”add-on” typ där basen har satts i 1970-1980-talens trafiksäkerhetssyn. Detta medför inte automatiskt att man får synergi mellan olika skyddssystem, eller att alla skyddssystem ens är nödvändiga efter dagens standard. Vidare så reproducerar krockproven med krockdockor inte nödvändigtvis verkliga skademekanismer som uppträder på fältet. Slutligen så tenderar krockprovningen att ge en 2-dimensionell bild av trafiksäkerhet. En frontalkollision ger rörelser i huvudsak i XZ-planet medan en sidokollision ger rörelser i huvudsak i YZ-planet. Detta medför att

separata skyddssystem utvecklas för och optimeras mot specifika riktningar, vilket inte nödvändigtvis behöver vara optimalt för den totala mängden kollisioner.

Enligt studier av fältmaterial (verkliga krockar) är trepunktsbältets verkningsgrad i att reducera svåra och dödliga skador i en kollision 50-60 % . En rattairbag tillför ytterligare ca 10 % verkningsgrad för en bältad förare. Detta innebär att trepunktsbältet i kombination med airbagen för föraren ger en sammanlagd verkningsgrad på 60-70 % att reducera svåra och dödliga skador. Detta innebär vidare att det finns en stor utvecklingspotential i detta system, frågan är dock om dagens utvärderingsverktyg är tillräckligt bra för att utvärdera en sådan förbättring.

Denna ansökan bygger till stor del vidare på ett tidigare genomfört forskningsprojekt där kollisioner med dödlig utgång i Sverige studerades. Projektets namn var "Personskadeprevention ur ett nollvisionsperspektiv" med Vinnova diarienummer 2002-00303. I det projektet visade det sig att merparten av skademekanismerna i frontalkollisionerna kunde spåras till överkroppens kinematik. Denna kinematik går inte att reproducera med Hybrid III dockan vilket innebär att de aktuella skademekanismerna inte går att återskapa i ett fysiskt krockprov med dagens teknik. I forskningsprojektet undersöktes det vidare om det istället skulle vara möjligt att använda simuleringar med humanmodeller för att simulera denna kinematik. Detta visade sig fungera tillfredsställande för de frontalkollisioner med laterala komponenter som studerades. Erfarenheterna från tidigare projekt tillsammans med ambitionerna att studera nya lastfall och skyddssystem för vilka krockdockorna inte är utvecklade gör att valet att använda simuleringar med humanmodeller för att studera kinematik och skademekanismer känns givet. Detta får också stöd i en rapport av EVPSN (European Vehicle Passive Safety Network) från 2004. Här görs vissa försök att förutse utvecklingen vad beträffar passiv säkerhet. Enligt dessa kommer bland annat simuleringar med humanmodeller att börja användas i lagkravsprovning redan cirka 2015 för att sedan successivt vara det enda verktyget.

Sammanfattningsvis finns det alltså behov av att utveckla nya verktyg för att utvärdera bilars passiva krockegenskaper ur ett "real life safety" perspektiv. Detta kan göras genom att använda sig av simuleringsteknik och då använda sig av en s.k. humanmodell. Denna modells förmåga att reproducera verkliga skademekanismer kan då valideras direkt mot verkliga krockar på fältet utan att ta omvägen via fysiska krockprov. De fältdata som denna validering sker mot bör då utgöras av kollisioner som skett i en modern infrastruktur samt med moderna bilar.

3. Syfte

Syftet med detta projekt är att analysera skademekanismer i fältdata för att fastställa ett antal validerande lastfall. Det andra syftet är sedan att rekonstruera dessa validerande

lastfall med hjälp av simuleringar med humanmodeller och på så sätt validera simuleringsmodellerna. Det tredje och främsta syftet med projektet är att utveckla innovationer som baseras på problemställningarna i analyserna av fältdata. Dessa innovationers skyddsprestanda kommer att beräknas med hjälp av de validerade beräkningsmodellerna. Ett sista syfte är att utvärdera Problembeskrivning Verktyg Innovation och förbättra den ”concurrent development” metodik som detta projekt utförs med.

4. Genomförande

Projektet har genomföras i tre delprojekt:

Delprojekt 1. Studier av fältdata.

I detta delprojekt har ett uttag ur den amerikanska fältdatabasen NASS-CDS utförts. Uttagskriterierna har varit bilar nyare eller lika med årsmoell 2000, bältade personer samt enbart besiktade bilar. Det var två syften med detta delprojekt. Det ena syftet var att förse det andra delprojektet med underlag för att utveckla och validera simuleringsmodellen. Det andra syftet var att förse det tredje delprojektet med en problemställning som ska lösas med föreslagna innovationer.

Delprojekt 2. Datorsimuleringar (FE)-

Utveckling av en simuleringsmodell av en generisk bilinredning, I denna generiska inredning placerades en FE modell av en människa benämnd Total Human Model for Safety (THUMS). Syftet var att den totala modellen ska användas för statistisk utvärdering av skyddssystem där parametrarnas variationer bestäms ur studierna av fältdata.

Delprojekt 3. Innovationsutveckling

Har genomförts genom elevarbeten vid Designhögskolan i Umeå. Vid tre olika tillfällen har detta genomförts genom elevarbeten där 15-25 elever arbetat med olika säkerhetslösningar. Parallellt har denna process dokumenterats i syfte att kartlägga en innovationsprocess.

5. Resultat

Delprojekt 1. Studier av fältdata.

Med de definierade uttagskriterierna uttagskriterierna gav 35 120 fall, av dessa var 56 % (19 647 fall) frontalkollisioner. Analyser av dessa fall bildade underlag för de andra två delprojekten. Förutom detta har en analys av NASS-CDS fall som innehåller data från Event Data Recorders (EDR) genomförts i syfte att karakterisera pulsen utifrån kollisionens data i de fall där man inte har EDR-data. Dessa kollisionens data är kollisionens partner, interaktion av frontstrukturen samt Winsmash beräkning av ΔV .

Delprojekt 2. Datorsimuleringar (FE)-

En modell av en inredning där en THUMS modell har placerats har validerats med hjälp av slädförsök med kadaver. Dessutom har en omfattande analys av EDR-data medfört att pulsen för olika kollisionskonfigurationer kan bestämmas för att sedan användas för att utveckla och utvärdera olika skyddssystem. Denna utvärdering kommer då att utföras ur ett fältperspektiv där olika parametrar varierar.

Delprojekt 3. Innovationsutveckling

Det första elevarbetet skedde under hösten 2011 där elever från alla designdiscipliner som Transport-, Interaktion-, samt Produktdesign samarbetade under en vecka. De fick en genomgång av de problem som uppdagats i databassökningarna men fick även fortsätta med egen research. En del koncept utvecklades gemensamt. Dessa idéer arbetades sedan vidare av Transportstudenterna under en månads tid med representanter för Saabs Designavdelning.

Det andra elevarbetet skedde under hösten 2012 där en workshop angående framtidens mobilitet behandlades.

Det tredje elevarbetet utfördes under hösten 2013 och behandlade baksätessäkerhet och utfördes i samarbete med Autoliv.

Vad gäller kartläggningen av innovationsprocessen så har en rad slutsatser dragits. Bland annat hur viktigt det är att tänka igenom hur ett problem presenteras. Risken är nämligen stor att den som presenterar problemet även överför sina idéer om hur de ska lösas. En annan viktig faktor är hur mottaglig en organisation är för nya idéer vilket beror på dess inneboende värdegrunder och verklighetsuppfattning.

5.1 Bidrag till FFI-mål

- **medverka till en fortsatt konkurrenskraftig fordonsindustri i Sverige**
Utveckling av nya innovativa skyddssystem.
- **leda till industriell teknik- och kompetensutveckling**
Applicering av Human modeller i produktutveckling.
- **stödja forsknings- och innovationsmiljöer**
Designhögskolan i Umeå
- **verka för att ny kunskap tas fram och implementeras, samt att befintlig kunskap implementeras i industriella tillämpningar**
Applicering av Human modeller i produktutveckling.
- **verka för att den nationella kompetensförsörjningen tryggas samt att FoU med internationell konkurrenskraft etableras**
Internationell samverkan

6. Spridning och publicering

6.1 Kunskaps- och resultatspridning

Detta projekt har utvecklat verktyg för att utvärdera passiva trafiksäkerhetslösningar ur ett fältperspektiv. Detta kan motivera extra poäng i EuroNCAP där nya avancerade säkerhetsteknologier belönas sedan 2010. förändringskrafter i projektets omvärld kan påskynda spridningen av projektresultaten? Kopplingar till andra interna/externa projekt som kan påskynda introduktion eller ge större genomslag?

6.2 Publikationer

1. Iraeus, J., Lindquist, M., Analysis of Delta Velocity and PDOF by Means of Collision Partner and Structural Involvement in Real-Life Crash Pulses With Modern Passenger Cars, Traffic Injury Prevention, Volume 15, Issue 1, 2014, pages 56-65.

2. Iraeus, J., Lindquist, M., Wistrand, S., Pipkorn, B. Evaluation of Chest Injury Mechanisms in Nearside Oblique Frontal Impacts. Ann Adv Automot Med. Volume 57, 2013, pages, 183-196.
3. Iraeus, J., Lindquist, M., Influence of vehicle kinematic components on chest injury in frontal offset impacts. Manuskript, accepterad för AAAM konferens 2014.
4. Iraeus, J., Lindquist, M., Characteristics of Passenger Cars Real Life Crash Pulse shapes, to be used as input to Stochastic Simulations of Interior Safety Systems. Manuskript,
5. Sibgård, E., Wistrand, S., Evaluation of THUMS Human FE Model in Oblique Frontal Sled Tests against Post Mortem Human Subject Test Data. Examensarbete Chalmers 2012.
6. Rothkegel, D. Innovation in large organizations: A matter of value and belief? 2012 International Conference of Design Research Society, Bangkok.
7. Rothkegel, D. How to step out of a situation to solve it from inside. Manuskript.
8. Rothkegel, D., A shift of perspective in design inquiries: from individual boundaries to common needs. Accepterad till 2014 International Conference of Design Research Society, Umeå

7. Slutsatser och fortsatt forskning

Projektet har utvecklat verktyg för utvärdering av frontalkollisioner. Resultaten har väckt internationell uppmärksamhet och ett samarbete där projektresultaten har inletts med Medical College of Wisconsin i USA.

Den tvärvetenskapliga approachen i detta projekt har varit mycket fruktsam. Mötet mellan medicin, teknik och design har genererat många nya idéer att arbeta vidare med. Projektdeltagarna jobbar nu vidare med ett projekt där man försöker utveckla motsvarande utvärderingsverktyg för sidokollisioner i ett FFI projekt. Vidare har



FORDONSSTRATEGISK
FORSKNING OCH INNOVATION

projektet initierat ett nytt projekt där ett mindre fordon med hög säkerhet ska utvecklas av deltagande studenter vid designhögskolan i Umeå.

8. Deltagande parter och kontaktpersoner

Mats Lindkvist Umeå Universitet	mats.lindkvist@umu.se
Johan Iraeus ÅF	johan.iraeus@afconsult.com
Cecilia Sinnevang Autoliv	cecilia.sunnevang@autoliv.com
Bengt Pipkorn Autoliv	bengt.pipkorn@autoliv.com
Daniela Rothkegel Designhögskolan	daniela.rothkegel@dh.umu.se



FORDONSSTRATEGISK
FORSKNING OCH INNOVATION