

## Multifunkční sportovní přilba

Richard Hynek<sup>1</sup>, Radek Kottner<sup>2</sup>

### 1 Úvod

Lidská vynalézavost je nekonečná a platí to i v takové oblasti jako je sport. Každý rok se objevují desítky nových aktivit a již známé se posouvají na úroveň před pár lety nemyslitelnou. Protože nové sporty jsou často rychlejší, agresivnější a nebezpečnější, měl by sportovec poskytnout svému tělu adekvátní ochranu. Jedním z nejdůležitějších ochranných prostředků je přilba. A jelikož současným trendem je také široké zaměření sportovců, a dnešní trh nenabízí řešení od začátku navrhované pro více aktivit, bylo cílem této práce nalézt takové sportovní aktivity, u nichž jsou nároky na ochranu do značné míry podobné a navrhnout pro ně multifunkční přilbu.

### 2 Analýza proveditelnosti a bezpečnostní kritéria

Kritérium popsané v normách ČSN EN (2014) pro testování sportovních přileb stanovuje jako hlavní limitní hodnotu přetížení 250G v maketě hlavy, jež je volným pádem spuštěna různou rychlostí na různé typy podložek. Hodnoty rychlosti a typy razníků se odvíjejí od sportovního odvětví. Byla provedena rešerše sportů a aktivit vyžadující ochranu hlavy a rovněž všech vlastností a technických prvků, jež by přilba mohla mít. Vznikla subjektivní mapa činností, u nichž jsou vyžadovány podobné vlastnosti přilby. Z této mapy vzešlo 7 sportů, pro které lze dle mínění autora navrhnout jednu přilbu: cyklistika, inline bruslení a skateboarding, horolezectví, jízda na koni, lyžování a snowboarding, paragliding a sporty na divoké vodě.

### 3 Materiály

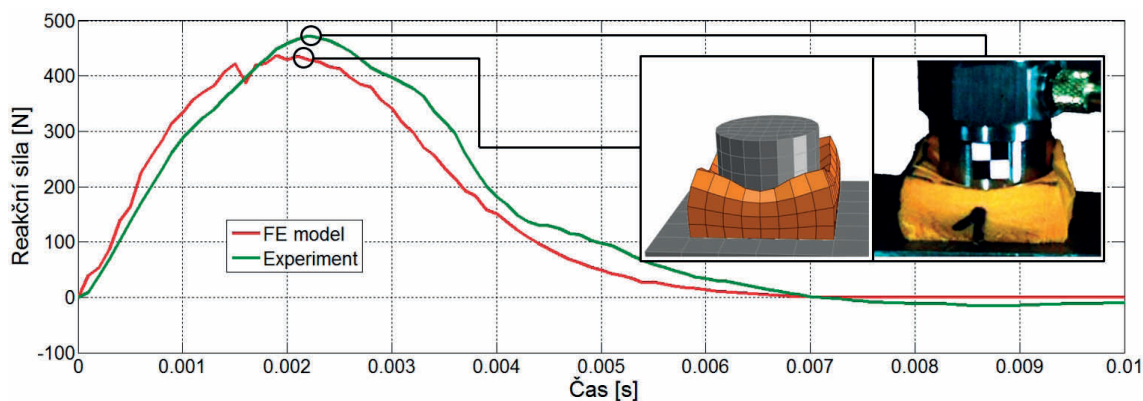
Pro potřeby multifunkční přilby byla vybrána konstrukce typu 'hardshell' s vnitřním linerem. V tomto případě vnější skořepina roznáší rázové zatížení do co nejširší plochy. K umocnění tohoto efektu byl jako její materiál vybrán uhlíkový kompozit, jež je mnohonásobně tužší, než běžně používaný termoplast ABS a zároveň lehký. Přes tuto vnější vrstvu je zatížení distribuováno do lineru - materiálu schopného absorbovat mechanickou energii. Jak podotýká Andersen (2011), liner se běžně vyrábí vstřikováním polystyrenové pěny (EPS), která spotřebuje nárazovou energii na plastickou deformaci či lom. Tento materiál je v současné době pro cenově dostupné přilby obtížně nahraditelný. Nicméně, lze ho kombinovat s jinými materiály a získat zajímavé vlastnosti. Mezi EPS a hlavu byla navržena vrstva D3O, což je viskoelastický polymer. Přetváří mechanickou energii vnitřním třením pouze na teplo, což je výhodné pro malé rázy - přilba zůstává bez trvalých následků. Při rázech s vyšší energií vrstva exponovaná zatížením tuhne a pomáhá rovnoměrné distribuci zatížení do EPS. Zároveň jako poslední vrstva chrání před průnikem ostrých objektů.

<sup>1</sup> student navazujícího studijního programu Aplikované vědy a informatika, obor Mechanika, specializace Průmyslový design, e-mail: rhynek@students.zcu.cz

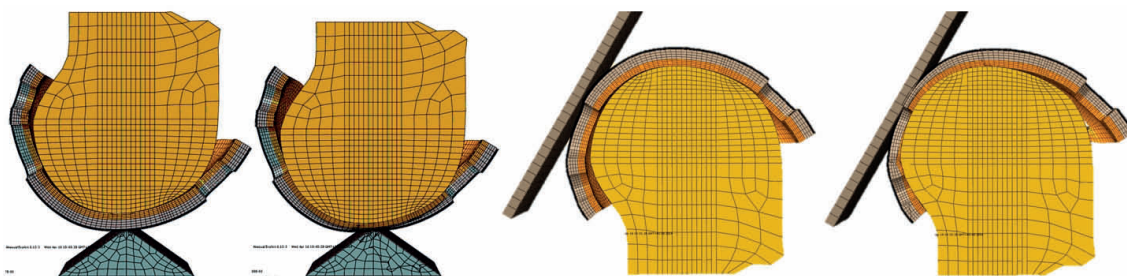
<sup>2</sup> výzkumný pracovník Katedry Mechaniky, e-mail: kottner@kme.zcu.cz

## 4 Experimenty a modelování

Byly provedeny rázové zkoušky na vzorcích EPS i D3O. Byl snímán průběh reakční síly v čase. Tato data posloužila pro nalezení potřebných materiálových konstant pomocí optimalizačního algoritmu. Pro modelování vrstvy EPS byl použit nelineární elasto-plastický materiálový model se zpevněním a pro D3O (Obr. 1) viskoelastický materiálový model pomocí tzv. Pronyho řady. Při respektování zjištění z analýzy proveditelnosti byla navržena podoba multifunkční přilby s odnímatelným bradovým chráničem, jejíž geometrie byla použita pro vytvoření celkových MKP modelů normalizovaných zkoušek (příklad zkoušek pro cyklistické a horolezecké přilby je k nahlédnutí na Obr. 2).



Obrázek 1: Porovnání MKP modelu a experimentu rázové zkoušky D3O.



Obrázek 2: Zleva MKP model zkoušky pro cyklistické přilby (ČSN EN 1078) a zkoušky pro horolezecké přilby (ČSN EN 12492).

## 5 Závěr

Práce ověřila, že lze pomocí počítačového modelování rázových dějů navrhnout multifunkční přilbu pro více sportů, tak, aby vyhověla vybraným kritériím, jenž stanovují evropské bezpečnostní normy.

## Literatura

Úřad pro technickou normalizaci. Platné evropské bezpečnostní normy pro sportovní přilby v roce 2014.

McIntosh, A.S., Andersen, T.E., Bahr R., et al. Sport helmets now and in the future *Br J Sports Med*, 45: 1258–1265.