



ZÁPADOČESKÁ
UNIVERZITA
V PLZNI

Posudek diplomové práce Richarda Hynka na téma MULTIFUNKČNÍ SPORTOVNÍ HELMA

Posuzovaná práce obsahuje celkem 87 stran, 108 obrázků a 11 tabulek, přičemž je logicky rozčleněna do šesti kapitol včetně úvodu a závěru. Práce je psaná v anglickém jazyce.

V úvodní kapitole diplomant představuje motivaci práce a definuje hlavní cíl práce, kterým je návrh universální sportovní helmy s uvažováním moderních materiálů a využitím numerických simulací.

Ve druhé kapitole je zpracována rešerše vývoje helem. Jsou zde popsány jednotlivé typy helem, hlavní konstrukční prvky, používané materiály a technologie jejich výroby. Dále jsou nastíněny novinky v těchto oblastech a je proveden průzkum současného trhu.

Ve třetí kapitole je pak proveden detailní rozbor požadovaných vlastností helem pro různá sportovní a profesní odvětví. Na jeho základě je pak vybrána skupina sportů, pro které je helma navržena, včetně zohledněných parametrů a požadovaných evropských norem pro certifikaci.

Čtvrtá kapitola je zaměřena na popis uvažovaných materiálů a jejich interakci. Pro vnější skořepinu je zvolen kompozitní materiál uhlík/epoxid a pro výplň kombinace materiálů D3O a pěnového polystyrenu (EPS). D3O je nově vyvinutý materiál jež vykazuje visko-elastické chování silně závislé na rychlosti deformace. Pro jeho popis byl použit Zenerův model a model Pronyho řady. EPS byl modelován jako elasto-plastický materiál, přičemž všechny modely jsou implementovány v programu Abaqus. Byly provedeny relaxační zkoušky při tlakovém zatížení a rázové zkoušky pro různé energie rázu pro zjištění parametrů materiálových modelů. Parametry, které nemohly být měřeny přímo, byly identifikovány pomocí optimalizačních metod, kdy byly výsledky z numerických simulací srovnávány s experimentálně naměřenými daty. Získané hodnoty byly použity pro numerickou simulaci rázové zkoušky vzorku složeného z navržené kombinace materiálů, kdy pro kompozitní materiál bylo použito Hashinovo kritérium. Výsledky numerické simulace byly srovnány s hodnotami získanými z experimentálního měření. Dále byl navržen tvar výplně, který by snížil celkovou hmotnost.

Pátá kapitola se již věnuje konečnému návrhu helmy. Diplomant prezentuje několik tvarových variant a vybírá konečnou variantu pro ověření pomocí numerických simulací. Ty jsou provedeny v souladu s uvažovanými normami. Na závěr kapitoly je pak presentován konečný návrh pomocí počítačové vizualizace v několika konfiguracích.

V závěru autor stručně shrnuje dosažené výsledky a navrhuje další možný směr vývoje.

Práce působí celkově velmi pěkným a celistvým dojmem. Pozoruhodná je zejména šíře, se kterou se práce věnuje dané problematice, kdy autor uplatňuje celou řadu vědomostí a postupů osvojených během studia. Autor prokázal dovednosti v oblastech systematické analýzy problému, vyhodnocení experimentálních dat, aplikace různých materiálových modelů, numerického modelování, optimalizace parametrů a grafického ztvárnění návrhu výrobku. Při práci bylo použito několik programových balíčků (Abaqus, Matlab, OptiSlang, CAD systém), kdy v rámci optimalizace došlo k jejich propojení. Tato šíře práce by byla těžko dosažitelná bez osobního zaujetí autora pro danou problematiku.

Zvláště kladně hodnotím uvažování materiálu D3O, který je nedávno vyvinutým materiálem s unikátními vlastnostmi. Autor práce tak nemohl čerpat z literatury, ale musel samostatně vybrat materiálový model pro popis jeho chování. Vhodnost modelu pak byla ověřena srovnáním s experimentem.

Práce je omezena počtem stránek, autor tak byl nucen některá témata popsat velmi stručně. Užitečné pro další práce na KME by například bylo detailnější popsání připravených numerických modelů a detailní vyhodnocení provedených simulací. K plnému využití možností numerického modelování by pak bylo vhodné srovnat více variant a zhodnotit vliv jednotlivých konstrukčních prvků na dosažené výsledky.

Práce má velice pěknou grafickou úpravu a po formální stránce je velice pěkně zpracována. Lze vytknout jen několik nedostatků: překlepy (např. simulateously, incese na str. 19), český text na obrázku 3.2 nebo neuvedení použitých symbolů v seznamu (např. E_m v rovnici 4.1).

Otázky k obhajobě:

- Jaké jsou výhody a nevýhody zvoleného pořadí materiálů výplně?
- Mohl by autor přesněji popsat stanovení materiálových parametrů pro konečný model, schematicky znázorněný na obr. 5.6?
- Došlo k porušení nebo plasticitě materiálu při numerických simulacích konečného návrhu?
- Jaké je srovnání navržené helmy s parametry vybraných sportů z obr. 3.2?

Vzhledem k výše uvedenému doporučuji práci k obhajobě a navrhuji hodnocení

výborně

V Plzni dne 23. 6. 2014



Ing. Jan Bartošek