



Stockholm 2013-11-06

Skolan för Teknik och Hälsa, KTH  
Alfred Nobels Allé 10  
141 52 Huddinge

## Rapport - Utvärdering av cykelhjälm för Tilda

**Peter Halldin**

Avdelningen för Neuronik, Skolan för Teknik och Hälsa, KTH har fått i uppdrag att testa enbarnscykelhjälm för snett islag.

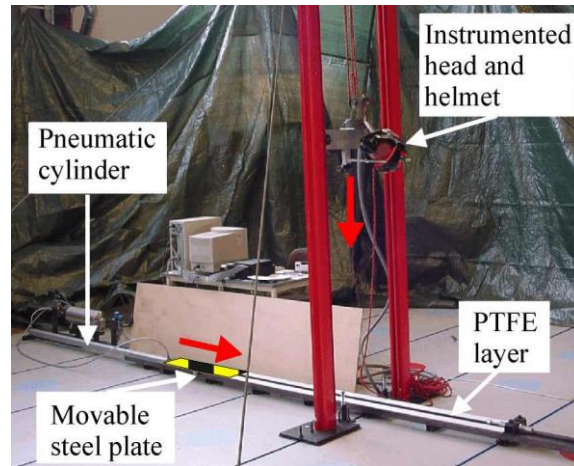
Normalt testas hjälmar för endast raka slag mot hjälmen. För att utvärdera hjälmars skyddsförmåga har även hjälmarna testats för sneda islag.

I testet mäts både den linjära accelerationen och rotationsaccelerationen men testet är framförallt till för att analysera hur mycket av rotationskrafterna som tas upp av hjälmen.

Ett snett islag ger upphov till både linjärt våld och rotationsvåld, vilket den mänskliga hjärnan visat sig vara känslig för (Holbourn, 1943, Gennarelli et al, 1987, Kleiven, 2007). Denna skallskadeforskning visar att hjärnan rör sig som en vätska inuti skallen under dynamisk belastning (Kleiven och Hardy, 2002, Zou et al. 2007). Sålunda kan hjärnvävnaden betraktas som en vätska i det avseendet att dess primära deformationsmod är skjuvning. Detta förklaras av de nästan inkompressibla egenskaper hjärnvävnad har och illustrerar varför hjärnan är så mycket känsligare för rotationsrörelse än de linjära krafter som används för att optimera hjälmar och skyddsutrustning i bilindustrin i dag.

KTH har sedan 1996 arbetat med forskning kring hjälmsäkerhet och har utvecklat en unik testrigg. Provvutrustningen består av fallrigg i vilken hjälmen accelereras vertikalt av gravitationen mot marken, se Figur 1 (Aare och Halldin, 2003, Halldin et al., 2003). Samtidigt accelereras en platta av en pneumatisk cylinder som skall motsvara marken eller sidan på ett fordon till en horisontell hastighet. Den sneda stöten medför att huvudet utsätts för en kombination av translations- och rotationsaccelerationer. Krockdockehuvudet är utrustat med ett system av accelerometergivare som ger mätvärden för både translations- och rotationsaccelerationerna i alla riktningar. Accelerometervärdena som presenteras är filtrerade med SAE180 filter.

Kontaktperson: Peter Halldin, [peterh@kth.se](mailto:peterh@kth.se) , 0739850061



**Figur 1** Foto av hjälmprovningssystem på KTH. Samtidigt som det hjälmbeklädda krockdockehuvudet faller mot marken accelereras en platta. Systemet justeras så att hjälmen träffar plattan och ges en acceleration framåt i islagsögonblicket vilket kan liknas med att träffa asfalten eller sidan på en bil.

## Metod

6 hjälmar har testats för två olika slag enligt Figur 2. I slag 1 och 2 släpptes från 0.7m vilket gav en vertikal hastighet på 3.9 m/s. Plattan accelererades upp till en horisontell hastighet av 4.5 m/s vilket resulterar i en resulterande hastighet på 5.9 m/s samt en slagvinkel på 41 grader.

Stor noggrannhet lades vid att positionera hjälmarna utifrån krockdockehuvudets koordinatsystem. I slag 2 var vinkeln kring x-axeln 34 grader och i slag 1 var samma vinkel 0 grader. Huvudets rotation kring Y-axeln var 0 grader för slag 2 och 20 grader för slag 1.



Islag 1



Islag 2

**Figur 2** Islagsriktningar.



**Figur 3** Visar en sekvens bilder från höghastighetskamera.

## Resultat

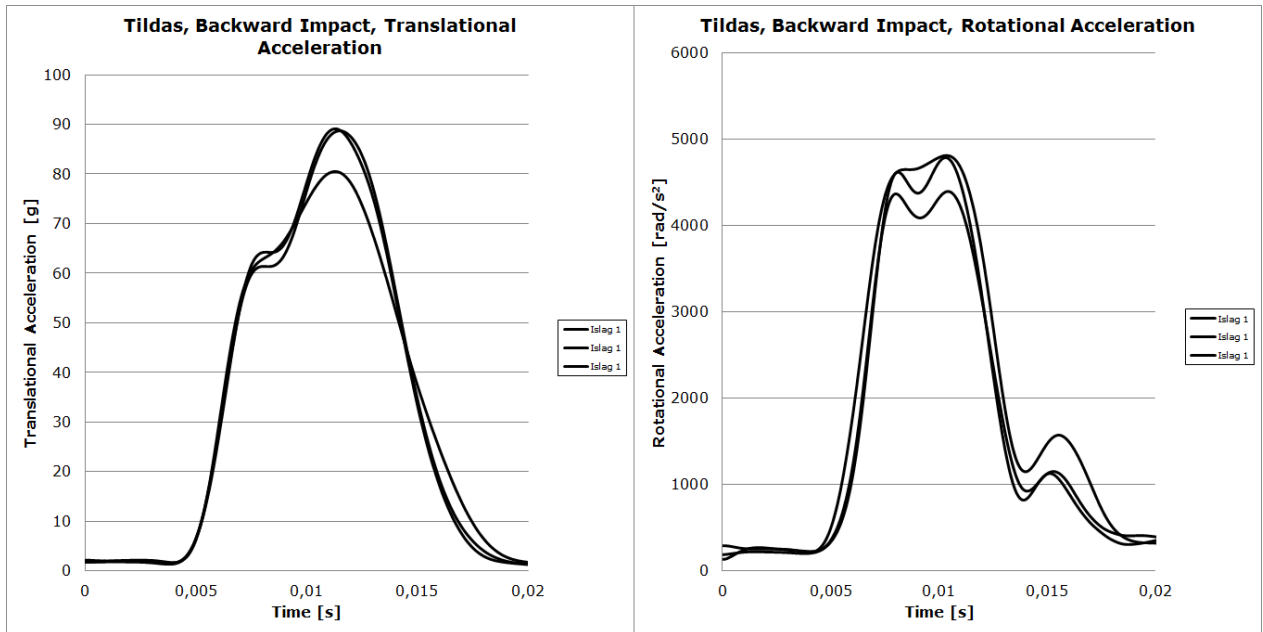
Figur 4-5 presenterar resulterande translationsacceleration och resulterande rotationsacceleration från respektive test. För islag 3 kördes tre separata tester. För islag 2 kördes också tre tester, men endast två gav en bra träff på hjälmen.

Translationsaccelerationen varierar mellan 81g och 89g för islag 1, mellan 75g och 79g för islag 2. Rotationsaccelerationen varierar mellan 4.4 krad/s<sup>2</sup> och 4.8krad/s<sup>2</sup> för islag 1 och mellan 6,1krad/s<sup>2</sup> och 7.0krad/s<sup>2</sup> för islag 2.

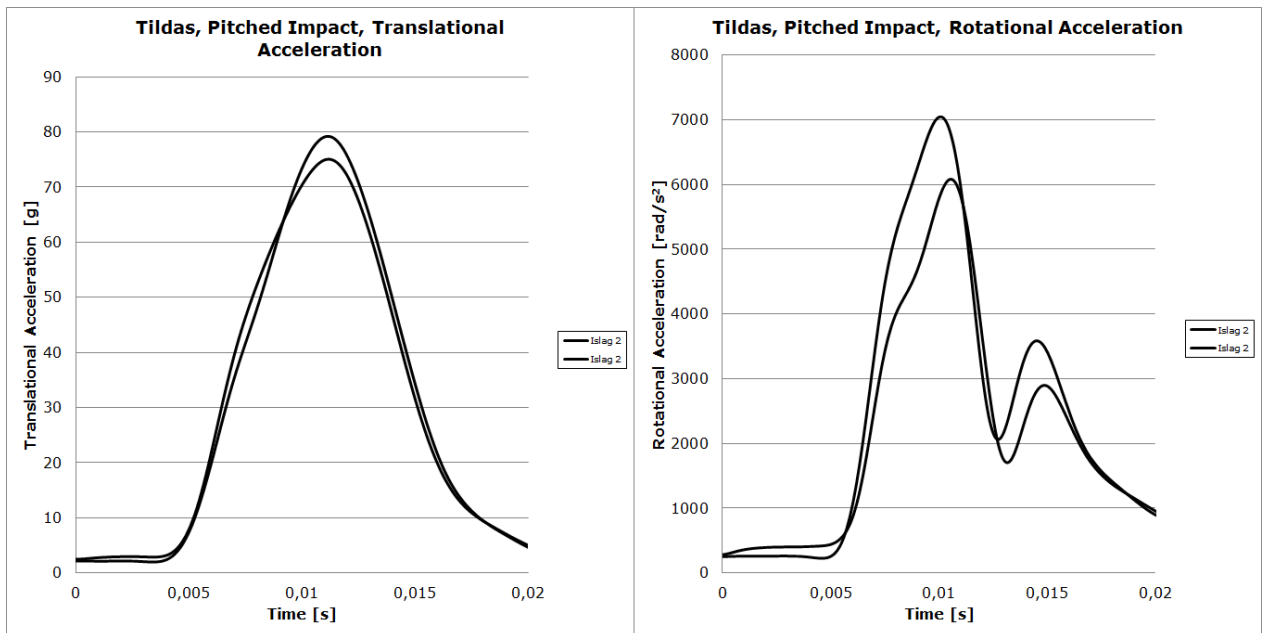
Tabell 1 visar maximala amplituden för respektive test samt medelvärdet av det tre per islagsituation.

**Tabell 1.** Sammanfattning av resultaten

TEST	TRANS. ACC. [g]	MEAN TRANS. ACC. [g]	ROT. ACC. [krad/s <sup>2</sup> ]	MEAN ROT. ACC. [krad/s <sup>2</sup> ]
Islag 1	89,1	86,1	4,8	4.7
Islag 1	88,7		4,4	
Islag 1	80,5		4,8	
Islag 2	75,0	77,1	6,1	6,6
Islag 2	79,2		7,0	



**Figur 4** Resultande translationsaccelerationer (vänster), resulterande rotationsaccelerationer (höger) för islag 1.



**Figur 5** Resultande translationsaccelerationer (vänster), resulterande rotationsaccelerationer (höger) för islag 2.

## Slutsats och diskussion

Dessa tester utfördes med liknande testkonfiguration som testerna som utfördes i Folksam-testet. I testerna som Folksam utförde i våras vilket kan ses som en Benchmark av marknaden så erhöles värden på rotations accelerationen som låg mellan 3.2 och 8.9krad/s<sup>2</sup> för islag 1 och mellan 6.3 och 10.5krad/s<sup>2</sup> för islag 2. Hjälmerna från Tilda testade 4.7krad/s<sup>2</sup> för islag 1 och 6.6krad/s<sup>2</sup> för islag 2.

I denna islagshastighet så erhålls värden på translations- och rotationsaccelerationen som i kombination skulle kunna resultera i en hjärnskada så som hjärnskakning. För att få en bedömning om risken krävs dock vidare analys som inte innefattas i detta projekt.

Hjälmerna klarar sig dock mycket bra i en jämförelse med andra hjälmar på marknaden.

## Referenser

- Aare M, Halldin P. A new laboratory rig for evaluating helmets subject to oblique impacts. *Traffic Inj Prev* 2003;4:240–8.
- Gennarelli TA, Thibault LE, Tomei G, et al. Directional Dependence of Axonal Brain Injury due to Centroidal and Non-Centroidal Acceleration. *Proceedings of the 31st Stapp Car Crash Conference, 1987: Society of Automotive Engineers, Warrendale, PA.*
- Halldin, P., Aare, M., Kleiven, S., von Holst, H. (2003). Improved helmet design and test methods to reduce rotational induced brain injuries, *Proc. RTO Specialist Meeting, the NATO's Research and Technology Organization (RTO), Koblenz, Germany.*
- Holbourn AHS. *Mechanics of head injury. Lancet* 1943;2:438–41.
- Kleiven, S. (2002). *Finite Element Modeling of the Human Head. Doctoral Thesis. Technical Report 2002-9, Department of Aeronautics, Royal Institute of Technology, Stockholm, Sweden.*
- Kleiven, S., Hardy, W.N. (2002). Correlation of an FE model of the Human Head with Experiments on localized Motion of the Brain – Consequences for Injury Prediction. *46th Stapp Car Crash Journal: 123-144.*
- Kleiven, S. (2007). Predictors for Traumatic Brain Injuries Evaluated through Accident Reconstructions. *51st Stapp Car Crash Journal, 81-114.*
- Zou, H., Kleiven, S., Schmiedeler, J. (2007). The Effect of Brain Mass and Moment of Inertia on Relative Brain-Skull Displacement in Low-Severity Impacts, *International Journal of Crashworthiness* 12 (2), 1–13.