

Sammanställning av utvärdering av olika huvudskydd för cyklister 2021

Rapporten är sammanställd av Madelen Fahlstedt, madelenf@kth.se, Neuronik, KTH

Tretton huvudskydd för cyklister har utvärderats (Figur 1 och Tabell 1). De experimentella testerna utfördes på KTH av Madelen Fahlstedt med undantag för Hövding, som testades på RISE. Huvudskydden testades för tre olika slagpunkter, kallade Xrot, Yrot och Zrot (Figur 2), i två olika hastigheter (6.0 m/s och 7.2 m/s). Dessa slagssituationer är mot en sned yta för att inducera rotation och mer efterlikna verkliga cykelolyckor. I dagens teststandard (EN1078, 2012), som alla hjälmar måste uppfylla, är testerna mot en plan yta eller en kantsten. I dagens standard mäts bara den linjära acceleration. Forskning har visat visa typer av hjärnskador, t.ex. hjärnskakningar, mer är kopplad till rotation än linjärt våld. Inom europeiska teststandardorganisationen pågår arbete för att implementera också slag mot en sned yta. De har föreslagit en slagshastighet på 6.0 m/s mot en 45-gradig yta (Halldin et al., 2015).



Figur 1. De tolv olika hjälmarna (A-L) samt Hövding (airbagskydd).

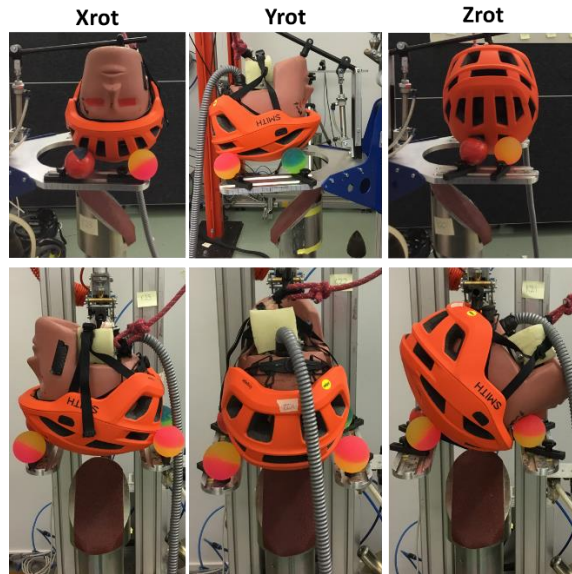
El-cyklar har blivit mer och mer populära de senaste åren. I och med ökningen av användandet av el-cyklar har speciella teststandard för hjälmar som används vid el-cyckling diskuteras. I Nederländerna har man infört en ny standard (NTA8776, 2021) där man testar hjälmarna i en 20% högre hastighet mot en plan yta och en kantsten. En ökning med 20% är i linje med observationsstudier av skillnaden i cykelhastighet mellan konventionella cyklar och el-cyklar (Cherry and He, 2010; Huertas-Leyva et al., 2018; Langford et al., 2015; Twisk et al., 2021; Vlakveld et al., 2015). Med denna bakgrund har de tolv olika hjälmarna och Hövding testats också i 20% högre hastighet mot den föreslagna hastigheten. Så huvudskydden har testats i 6.0 m/s och 7.2 m/s.

Varje hjälm testades två gånger per slagpunkt och slagshastighet. Men om pikvärdet av rotationshastigheten skiljde mer än 10% mellan första och andra testet så utfördes ytterligare ett test. Totalt gjordes minst 12 tester per hjälmmodell. Totalt användes minst fyra hjälmar per hjälmmodell (Figur 3). Om stora skador uppkom, såsom sprucket skal eller skum, bytes hjälmen ut. Om hjälmen hade en skärm plockades det bort innan testet. Linjäracceleration, rotationsacceleration och rotationshastigheten över tid presenteras i Figur 4.

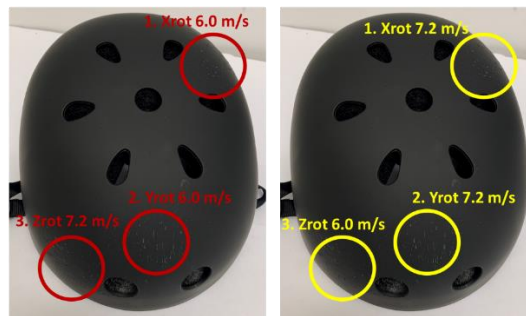
Hövding testades också två gånger per islagspunkt och islagshastighet. I dessa tester tilläts större variation då passformen inte är lika tät som en traditionell hjälm. Totalt användes tre Hövding. Varaktigheten vid islaget för Hövding är längre (Figur 5) därför var analys tiden 70 ms för Hövding och 30 ms för hjälmarna.

Tabell 1. Sammanfattning av de olika hjälmarna

	Märke	Modell	Stil	Storlek [cm]	Pris [SEK]	Antal ventilationshål	Vikt [g]	Rotations-skydd
A	Biltema	Skate	Skate	58-61	169	11	412 g	-
B	Biltema	Skate MIPS	Skate	58-61	419	14	295 g	MIPS
C	Hamax	Zero	Commuter	57-60	299	19	280 g	-
D	Bontrager	Rally Wavecell	MTB	54-60	1525	13	400 g	Wavecel
E	Occano	U Commute MIPS	Commuter	53-60	899	13	330 g	MIPS
F	Sweet Protection	Ripper MIPS	MTB	53-61	949	12	340 g	MIPS
G	Limar	Alban	Commuter	57-61	549	22	260 g	-
H	Scott	Arx Plus MIPS	Road	59-61	1399	17	310 g	MIPS
I	Bell	Avenue MIPS	Road	53-60	799	19	340 g	MIPS
J	Warp	T38 MIPS	Skate	59-62	599	10	500-550 g	MIPS
K	Smith	Engage MIPS	MTB	55-59	1099	21	350 g	MIPS
L	Giro	Agilis MIPS	Road	55-59	999	32		MIPS
	Hövding	3	Airbag	-	3499	-		-

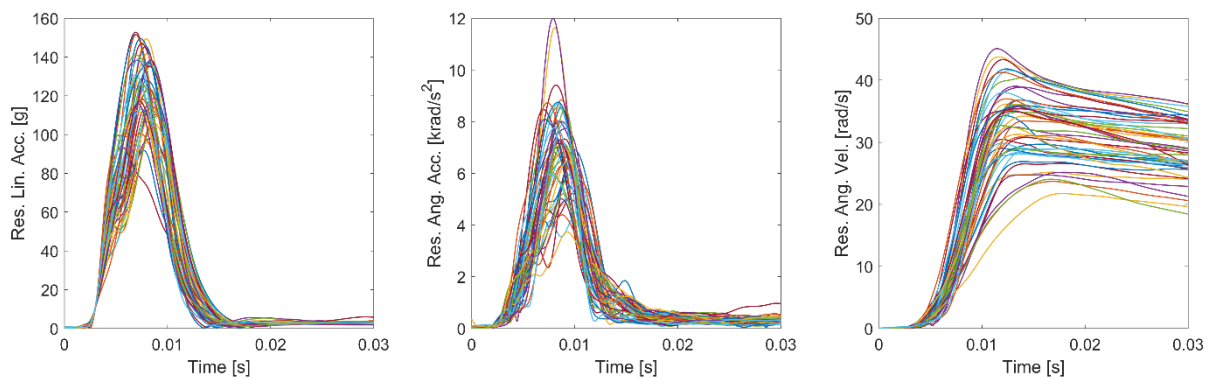


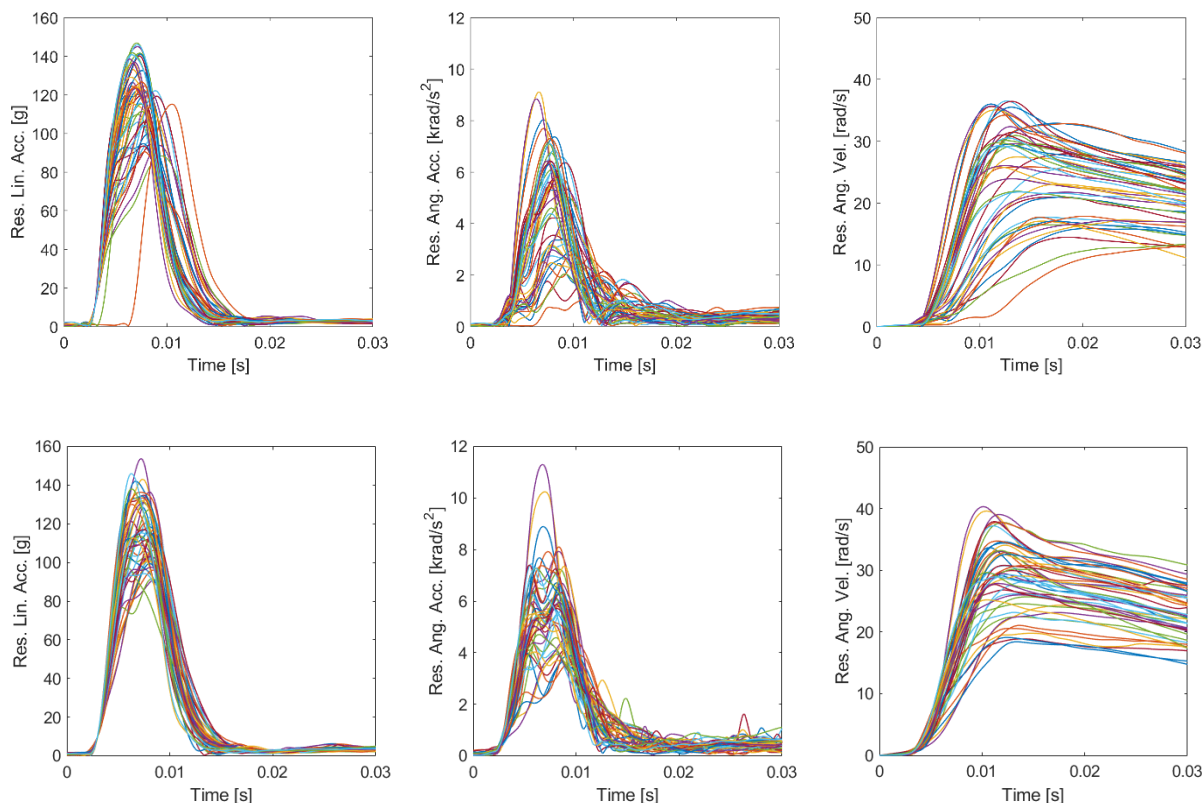
Figur 2. Testupställningen



Figur 3. Islagpunkter, i rött för hjälm 1 och 2 och i gult för hjälm 3 och 4.

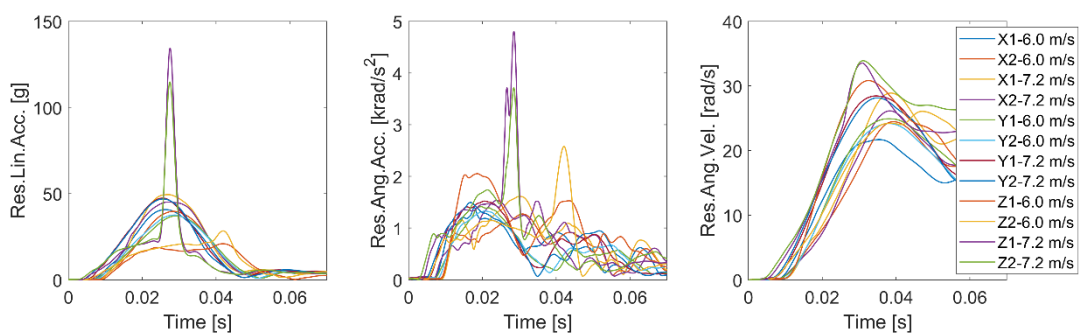
De linjära accelerationerna (X-, Y- och Z- riktningen) och rotationshastigheterna (X-, Y- och Z- riktningen) över tid från precis innan slag och 30/70 ms framåt applicerades på KTH huvudmodell (Kleiven, 2007) för att utvärdera påverkan på hjärnvävnaden.





Figur 4. Kinematiken över tid för linjäraccelerationen (vänster), rotationshastigheten (mitten) och rotationshastigheten (höger) för de tre slagpunkterna Xrot (första raden), Yrot (andra raden) och Zrot (tredje raden).

Ratingen av huvudskydden baserades på den uppskattade risk för hjärnskakning baserad på studien av Kleiven (2007). Medelvärdet användes för att beräkna sannolikheten för en hjärnskakning baserad på publikationen av Kleiven (2007). En stjärna gavs till hjälmarna som hade en risk för hjärnskakning mellan 0,8–1,0, två stjärnor 0,6–0,8, tre stjärnor 0,4–0,6, fyra stjärnor 0,2–0,4 och fem stjärnor 0–0,2. Den sammanlagda ratingen för alla slagpunkter och slagshastigheter presenteras i Tabell 2 tillsammans med en uppdelning på slagshastigheterna.



Figur 5. Kinematiken över tid för linjäraccelerationen (vänster), rotationshastigheten (mitten) och rotationshastigheten (höger) för Hövding. Observera tidsaxeln jämfört med Figur 4.

Tabell 2. Rating av hjälmarna där alla islagspunkter och hastigheter är sammanvägda samt uppdelad på de två islagshastigheterna. Procentvärdet är medelvärde för risk för hjärnskakning för de tre islagspunkterna.

	6.0 m/s + 7.2 m/s	6.0 m/s	7.2 m/s	Färgkodning för antal stjärnor
A. Biltema Skate	83%	78%	88%	*****
B. Biltema Skate MIPS	49%	43%	55%	****
C. Hamax Zero	70%	65%	76%	***
D. Bontrager Rally Wavecell	62%	51%	73%	**
E. Occano U Commute MIPS	54%	40%	68%	*
F. Sweet Protection Ripper MIPS	39%	34%	45%	
G. Limar Alban	77%	71%	83%	
H. Scott Arx Plus MIPS	48%	37%	59%	
I. Bell Avenue MIPS	57%	44%	70%	
J. Warp Skate MIPS	41%	41%	42%	
K. Smith Engage MIPS	76%	69%	83%	
L. Giro Agilis MIPS	65%	63%	67%	
Hövding*	17%	15%	20%	

* Samma test utfördes för Hövding men analys tiden var 70 ms istället för 30 ms

Hövding har en design som skiljer sig signifikant från de hjälmar som är inkluderade i studien med en airbag i stället för skumm material. Denna skillnad gör att durationen av slaget förlängs med Hövding. Tidigare studier (Fahlstedt et al., 2016; Feist and Klug, 2016; Verschueren, 2009) har visat att vid den korta duration som är vid vanliga hjälmar har nacken och resten av kroppen liten inverkan. Men en tidigare studie (Forero Rueda, 2009) har också visat att när islagsytan är mjukare, som ger en längre duration vid slaget, påverkar nacken och resten av kroppen resultatet mera. Detta skulle kunna innebära att nacken och kroppen skulle påverka resultatet mera för Hövding. I denna studie har hjälmarna och Hövding testas på samma sätt utan nacke och resten av kroppen. Analys tiden var 30 ms för hjälmarna och 70 ms för Hövding. Passformen mellan huvudet och hjälmarna samt huvudet och Hövding är också olika. I Hövding är huvudet mer löst. Detta kan också påverka resultatet.

I bedömningen ovan har fokus varit på hjärnskador och inte på skallfraktur. Skallfraktur har visat sig ha en bättre korrelation med linjärt våld jämfört med rotationsvåld. Chan et al. presenterade ett mått baserat på linjär acceleration med en riskfunktion för skallfraktur. Linjäraccelerationen i testerna utförda i denna studie hamnar på en risk mellan 4% och 14% risk. Alla hjälmar är testade enligt den europeiska standarden där pikvärdet för linjära accelerationen inte får överstiga 250g när slaget är mot en plan islagssyta eller kantsten med en islagshastighet på 5.42 m/s respektive 4.57 m/s (EN1078, 2012).

Referenser

- Cherry, C., He, M., 2010. Alternative Methods of Measuring Operating Speed of Electric and Traditional Bikes in China-Implications for Travel Demand Models. *J. East. Asia Soc. Transp. Stud.* 8, 1558–1571.
- EN1078, 2012. European Standard EN1078:2012. Helmets for Pedal and for Users of Skateboards and Roller Skates.
- Fahlstedt, M., Halldin, P., Alvarez, V.S., Kleiven, S., 2016. Influence of the Body and Neck on Head Kinematics and Brain Injury Risk in Bicycle Accident Situations. In: *IRCOBI*. pp. 459–478.

- Feist, F., Klug, C., 2016. A Numerical Study on the Influence of the Upper Body and Neck on Head Kinematics in Tangential Bicycle Helmet Impact. In: IRCOBI Conference.
- Forero Rueda, M.A., 2009. Equestrian Helmet Design: A Computational and Head Impact Biomechanics Simulation Approach. PhD Thesis, University College Dublin, Dublin, Ireland.
- Halldin, P., Deck, C., Willinger, R., 2015. Proposal of a new bicycle helmet test method. In: Proceedings of the International Cycling Safety Conference 15-16 September. Hannover, Germany.
- Huertas-Leyva, P., Dozza, M., Baldanzini, N., 2018. Investigating cycling kinematics and braking maneuvers in the real world: e-bikes make cyclists move faster, brake harder, and experience new conflicts. *Transp. Res. Part F Traffic Psychol. Behav.* 54, 211–222.
- Kleiven, S., 2007. Predictors for Traumatic Brain Injuries Evaluated through Accident Reconstructions. *Stapp Car Crash J.* 51, 81–114.
- Langford, B.C., Chen, J., Cherry, C.R., 2015. Risky riding: Naturalistic methods comparing safety behavior from conventional bicycle riders and electric bike riders. *Accid. Anal. Prev.* 82, 220–226.
- NTA8776, 2021. Certification scheme to NTA 8776.
- Twisk, D., Stelling, A., Van Gent, P., De Groot, J., Vlakveld, W., 2021. Speed characteristics of speed pedelecs, pedelecs and conventional bicycles in naturalistic urban and rural traffic conditions. *Accid. Anal. Prev.* 150, 105940.
- Verschueren, P., 2009. Biomechanical Analysis of Head Injuries Related to Bicycle Accidents and a New Bicycle Helmet Concept. PhD Thesis, KU Leuven, Leuven, Belgium.
- Vlakveld, W.P., Twisk, D., Christoph, M., Boele, M., Sikkema, R., Remy, R., Schwab, A.L., 2015. Speed choice and mental workload of elderly cyclists on e-bikes in simple and complex traffic situations: A field experiment. *Accid. Anal. Prev.* 74, 97–106.