

SIMULÁCIA VRUBOVÝCH ÚČINKOV POMOCOU SOFTVÉRU PRO/MECHANICA

MURČINKOVÁ Zuzana, SR

Resumé Článok sa zaoberá analýzou vrubových účinkov technologických a konštrukčných prvkov pomocou simulácie softvérom Pro/Mechanica, ktorý využíva metódu konečných prvkov. Ide hlavne o diery, zaoblenia, zápichy, miestach nespojitostí konštrukcií, ktoré spôsobujú koncentráciu napätia.

Kľúčové slová: vrub, simulácia, koncentrácia napätia, sieť.

SIMULATION OF NOTCH INFLUENCE BY USING PRO/MECHANICA SOFTWARE

Abstract The paper introduces analysis of notch influence of technological and design features by using Pro/Mechanica software with Finite Element Method. The analyses are focus on holes, rounds and neck-downs that cause the stress concentrations in areas of discontinuities of structures.

Key words: notch, simulation, stress concentration, mesh.

1 Úvod

Cieľom článku je prezentovať syntézu vedomostí predmetov technická dokumentácia, pružnosť a pevnosť, časti strojov a počítačová grafika v jednej téme. Študent sa s témou vrubov stretáva na uvedených predmetoch, ale k prepojeniu nedochádza. Preto dôvodom zaradenia tejto témy do predmetu Napät'ové analýzy na PC je práve táto syntéza vedomostí z jednotlivých predmetov a následná simulácia vrubových účinkov pomocou softvéru.

Ďalším cieľom článku je prezentácia oblasti vplyvu vrubových účinkov na tvar konštrukcie, resp. ako tvar konštrukcie vzhľadom na okrajové podmienky ovplyvňuje rozloženie napätia v konštrukcii. Samozrejme miesta s koncentráciou napätia sú nežiaduce. Simulácia vrubových účinkov vedie k poznaniu ako tvar technologických a konštrukčných prvkov môže znížiť veľkosť a koncentráciu napätia pri rôznych druhoch namáhania.

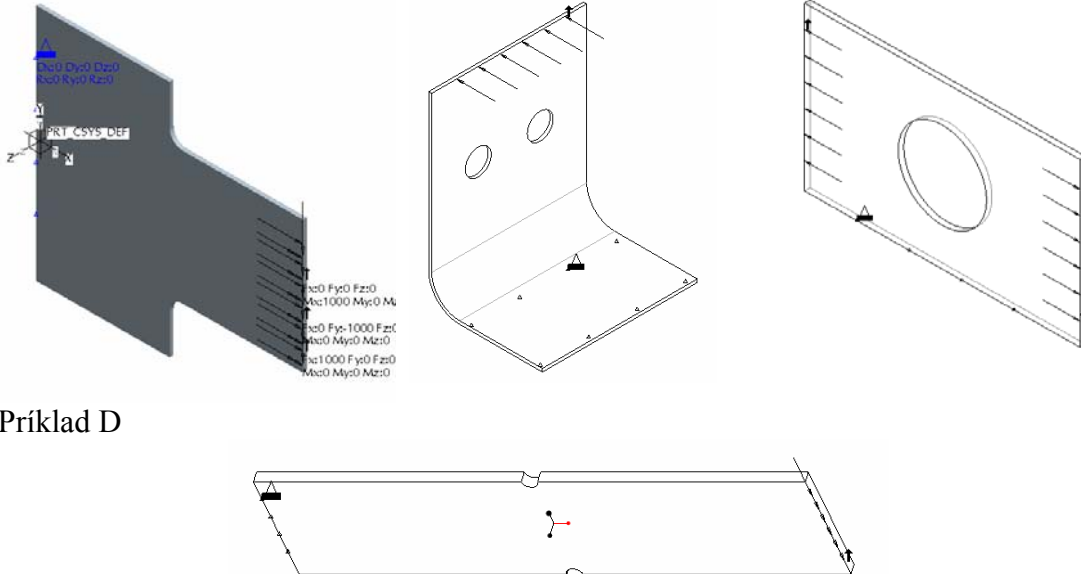
2 Analýza vrubových účinkov

Typickými predstaviteľmi koncentrátorov napätia sú diery, zápichy, zaoblenia a ďalšie konštrukčné a technologické prvky. Z konštrukčného a z prevádzkového hľadiska je koncentrácia nežiaduca, lebo je nebezpečným miestom, ktoré ovplyvňuje životnosť celej konštrukcie. Typické úlohy pre riešenie koncentrácie napätia sú uvedené na obr.1.

Z hľadiska simulácie je koncentrácia napätí veľmi náročná z hľadiska presnosti a vierohodnosti výsledkov. Na simuláciu mechanického správania sa konštrukcií je použitý softvér Pro/Mechanica využívajúci metódu konečných prvkov, jej p-verziu,

z čoho vyplýva možnosť použitia väčších konečných prvkov (KP), v porovnaní s h-verziou, s väčšou odlišnosťou od základných tvarov KP.

Príklad C



Obr. 1: Príklady pre simuláciu vrubových účinkov.

Na uvedených príkladoch je možné dosiahnuť uvádzané ciele v oblasti vrubových účinkov a ich simulácie. Všetky uvedené príklady obsahujú:

- vytvorenie geometrického modelu a výpočového modelu,
- prácu s jedným a viacerými záťažovými stavmi, definovanie viacerých záťažových stavov (loadset 1, 2, 3), definovanie typu analýzy pri jednom a viacerých záťažových stavoch, zobrazovanie výsledkov pri jednom a viacerých záťažových stavoch,
- definovanie strednice,
- definovanie okrajových podmienok pre výpočtový model s použitím dvojrozmerných (rovinných) KP
- definovanie materiálových vlastností,
- zjemnenie siete (AGEM settings).

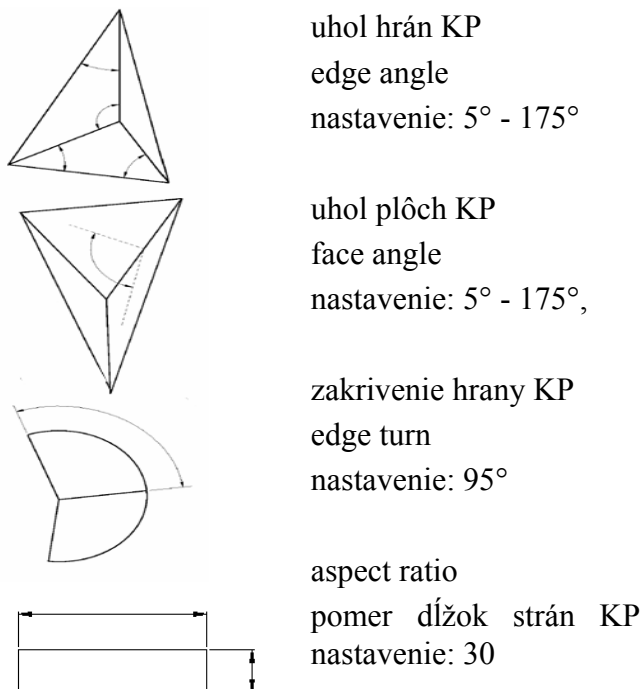
Jednotlivé záťažové stavy predstavujú základné druhy namáhania, a to:

- jednoduchý ťah-tlak (záťažový stav 1 – loadset 1 (LS1)),
- jednoduchý ohyb (záťažový stav 2 – loadset 2 (LS2)),
- jednoduchý krut (záťažový stav 3 – loadset 3 (LS3)),

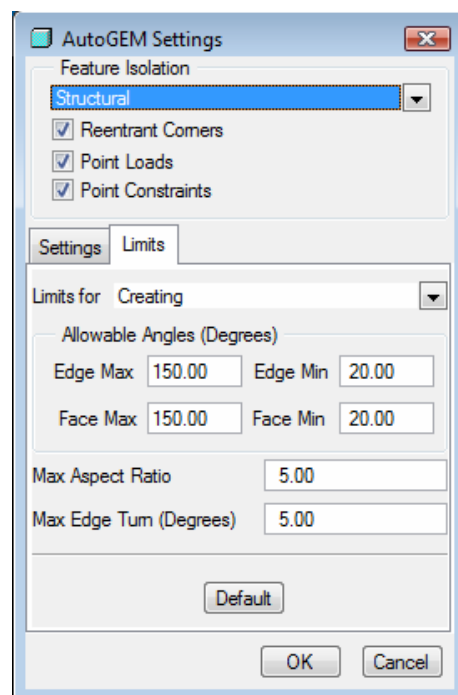
pričom pri práci s výsledkami je možné jednotlivé záťažové stavy kombinovať, a tak získať zložené (kombinované) namáhanie.

Pre príklady uvedené na obr. 1 je vhodné použiť zjednodušenie (idealizáciu), keďže ide o prípady rovinatej napätosti. V takýchto prípadoch je potrebné definovať tzv. strednicu (midsurface), teda plochu (rovinnú, nerovinnú), na ktorej automatický generátor siete vytvorí sieť dvojrozmerných KP. Keďže ide, ako bolo uvedené, o prípady koncentrácie napätia, je nevyhnutné pre správnu simuláciu použiť zjemnenie siete. Zjemnenie siete možno vykonať niekoľkými spôsobmi. Najjednoduchšie je

zmeniť nastavenia parametrov KP (obr. 2) automatického generátora siete (AGEM), a tým ovplyvniť hustotu siete.

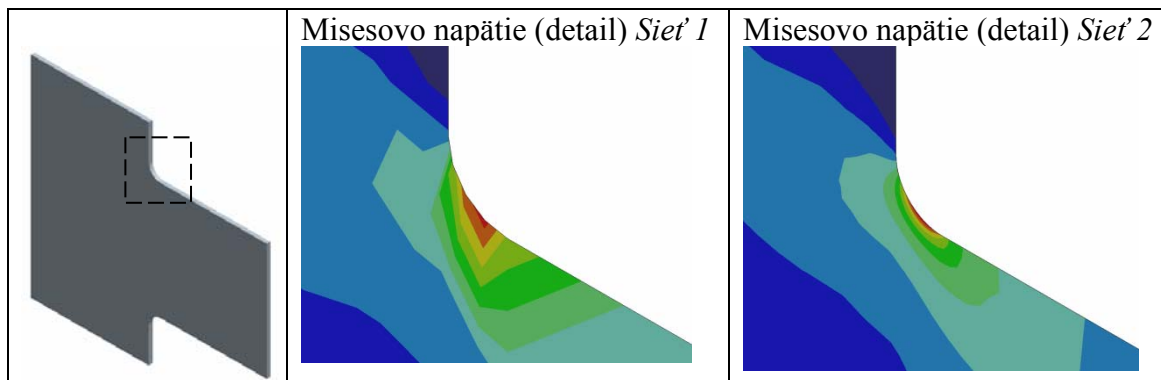


Nové nastavenia:



Obr. 2: Parametre konečných prvkov a ich nové nastavenia.

V tabuľke 1 je uvedený rozdiel vo výslednom maximálnom Misesovom napätí pred a po zjemnení siete. Hlavný prínos zjemnenia siete je v hladkých, spojitých (bez skokov) priebehov jednotlivých veličín ako dokumentuje obr. 3.



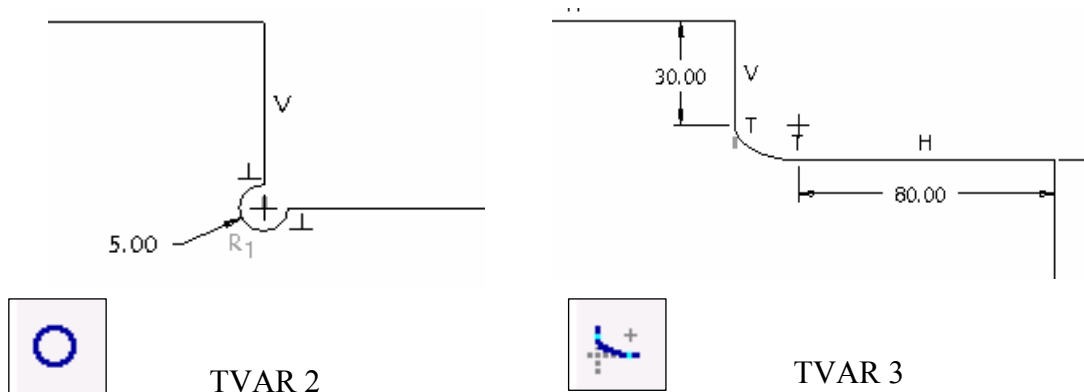
Obr. 3: Vplyv hustoty siete na výsledné priebehy.

Tabuľka 1: Záťažový stav.

Záťažový stav	LS1	LS2	LS3
Max. Misesovo napätie Sieť 1: počet KP: 6	7,213MPa	38,47MPa	7,814MPa
Max. Misesovo napätie Sieť 2: počet KP: 104	7,918MPa	41,69MPa	9,463MPa

Po zvládnutí simulácie vybraného príkladu, môžu študenti:

- pozorovať, ako pri zmene polomeru zaoblenia sa menia výsledky,
- upraviť miesto vrubu (pre príklad A na tvar 2 a 3 na obr. 4),
- porovnávať pri zmene parametrov vrubov,
- rozhodnúť, ktorý z uvedených vrubov je najpriaznivejší z hľadiska maximálneho Misesovho napätia,
- navrhnuť iné možnosti riešenia.



Obr. 4: Iné možnosti uskutočnenia vrubu pre príklad A.

3 Záver

V článku boli prezentované príklady a možnosti práce s nimi pre simuláciu vrubových účinkov. Vedomosti použité pre uvedenú simuláciu predstavujú syntézu vedomostí predmetov technická dokumentácia, pružnosť a pevnosť, časti strojov a počítačová grafika v jednej téme.

Forma simulácie a vizualizácie výsledkov prostredníctvom animácie je veľmi atraktívna pre študentov v porovnaní s čisto výpočtárskymi cvičeniami bez možnosti vizualizácie výsledkov. Z tohto dôvodu by mohli cvičenia s touto formou prezentácie výsledkov vhodne dopĺňať cvičenia študentmi menej obľúbených predmetov, resp. ich paralelne sprevádzať v samostatnom predmete, ako sú Napät'ové analýzy na PC.

4 Literatúra

1. Pro/Mechanica: Structure and Thermal Analysis, Wildfire, ASCENT - Center for Technical Knowledge, Mississauga, Ontario Canada.
2. Murčinko, J.: Aplikácia znalostného systému v CAD/CAM systéme. In: Výrobné inžinierstvo. roč. 5, č. 3 (2006), s. 57-59. ISSN 1335-7972.
3. Bolek, A., Kochman, J. et al: Části strojů, 1. svazek, SNTL, Praha 1989.

Lektoroval: Prof. Ing. Karol Vasilko, DrSc.

Kontaktná adresa:

Zuzana Murčinková, Ing. PhD.,
Katedra navrhovania technologických zariadení, Fakulta výrobných technológií v Prešove,
Technická univerzita Košice, Štúrova 31, 080 01 Prešov, SR, tel. 00421 51 77 23 796, e-mail:
zuzana.murcinkova@tuke.sk