



# Extended Collision Mitigation



Projekt inom Fordons- och trafiksäkerhet

Författare: Hui Zhong, Christian Larsson och Frida Ramde Volvo Technology AB

Datum: 2011-07-06



## Innehåll

<b>1. Sammanfattning</b> .....	<b>3</b>
<b>2. Bakgrund</b> .....	<b>3</b>
<b>3. Syfte</b> .....	<b>4</b>
<b>4. Genomförande</b> .....	<b>4</b>
<b>5. Resultat</b> .....	<b>5</b>
5.1 Bakgrund .....	5
5.2 Resultat .....	5
5.3 Bidrag till FFI-mål .....	5
<b>6. Spridning och publicering</b> .....	<b>6</b>
<b>7. Slutsatser och fortsatt forskning</b> .....	<b>6</b>
<b>8. Deltagande parter och kontaktpersoner</b> .....	<b>8</b>
<b>9. Referenser</b> .....	<b>8</b>

### 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](http://www.vinnova.se/ffi)



# 1. Sammanfattning

Projektet ”extended collision mitigation” (uttökad kollisionsbegränsning) är delvis finansierat av *Fordonsstrategisk forskning och innovation (FFI) program* med Volvo som enda partner. Den här rapporten presenterar en översikt av erfarenheter och resultat inom FFI projektet.

Ett collision mitigation (CM) system griper in och mildrar konsekvenserna av en kollision om olyckan är överhängande och ej möjlig att undvika genom att bromsa eller styra (eller en kombination av de båda). Målet för det här projektet är att undersöka möjligheterna att täcka fler olyckstyper än dagens CM-system. Ett prototypsystem med enbart automatisk broms har utvecklats och utvärderats i en körsimulator med fokus på enbart en allvarlig olyckstyp: mötandeolyckor.

Projektet består av tre arbetspaket:

1. Förstudie  
Ett begränsat antal användningsfall erhöles från olycksstatistik som skapade en bas, från vilket man kunde utarbeta krav på sensor och definiera funktioner.
2. Koncept- och funktionsutveckling  
Ett prototypsystem har definierats och byggts genom simulering på bänk och i körsimulator, båda med realistisk sensorcarakteristik. Data samlades in och analyserades för fortsatt utveckling av prototypen.
3. Verifiering och utvärdering  
Prototypsystemet testades och verifierades i en körsimulator, utifrån de krav som sattes i förstudien. Resultat och rekommendationer för fortsatt arbete dokumenterades.

Den här rapporten ger en överblick av varje arbetspaket och dess resultat.

# 2. Bakgrund

CM-system har i övervägande grad introducerats på marknaden inom det så kallade premiumsegmentet för personbilar. De system som idag säljs för tunga lastbilar fokuserar enbart på upphinnandeolyckor (påkörning bakifrån på framförvarande fordon). Olycksstatistik visar dock att andra typer av olyckor står för en anseilig mängd av alla allvarliga eller dödliga olyckor där tung lastbil är inblandad. Inte minst när det andra fordonet eller fordonen är en personbil eller oskyddade trafikanter (Vulnerable Road Users – VRU)

För att begränsa allvarlighetsgraden i olyckor och minska antalet döda krävs fortsatt utveckling av CM-system för tunga lastbilar för att de ska klara att hantera mer komplexa



olyckstyper än upphinnandeolyckor. Ny teknologi och nya sensorer erbjuder möjligheter till att realisera ett sådant CM-system.

### **3. Syfte**

Syftet med det här projektet är att undersöka hur funktionaliteten på dagens CM-system kan utökas för att täcka fler scenarier än befintliga system i kommersiella fordon. De allvarliga olycksscenarier som prioriterats är mötande, korsningar samt oskyddade trafikanter. Projektets mål var att visa vad som är möjligt idag, vilka svårigheterna är och vilket fortsatt arbete som behöver göras för att uppnå ett säkert och pålitligt CM-system. Således främjar projektets upplägg och mål utvecklingen och introduktionen av en riktig produkt på marknaden som reducerar antalet omkomna och allvarligt skadade i trafiken.

### **4. Genomförande**

Projektet inleddes med en studie av trafikmiljön genom att analysera befintlig olyckstatistik. Därefter gjordes ytterligare analys av grundläggande system- och sensorkrav. Slutsatsen från förstudien var att projektet bör fokusera på en algoritm för ett extended CM-system som hanterar mötandeolyckor.

Användarfall och krav på ett extended CM-system definierades i början av koncept- och funktionsutvecklingsfasen. Den kollisionsbegränsande lösningen fokuserade inte enbart på att ge förebyggande åtgärder så som olika typer av varningar när det finns risk för en mötandekollision, utan även aktivera automatiska bromsar när olyckan är oundviklig.

Ett prototypsystem utvecklades genom att använda hotberäkning baserad på tid-till-kollision. Modellen har hämtats från ett CM-system för upphinnandeolyckor och anpassats för mötandeolyckor. Sensormodellerna som förser prototypsystemet med insignaler baserades på verklig sensorloggdatabas med simulerade tillägg för att inkludera framtida sensorprestanda. Nyckelscenarier för mötandekollisioner genererades för att köra simuleringarna av användarfallen. Funktionalitet och hårdvara för ett människa-system-gränssnitt (Human Machine Interface – HMI) utvecklades också, baserat på ljud- och ljusvarning.

Prototypsystemet verifierades och utvärderades ytterligare i en körsimulator där både algoritm och HMI (varningsljud samt Head Up Display - HUD) integrerades. Professionella lastbilschaufförer rekryterades som testpersoner och ytterligare förbättringar implementerades i systemet iterativt utifrån resultat och synpunkter från testpersonerna.



## 5. Resultat

### 5.1 Bakgrund

Enligt rapporten *Vägverket Djupstudieanalys av olyckor med tunga lastbilar* [5], omkom runt 100 personer i Sverige i olyckor med tunga lastbilar under 2007. Både antalet omkomna och allvarligt skadade visar att olyckor med tunga lastbilar är allvarligare än andra typer av trafikolyckor. Ett flertal åtgärder föreslås för att mildra konsekvenserna och reducera antalet omkomna vid en allvarlig olycka. Ett förslag är att utrusta tunga lastbilar med automatisk nödbroms. Detta förväntas vara särskilt effektivt när det kombineras med förbättringar av deformationszoner. Autobroms och bättre deformationszoner beräknas kunna minska antalet omkomna vid frontalkollisioner mellan tung lastbil och personbil med 50%, givet att personbilens säkerhetsgrad är hög.

COMPAT-rapporten [4] fastslår att i mötandeolyckor mellan tung lastbil och personbil där personbilar tränger in under lastbilen, har man noterat att deformationen hos personbilens kupé uppgår till liten eller måttlig vid relativhastigheter upp till 100 km/h. Deformationer som når mellan A- och B-stolpe anses vara särskilt allvarliga för de åkande i personbilen. Rapporten fastslår också att risken att bli dödad i en frontalkollision mellan personbil och tung lastbil ökar dramatiskt när relativhastighet överstiger 80km/h.

### 5.2 Resultat

Resultatet från simulatorstudien visar att CM-systemet bidrar till en större hastighetsminskning vid krockögonblicket jämfört med hastighetsminskningen för referensgruppen utan CM-system (37,5 km/h med CM-system samt 30,5 km/h utan CM-system). Skillnaden är statistiskt signifikant.

### 5.3 Bidrag till FFI-mål

Svensk riksdag har beslutat att antalet omkomna i trafiken i Sverige skall minska med 50% och antalet allvarligt skadade med en fjärdedel till år 2020. Målet för FFI Fordons- och trafiksäkerhet är att bidra till en tredjedel av den fastlagda halveringen av antalet omkomna i trafiken som riksdagen beslutat. Som nämnts i del 5.1 är en av de olyckstyper som bidrar till flest omkomna, kollisioner mellan tung lastbil och personbil. Genom att fokusera på dessa typer av olyckor och begränsa dess konsekvenser så kan man också uppnå en ansevärd minskning av antalet omkomna och allvarligt skadade. Särskilt om man fokuserar på mötandeolyckor mellan personbilar och tunga lastbilar. Samtidigt är utmaningen väldigt stor att utveckla aktiva säkerhetssystem för tunga lastbilar beroende på dess begränsade förmåga till snabba manövrar samt lagstiftning kring yttre dimensioner (små möjligheter att bygga ut deformationszoner). Just i mötandeolyckor är svårigheterna högst påtagliga för att bygga ett aktivt säkerhetssystem med



kollisionsbegränsande ingrepp, eftersom det rör sig om så korta tidsförlopp. Hastighetsminskning för lastbilen vid kollisionsögonblicket kan vara en dellösning och även om varje steg i utvecklingen är liten, kan varje steg vara avgörande för utgången av olyckan. I del 5.1 nämns också att hastighetsminskning i kombination med förbättrade deformationszoner kan bidra med en ansevärd reduktion av antalet omkomna och allvarligt skadade i kollisioner mellan tung lastbil och personbil. Enligt COMPAT-rapporten [3] så skulle antalet omkomna och allvarligt skadade minska kraftigt vid mötandeolyckor om relativhastigheten minskade till 100 km/h eller till och med 80 km/h. Dessa hastigheter skulle kunna agera som ett delmål på vägen mot att möta FFI:s Fordons- och trafiksäkerhetsmål. Resultatet från projektet visar att det bidrar till en minskning av kollisionshastigheten vid mötandeolyckor. Hastighetsminskningen är dock ej tillräcklig för att nå 100 km/h eller 80 km/h i relativhastighet, om båda fordonen exempelvis kör på en väg med hastighetsbegränsningen 70 km/h eller 80 km/h, men det skulle kunna fungera som en dellösning tillsammans med förbättringar inom passiva säkerhetssystem. Det skall också ses som ett första steg mot framtida ännu större hastighetsminskningar när utvecklingen fortsätter. Med tanke på den höga vikten hos tunga lastbilar i jämförelse med vikten hos en mötande personbil, så är varje minskning av hastigheten hos den tunga lastbilen av stor betydelse för minskningen av rörelseenergin.

## 6. Spridning och publicering

Spridning av kunskapen från projektet har gjorts internt på Volvo vid flertalet tillfällen vid seminarier och möten.

Externt har en workshop hållits med trafiksäkerhetsanalytikern hos TRV (Johan Strandroth) där diskussioner fördes kring möjligheter och utmaningar för automatisk broms för tunga fordon.

## 7. Slutsatser och fortsatt forskning

CM-systemprototypen som utvecklats inom detta projekt ger varningar till föraren och bromsar automatiskt för att mildra konsekvenserna i en mötandeolycka. Systemet och HMI-hårdvaran har utvecklats och utvärderats i en körsimulator.

Effekten av en nödbroms har analyserats. Olyckstatistiken visar att det i en mötandeolycka mellan personbil och lastbil oftast är personbilen som är den felande orsaken, vilket resulterar i ett passivt beteende hos lastbilschauffören istället för att direkt försöka undvika kollisionen. Utöver det har även lastbilen större begränsningar i att utföra undanmanöver i jämförelse med personbilen, vilket gör att ett beslut för lastbilen måste tas sent. På grund av den stora skillnaden i massa (personbil jämfört med tung lastbil),



kommer dock nödbromsen att kunna reducera krockenergin relativt mycket och därmed minska risken för omkomna.

En sensor med god lateral positionering för mötande fordon är avgörande. En kamera skulle kunna vara ett alternativ i framtiden. Med tanke på den höga relativhastigheten och förarens reaktionstid måste det maximala arbetsavståndet för sensorn vara tillräckligt långt för att hinna ge en varning i tid. Sensorn måste också kunna leverera säker information om filtillhörighet på mötande fordon för att tydligt kunna urskilja objekt i samma fil som värdfordonet. Filtrering av sensordatan är nödvändig för att kunna hantera brus i sensordatan och kunna garantera en säker riskbedömning. Kraven på sensorn som sammanställts inom projektet kan vidarebefordras till framtida projekt mellan Volvo och sensorleverantörer.

Simulatorstudien visar att ett Extended CM-system med varningsljud och varningsljus (HUD) hjälper till att reducera hastigheten vid kollisionsoögonblicket i en mötandeolycka. Det är svårt att avgöra hur mycket den automatiska bromsen bidrog med i jämförelse med ljud- och ljusvarningen vad gäller hastighetsminskningen. Det troligaste är dock att den automatiska bromsen hade störst effekt på minskningen.

Analysen av den kvalitativa datan från simulatorstudien visar också att det övergripande intrycket av systemet uppfattades som *god* för systemet som utrustats med både ljud- och ljudvarning och *acceptabel* för systemet utrustad med enbart ljusvarning. Detta visar att det som respondenterna ansåg gav bäst intryck också var det som gav bäst resultat vad gäller hastighetsminskning.

Eftersom det inte syns någon tydlig skillnad i bromsmönster mellan respondenter som kört CM-systemet utrustat med både ljus- och ljudvarning jämfört med referensgruppen utan något HMI alls, kan det finnas utrymme för vidareutveckling av en HMI-lösning som ger ett bättre och starkare ingripande från föraren i mötandeolyckor. När det gäller att varna förare som redan är medvetna om situationen så är kanske projektets förslag på HMI-lösning inte optimalt. I situationer med en distraherad förare så torde det dock vara sannolikt att utformningen på den här HMI-lösningen hjälper till att göra föraren alert och varse om situationen. Att respondenterna bromsade in så sent kan också bero på det faktum att det är det mötande fordonet som gör fel.

Rekommendationen är att fortsätta utvecklingen av den automatiska nödbromsen eftersom studien visar att den hjälper till att reducera hastigheten vid kollisionen för den här typen av mötandeolyckor. HMI-lösningen som användes i simulatorstudien kanske inte har en avgörande effekt på hastighetsminskningen men den har heller ingen negativ påverkan. I situationer med distraherade förare är det dock sannolikt att den skulle hjälpa föraren att få uppmärksamheten på situationen. För att förbättra förarens reaktion och ingrepp så behövs fortsatt utveckling av HMI-lösningen och kanske också en omarbetning. För att få tillräcklig kunskap om hur det fortsatta HMI-arbetet bör ske så behövs mer arbete och studier kring förarbeteenden i mötandeolyckor.



Fortsatta studier kring kollisionsbegränsning och undvikande av utökade scenarier kommer att utföras i det pågående FFI-projektet Non-Hit Car and Truck (NHC&T), där AB Volvo är en av flera partner.

## 8. Deltagande parter och kontaktpersoner

### **VOLVO**

Frida Ramde, Volvo Technology AB, +46 31 3226273, [frida.ramde@volvo.com](mailto:frida.ramde@volvo.com)

Hui Zhong, Volvo Technology AB, +46 31 322 7209, [hui.zhong@volvo.com](mailto:hui.zhong@volvo.com)

Christian Larsson, Volvo Technology AB, +46 31 3229719,  
[christian.larsson@volvo.com](mailto:christian.larsson@volvo.com)

## 9. Referenser

[1] Intersafe 2 User Needs and Operational Requirements for a Cooperative Intersection Safety System, Deliverable D3.1 2009. <http://www.intersafe-2.eu/>

[2] Ljung Aust, M. & Engström, J. in press. A conceptual framework for requirement specification and evaluation of active safety functions. Theoretical Issues in Ergonomics Science, 12 ( 1 ) s. 44-65, 2011

[3] Krafft, Kullgren, Lie, Strandroth, Tingvall – The Effects of Automatic Emergency Braking on Fatal and Serious Injuries, Folksam Research, Swedish Road Administration, Monash University Accident Research Centre. Paper Number 09-0419, 2009

[4] SEFS projektets hemsida: <http://www.ivss.se/templates/ProjectPage.aspx?id=171>

[5] Djupstudieanalys av olyckor med tunga lastbilar, Vägverket, 2008



FORDONSSTRATEGISK  
FORSKNING OCH INNOVATION

Adress: FFI/VINNOVA, 101 58 STOCKHOLM  
Besöksadress: VINNOVA, Mäster Samuelsgatan 56, 101 58 STOCKHOLM  
Telefon: 08 - 473 30 00