

# Slutrapport

## Teknisk projektbeskrivning av förstudien ”Krockstrukturer anpassade för lätta fordon för att minska G-krafter vid krock med tyngre fordon”

Projektet har som mål att verifiera teoretiska beräkningar hur man kan åstadkomma ett krocksäkert lätt fordon (max 600 kg) genom utformning av kaross, krockelement och chassi på ett sådant sätt att passagerare i fordonet ej utsätts för höga G-krafter in i en krock med ett tyngre fordon. Verifiering kommer att ske på ett mycket lätt (320 kg inkl. forare och last) 3-hjuligt eldrivet smalt (1m brett) tiltande närfordon för tätbebyggda områden. Fordonet är också tänkt som ett komplement till kollektivtrafik och som ”car-sharing”. Fordonet är klassat som EU-moped (45km/t) med arbetsnamnet Ziggy. Fordonet är framtaget i samarbete med Västra Götalandsregionen, trafikkontoren i städerna samt Hjälpmedelsinstitutet. Fordonet skall även kunna köras av personer med rörelsehinder och kunna transportera en hopfallbar lätt rullstol eller hopfallbar lätt scooter. Den sandwichteknologi som vi utvecklat vid Chalmers i samarbete med Trelleborg medför att vi kan kostnadseffektivt tillverka lätta komplexa krockelement med varierande energiupptagning under ett krockskede. Detta medför att vi kan minska G-krafterna i ett lätt fordon som krockar med ett tyngre fordon. Dvs i första krockskedet går energin från det lättare fordonet in i det tyngre fordonets krockstruktur. Detta åstadkoms genom att krockstrukturen på det lättare fordonet är styvare än det tyngre fordonets krockstruktur. I nästa skede går energin från det tyngre fordonet över in i det lättare fordonet och tas upp av nästa lager i krockstrukturen som är mindre styv. På detta sätt kommer de G-krafterna på passagerarna att vara liknade i båda fordonen. Detta medför att man kan kostnadseffektivt tillverka krockelement för lätta fordon så att tillverkare av lätta fordon kan göra dessa mer krocksäkra. Masterform AB i Bengtsfors som är tillverkare av kompositkomponenter till bland annat bussar är intresserade av dessa krockelement.

Lätta fordon måste ha en säkerhetscell bestående av framre och bakre krockstrukturer, rollover bars och sidokrockbalkar i kombination med en säkerhetsstol med dubbla säkerhetsbalten och krockkudde. Foraren skall ej bara hjälm eftersom huvudet då utsätts för högre belastning pga hjälmens vikt. En lätt hjälm typ cykelhjälm är dock OK. Krockkudden skyddar huvudet. Forare med nedsatt nackstyrka kan bara en skyddskrage, som kan fås som tillbehör. Säkerhetssitsen har ett ryggstöd med fast nackstöd som gör att vid en krock glider ryggen bakåt in i ryggstödet så att viplashskador undviks. Detta är en vidareutveckling av de aktiva viplashskydd som SAAB och Volvo använt sig av.

De beräkningar som utförts på det framtagna konceptet kommer att i projektet verifieras med fysiska krockprov.

Följande krocksituationer är analyserade:

Krock mot annat fordon

1. Krock front
2. Krock mot sidan
3. Krock bakifrån
4. Rundslagning

Krock mot fotgängare

## Utformning av krockelement och kaross

Framre krockstruktur består av en koniskt/sfäriskt formad sandwich/foamfylld "balk". Denna lösning medför att "balken" som är av glasfiber och ca 3 - 6 mm tjock tränger in i det tyngre fordonets krockstruktur därefter kommer balken att deformeras och foamet tar upp energin. Beräkningar visar på att denna lösning minskar G-kraften på foraren. Hjulen tar också upp krafterna. Vid snett framifrån krock tar hjulen i först därefter tar den foamfyllda balken upp energin. "Balken" är festsatt med M 8 bultar i ramstrukturen. Den fyllda balken kan fyllas med olika former av foam eller sandwichmaterial baserad på den sandwichteknologi (3D litecomp) som är utvecklad vid Chalmers i samarbete med Trelleborg. Sidokrockbalkarna är integrerade i dörren som och varierar mellan 70 -150 mm i tjocklek. De är uppbyggda på samma sätt som som framre krock struktur. Bakre krockstruktur är uppbyggd på liknande sätt som framre krockstruktur.

Karossen och den framhängda karossöverdelen är utrustad med energi-absorberande komponenter vid A-stolparna och på främre struktur för att mildra skador på gående vid krock mellan gående och fordonet.

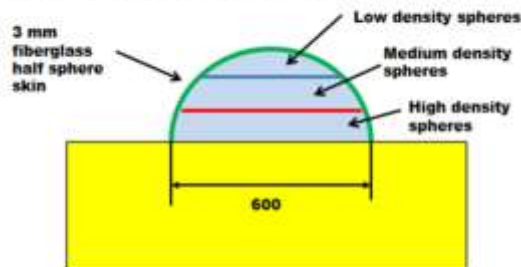
## Genomförande

Projektet har genomförts i 2 steg

1. Utformning och tillverkning av 2 krockstrukturer. Vi tillverkade 2 krockelement en halvsfara på 600mm (front och end) och en flat 150 mm tjock dorr/balk/dorr baserade på konceptet med glasfiberskinn och 3 lager sandwich. Dorr/balken/dorr måste ha en ca 7-8 mm tjock innerpanel av glasfiber för att ej kollapsa vid inpackt.
2. Statiska tester av strukturerna
  - Krock front 4.5 x egenvikt
  - Krock mot sidan 1.5 x egenvikt
  - Krock bakifrån 4.5 x egenvikt

## Bilder på halvsfäriskt krockelement och 150 mm krockelement integrerat i dorr

### Ziggy Front and Rear Crash element



## Resultat

Genom statistiska tester vid Trelleborgs lab. fann vi att konceptet fungerade. Det är dock satt att vi pga svarigheter att finansiera en riktig test med dummy har vi ej kunnat mata att G-kraften minskas - endast att konceptet fungerar. Krockelementen måste dock anpassas för olika tunga fordon i intervallet 300 - 600 kg. Detta kräver mer tester där man varierar följande parameterar

1. Formen på krockelementet
2. Tjockleken på glasfiberskalet
3. Hardheten i sandwichlagren
4. Typ av sandwich - foam eller sfärer

Vi tänker under sommaren utföra fler statistiska tester i Trelleborgs lab.

BMW har testat sin C1 scooter mot en tyngre bil där båda fordonen är i rörelse. De ger inga uppgifter om G-kraften. Men videofilmen visar att fordonet kastas iväg och att dummin formodligen utsätts för mycket stora G-krafter. En formel 1 bil kan exempelvis uppnå 100 G på föraren. Man måste då ha mycket stöd för brostkorg samt hjälpmen fäst med spanband i fordonet annars knäcks nacken. Redan vid 40 G uppstår svåra skador vilket är den G-kraft som det lättare fordonet utsätts för med en traditionell krockstruktur. Kan vi ej underhållna lösa ett dummy test måste vi förmodligen själva utföra ett pendeltest som är liknande ett tyngre fordon.

## Förslag till fortsatt forskning

Genom att visa på att konceptet fungerar måste dock krock elementen anpassas för olika tunga fordon. Detta kräver mer tester där man varierar följande parameterar

1. Formen på krockelementet
2. Tjockleken på glasfiberskalet
3. Hardheten i sandwichlagren
4. Typ av sandwich - foam eller sfärer