

Zadání vzorové úlohy výpočet stability integrálního duralového panelu křídla

Podklady

SIGMA.1000.07.A.S.TR

Date	Revision	Author
24.5.2013	IR	Jakub Fišer
29.10.2013	1	Jakub Fišer
	2	

Obsah

Abstrakt	3
1 Úvod.....	4
2 Definice veličin a zkratk.....	5
3 Metodika	6
4 Podklady.....	6
4.1 Geometrie vzorku	6
4.2 Spojovací prvky	6
4.3 Materiálová data.....	6
5 Popis úlohy	8
5.1 Předmět analýzy	8
5.2 Okrajové podmínky	8
5.3 Zatížení	10
6 Činnost	11
6.1 Rozbor	11
6.2 Tvorba modelu.....	11
6.3 Materiálový model.....	11
6.4 Okrajové podmínky	11
6.5 Výpočet.....	11
7 Zpráva	12
7.1 Popis MKP modelu	12
7.2 Popis práce s MKP systémem	12
7.3 Výsledky.....	13
7.4 Doba potřebná na výpočet.....	14
8 Výstupy	14
9 Doplnění.....	15

Abstrakt

Tato zpráva představuje Přílohu č. 3 zadávací dokumentace výběrového řízení na dodávku systému MKP pro pevnostní výpočty s uvažováním vlivu porušení konstrukce a pro výpočty lomové mechaniky.

Tato zpráva je podkladem pro zpracování vzorové úlohy „výpočet stability integrálního duralového panelu křídla“. Jsou zde definována vstupní data, požadované výsledky a forma prezentace výsledků.

1 Úvod

V tomto dokumentu je definováno zadání analýzy k ověření vlastností MKP systému. Předmětem analýzy je výpočet stability integrálního duralového panelu křídla

Vstupní data obsahují:

- obecné zadání úlohy
- popis geometrie řešeného místa
- zatížení a okrajové podmínky
- materiálová data pro výpočet

2 Definice veličin a zkratk

Označení veličiny / zkratka	Jednotka	Popis	Komentář
R_m	MPa	Mez pevnosti v tahu	
$R_{p0,2}$	MPa	Smluvní mez kluzu	

3 Metodika

Uchazeč vytvoří pomocí nabízeného MKP systému model a provede analýzu vzorové úlohy. Případné další nástroje musí být uvedeny a jejich použití odůvodněno. Postup řešení a výsledky popíše do stručné zprávy.

4 Podklady

4.1 Geometrie vzorku

Současně s tímto technickým zadáním bude předána 3D-geometrie tlakového vzorku *.stp. Na Obr. 1 je zobrazen výkres vzorku.

4.2 Spojovací prvky

Nejsou použity

4.3 Materiálová data

Tlakový vzorek Dural 7050 T7451 AMS 4050 Plech t100mm

Mez kluzu L 427 MPa

Mez pevnosti L 496 MPa

Modul pružnosti 70967 MPa

Modul pružnosti v tlaku 73034 MPa

Poissonova konstanta 0,33

Tažnost L 9%

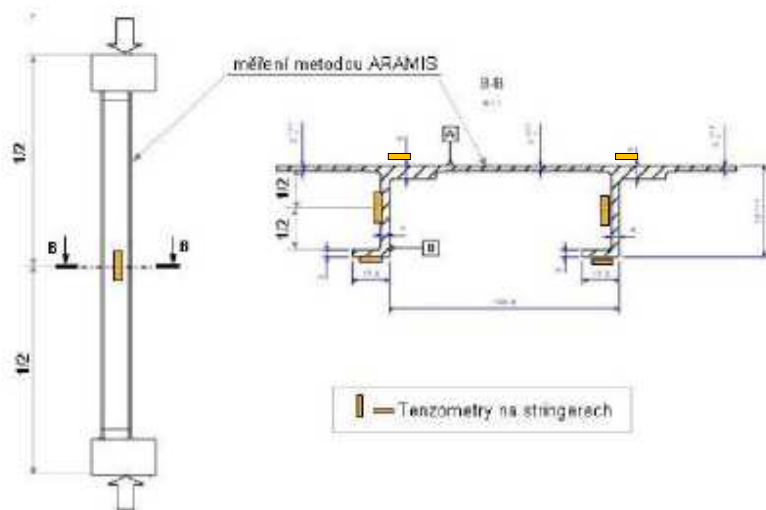
Tahovou křivku lze odvodit z výše uvedených dat, dat uvedených v normě AMS 4050, nebo MMPDS.

5 Popis úlohy

5.1 Předmět analýzy

Předmětem analýzy je vzorek reprezentující typickou část horního panelu v kořeni křídla. Cílem analýzy je určit únosnost panelu v tlaku a kritické napětí při ztrátě stability. Vzorek je složen z potahu a dvou integrálních podélníků profilu Z. Součástí vzorku jsou tuhá opěrná čela. Potah, podélníky a tuhá čela jsou vyfrézována z jednoho kusu duralové desky. Vzorek je zatěžován jednoosým tlakem v těžišti řezu.

Obr. 2. Popis tlakového vzorku



5.2 Okrajové podmínky

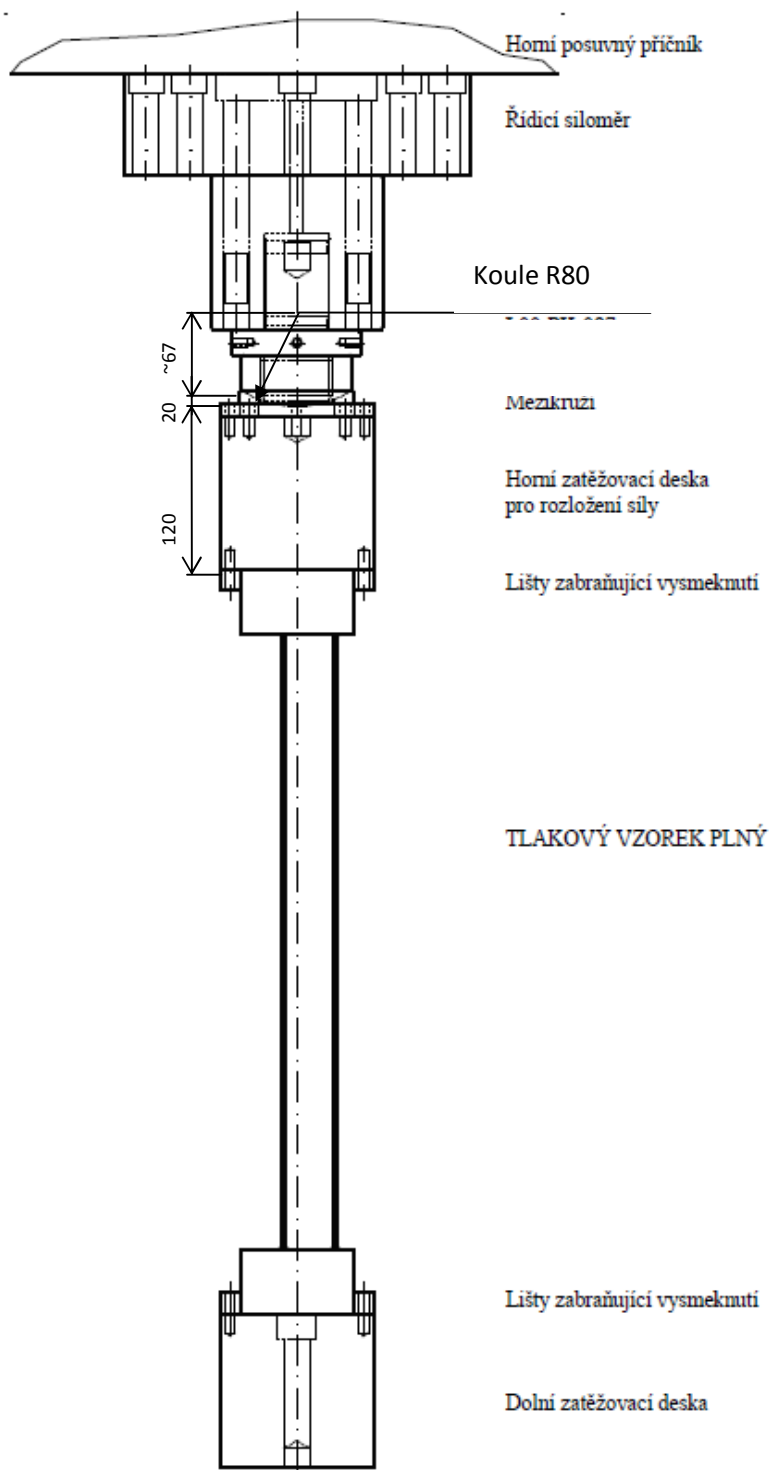
Vzorek není analyzován v sestavě křídla, ale v náhradních podmínkách simulujících uchycení tlakových vzorků pro pevnostní zkoušku ve zkušebním stroji viz Obr. 3.

Poloha výslednice působící tlakové síly je v polovině tloušťky koncové kostky, což odpovídá jejímu těžišti.

Panel je v dolním příčnicku opřený. Na dolním pevném příčnicku bude za pomoci lišt zabráněno vysmeknutí zkoušeného vzorku. Kolmost dolního příčnicku je dána zkušebním strojem.

Posuvný horní příčník řízený siloměrem bude tlačit přes kulový kloub na horní zatěžovací desku (ocel). Lišty, které jsou pevně uchyceny k zatěžovací desce, budou bránit vysmeknutí vzorku při zatěžování. Kulový kloub se skládá z kulové matice a z kulové podložky. Umožňuje rovnoměrné rozvedení zatěžující síly do šířky i tloušťky.

Obr. 3. Schéma uchycení vzorku



Střed koule je na ose zatížení. Osa zatížení prochází těžištěm profilu vzorku v typické oblasti. Střed koule je 207mm nad horní hranou vzorku, jak je patrné z obr. 3.

Kouli není nutné uvažovat. Koule slouží především k ochraně měřícího zařízení. Protočení v kouli nebylo během experimentu měřeno. Vzorek byl ustaven tak, že při zatížení na 3kN nebyl rozdíl v odečtech tenzometrů větší než 5%, což odpovídá předpokládané chybě měření tenzometru.

5.3 Zatížení

1) Vzorek bude zatěžován tlakem. Cílová tlaková síla je -350 kN. Předpokládaná stabilitní porucha je lokální ztráta stability profilu Z. Odlehčení vzorku na nulu.

2) Pokud na hodnotě cílové tlakové síly nedojde k poruše vzorku, zatěžování může pokračovat od nuly do poruchy vzorku.

V průběhu zatěžování bude prováděno zaznamenávání deformací v místě tenzometrů viz Obr. 2.

V případě, že nastavení systému MKP umožní pokračovat v analýze po poruše, ukončete výpočet, při poklesu zatěžující síly o 50%.

-

6 Činnost

6.1 Rozbor

Na základě možností systému MKP a rozboru řešené úlohy navrhne uchazeč racionální model. Cílem je analyzovat vzorek vyztuženého panelu křídla. Ostatní zatěžovací elementy (kostky) nejsou předmětem analýzy, slouží jako okrajové podmínky, které je nutné přiměřeně zvážit.

6.2 Tvorba modelu

Uchazeč vytvoří MKP model z dodané geometrie 3D modelu.

6.3 Materiálový model

Uchazeč vytvoří materiálový model dle údajů v kapitole 4.3.

6.4 Okrajové podmínky

Uchazeč vytvoří okrajové podmínky, které napodobují stav na Obr. 3

Zatěžování je v těžišti vzorku panelu od 0N do -350kN

v případě vyšší únosnosti než -350kN proveďte zatěžování znovu od 0N do poruchy, nebo poklesu zatížení o 50%.

6.5 Výpočet

Žadatel provede nelineární výpočet s uvážením velkých deformací.

7 Zpráva

Stručná zpráva musí obsahovat následující informace

7.1 Popis MKP modelu

- Rozbor úlohy (způsob náhrady)
- Popis prvků (počet, základní funkce)
- Popis případně specifických použitých nástrojů jako jsou vazbové rovnice, kontakty apod.
- Popis okrajových podmínek (odebrané stupně volnosti)
- Popis materiálového modelu
- Popis řešení včetně nastavení konvergenčních kritérií a přesnosti řešení v jednotlivých krocích.

7.2 Popis práce s MKP systémem

Uchazeč popíše úkony v MKP systému potřebné k provedení analýzy. Cílem je posoudit pracnost práce se systémem MKP. Jednotlivé úkony lze rozepsat na menší operace. Čas na výpočet na serveru a psaní zprávy nezapočítávat.

Úkon	Popis úkonu	Čas [h]
1.0	Úprava geometrie	Σ
1.1		
2.0	Tvorba sítě	Σ
2.1		
3.0	Materiál a vlastnosti	Σ
3.1		
4.0	Okrajové podmínky	Σ
4.1		
5.0	Nastavení výpočtu	Σ
5.1		
6.0	Postprocessing	Σ
	Celkový čas na analýzu bez zprávy	$\Sigma\Sigma$

7.3 Výsledky

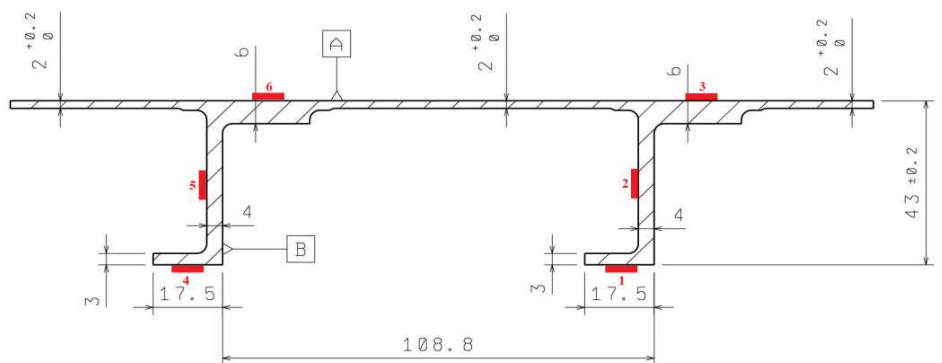
Výsledky budou zpracovány v jednotkách SI. Pro každý výstup může být prezentovaná pouze jedna hodnota.

- Dosažené zatížení při poruše v N. Maximální dosažené zatížení.
- Průběh závislosti deformace na zatížení v místě zavádění síly ve směru zavádění síly. Graf průběhu, číselná hodnota pro 350kN a maximální dosažená hodnota zatížení před poruchou.

Zatížení [kN]	Deformace [mm]
0 až -350kN	
0 až porucha, nebo poklesu zatížení o 50%.	

- Průběh napětí v závislosti na zatížení v místech tenzometrů viz obr1. Graf průběhu, číselná hodnota pro 350kN a maximální dosažená před poruchou. Tenzometry měří ve směru zatěžování. Tenzometry jsou umístěny uprostřed délky vzorku, uprostřed šířky pásnice a uprostřed výšky stojiny. Jde o tenzometry CEA-13-125UN-120, délka aktivní měřicí části je 3mm. Napětí musí být korigované na nelineární chování materiálu.

Obr. 4. Značení tenzometrů



Section cut B-B
Scale: 1:1

Zatížení [kN]	Napětí na tenzometrech 1 až 6 viz obr. 1 a 3 [MPa]					
	σ_1	σ_2	σ_3	σ_4	σ_5	σ_6
-350kN						
porucha						

- Rozbor místa a způsobu porušení vzorku. Určení místa poruchy, popis jakým způsobem došlo k porušení.

7.4 Doba potřebná na výpočet

Odhad doby potřebné na výpočet do zatížení -350kN a do poruchy na server konfigurace zadavatele.

Pro odhad doby potřebné pro výpočet může být použito pouze tolik výkonu serveru (jader) kolik je umožněno v licenčních podmínkách, které budou uvedeny v nabídce. Pokud jsou například pro použití dalších jader potřeba další náklady na licence, tak musí být tyto náklady součástí nabídky, nebo nemohou být další jádra uvážena.

Zatížení [kN]	Doba výpočtu na serveru zadavatele [s]
0 až -350kN	
0 až porucha, nebo poklesu zatížení o 50%.	

Konfigurace serveru zadavatele:

Hardware – Computing server for structural analysis, 2 x 6 physical cores CPU Intel Xeon E5, 64 GB RAM DDR 1333MHz, 250GB SSD hard drive for solver, 1TB SATA hard drive for data storage, Windows Server 2012

8 Výstupy

1. Odladěný model MKP ve formátu vstupního souboru pro řešič nabízeného systému MKP
2. Výstupní soubory vytvářené systémem MKP prokazující formální správnost výpočtu.
3. Výpočtová zpráva.
4. Podpurná elektronická data: např. soubory pro MS Excel, MathCad, MATLAB a případné další použité programové vybavení.

9 Doplnění

Bude-li uchazečem shledáno, že toto technické zadání neobsahuje všechna data nutná k vyřešení předmětné úlohy, mohou být tato písemnou formou vyžádána u zadavatele. Zadavatel doplní nejpozději do 4 pracovních dnů od obdržení dotazu.