



**Projektová dokumentace pro výběrové řízení
na dodavatele a pro provedení stavby**

ANALÝZA STŘECHY – STATICKÉ POSOUZENÍ

Hněvice (Roudnice) – objekt 230/02
(nádrž 10 000 m³)

Změna					IP PROJEKT a.s.		
	2. Doplnění značení		10/16	Ševčík			
	1. Oprava značení nádrže		02/16	Ševčík			
Vypracoval	Ševčík				NÁDRŽ H230/02 Sklad Hněvice, ČEPRO, a.s.		
Přezkoušel	Ing. Ševčík	Datum	12/2015				
D	ANALÝZA STŘECHY- STATICKÉ POSOUZENÍ, NÁDRŽ H230/02				IP-HNE-D-15-009	Revize	List
						2	1/11

OBSAH

ÚVOD	3
1 CAD MODEL	4
2 MODEL MKP	5
3 MKP VÝPOČET	7
POSOUZENÍ A ZÁVĚR	11
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	11

D	ANALÝZA STŘECHY – STATICKÉ POSOUZENÍ, NÁDRŽ H230/02	IP-HNE-D-15-009	Revize	List
			2	2/11

ÚVOD

Práce se zabývá statickým posouzením na základě MKP výpočtu napětí a deformací vzniklých při havárii z důvodu nepřiměřeného vnitřního přetlaku 15,17 kPa.

Jedná se o nadzemní ocelovou stojatou válcovou nádrž s pevnou klenutou střechou a ochranou jímkou. Výstavba se datuje do roku 2008. Kapacita nádrže činí 10 000 m³, průměr válcové části 30 250 mm, výška válcové části 13 940 mm a výška kulového vrchlíku 2 962 mm.

Nejprve byl vytvořen skořepinový 3D model střechy v CAD programu, následoval import do výpočtového programu ANSYS, kde byly nastaveny vlastnosti modelu. Byly provedeny matematické simulace zatížení střechy včetně posouzení na prostou pevnost s ohledem na kategorizaci napětí.

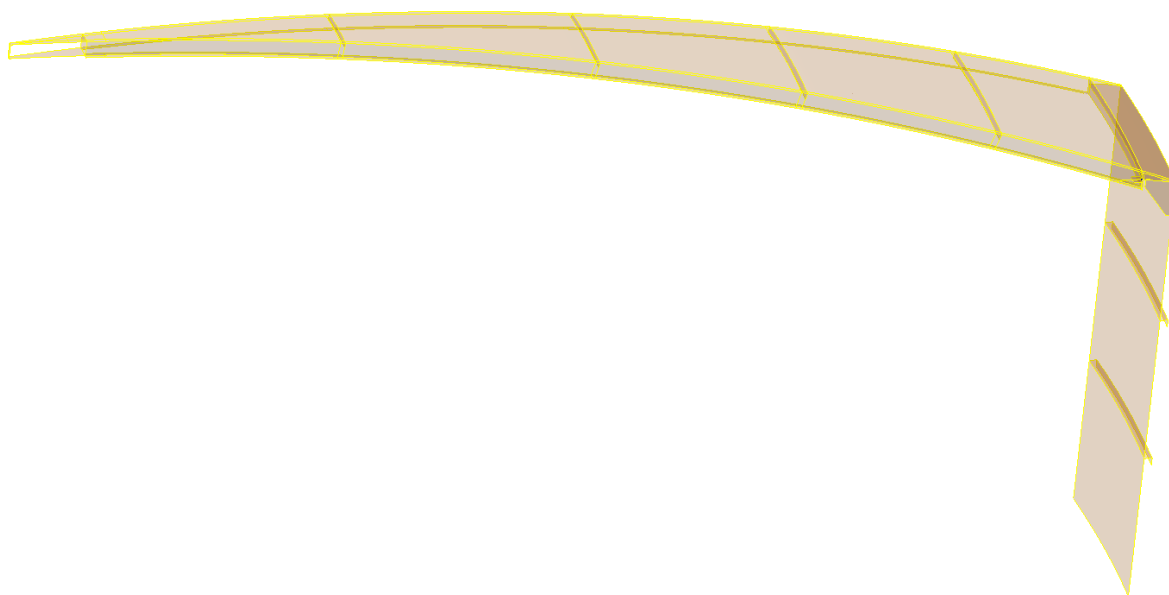
D	ANALÝZA STŘECHY – STATICKÉ POSOUZENÍ, NÁDRŽ H230/02	IP-HNE-D-15-009	Revize	List
			2	3/11

1 CAD MODEL

Pro MKP analýzu byl nejprve vytvořen skořepinový model střechy ve 3D CAD softwaru Autodesk Inventor. Model byl vytvořen podle původní dokumentace. Jedná se o matematický model, proto jsou zanedbané geometrické nedokonalosti (vzniklé např. při výrobě, montáži) a také došlo k několika dalším zjednodušením, která však mají zanedbatelný vliv na přesnost řešení.

Střecha nádrže má kulovitý tvar a skládá se ze skořepiny (plechů střechy) a střešní konstrukce, která je tvořena z krokrových polí, lucerny (střed střechy) a patního věnce (vnější okraj střechy). Nádrž byla modelována se třemi horními luby. Celá konstrukce modelované střechy se skládá ze 44 krokrových polí. Byla vymodelována výseč (obr. 1.1), která se 44krát opakuje po celém obvodu. Model byl vytvořen v plochách, tloušťky komponent se přiřazují v ANSYS.

Hlavním nosným prvkem střešní konstrukce jsou **kroková pole** z profilu IPE 200, který je příčně vyztužen profily L 60x60x6 a L 80x80x8. **Obvodový výztužný prstenec** je vytvořen z plechu o tloušťce 19 mm. **Lucerna**, kde se sbíhají krokve, je tvořena plechy o tloušťce 16 mm. **Plechů střešní skořepiny** mají tloušťku 5 mm. **Tloušťka stěny pláště** je 6 mm. **Výztuha pláště** je tvořena profilem L 100x100x6.



Obr. 1.1 CAD model – pohled na výseč

D	ANALÝZA STŘECHY – STATICKÉ POSOUZENÍ, NÁDRŽ H230/02	IP-HNE-D-15-009	Revize	List
			2	4/11

2 MODEL MKP

Po importu modelu do ANSYS byly nastaveny geometrické parametry (např. tvorba elementů MKP sítě – viz obr. 2.1), materiálové charakteristiky a okrajové podmínky (obr. 2.2). Pro výpočet byl použit pouze jeden segment z celého obvodu pláště – ostatní části byly nahrazeny pomocí symetrie. Model byl pevně ukotven na posledním modelovaném lubu pláště (UX, UY, UZ, ROTX, ROTY, ROTZ = 0). Model byl zatížen gravitačním zrychlením. Na vnitřní stranu střešního plechu a pláště byl aplikován tlak 15,17 kPa (0,01517 MPa).

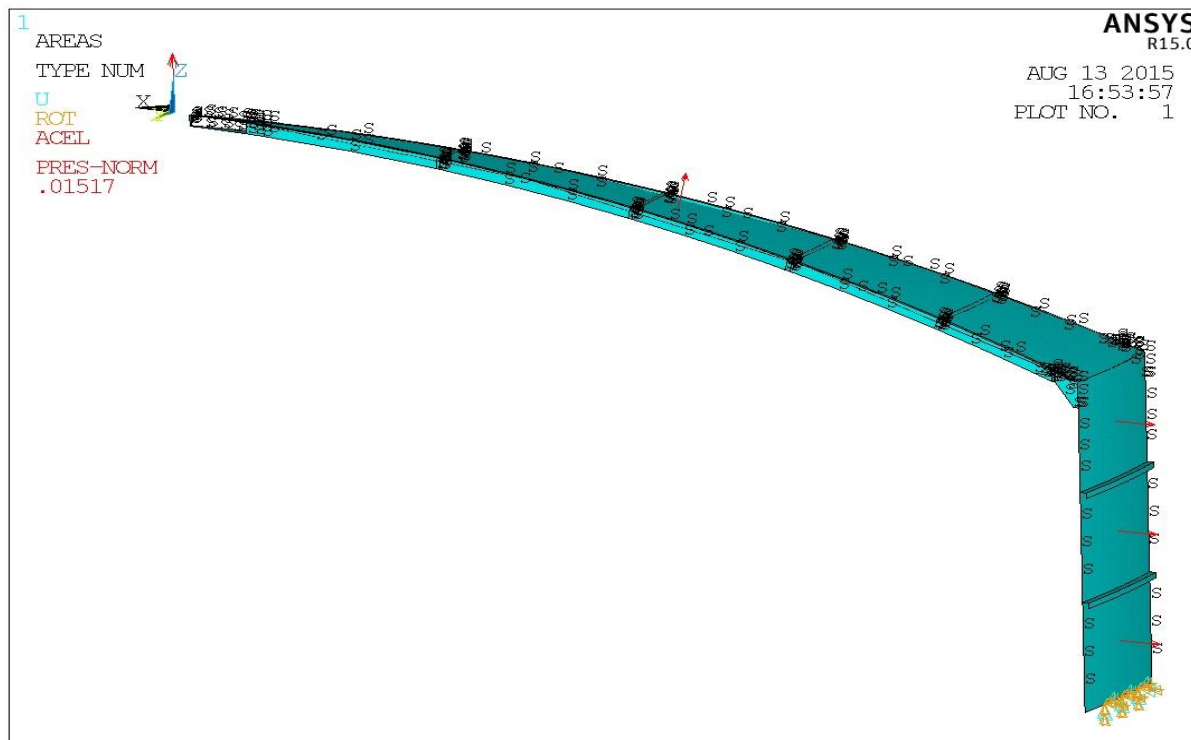
Seznam použitých parametrů pro lineární výpočet [1]:

- typ elementu: SHELL281
- počet elementů: 17 000
- modul pružnosti (E) = 210 000 MPa
- Poissonova konstanta (ν) = 0,3
- hustota oceli (ρ) = 7 850 kg.m⁻³
- gravitační zrychlení (g) = 9,81 m.s⁻²



Obr. 2.1 Model MKP – síť elementů

D	ANALÝZA STŘECHY – STATICKÉ POSOUZENÍ, NÁDRŽ H230/02	IP-HNE-D-15-009	Revize	List
			2	5/11

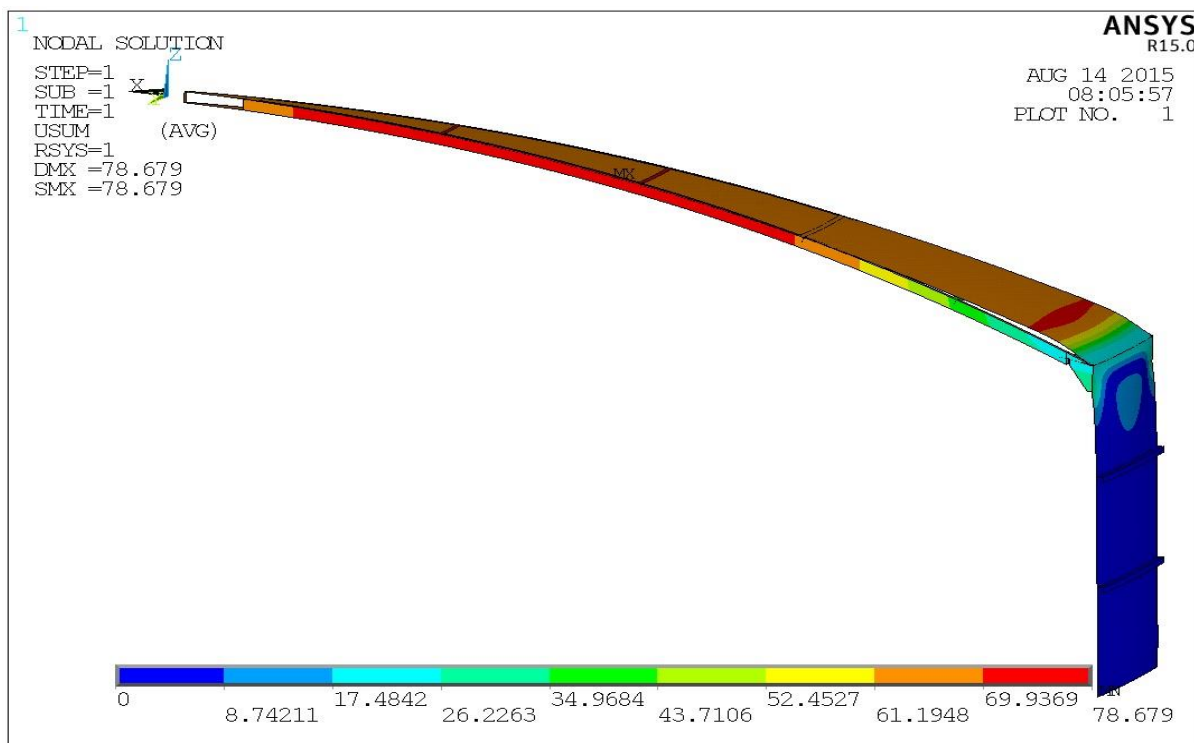


Obr. 2.2 Model MKP – okrajové podmínky

D	ANALÝZA STŘECHY – STATICKÉ POSOUZENÍ, NÁDRŽ H230/02	IP-HNE-D-15-009	Revize	List
			2	6/11

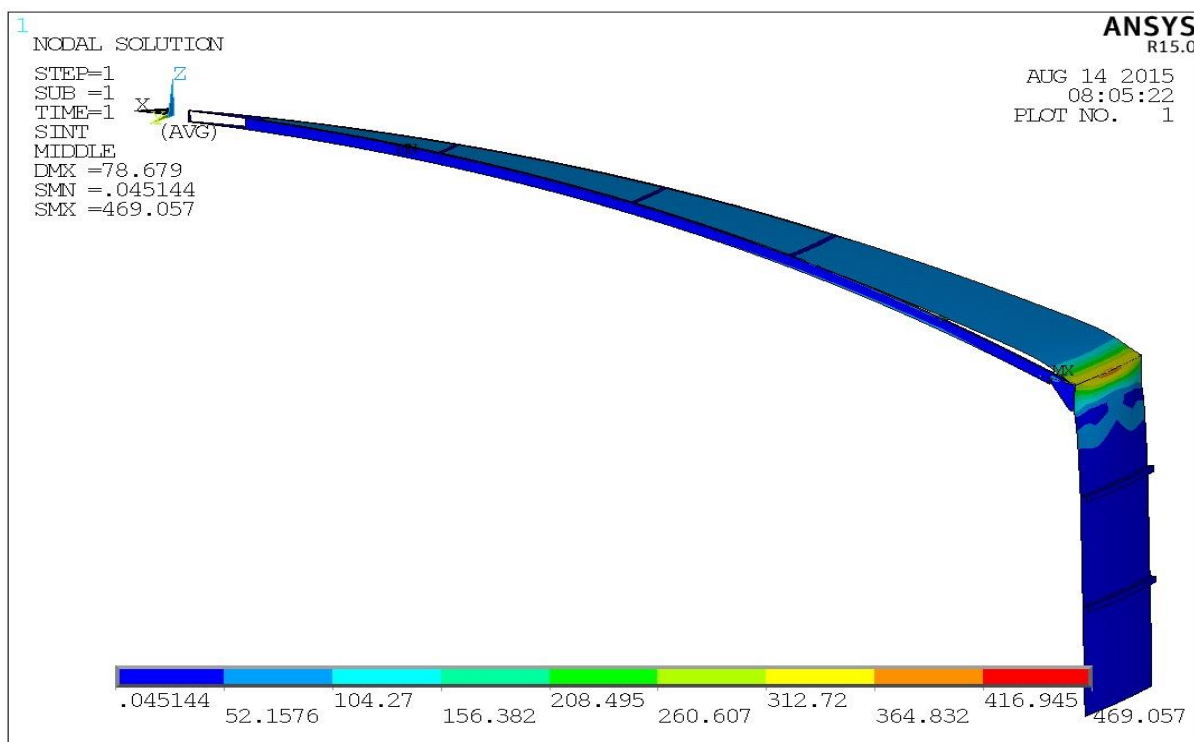
3 MKP VÝPOČET

Cílem MKP výpočtu bylo získat hodnoty napětí a deformací v konstrukci při zatížení vnitřním přetlakem 15,17 kPa. Za tímto účelem byla provedena statická lineární analýza. Výsledky viz obr. 3.1 - 3.6.

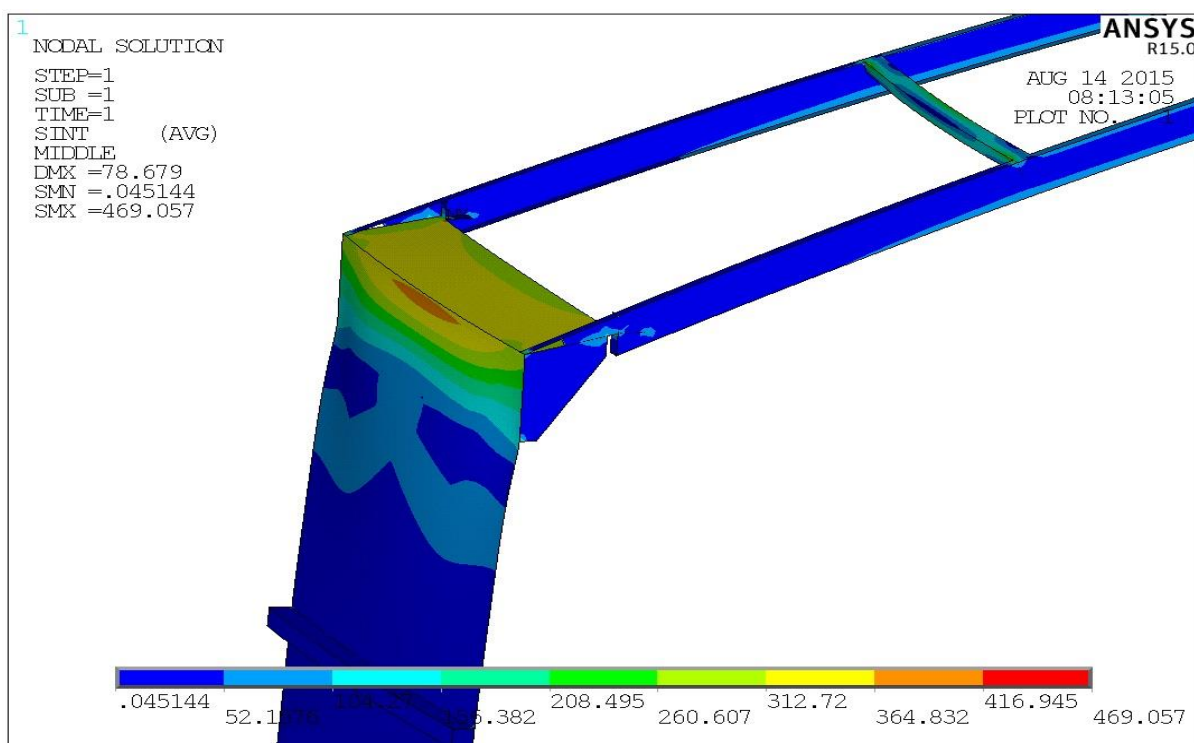


Obr. 3.1 Celková deformace (mm) – skořepina, konstrukce a plášť

D	ANALÝZA STŘECHY – STATICKÉ POSOUZENÍ, NÁDRŽ H230/02	IP-HNE-D-15-009	Revize	List
			2	7/11

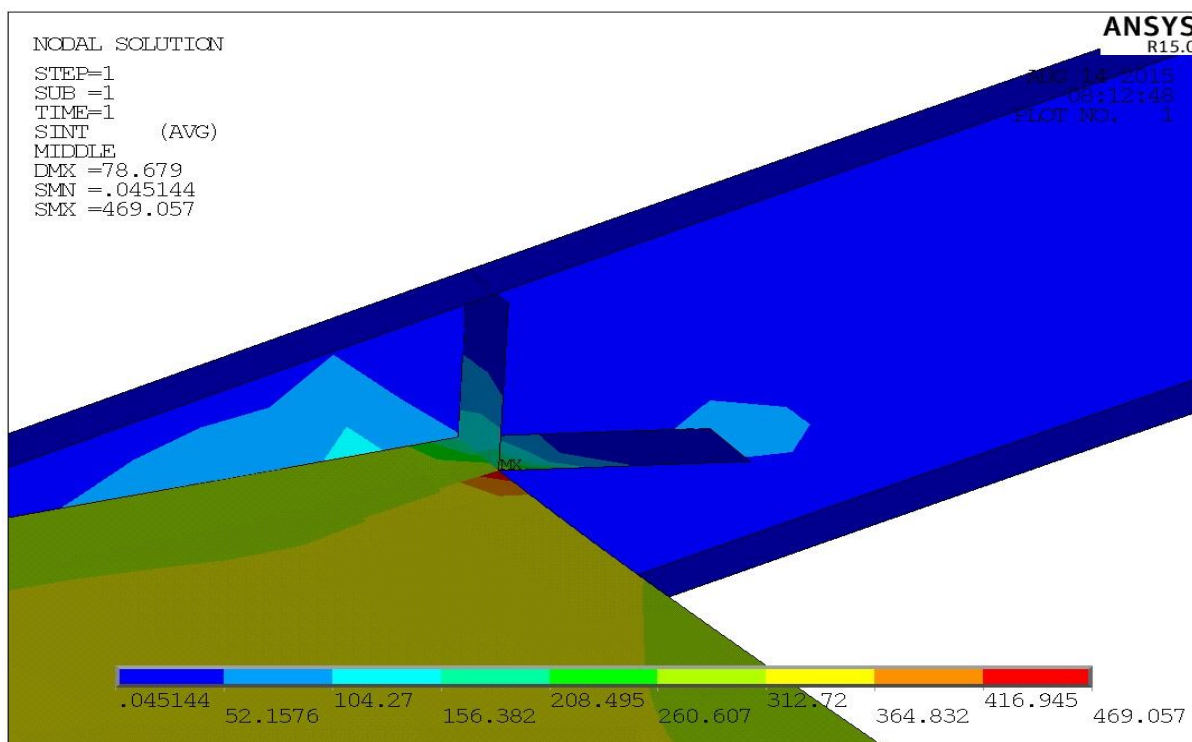


Obr. 3.2 Ekvivalentní napětí na střednici podle Trescy (MPa) – skořepina, konstrukce a plášť

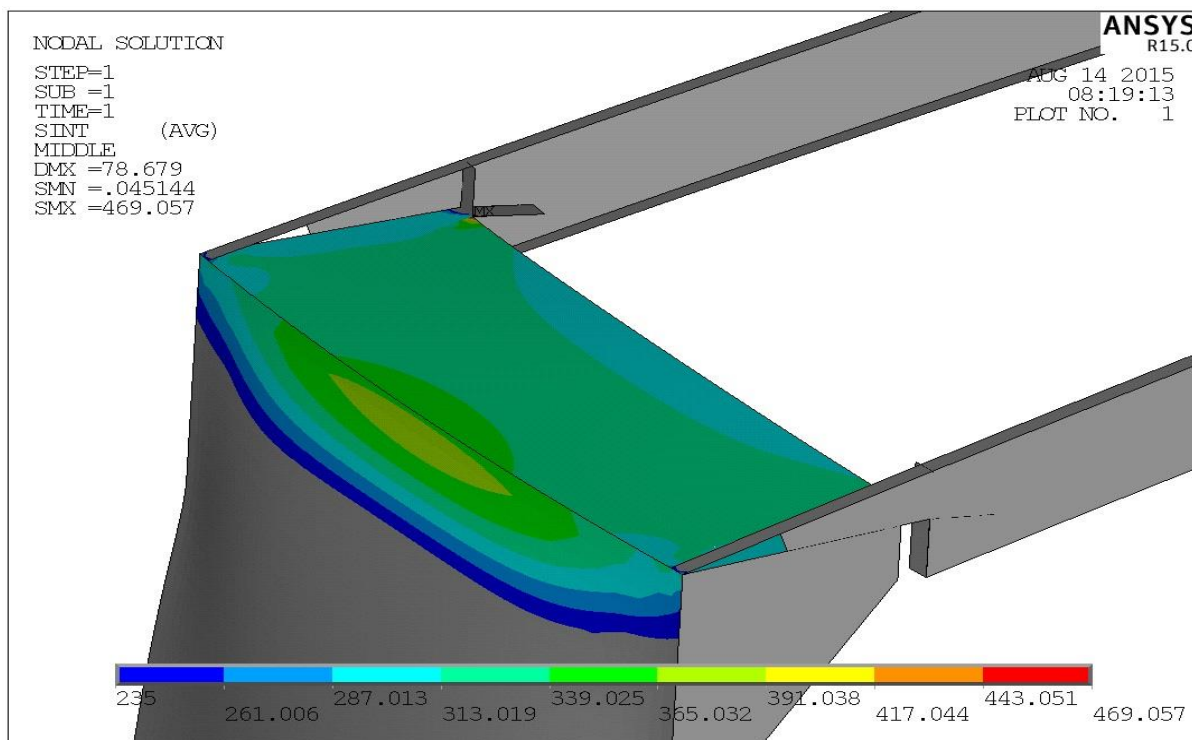


Obr. 3.3 Ekvivalentní napětí na střednici podle Trescy (MPa) – konstrukce a plášť

D	ANALÝZA STŘECHY – STATICKÉ POSOUZENÍ, NÁDRŽ H230/02	IP-HNE-D-15-009	Revize	List
			2	8/11

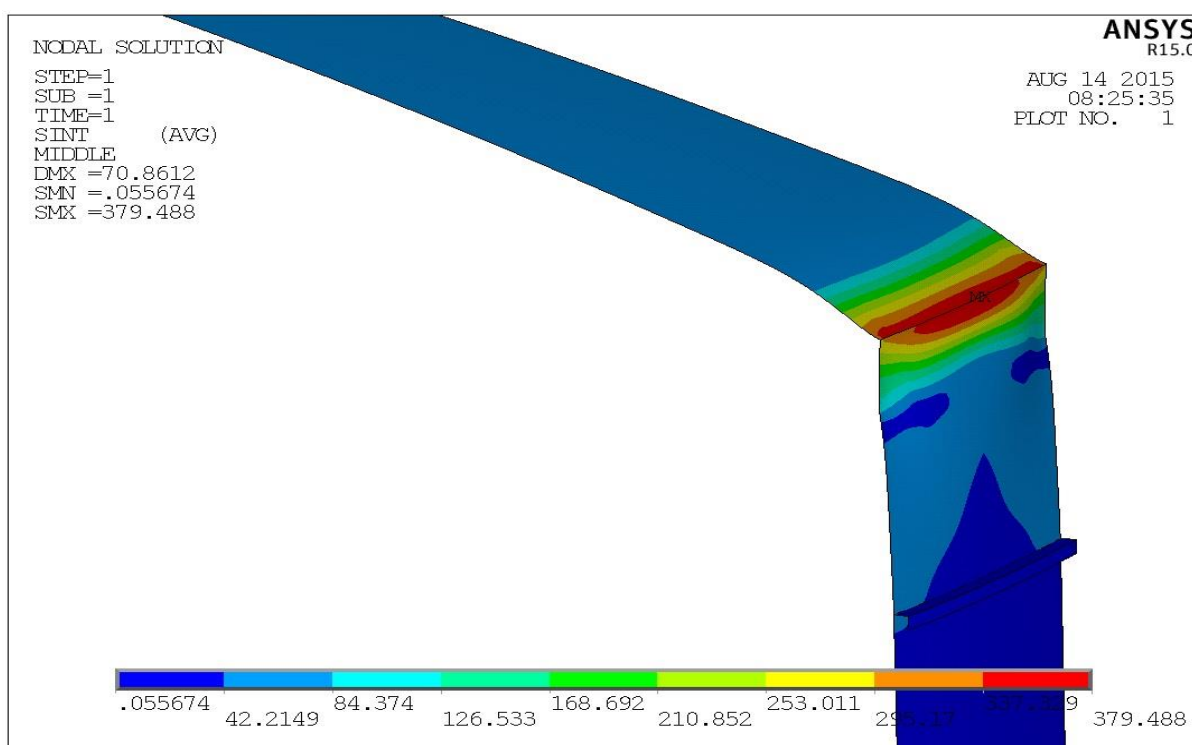


Obr. 3.4 Ekvivalentní napětí na střednici podle Trescy (MPa) –konstrukce



Obr. 3.5 Ekvivalentní napětí na střednici podle Trescy (MPa) –zplastizovaná část konstrukce

D	ANALÝZA STŘECHY – STATICKÉ POSOUZENÍ, NÁDRŽ H230/02	IP-HNE-D-15-009	Revize	List
			2	9/11



Obr. 3.6 Ekvivalentní napětí na střednici podle Trescy (MPa) – skořepina a plášť

D	ANALÝZA STŘECHY – STATICKÉ POSOUZENÍ, NÁDRŽ H230/02	IP-HNE-D-15-009	Revize	List
			2	10/11

POSOUZENÍ A ZÁVĚR

Cílem této zprávy byla analýza poškozené nádrže 230/02 za účelem posouzení deformací vzhledem k možnosti dalšího provozu. Ze získaných výsledků statického MKP výpočtu je patrné, že při zatížení kritickým přetlakem 15,17 kPa došlo k plastickým deformacím v místě spoje střechy a pláště (obr. 3.5).

Vezmeme-li v úvahu mez kluzu 235 MPa jako kritickou hranici, byla tato hodnota špičkového napětí překročena téměř dvojnásobně (469,057 MPa). Z teorie kategorizace napětí ale vyplývá, že tato místa lokálního napětí plně zplastizují a projeví se až při opakovaném namáhání [2]. Z tohoto důvodu lze předpokládat, že v místech plastických deformací dojde k přerozdělení napětí, nikoliv však k destrukci postižených míst.

Proto je možné nádrž považovat za provozu schopnou, ale pouze v případě, že nenastanou obdobné podmínky jako při havárii objektu.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

[1] ASNYS, Inc. *Elements Reference*. Dostupné z:
http://www.vncold.vn/modules/cms/upload/10/AnPham/NamText/Download/aelem110_elements.pdf

[2] Křupka V., Schneider P.: *Konstrukce aparátů*, PC-DIR Real, s.r.o., Brno 1998

D	ANALÝZA STŘECHY – STATICKÉ POSOUZENÍ, NÁDRŽ H230/02	IP-HNE-D-15-009	Revize	List
			2	11/11