

FFI

FORDONSSTRATEGISK  
FORSKNING OCH INNOVATION

## Strukturella polymera förstärkningar, 2009-00271



Författare: Krister Amundsson  
Datum:2011-05-26  
Delprogram: Fordons- och trafiksäkerhet

## Innehåll

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

I projektet har två användningsområden för strukturella polymera förstärkningar studerats. Det första är användning av polymera förstärkningar i överbyggnaden för att erhålla strukturell integritet för bil med ökad vikt pga hybriddrift. Alltså minimera ökad karossvikt och kostnadsökningar för hybridbilar. I jämförelse med alternativa lösningar en vikt- och kostreduktion.

Det andra är att använda polymera förstärkningar, i större utsträckning, till att differentiera styrkan i plattform och överbyggnad, även i korrosionsutsatt miljö. Speciellt intressant när krockvikten ökar pga bilstorlek och hybridisering. Målet är att med strukturella polymera förstärkningar minimera konsekvenser i a-fabrik pga varierad krockvikt och minimera kostnaden.

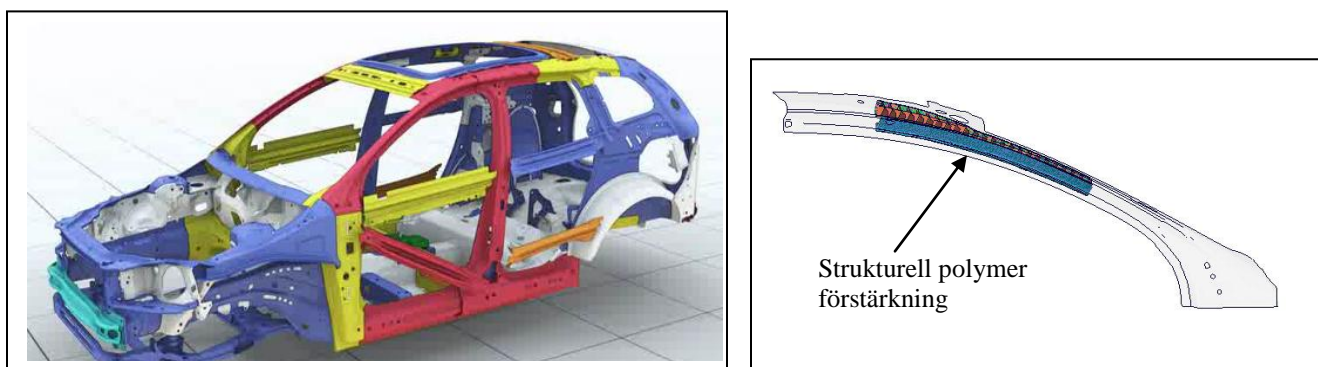


Fig. 1. Polymer förstärkning i back-upstrukturen, a-stolpen.

- CAE-analyser utfördes för att se potentialen av förstärkning i enbart de veka snitten i a-stolpen och tröskeln. Bilen var en referensbil som uppviktades med ca 300 kg, motsvarande viktökning för HEV-bil. I frontkrock, offset deformerbar barriär, i 45 mph blev det plastiska töjningar både i a-stolpe övre och i tröskelbalken utan några extra förstärkningar. Med strukturell polymer förstärkning i a-stolpen och en stålförstärkning i tröskelområdet blev deformationerna minimala och strukturell integritet uppnåddes.

- Ett potentiellt användningsområde var initiiellt att nyttja strukturella polymerer som energiupptagare. I lastfallet frontkrock förstärktes främre sidobalkarna i böjområdena. Målet var att öka energiupptagningen vid böjningen av balkarna. Beräkningarna visade på en viss ökning av total energiupptagning i frontstrukturen i lastfallet frontkrock. Energiupptagningen ökade inte tillräckligt mycket för att undvika ytterligare förstärkningsåtgärder för en uppviktad bil motsvarande vikten för HEV-bil.

- På komponentnivå utfördes fysisk provning i dynamiskt 3-punktsböjlastfall. Där visar sektionen på ökad styrka men med ett mycket sprött beteende. Sektionen som är helt fylld av polymer klarar inte stora deformationer utan sprickor i stålet. Materialet i stålet är borstål som har låga förlängningsvärden men mycket hög sträck- och brottgräns. I lastfallet sidokrock kan detta belastningsfall uppkomma.

- På systemnivå utfördes statisk tryckning för att simulera lastfallet frontkrock. Provbalken var en del av övre a-stolpen. Tjocka ändplattor svetsades till probbalken för att inte deformera ändarna. Änden där lasten påfördes tilläts rotera fritt. Resultaten visar på en markant ökning av styrkan i det statiska axiella lastfallet. Med strukturell polymer förstärkning blir knäcken betydligt segare vilket gör att energiupptagningen ökar betydligt. Den uppnådda lasten ökade med ca 30 %.

- För alla nya produkter krävs en miljöbedömning. För Volvos del utfördes dessa miljöbedömningar av Feelgood. Bedömningen tar hänsyn till många aspekter bland annat hantering av produkten i fabrik. Den polymera förstärkningen innehåller ett antal komponenter av kemisk natur. Speciellt är det ämnet som skummar upp i ugn som är viktig att bedöma. Miljöbedömning av den polymera förstärkningen gav att den kan hanteras i fabrik utan någon speciell skyddsutrustning förutom handskar.

- Korrosionsprovning har utförts med de polymera förstärkningar fäst mot stålplåtar. Provningen har gjorts på zinkbelagd plåt och belagt borstål båda med och utan ED. Provningen som utfördes var ett 12-veckors prov i korrosionsskåp (CETP 00.00-L-467, motsvarande långtidsprovning), gränslinje och underkorrosion. Resultatet är godkänt i alla fallen.

- Tester har också utförts för vidhäftning, krater och kontanimering. All denna provning utfördes med godkänt resultat.

- Ett flertal frontkrockar, ODB40 (offset deformible barrier 40mph), har utförts. Referensbilar viktades upp för att motsvara vikten av hybridbilar. Resultatet blev klart godkänt i a-stolpeområdet. Strukturell integritet uppnåddes och a-stolparna deformerades i princip inget alls.

## 2. Bakgrund

Komplettbilsvikten (krockvikt) kan variera upp till 300 kg, beroende på drivlina och batterier för HEV (hybrid electric vehicle). Även i icke HEV-bilar varierar krockvikten vilket påverkar robustheten i krockutfallet. Att konstruera för den högre krocklasten kommer att ge straff både på kostnad och vikt. Genom att istället använda strukturella polymera förstärkningar i t.ex. frontstrukturen, är det fullt möjligt att nå en lösning som är både mer ekonomisk och viktseffektiv.

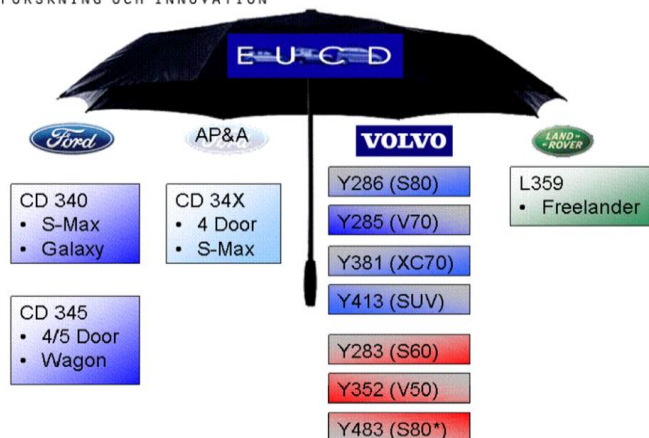


Fig. 2. Plattform EUCD

Med dagens höga krav på krocksäkerhet och robusthet samt reducerad bränsleförbrukning och CO<sub>2</sub>-utsläpp ger en hög vikt stora negativa effekter. Vi ser att konkurrenterna inom bilindustrin satsar hårt på att minska vikten på bil och kaross. För att fortsätta vara världsledande inom krocksäkerhet får inte den tyngsta bilen vara dimensionerande.

En första ansats är att applicera polymera förstärkningar i lastfallet frontkrock. Där finns stora potentialer att förstärka strukturen i enbart de vecka snitten – i sidobalk, sidobalksförlängningen och a-stolpen. Användande av polymera förstärkningar har potential att minska vikten med 2-5 kg i jämförelse med förstärkningar av stål eller ökad tjocklek.

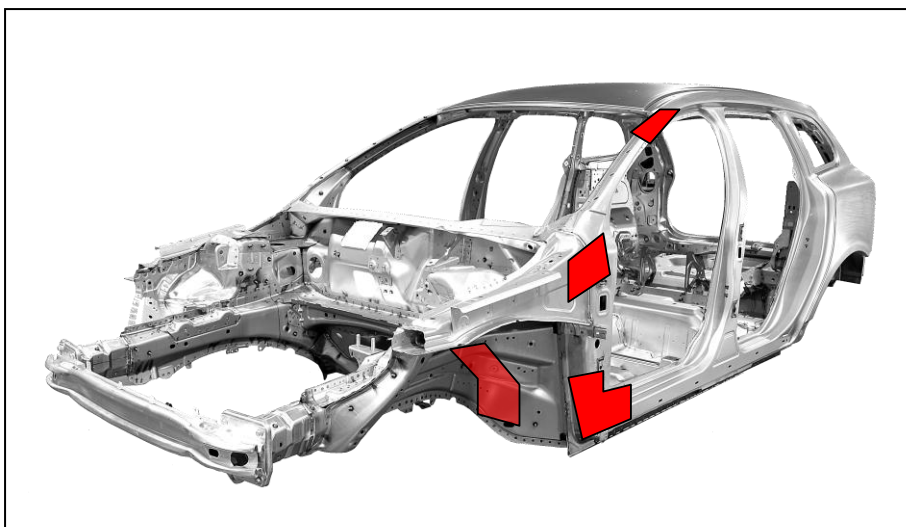


Fig. 3. Potentiella polymera förstärkningar map frontkrock

### 3. Syfte

Komplettbilsvikten (krockvikt) kan variera upp till 300 kg, beroende på drivlina och batterier för HEV (hybrid electric vehicle). Även i icke HEV-bilar varierar krockvikten vilket påverkar robustheten i krockutfallet. Att konstruera för den högre krocklasten kommer att ge straff både på kostnad och vikt.

Syftet är genom att använda strukturella polymera förstärkningar för främst lastfallet frontkrock, visa att det är fullt möjligt att nå en lösning som är både mer ekonomisk och viktseffektiv. Lösningen skall bidra till robust strukturell integritet.

### 4. Genomförande

Projektet genomfördes hos Volvo Personvagnar under tiden januari 2009 till december 2011. Projektet genomfördes med visst stöd av SIKa som är tillverkare av strukturella polymerer, ljudtätningar, lim mm.

### 5. Resultat

#### 5.1 Bidrag till FFI-mål

Projektets bidrag till FFI-mål är fokuserat på världsledande krocksäkerhet och robusthet - och reducering av miljöpåverkan & CO<sub>2</sub>-emmissioner.

Projektet bidrar i övrigt till följande av FFI's uppsatta mål:

- bidra till utvecklingen av ”nollvisionsfordon”, dvs fordon med en optimal kombination av aktiva och passiva system som reducerar antal olyckor samt konsekvenserna av de olyckor som trots allt sker.
- Ökar industrins möjlighet att på ett konkurrenskraftigt sätt bedriva kunskapsbaserad produktion i Sverige. Genom fortsatt tillverkning av konkurrenskraftiga fordon
- Medverka till en fortsatt konkurrenskraftig fordonsindustri i Sverige. Genom utveckling och tillverkning av fordon som uppfyller kommande miljökrav
- Genomföra industriellt relevanta utvecklingsåtgärder. Genom fokus på miljöpåverkande tekniklösningar.
- Leda till industriell teknik- och kompetensutveckling.
- Bidra till tryggad sysselsättning, tillväxt och stärkt FoU-verksamhet. Genom utveckling av konkurrenskraftiga fordon som uppfyller marknadskrav.
- Effektivisera nyttiggörande av FoU-resultat så att konkreta produktionsförbättringar görs. Genom att arbeta nära tillämpningar med en mycket hög drivkraft och implementation.

## **6. Spridning och publicering**

### **6.1 Kunskaps- och resultat spridning**

Projektet visar på genom att i förutsättningarna anta polymera förstärkningar i karossutvecklingsprojekt, möjliggörs dimensionering av tyngre bilar på samma plattform, på grund av t.ex. batterivikt, med världsledande krocksäkerhet och robusthet samt lägre vikt jämfört med förstärkning i stål.

Resultaten är direkt implementerbara i kommande produktprogram som har varierande krocksvikter på grund av t.ex. HEV, bilstorlek mm. CATIA-modeller samt beräkningsunderlag finns tillgängliga för projekten. Konstruktionsriktlinjer att användas i kommande projekt. Resultaten innebär att den världsledande krocksäkerheten och robustheten bibehålls och en viktsreducering skall kunna nås.

### **6.2 Publikationer**

Inga officiella rapporter är publicerade. Ett flertal interna rapporter är framtagna.

## **7. Slutsatser och fortsatt forskning**

Strukturella polymera kompositerna är ett bra alternativ att använda då det finns en gällande karossprocess. Till exempel för varianter på plattform eller bilvariant (HEV). Kostnader för verktyg är relativt låga medan artikelpriset är högre än för en stålförstärkning. Den stora ekonomiska vinsten ligger i att processen inte nämnvärt behöver ändras.

För effektiv energiupptagning i SPF behövs mycket utveckling för att kunna använda det i karosstrukturen. Förstärkningen skall både kunna vara energiupptagande och kunna öka sektionens prestanda med ett robust beteende.

Frontkrocksanalyser är mycket beroende av materialmodeller och sprickkriterier. I krock kommer polymeren att spricka och ta energi. För att detta användningsområde skall vara fortsatt intressant behövs ytterligare studier och utveckling av materialmodeller.

## **8. Deltagande parter och kontaktpersoner**

Krister Amundsson, [kamunds@volvocars.com](mailto:kamunds@volvocars.com), Volvo Personvagnar AB