

## SKYLTFONDSPROJEKT: UTVECKLING AV PROVMETOD FÖR AXELSKYDD FÖR CYKLISTER TRV 2013/69757

Det är fler cyklister än bilister som skadas allvarligt i trafiken. Huvudskador står för de svåraste skadorna men här finns cykelhjälmen som minskar skaderisken betydligt. Axlar och armar däremot är fortfarande oskyddade, trots att de står för hälften av de svåra cykelskador som leder till långvariga men. Utifrån karakteristiken av cykelolyckor med axelskador vet vi att 90 % av skadorna sker då axeln utsätts för ett direkt islag mot marken, vilket i sig tyder på att ett axelskydd skulle kunna reducera antalet skador.

Resultat från simulering i denna studie visar att ett lokalt axelskydd har en potential att reducera risken för nyckelbensfraktur. För att kroppsskydd för cyklister skall kunna säljas på den europeiska marknaden krävs dock att dessa är testade och godkända. Idag existerar inga specifika krav och provmetoder för kroppsskydd för cyklister. Målet med projektet var att utgå ifrån existerande standarder för personskydd (exempelvis SS-EN 1621-1:2012 Skyddskläder mot mekaniska stötar för motorcyklister) och justera våldsnivåerna för att adressera axelskador i cykelolyckor. Sammanställning av tidigare forskning och egna analyser baserade på simuleringar och dynamiska slädprov visar axelns komplexitet och svårigheten att hitta en enkel provmetod liknande de som finns för liknande existerande skydd. Axeln, till skillnad från andra kroppsdelar såsom armbåge och knä, trycks ihop mycket vid ett islag. Vid simuleringar liksom dynamiska slädprov med krockdocka trycktes skuldran ihop ca 7 cm. Vidare har tidigare forskning just visat att hoptryckning av axeln är det mått som bäst korrelerar med skaderisk. Vid framtagning av en testmetod måste därför deformation beaktas. Vid certifieringsprov för existerande kroppsskydd i Europa används endast fasta städ där det ej är möjligt att mäta deformation.

För att ta fram en realistisk och verklighetstrogen testmetod, som kan användas av ett testlaboratorium, kommer det att krävas ytterligare studier. Baserat på resultat från denna studie är det troligtvis möjligt att utgå från sidokrocktestdockan WorldSID och sätta ihop en testmetod uppbyggd av komponenter från dockan. Den del som efterliknar skuldran är utvecklad för att kunna mäta laterala laster och har visats kunna efterlikna axelns rörelse vid islag. För att säkerställa att en metod som direkt utnyttjar befintliga komponenter från dockan blir representativ för verkliga skadliga lastfall, kommer det att krävas ytterligare studier där även modellering ingår.

## BAKGRUND

Det är fler cyklister än bilister som skadas allvarligt i trafiken (Trafikverket, 2015). Huvudskador står för de svåraste skadorna men här finns cykelhjälmen som minskar skaderisken betydligt (Rizzi et al., 2013). Axlar och armar däremot är fortfarande oskyddade, trots att de står för hälften av de svåra cykelskador som leder till långvariga men. Utifrån karakteristiken av cykelolyckor med axelskador vet vi att 90 % av skadorna sker då axeln utsätts för ett direkt islag mot marken, vilket i sig tyder på att ett axelskydd skulle kunna reducera antalet skador (Stigson et al., 2014).

## SYFTE

För att kroppsskydd för cyklister skall kunna säljas på den europeiska marknaden krävs dock att dessa är testade och godkända. Idag existerar inga specifika krav och provmetoder för kroppsskydd för cyklister. Målet med projektet var att utgå ifrån existerande standarder för personskydd (exempelvis SS-EN 1621-1:2012 Skyddskläder mot mekaniska stötar för motorcyklister) och justera våldsnivåerna för att adressera axelskador i cykelolyckor. Syftet med projektet var att utarbeta ett dokument med kravnivåer och provmetoder för att utvärdera lämpliga skyddsprodukter för cyklister som därmed kan nå marknaden.

Projektplanen reviderades dock halvvägs in i projektet då våra simuleringar och analyser visar att axelns komplexitet och stora rörlighet gör det svårt att skapa en enkel provmetod liknande de som finns för liknande existerande skydd (armbågsskydd, knäskydd med mera). Projektet riktades därför mot att bidra till kunskapsuppbyggnad som ett underlag för framtagning av testmetod för axelskydd i framtiden.

## AVGRÄNSNING AV PROJEKTET

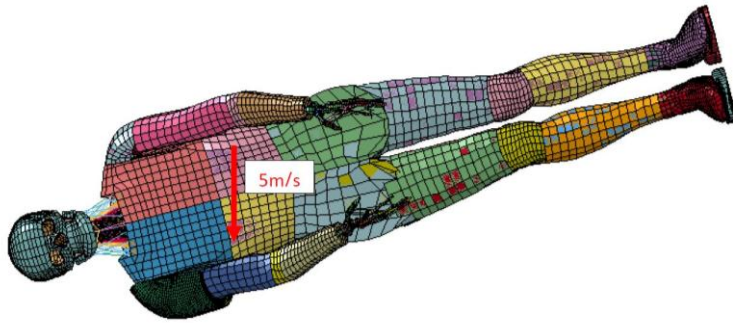
Axeln är den mest utsatta kroppsdel och därför är det troligt att ett axelskydd skulle ge mest effekt jämfört med andra kroppsskydd. Projektet har därför i första hand fokuserat på axelskydd. I genomgången av existerande standarder för kroppsskydd inkluderas även andra kroppsdelar.

## TILLÄGG I PROJEKTPLANEN

Folksam gav Peter Halldins forskargrupp vid avdelningen för Neuronik, Skolan för Teknik och Hälsa, Kungliga Tekniska högskolan, i uppdrag att utföra datasimulering för att studera om/hur ett axelskydd kan reducera risken för en skada mot axeln och dess kringliggande struktur. Vidare genomfördes dynamiska slädttest med krockdocka på Autoliv för att se skillnader mellan resultat med och utan axelskydd samt för att utvärdera krockdockans konstruktion med tanke på en eventuell framtida utveckling av provutrustning.

## METOD OCH MATERIAL

För att kartlägga existerande standarder samt resultat från tidigare studier kring axelskador har en litteraturstudie genomförts. För att validera effekten av ett axelskydd utfördes datasimuleringar. Datasimuleringar utfördes även för att studera om det är någon skillnad mellan att slå axeln i backen mot att få ett slag direkt mot axeln. Dessutom användes simuleringar till att fastställa den kroppsvikt som involveras vid ett islag, den så kallade effektiva massan. Detta gjordes genom att använda en FE modell (THUMS) av en hel människa. THUMS-modellen släpptes mot marken med en hastighet ekvivalent med ett fritt fall från 1,3 m dvs  $v=5,05$  m/s, Figur 1. Modellen simulerades med och utan axelskydd. Vidare undersöktes skillnaden mellan att dockan släptes mot marken och att dockan fick ett direkt slag mot axeln. För mer ingående uppgifter se Stigson mfl 2015.



(2015)

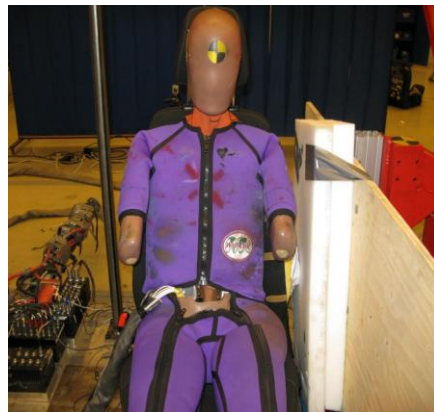
Figur 1. THUMS modellen i simulerat fall från 1,3 m med islagsvinkel 15°

## DYNAMISKA PROV MED KROCKDOCKA

Inom bilindustrin används en sidokrockdocka, WorldSID, som är specifikt utvecklad för att mäta laterala laster, Figur 2. För att komma ett steg närmare en provmetod inkluderades tester med WorldSID-dockan. Totalt genomfördes tre slädtester där provningens syfte var att jämföra resultat med och utan axelvaddering, figur 2-4. En befintlig produkt, POC Spine VPD 2.0 jacka med kroppsskydd för axlar uppfyller den högsta nivån av standarden för kroppsskydd för motorcykeln, testades. Eftersom dagens kroppsskydd har begränsad förmåga att skydda axeln inkluderades även ett test med en krockkudde runt axeln, figur 4, för att se om det var möjligt att åstadkomma större skyddsförmåga. Krockkudden hade ett tryck av 10 kPa. Slädtestet liknar sidokrocktestet som är inkluderat i EuroNCAP. Hastigheten på släden var 30km/h och krockdockan träffades med en hastighet av 18 km/h och dockan träffas efter 30 ms vilket motsvarar ungefär ett fall mot marken med 5 m/s.



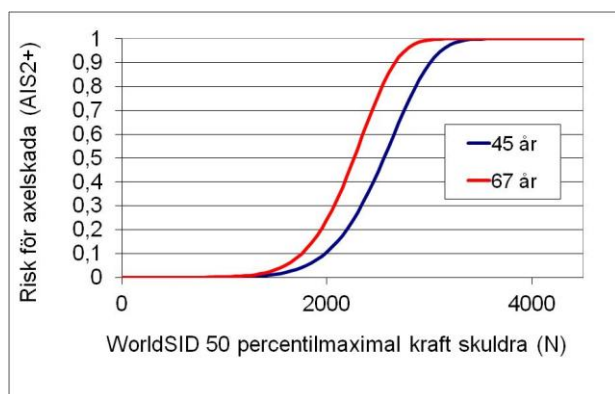
Figur 2. WorldSID med MC jacka



Figur 3. WorldSID utan axelskydd



Figure 4. WorldSID med krockkuddeskydd runt axeln



Figur 5. Risk för axelskada

## RESULTAT

Resultat från simulering i denna studie visar att ett lokalt axelskydd har en potential att reducera risken för nyckelbensfraktur. Vid krocktestet där ett krockkuddeskydd sattes runt axeln reducerades både den uppmätta kraften i krockdockans skuldra/revben (-36 %) och hoptryckningen av skuldran (-46 %). Risken för en axelskada (AIS2+) är nästan 7-8 gånger lägre då dockan utrustades med ett krockkuddeskydd. Det existerande skyddet, mc-jackan, reducerade varken kraft eller hoptryckning. Snarare tvärtom även om skillnaden ligger inom ramen för variation i testerna. Vid simuleringar liksom dynamiska slädprov med krockdocka trycktes skuldran ihop ca 7 cm.

Tabell 4. Resultat från dynamiska slädprov med WorldSID

Dynamiskt slädprov	Uppmätt kraft i vänster skuldra (N)	Hoptryckning av vänster revben(mm)	Uppmätt acceleration i vänster revben (g)	Risk för axelskada AIS2+ 45år/67år (%) <sup>1</sup>
Referensprov WorldSID utan något skydd runt axeln	2088	64.0	217	14,9/32,7
WorldSID med MC-jacket	2116	67.8	207	14,9/32,7
WorldSID med en krockkudde monterad på dockans vänsteraxel	1538	43.8	134	1,7/4,1

## SLUTSATSER OCH DISKUSSION

Sammanställning av tidigare forskning och egna analyser baserade på simuleringar och dynamiska slädprov visar axelns komplexitet och svårigheten att hitta en enkel provmetod liknande de som finns för liknande existerande skydd. Axeln, till skillnad från andra kroppsdelar såsom armbåge och knä, trycks ihop mycket vid ett slag. Vidare har tidigare forskning just visat att hoptryckning av axeln är det mått som bäst korrelerar med skaderisk (Koh et al., 2005). Vid framtagning av en testmetod måste därför deformation beaktas. Vid

<sup>1</sup> Den uppskatta risken baseras på rikkurva presenterad av Petitjean m fl 2009. PETITJEAN, A., TROSSEILLE, X., PETIT, P., IRWIN, A., HASSAN, J. & PRAXL, N. 2009. Injury risk curves for the WorldSID 50th male dummy. *Stapp Car Crash J*, 53, 443-76.

certifieringsprov för existerande kroppsskydd i Europa används endast fasta städ där det ej är möjligt att mäta deformation.

För att ta fram en realistisk och verklighetstrogen testmetod, som dessutom kan användas av ett testlaboratorium med de krav på repeterbarhet som ställs där, kommer det att krävas ytterligare studier. Baserat på resultat från denna studie är det troligtvis möjligt att med hjälp av sidokrocktestdockan WorldSID utveckla en testmetod uppbyggd av komponenter från dockan. Den del som efterliknar skuldran är utvecklad för att kunna mäta laterala laster och har i denna studie visats kunna efterlikna axelns rörelse vid islag. För att säkerställa att vi skapar ett realistiskt och representativt lastfall när vi använder ut några isolerade komponenter från dockan kommer det att krävas ytterligare studier där modellering ingår som ett moment för att visa vilka effekter dessa förenklingar innebär. Dessutom måste repeterbarhet och robusthet av en testmetod som innefattar en del av en provdocka ämnad för andra tester verifieras.

## EKONOMISKREDOVISNING

Beviljat belopp: 200 000 kr

Omfattningen av projektet vad gäller tid och kostnader förutsatte att befintliga standarder kunde användas som utgångspunkt. Enligt ovan kan vi med den kunskap som vi nu har, inte utgå ifrån de existerande standarderna då det skulle ge ett missvisande resultat. Denna ändring av projektplanen innebär att framtagning av ett fullständigt testdokument inte ryms inom ramen för projektet (för mer detaljerad information kring detta se Lägesrapporten inskickad till Trafikverket dec 2014). För att komma ett steg närmare en provmetod inkluderades istället tester med WorldSID-dockan.

Det beviljade beloppet täcker kostnaden för SP:s och Chalmers arbete samt krocktester genomförda på Autoliv. Utöver kostnaderna ovan kommer det beviljade beloppet att täcka delar av simuleringarna samt delar av Folksamns arbetstid. Folksam finansierar resterande kostnader för arbetstid och simuleringar.

<b>Delmoment</b>	<b>exkl. moms.</b>	<b>inkl. moms.</b>
<b>Krocktester Autoliv</b>	43 600	54 500
<b>Mantidskostnad SP</b>	66 700	
<b>Mantidskostnad Chalmers</b>	44 000	55 000
<b>Mantidskostnad Folksam*</b>	165 000	206 250
<b>Simuleringar KTH*</b>	80 000	100 000
<b><i>Totalkostnad</i></b>	<b><i>399 300</i></b>	
<b>Kostnad som täcks av skyltfondsprojektet</b>	<b>200 000</b>	

\*Dessa kostnader täcks delvis av Skyltfonden och av Folksam

## REFERENSER

- KOH, S. W., J.M., C., MASON, M. J., PETERSON, S. A., MARTH, D. R., ROUHANA, S. W. & BOLTE IV, J. H. 2005. Shoulder Injury and Response Due to Lateral Glenohumeral Joint Impact: An Analysis of Combined Data *Stapp Car Crash Journal*, 49th, 291-322.
- PETITJEAN, A., TROSSEILLE, X., PETIT, P., IRWIN, A., HASSAN, J. & PRAXL, N. 2009. Injury risk curves for the WorldSID 50th male dummy. *Stapp Car Crash J*, 53, 443-76.
- RIZZI, M., STIGSON, H. & KRAFFT, M. Year. Cyclist injuries leading to permanent medical impairment in Sweden and the effect of bicycle helmets. *In: Int. IRCOBI Conf. on the Biomechanics of Injury, 2013* Gothenburg, Sweden.
- STIGSON, H., KRAFFT, M., KULLGREN, A., RIZZI, M., YDENIUS, A., SVENSSON, M., ANDERSSON, K.-G. & VIDEBY, M. 2015. Utveckling av provmetod för axelskydd för cyklister. *Projektrapport*.
- STIGSON, H., KRAFFT, M., RIZZI, M. & KULLGREN, A. Year. Shoulder Injuries in Single Bicycle Crashes. *In: The 3rd International Cycling Safety Conference November 18-19 2014* Gothenburg, Sweden.
- TRAFIKVERKET 2015. Analys av trafiksäkerhetsutvecklingen 2014 - målstyrning av trafiksäkerhetsarbetet mot etappmålen 2020. Borlänge.