



Folksam's test av cykelhjälm för barn 2017

Folksam

Därför testar vi cykelhjälm

Varje dag drabbas tre cyklister av skullskador i Sverige, vilket är bland det farligaste en cyklist kan råka ut för. Statistik från verkliga olyckor visar svart på vitt att cykelhjälmens betydelse är av mycket stor betydelse. Två av tre av alla skullskador vid cykelolyckor hade kunnat undvikas om cyklisten burit hjälm.

Vi engagerar oss i det som är viktigt för våra kunder och för dig. När vi testar och rekommenderar säkra cykelhjälm tror vi att det kan bidra till en tryggare tillvaro och ge tips om hur du förebygger skador.

Hur får en cykelhjälm märkningen Bra val?

Hjälmarna som får det bästa totalresultatet i Folksam's test av cykelhjälm får märkningen Bra val. Symbolen Bra val får bara användas av produkter och tjänster som fått bäst betyg i någon av våra tester.



Helena Stigson

Helena Stigson
Trafiksäkerhetsforskare

Läs mer på folksam.se/cykel

Folksam

Sammanfattning

Folksam har testat nio cykelhjälm för barn på den svenska marknaden. Alla hjälmar som ingår i testet är sedan tidigare testade och godkända enligt CE-standard, som innebär att hjälmarnas stötdämpningsförmåga är testad vid rakt slag mot hjälmen. Detta speglar inte till fullo olycksförloppet vid en cykelolycka. När en cyklist ramlar omkull eller blir påkörd av en bil och slår i huvudet, blir slaget i princip alltid snett mot marken eller bilen. Vi har efterliknat detta i Folksams test av cykelhjälm eftersom ett snett slag mot huvudet kan orsaka svåra personskador såsom kraftig hjärnskakning, vilken kan ge långvariga konsekvenser.

Fyra krocktester är genomförda: test av hjälmens skyddsförmåga i cykelolyckor med olika slagsvinklar – snett slag mot ovandelen av hjälmen, snett slag mot sidan av hjälmen och snett slag mot främre delen av hjälmen samt ett rakt slag enligt liknande principer som i certifieringstester som utvärderar hjälmarnas stötpupptagning. Dessutom har en datasimulering genomförts för att bättre värdera risken för skada vid de sneda islagen baserat på testresultaten. I datasimuleringen används en modell av människohjärnan som är framtagen av forskare vid Kungliga Tekniska Högskolan. Eftersom datasimuleringsmodellen är uppbyggd utifrån hjärnans toleransnivåer, användes denna för att avgöra om de uppmätta värdena var skadliga samt vilken hjälm som reducerar krafterna på hjärnan bäst.

Totalt utmärker sig tre hjälmar i testet och får Folksams utmärkelse *Bra val*: Etto Commuter MIPS, Giro Raze MIPS och Lazer Nut'z S MIPS som alla är utrustade med MIPS (Multi-directional Impact Protection System) avsett att minska rotationshastigheten av huvudet vid sneda slag. Folksams tester visar att det finns en stor spridning av resultaten mellan hjälmarna i de olika testerna och att det därmed finns potential att göra dem säkrare. Alla cykelhjälm behöver bättre kunna mildra huvudets rotationsacceleration vid slag för att förebygga hjärnskador. Testerna visar också att det är möjligt att uppfylla kravet i certifieringstestet med stor marginal men att det trots det inte helt förhindrar att en cyklist kan få hjärnskakning vid en olycka. Därför är det angeläget att se över nuvarande testkriterier för godkännande av hjälm.

Den största skillnaden mellan en bra och en dålig hjälm är hur väl den skyddar huvudet vid sneda slag. För att undvika att hjälm säljs utan rotationsskydd bör lagkraven ändras så att även sneda slag omfattas. Folksam har sedan 2012 utfört hjälmtester för att hjälpa konsumenter att välja en säker hjälm och för att påverka hjälmstillverkare att göra säkrare hjälm. Andelen hjälm med rotationsskydd har under denna period ökat kraftigt, vilket visar att konsumenttester är viktiga för att driva på utvecklingen. Däremot visar årets test att det behövs fler småbarnshjälm som är utrustade med grönt spänne och som bättre mildrar rotationsvåldet vid en cykelolycka. Ingen av de hjälm som Folksam ger utmärkelsen Bra val har grönt spänne. Av de tre hjälm som har grönt spänne och ingår i Folksams test 2017 har Biltema barnhjälm och Spectra Block EV1 MIPS Junior lika hög säkerhet som medelhjälmen. Hjälmen Nakamura Stanley är en av de hjälmarna med högst uppmätta mätvärden och därför avråder vi från att köpa denna hjälm. För att undvika tragiska olyckor där barn fastnar i hjälm och skadas krävs det att småbarnshjälm har grönt spänne. Myndigheter och hjälmstillverkare bör ta ett större ansvar för att de produkter som säljs för småbarn har den högsta möjliga säkerhetsstandard.

Bakgrund

Varje dag drabbas tre cyklister av huvudskador i Sverige (STRADA), vilket är bland det farligaste en cyklist kan råka ut för. Total inträffar 70 procent av alla huvudskador vid singelolyckor, det vill säga när de kör omkull utan att någon annan varit inblandad¹. Mindre än en femtedel av alla huvudskador uppstår vid kollision med bil men dessa resulterar oftast i de allvarligaste följderna. Statistik från verkliga olyckor visar svart på vitt att cykelhjälmens är av mycket stor betydelse. Två av tre skullskador vid cykelolyckor hade kunnat undvikas om cyklisten burit hjälm (Rizzi m.fl., 2013). Vid svårare skullskador är skyddseffekten än högre (Thompson m.fl., 2009). Olycksstatistik visar att de vanligaste skadorna på huvudet är islag mot tinningen eller bakhuvudet (Bjornstig m.fl., 1992).

I dagens certifieringstester där hjälmen släpps rakt mot ett platt städ och ett kantstensstäd utvärderas endast energiupptagningen vid ett rakt slag. En godkänd hjälm ska klara gränsvärdet 250g (Svensk standard SS-EN 1078 alternativt SS-EN 1080). Stöten som provhuvudet utsätts för vid testet måste därför understiga 250g och testet speglar framförallt risk att drabbas av en skullfraktur vid ett slag mot huvudet. Risken för hjärnskakning eller allvarligare skador så som diffus axonal skada (DAI), blödning eller kontusion är inte kopplat till translationsaccelerationen utan mer till rotationsaccelerationen och rotationshastigheten (Gennarelli m.fl., 1987, Holbourn, 1943, Löwenhielm, 1975). Forskare (Margulies och Thibault, 1992, Kleiven, 2007) har visat att hjärnan är mycket känsligare för rotationsrörelse än de linjära krafterna. Trots detta mäts endast translationsacceleration i dagens certifieringstester och därmed optimeras hjälmar främst för det raka islaget som inte till fullo speglar islaget vid en cykelolycka.

Syfte

Folksams test av cykelhjälm för barn syftar till att utvärdera dagens hjälmars stötdämpningsförmåga vid såväl raka islag som vid sneda islag mot huvudet för att bättre än lagkraven täcka in olika skadegenererande olycksförlopp. Detta för att kunna ge konsumenter och butiksägare ett bättre underlag vid val av cykelhjälm. Dessutom hoppas vi med Folksams tester kunna påverka hjälmstillverkare till att göra bättre hjälmar.

Metod

Totalt ingår nio cykelhjälm i testet, Tabell 1. Vid val av hjälm tittade vi på utbudet i cykel/sportbutiker och webbutiker. Detta för att kunna välja de hjälm som är vanligt förekommande på den svenska marknaden.

¹ Statistiken är baserat på data från Stada Sjukvård skadeår 2014

Tabell 1. I studien ingående hjälmar

Cykelhjälm 2017	Grönt spänne	MIPS*	Pris (kr)
Biltema barnhjälm	Ja	nej	100
Etto Commuter MIPS	Nej	ja	600
Giro Raze MIPS	Nej	ja	650-800
Lazer Nut'z S MIPS	Nej	ja	600-800
Nakamura Stanley	Ja	nej	350
Occano Junior MIPS HLM	nej	ja	400
Scott Spunto 17	nej	nej	400-450
Specialized Shuffle	nej	nej	370
Spectra Block EV1 MIPS Junior	Ja	ja	450-600

* Hjälmen har ett så kallat MIPS-system, ett extra skydd som skall mildra rotationsvåldet vid sneda islag

Tre av de ingående hjälmarna i Folksams test 2017 har grönt spänne. Fem av hjälmarna, Etto Commuter MIPS, Giro Raze MIPS, Lazer Nut'z S MIPS och Occano Junior MIPS HLM, har ett så kallat Multi-directional Impact Protection System (MIPS) med syfte att minska huvudets rotation vid ett islag. Skyddet bygger på ett extra lågfriktionskal på insidan av hjälmen som kan glida på hjälmens insida. Alla hjälmar i testet är CE-märkta, i enlighet med den europeiska säkerhetsstandard (Svensk standard SS-EN 1078 alternativt SS-EN1080). Hjälmar som ingår i testet ligger i prisintervallet 100 kr – 800 kr.

De fyra ingående slagproven är utformade för att jämföra hjälmarnas förmåga att ta upp slagenergi samt att utvärdera hjälmens skyddsförmåga vid en cykelolycka. Följande tester är genomförda: Ett rakt slagprov enligt liknande principer som i certifieringstestet och tre tester av hjälmens skyddsförmåga i en cykelolycka (snett islag mot ovandelen av hjälmen, snett islag mot sidan av hjälmen, snett slag mot främre delen av hjälmen), Tabell 2. De uppmätta accelerationspulserna från dessa tester har därefter applicerats på en validerad datasimuleringsmodell av människohjärnan (Kleiven, 2003, Kleiven, 2006b, Kleiven, 2007). Två hjälmar testades för varje testmoment för att minska inverkan av mätosäkerhet.

Tabell 2. Beskrivning av de tre ingående krocktesterna

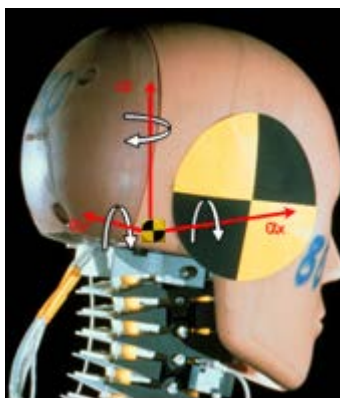
Prov	Testhastighet	Beskrivning
Slagprov enligt certifieringstest <i>Test av hjälmens stötupptagning. Rakt islag.</i>	20 km/h	Hjälmen släpps mot en horisontell yta, vilket endast speglar hjälmens stötupptagning vid raka islag.
Cykelolycka 1 – rotation kring X-axeln <i>Test av hjälmens skyddsförmåga i en cykelolycka. Snett islag mot sidan av hjälmen.</i>	22 km/h	Hjälmen släpps mot ett lutat plan (45°), vilket exempelvis speglar ett fall från cykelns sida alternativt blir påkörd av ett motorfordon.
Cykelolycka 2 – rotation kring Y -axeln <i>Test av hjälmens skyddsförmåga i en cykelolycka. Snett islag mot ovandelen av hjälmen.</i>	22 km/h	Hjälmen släpps mot ett lutat plan (45°), vilket exempelvis speglar ett fall över styret.
Cykelolycka 3 – rotation kring Z-axeln <i>Test av hjälmens skyddsförmåga i en cykelolycka. Snett islag mot främre delen av hjälmen.</i>	22 km/h	Hjälmen släpps mot ett lutat plan (45°), vilket exempelvis speglar ett fall från cykeln med snett slag mot främre delen av huvudet.

Provhuvud

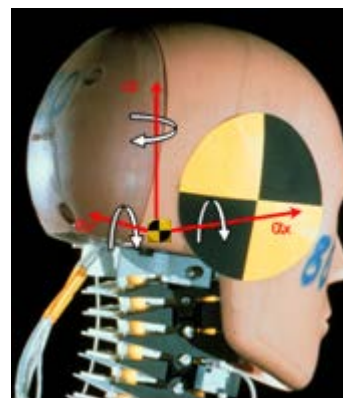
Vid testet som genomfördes enligt *SS-EN 1078 Hjälmar för cyklister, skateboard- och rullskridskoåkare*, kapitel 5.4 användes EN 960-provhuvud av storleken 535 och 575, Figur 1. Vid testerna som efterliknar en cykelolycka användes ett huvud från en krockdocka (Hybrid III) som motsvarar en vuxen kvinna i 5:e percentilen med en huvudomkrets av 54 cm. Anledningen till detta var att det inte fanns ett tillgå ett barndockhuvud utrustat med mätutrustning. Att det inte fanns ett barndockhuvud att tillgå har påverkat valet av hjälmar. Hybrid III-dockans huvud är mer likt ett mänskligt huvud än det provhuvud i aluminium som används vid certifieringstester. Eftersom testen i denna studie bland annat ska spegla sneda islag krävs ett dockhuvud som har liknande egenskaper som ett människohuvud. Provhuvudet var utrustat med accelerometrar som ger mätvärden för både translations- och rotationsaccelerationer i alla riktningar. Accelerometrarnas värden filtrerades enligt CFC1000. I resultattabellerna redovisas två accelerationsbaserade storheter: translations- och rotationsacceleration. Translationsacceleration är den resulterande linjära accelerationen från mätningarna längs riktningarna x, y och z, Figur 2. Rotationsacceleration som mäts i radianer/s², är den resulterande vinkelaccelerationen från mätningarna runt x, y och z-axeln, Figur 3. Vidare uppmättes rotationshastigheten. Skadekriteriet BrIC beräknades för de tre islagen. BrIC är ett skadekriterium som NHTSA, den amerikanska motsvarigheten till Trafikverket, tagit initiativ till att utarbeta för att väga samman rotationsacceleration och rotationshastighet (Takhounts m.fl., 2013).



Figur 1. EN 960-provhuvud som används vid certifieringstestning



Figur 2. Translationsacceleration - Linjär acceleration i tyngdpunkten längs x, y och z-axeln



Figur 3. Rotationsacceleration - Acceleration i rotationsled runt x, y och z-axeln

Slagprov – rakt islag

Testet genomfördes enligt liknande principer som gäller vid certifieringstest *SS-EN 1078 Hjälmar för cyklister, skateboard- och rullskridskoåkare*, kapitel 5.4 (SS-EN1078). Hjälmarerna släpps från 1,5 m mot en horisontell yta vilket resulterar i en islagshastighet av 5,42 m/s (19,5 km/h), Figur 4. Testet speglar endast hjälmarnas stötupptagning vid raka islag och translationsaccelerationen får inte överstiga 250g. Slagprovet genomfördes endast i en hjälmposition där det hjälmbeklädda huvudets initiala vinkel var 0 grader. Detta för att minimera inverkan av hjälmarnas design. Provet utfördes i 20°C.



Figur 4. Hjälmprovsningsrigg på RISE som används för det raka islaget

Test av hjälmens skyddsförmåga i en cykelolycka – Snett islag

För att testa hjälmarnas skyddsförmåga vid en cykelolycka har det hjämbeklädda huvudet utsatts för sneda islag. Detta åstadkoms genom att det hjämbeklädda huvudet accelereras vertikalt av gravitationen mot marken och träffar en vinklad (45°) sandpappersbeklädd stålplatta med en vertikal islagshastighet på 6,0 m/s (21,6 km/h). Det sneda islaget, då det hjämbeklädda huvudet träffar plattan, medför att huvudet utsätts för en kombination av translations- och rotationsacceleration. Testet utvärderar därmed hjälmens energiupptagning för ett snett islag mot huvudet till skillnad från dagens certifieringstester där hjälmen släpps rakt ner mot ett horisontellt underlag. I testet mäts både den translationsaccelerationen och rotationsaccelerationen men testet är framförallt till för att analysera hur mycket av rotationsvåldet som tas upp av hjälmen. Testmetoden är framtagen av arbetsgruppen CEN Working Group 11 "Rotational Test Methods" inom den europeiska säkerhetsstandarden (Willinger m.fl., 2014, CEN/TC158-WG11, 2014).

Totalt testades nio olika hjälmmodeller för tre olika islag, Figur 5-7. Testningen upprepades så att varje hjälmmodell testades för de tre islagen två gånger. I tabellerna redovisas medelvärden för varje hjälmmodell. Stor noggrannhet lades vid att positionera hjälmarna utifrån dockhuvudets koordinatsystem. Ett mätinstrument för att mäta huvudets initiala vinkel användes för att ställa in huvudets position. Hjälmar testats mot en sandpappersbeklädd stålplatta. Cykelolyckor med huvudislag kan ske mot många olika objekt och underlag. Anledningen till att hjälmarna testades mot en sandpappersbeklädd stålplatta är att den är robust och ger lika testvillkor för samtliga hjälmar. Friktionen motsvarar ungefär asfalt.



Figur 5. Det hjälmklädda huvudets initiala position vid snett islag från sidan (rotation kring x). I slag 1 var huvudets initiala riktning så att näsan pekade 90° åt höger. Huvudets initiala vinklar kring X-, Y- och Z-axeln var 0°.



Figur 6. Det hjälmklädda huvudets initiala position vid snett islag på ovandel av hjälmen (rotation kring y) I slag 2 var huvudet roterat 180° och huvudets initiala vinklar kring X-, Y- och Z-axeln var 0°.

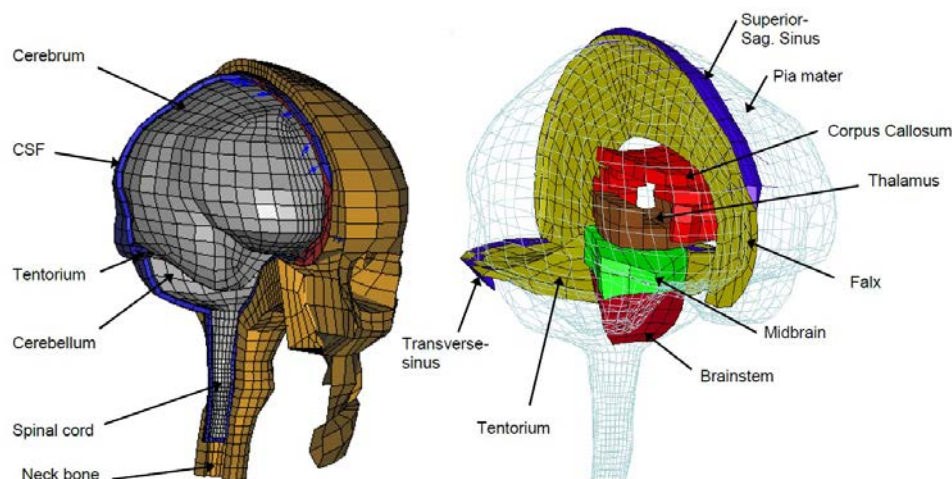


Figur 7. Det hjälmklädda huvudets initiala position vid snett islag på främre delen av hjälmen (rotation kring z) I slag 3 var vinkeln kring y-axeln 70°.

Alla tester genomfördes vid RISE, Research Institutes of Sweden AB, tidigare SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut.

Datasimulering

Risken för en hjärnskada är svår att uppskatta utifrån endast accelerationspulserna eftersom det idag inte finns några vedertagna skadetoleranser för rotationsvåld mot huvudet vid ett slag. Vi har därför valt att använda en datasimuleringsmodell utvecklad av forskare på Kungliga Tekniska Högskolan (KTH) som väger samman olika riskfaktorer. Vid datasimuleringen används de uppmätta accelerationspulserna i krockdockans huvud som ingångsvärden till en simuleringsmodell (Finit Element-modell) av människohjärnan (Kleiven, 2003, Kleiven, 2006b, Kleiven, 2007), Figur 8. Modellen visar hur hjärnan påverkas under själva förloppet och hur stor risk det är att slaget orsakar en hjärnskada. Eftersom simuleringsmodellen är uppbyggd utifrån hjärnans toleransnivåer, användes denna för att avgöra om de uppmätta värdena i dockhuvudet vid de experimentella testerna var skadliga samt vilken hjälm som reducerade rotationsvåldet som hjärnan utsattes för bäst. Modellen har tidigare visat att sneda slag med rotationsacceleration är mera skadliga för hjärnan än raka slag med endast translationsacceleration (Kleiven, 2007).



Figur 8. Finit element-modell av människohjärnan

Huvudmodellen har validerats mot flera hjärnrörelseexperiment (Kleiven och Hardy, 2002), intracerebrala accelerationsexperiment (Kleiven, 2006b), skallbensfrakturexperiment (Kleiven, 2006a) och experimentella mätningar av intrakraniellt tryck (Kleiven och Hardy, 2002). Dessa experimentella data som används omfattar fyra islagsriktningar (frontalt, occipitalt, lateralt och axiellt), korta och långa durationer (2-150 ms), hög och låg skadenivå (hjärnskakning till dödligt) samt både penetrerande och icke-penetrerande skador. Dessutom är den matematiska modellen validerad mot verkliga huvudslag (Kleiven, 2007). Totalt har 58 fall från amerikansk fotboll, NFL, analyserats. Av dessa fick 25 en hjärnskakning varav 4 fick allvarlig hjärnskakning med medvetslöshet. Vidare har modellen används för att studera hjärnskakningar vid huvudslag under australiensisk fotboll där spelarna inte använder hjälm (Patton, 2014).

Datasimuleringen genomfördes av forskare vid avdelningen för Neuronik, Skolan för Teknik och Hälsa, KTH. Vid simuleringen hade forskarna ingen vetskap om vilka de testade hjälmarna var. KTH har sedan 1996 arbetat med forskning kring hjälmsäkerhet. Datamodellen är framtagen av forskarna vid KTH och modellen möjliggör en sammanvägning av de uppmätta värdena från krocktesterna. Det är resultatet från dessa simulering som vi använder för att bedöma hjälmarnas säkerhetsnivå relativt mot varandra.

Skadekriterier

Den matematiska modellen predikterar 50% risk för hjärnskakning vid töjningar på 26% i den gråa hjärnvävnaden. Simuleringen visar vilken maximal töjning som sker i hjärnans vävnad vid varje test, vilket i sin tur kan översättas till risk för skada.

Resultat

Nedan redovisas resultaten från fyra testerna: ett slagprov enligt liknande principer som i certifieringstester, och tre sneda islag (snett islag mot ovidelen av hjälmen, snett islag mot sidan av hjälmen och ett snett islag mot främre delen av hjälmen).

Rakt islag – hjälmens förmåga att absorbera energi

Vid samtliga tester uppmättes värden som var under dagens hjälmstandarder där tröskelvärdet är 250g, Tabell 3. Bilemas barnhjälm tog upp mest slagenergi och det resterande accelerationsvärdet som uppmättes i dockhuvudet var 164 g. Högst värde uppmättes i Spectra Block EV1 MIPS Junior (202 g). Medelvärde var 185 g och medianen 189 g. Hjälmar utrustade med MIPS hade 10% högre accelerationsvärde i det raka slaget.

Tabell 3. Uppmätta värden vid rakt islag

Fabrikat	Translationsacceleration (g)
Biltema barnhjälm	164
Etto Commuter MIPS	198
Giro Raze MIPS	180
Lazer Nut'z S MIPS	198
Nakamura Stanley	174
Occano Junior MIPS HLM	189
Scott Spunto 17	171
Specialized Shuffle	197
Spectra Block EV1 MIPS Junior	202
Medel/Median	185/189

Sneda islag - Hjälms förmåga att mildra rotationsvåld

Totalt genomfördes tre tester som speglar hjälmens skyddsförmåga i en cykelolycka med snett islag mot hjälmen (rotation kring X, Y eller Z-axeln). Lägst rotationsacceleration ($4\,251\text{ radianer/s}^2$) och rotationshastighet ($15,9\text{ radianer/s}$) uppmättes i Spectra Block EV1 MIPS Junior vid islaget mot sidan av hjälmen som orsakar rotation kring X-axeln. Det högsta värde uppmättes i Scott Spunto 17 ($31,9\text{ radianer/s}$). För att väga samman de uppmätta värdena och avgöra risken för att skadas genomfördes datasimuleringar som visade att töjningen varierade mellan 10-22 % i den gråa hjärnvävnaden. Lägst töjning uppmättes i Spectra Block EV1 MIPS Junior medan högst töjning uppmättes i Nakamura Stanley. Alla uppmätta värden var dock under gränsen för 50 % risk för hjärnskakning (26 % töjning).

Däremot vid islaget där hjälmens förmåga att ta upp rotation kring Y-axeln uppmättes generellt högre värden. Lägst rotationshastighet uppmättes då Giro Raze MIPS ($27,7\text{ radianer/s}$) testades medan högst vid testet av Nakamura Stanley ($39,1\text{ radianer/s}$). Rotationsaccelerationen var dock något högre i Biltemas barnhjälm ($9\,552\text{ radianer/s}^2$) och det var också vid det testet då högst töjning uppmättes i hjärnmodellen vid simulering. Den lägsta rotationsaccelerationen liksom töjning uppmättes i Etto Commuter MIPS. Töjningen varierade mellan 19-35 % i den gråa hjärnvävnaden vid islaget riktat mot hjälmens ovandel som gav rotation kring y-axeln. Endast vid test av fyra hjälmar (Etto Commuter MIPS, Giro Raze MIPS, Lazer Nut'z S MIPS och Occano Junior MIPS HLM) uppmättes töjningar under gränsvärdet för 50 % risk för hjärnskakning. Även vid det sneda islaget mot hjälmens främre del (rotation kring Z-axeln) uppmättes högre värden än vid islaget mot hjälmens sida (rotation kring X-axeln). Högst töjningar uppmättes i hjälmarna Scott Spunto 17, Specialized Shuffle och Spectra Block EV1 MIPS Junior (26 %). Lägst töjning uppmättes då Lazer Nut'z S MIPS (18 %) testades. Totalt sett uppmättes lägre töjningar vid test av hjälmar med MIPS än vid test av hjälmar utan MIPS. Vid islaget mot sidan av hjälmen som orsakar rotation kring X-axeln och vid islaget mot hjälmens ovandel uppmättes störst skillnad 35 respektive 44% lägre töjningar. Däremot vid islaget mot hjälmens främre del (rotation kring Z-axeln) uppmättes endast 2% lägre töjningar. Hjälmarernas skyddande förmåga har rangordnats utifrån den beräknade töjningen från FE modellen som presenteras i Tabell 4. Hjälmararna Etto Commuter MIPS, Giro Raze MIPS och Lazer Nut'z S MIPS kommer generellt bäst ut och därmed får utmärkelsen *Bra val*.

Tabell 4. Uppmätta värden vid test som speglar cykelolycka med snett islag mot hjälmens sida (rotation kring x), ovandel (rotation kring Y) och främre del (rotation kring z)

	SNETT ISLAG HJÄLMENS SIDA (ROTATION KRING X-AXELN)					SNETT ISLAG HJÄLMENS OVANDEL (ROTATION KRING Y-AXELN)					SNETT ISLAG HJÄLMENS FRÄMRE DEL (ROTATION KRING Z-AXELN)				
FABRIKAT	T. ACC. [G]	R. ACC. [KRAD /S²]	R. V [RAD /S]	BrIC	TÖJNING (%)	T. ACC. [G]	R. ACC. [KRAD /S²]	R. V [RAD /S]	BrIC	TÖJNING (%)	T. ACC. [G]	R. ACC. [KRAD /S²]	R. V [RAD /S]	BrIC	TÖJNING (%)
Biltema barnhjälm	116,8	5,41	21,9	0,61	14,6	133,3	9,55	38,8	1,08	34,6	86,9	4,77	26,3	0,69	21,9
Etto Commuter MIPS	123,6	4,47	18,5	0,51	14,2	117,4	4,81	28,8	0,74	19,2	105,7	5,04	25,5	0,68	22,4
Giro Raze MIPS	121,2	4,27	18,7	0,51	13,3	136,0	5,51	27,7	0,74	20,0	106,8	5,77	24,4	0,67	25,0
Lazer Nut'z S MIPS	128,2	4,66	23,1	0,62	14,8	107,6	5,29	33,0	0,84	22,5	84,2	3,60	20,2	0,53	18,2
Nakamura Stanley	134,0	8,65	28,8	0,84	21,7	140,2	9,48	39,1	1,08	33,7	88,3	4,57	21,9	0,59	20,4
Occano Junior MIPS HLM	125,1	5,78	23,6	0,62	15,2	124,1	6,27	32,5	0,81	24,7	94,1	5,60	28,5	0,61	24,1
Scott Spunto 17	104,7	6,62	31,9	0,85	19,3	115,7	7,52	38,1	1,01	30,9	97,0	6,10	28,7	0,77	26,2
Specialized Shuffle	143,1	7,77	24,6	0,73	17,2	147,0	9,52	38,2	1,06	32,6	110,7	6,90	26,7	0,75	26,0
Spectra Block EV1 MIPS Junior	117,4	4,25	15,9	0,45	9,7	112,7	6,44	34,8	0,91	27,8	93,5	5,49	27,9	0,74	26,2
Medel	123,9	5,76	23,0	0,64	15,5	126,0	7,15	34,6	0,92	27,3	96,4	5,32	25,6	0,67	23,4
Median	123,6	5,41	23,1	0,62	14,8	124,1	6,44	34,8	0,91	27,8	94,1	5,49	26,3	0,68	24,1

Diskussion och slutsatser

Folksams test av nio cykelhjälm för barn visar att det finns en stor spridning mellan de testade hjälmarnas skyddsförmåga. Testerna visar också att det är möjligt att uppfylla lagkravet med stor marginal (164 – 202 g jämfört med lagkravets 250 g). Translationsaccelerationen som mäts i certifieringstestet för att godkänna hjälmar är främst kopplad till risken för skallfraktur medan rotationsacceleration och rotationshastigheten är kopplad till hjärnskador. Därför ingår tre tester där hjälmarna utsätts för sneda islag för att utvärdera hjälmarnas förmåga att minska rotationsvåld vid en cykelolycka. Resultatet visar tydligt att den största skillnaden mellan en bra och en dålig hjälm är hur väl den skyddar huvudet vid sneda islag. Cykelhjälm behöver bättre kunna mildra huvudets rotationsacceleration vid islag för att förebygga hjärnskador. Hjälmar som har rotationsskydd gav generellt lägre belastning på hjärnan. De flesta testade cykelhjälmarna skulle dock kunna bli betydligt bättre. För att undvika att hjälmar säljs utan rotationsskydd bör lagkraven ändras så att även sneda islag omfattas. Folksam har sedan 2012 utfört hjälmtester för att hjälpa konsumenter att välja en säker hjälm och för att påverka hjälm tillverkare att göra säkrare hjälmar. Andelen hjälmar med rotationsskydd har under denna period ökat kraftigt, vilket visar att konsumenttester är viktiga för att driva på utvecklingen. Däremot visar årets test att det behövs fler småbarnshjälm som är utrustade med grönt spänne och som bättre mildrar rotationsvåldet vid en cykelolycka. Ingen av de hjälmar som Folksam ger utmärkelsen Bra val har grönt spänne. Av de tre hjälmar som ingår i Folksams test 2017 är Biltema barnhjälm och Spectra Block EV1 MIPS Junior har lika hög säkerhet som medelhjälmen. Hjälmen Nakamura Stanley är en av de hjälmarna med högst uppmätta mätvärden och därför avråder vi från att köpa denna hjälm.

En förklaring till spridningen i hjälmarnas testresultat är också skillnaden i geometrisk design. En cykelhjelmsdesign med många ventilationshål och kanter är mer mottaglig för en större spridning beroende på islagpunkt. Om exempelvis en kant träffas vid islaget så kan detta påverka de uppmätta accelerationerna negativt. Vidare kan spridningen bero på att hjälmen suttit olika hårt på provhuvudet. Att hjälmarna satt lika hårt på huvudet är svårt att kontrollera. Hjälmar monterades på huvudet med avsikten att nackjusteringssystemet justerades så lika som möjligt enligt samma procedur som vid certifieringstester. Spridningen av resultaten återspeglar dels av hjälmarnas variation i energiupptagningsförmåga, men framför allt av att flera hjälm tillverkare inte utvecklar hjälmarna för sneda islag. För att minska inverkan av mätosäkerhet testades två hjälmar för varje testmoment.

Alla hjälmar som ingår i testet uppfyller de krav som ställs på en cykelhjälm vid certifiering. Certifieringstestet omfattar dock inte hjälmens förmåga att mildra rotationsvåld. Resultatet från Folksams test visar tydligt att en hjälm som klarar dagens krav på 250 g ändå kan ge hjärnskakning. Hjärnskakning med eller utan medvetlöshet inträffar i många aktiviteter, oftast till följd av att hjärnan utsätts för rotationsvåld vid antingen ett direkt eller indirekt våld mot huvudet. Hjärnskakningar kan leda till bestående besvär med exempelvis minnesstörningar, huvudvärk och andra neurologiska symtom. I åtta procent av fallen som rapporteras till Folksam, där en person drabbats av en huvudskada i samband med en olycka, leder till långvariga besvär med medicinsk invaliditet (Malm m.fl., 2008). Rotation av huvudet kan också ge upphov till mer allvarliga skador såsom deformation av hjärnvävnad, vilket kan leda till diffusa hjärnskador (DAI - Diffuse Axonal Injury). Risken för en hjärnskada är dock svårare att uppskatta endast utifrån accelerationspulserna då det idag inte finns några vedertagna skadetoleranser för rotationsvåld mot huvudet vid ett islag. De flesta studier som har visat risksamband mellan rotation och hjärnskada bygger på studier baserade på djurförsök

alternativt matematiska modeller av hjärnan (Kleiven, 2007, Newman m.fl., 2000, Newman m.fl., 2005, Zhang m.fl., 2004). I detta test har en datasimuleringsmodell, som beräknar töjningen i hjärnan och risk för hjärnskador, används för att utvärdera vilken hjälm som mest effektivt reducerar krafterna vid islag. Denna modell väger samman de ovan nämnda riskfaktorerna och är en av de mest tillförlitliga som finns att tillgå. Genom att enbart titta på de uppmätta maxvärdena så förbises inverkan av durationen. Därför har utvärderingen baserad på datamodellen vägt tungt. I testet har vi bedömt hjälmarnas säkerhetsnivå relativt mot varandra. Varje hjälms betyg som presenteras på folksam.se/cykel baseras på "medelhjälmen".

Trots lagkravets relativt höga gränsvärde på 250g visar studier att dagens hjälmar har en mycket hög skyddseffekt (Rizzi et al 2013). Men skyddseffekten kan bli betydligt högre om sneda islag liknande de som gjorts i denna studie så att även omfattas. Under ett antal år har diskussioner pågått om att införa just sneda islag i standarden för cykelhjälm (CEN/TC158-WG11, 2014). Den metod som använts i denna studie är den som just är under diskussion. Att ändra lagkraven är dock en utdragen process och vi kan inte vänta oss att de ändras inom de närmsta åren. Resultatet från denna studie tyder på att provmetoden för hjälmgodkännande bör förändras alternativt att fler konsumenttester genomförs för att driva på utvecklingen av cykelhjälms utformning. Folksam har testat hjälmar sedan 2012 och vi kan se att våra tester har påverkat utbudet i butikerna. Numera är det betydligt vanligare med hjälmar med rotationsskydd trots att detta är inget som hjälmtilverknarna premiernas för i lagkravstesterna.

Det är därför av stor vikt att konsumenttester driver utvecklingen framåt med tuffare krav på de hjälmar som säljs. Vi hoppas med denna studie att öka konsumenternas medvetenhet när det gäller val av cykelhjälm och på så sätt bidra till att efterfrågan på säkra hjälmar ökar. Detta kan då påskynda en förändring av lagkraven.

Referenser

Andersson, T., P.-O. Larsson och U. Sandberg (1993). Chin strap forces in bicycle helmets. Ingår i.: SP, Swedish National Testing and Research Institute.

Asiminei, A., G. van der Perre, I. Verpoest och J. Goffin. 2009). A transient finite element study reveals the importance of the bicycle helmet material properties on head protection during an impact. Ingår i: The International Research Council on Biomechanics of Injury (IRCOBI) Conference, 2009 York, UK. 357–360.

Bjornstig, U., M. Ostrom, A. Eriksson och E. Sonntag-Ostrom (1992). Head and face injuries in bicyclists—with special reference to possible effects of helmet use. *Journal of Trauma*, 33(6), s. 887-93.

CEN/TC158-WG11 (2014). Cen/tc 158 - wg11 rotational test methods. Ingår i.

Fahlstedt, M. (2015). Numerical accident reconstructions - a biomechanical tool to understand and prevent head injuries. Doctoral Thesis, KTH Royal Institute of Technology.

Gennarelli, T., L. Thibault, G. Tomei, R. Wiser, D.I. Graham och J. Adams. 1987). Directional dependence of axonal brain injury due to centroidal and non-centroidal acceleration. . Ingår i: Proceedings of the 31st Stapp Car Crash Conference, Society of Automotive Engineers, 1987 Warrendale, PA.

Hansen, K., N. Dau, F. Feist, C. Deck, R. Willinger, S.M. Madey och M. Bottlang (2013). Angular impact mitigation system for bicycle helmets to reduce head acceleration and risk of traumatic brain injury. *Accident Analysis and Prevention*, 59, s. 109-17.

Holbourn, A.H.S. (1943). Mechanics of head injury. *Lancet* 2, s. 438–441.

- Kleiven, S. (2003). Influence of impact direction on the human head in prediction of subdural hematoma. *Journal of Neurotrauma*, 20(4), s. 365-79.
- Kleiven, S. (2006a). Biomechanics as a forensic science tool - reconstruction of a traumatic head injury using the finite element method. *Scand J Forens Sci.*, (2), s. 73-78.
- Kleiven, S. (2006b). Evaluation of head injury criteria using a finite element model validated against experiments on localized brain motion, intracerebral acceleration, and intracranial pressure. *Internal Journal of Crashworthiness*, 11(1), s. 65-79.
- Kleiven, S. (2007). Predictors for traumatic brain injuries evaluated through accident reconstructions. *Stapp Car Crash J*, 51, s. 81-114.
- Kleiven, S. och W.N. Hardy (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.
- Löwenhielm, P. (1975). Mathematical simulations of gliding contusions. *J. Biomech.*, 8, s. 351-356 doi:10.1016/0021-9290(75)90069-X.
- Malm, S., M. Krafft, A. Kullgren, A. Ydenius och C. Tingvall (2008). Risk of permanent medical impairment (rpm) in road traffic accidents. *Annu Proc Assoc Adv Automot Med*, 52, s. 93-100.
- Margulies, S.S. och L.E. Thibault (1992). A proposed tolerance criterion for diffuse axonal injury in man. *Journal of Biomechanics*, 25(8), s. 917-23.
- Mertz, H.J., P. Prasad och A.L. Irwin. (1997). Injury risk curves for children and adults in frontal and rear collisions. Ingår i: *Proceedings of the 41th Stapp Car Crash Conference*, 1997 Lake Buena Vista, Florida, US,. 13–30.
- Mills, N.J. och A. Gilchrist (2006). Bicycle helmet design. *Journal of Materials, Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part L(Design and Applications 220)*, s. 167–180.
- Newman, J.A., M.C. Beusenbergh, N. Shewchenko, C. Withnall och E. Fournier (2005). Verification of biomechanical methods employed in a comprehensive study of mild traumatic brain injury and the effectiveness of american football helmets. *Journal of Biomechanics*, 38(7), s. 1469-81.
- Newman, J.A., N. Shewchenko och E. Welbourne (2000). A proposed new biomechanical head injury assessment function - the maximum power index. *Stapp Car Crash J*, 44, s. 215-47.
- Patton, D.A. (2014). The biomechanical determinants of sports-related concussion: Finite element simulations of unhelmeted head impacts to evaluate kinematic and tissue level predictors of injury and investigate the design implications for soft-shell headgear. PhD Thesis, University of New South Wales.
- Rizzi, M., H. Stigson och M. Krafft. (2013). Cyclist injuries leading to permanent medical impairment in sweden and the effect of bicycle helmets. Ingår i: *Int. IRCOBI Conf. on the Biomechanics of Injury*, 2013 Gothenburg, Sweden.
- SS-EN1078 Hjälmar för cyklister, skareboard och rullskridskoåkare. (1997).
- SS-EN1080 Småbarnshjälmar - impact protection helmets for young children.
- Stigson, H., M. Hasselwander, M. Krafft, A. Kullgren, M. Rizzi och A. Ydenius (2012). In swedish: *Folksams cykelhjälmtest juni 2012*. Ingår i.: *Folksam Forskning*.
- Stigson, H., M. Krafft, M. Rizzi, A. Kullgren, A. Ydenius och K. Lindmark (2013). *Folksams cykelhjälmstest maj 2013*. Ingår i.: *Folksam forskning*.
- Takhounts, E.G., M.J. Craig, K. Moorhouse, J. McFadden och V. Hasija (2013). Development of brain injury criteria (bric). *Stapp Car Crash J*, 57, s. 243-66.
- Thompson, D.C., F.P. Rivara och R. Thompson (2009). Helmets for preventing head and facial injuries in bicyclists (review). *Cochrane Database of Systematic Reviews 1999*, (Issue 4. Art.).

Willinger, R., C. Deck, P. Halldin och D. Otte. (18-19 November 2014). Towards advanced bicycle helmet test methods. Ingår i: International Cycling Safety Conference 2014, 18-19 November 2014 Göteborg, Sweden.

Zhang, L., K.H. Yang och A.I. King (2004). A proposed injury threshold for mild traumatic brain injury. *Journal of Biomechanical Engineering*, 126(2), s. 226-36.