Příloha č. 3

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
	1	
	2	

Obsah

Abstrakt 3
1 Úvod 4
2 Definice veličin a zkratek 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 14

Abstrakt

Tato zpráva představuje Přílohu č. 3 zadávací dokumentace výběrového řízení na dodávku systému MKP pro pevnostní výpočty s uvážením 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 zkratek

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

3 Metodika

Dodavatel vytvoří pomocí nabízeného MKP systému model a provede analýzu vzorové úlohy. Případné další nástroje musí být uvedeny a jejich použití odůvodněno. Postup řešení a výsledy 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.

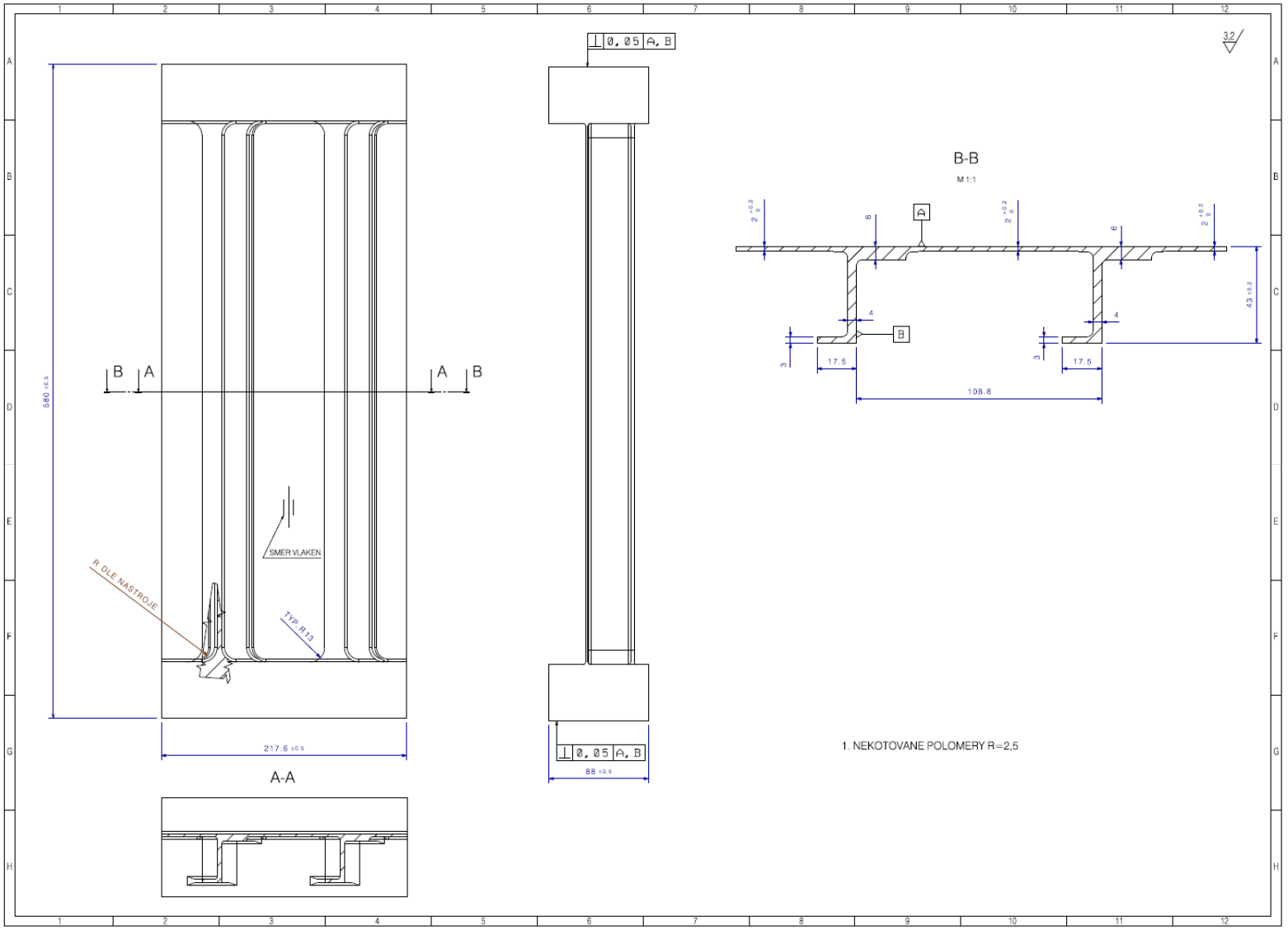
4.2 Spojovací prvky

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%

Obr. 1. Tlakový vzorek plný

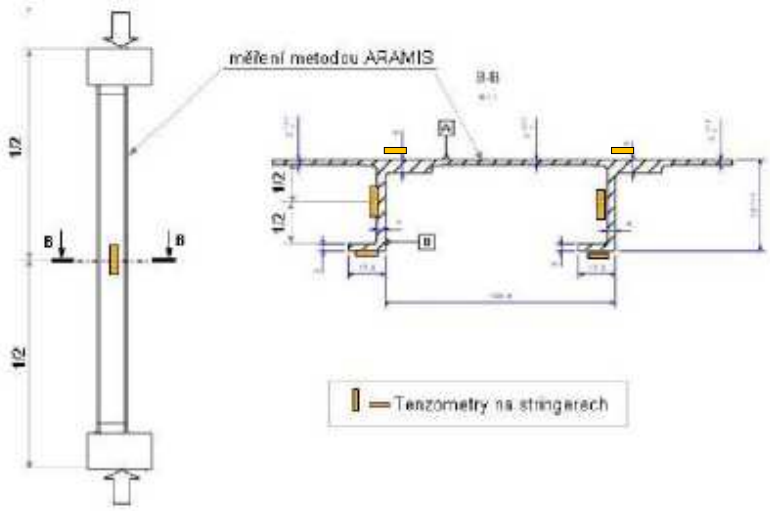


5 Popis úlohy

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

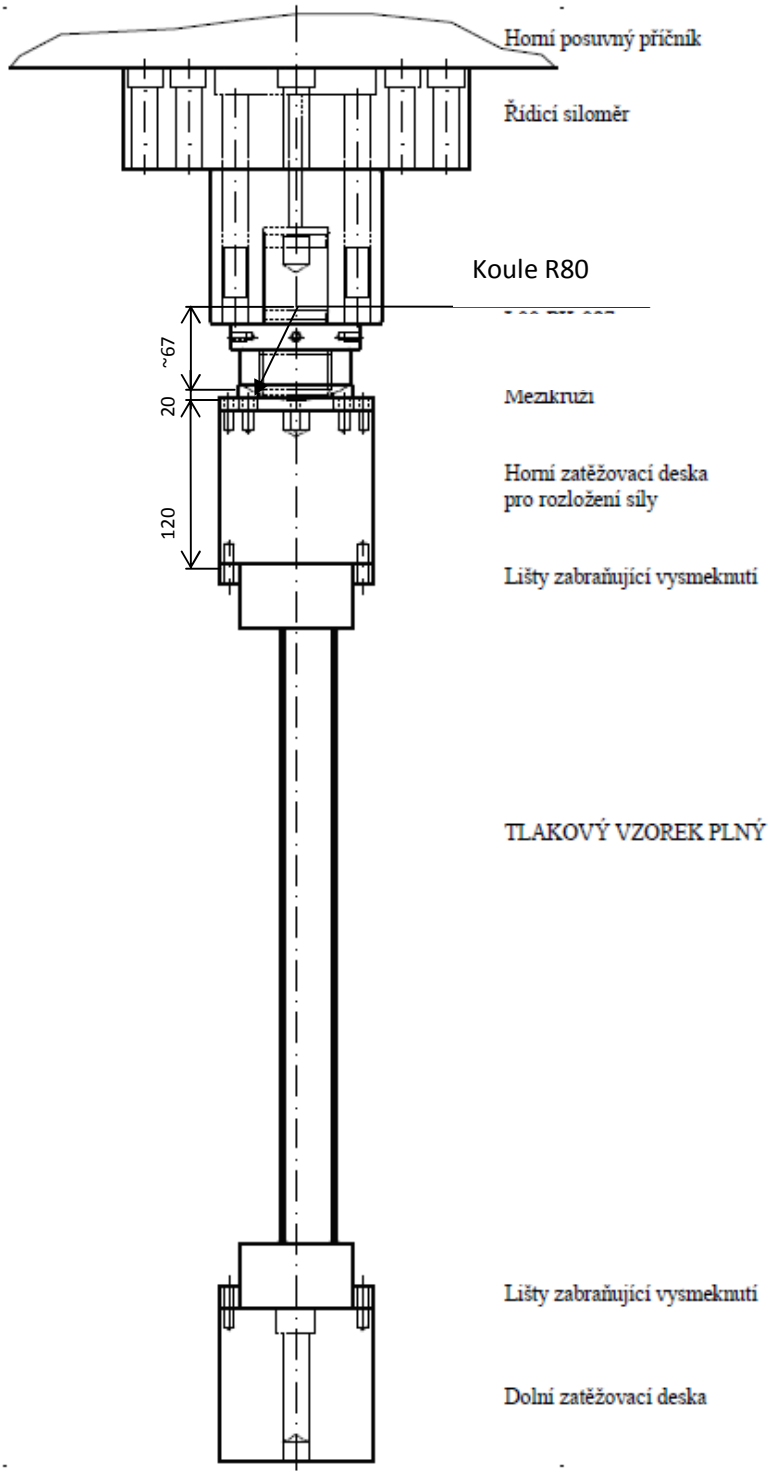
Vzorek není analyzován v sestavě křídla, ale v náhradních podmínkách simulujících uchycení tlakových vzorků pro pevnostní zkoušku ve zkušebním stroji viz Obr. 3.

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

Panel je v dolním příčníku opřený. Na dolním pevném příčníku bude za pomocí lišt zabráněno vysmeknutí zkoušeného vzorku. Kolmost dolního příčníku 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



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 dodavatel 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

Dodavatel vytvoří MKP model z dodané geometrie 3D modelu.

6.3 Materiálový model

Dodavatel vytvoří materiálový model dle údajů v kapitole 4.3.

6.4 Okrajové podmínky

Dodavatel 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

Dodavatel 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 kritérii a přesnosti řešení v jednotlivých krocích.

7.2 Popis práce s MKP systémem

Dodavatel 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	∑
1.1		
2.0	Tvorba sítě	∑
2.1		
3.0	Materiál a vlastnosti	∑
3.1		
4.0	Okrajové podmínky	∑
4.1		
5.0	Nastavení výpočtu	∑
5.1		
6.0	Postprocessing	∑
	Celkový čas na analýzu bez zprávy	∑∑

7.3 Výsledky

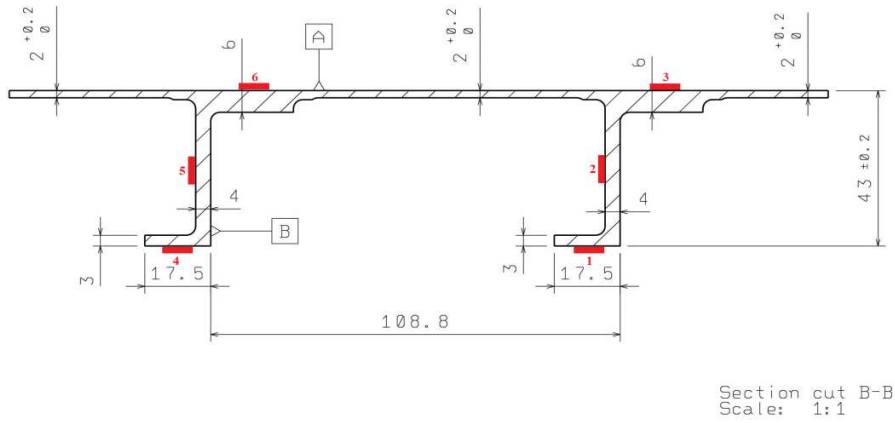
Výsledky budou zpracovány v jednotkách SI.

- 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, číslená hodnota pro 350kN a maximální dosažená před poruchou.

Obr. 4. Značení tenzometrů



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.

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. Podpůrná elektronická data: např. soubory pro MS Excel, MathCad, MATLAB a případné další použité programové vybavení.

9 Doplnění

Bude-li dodavatelem 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.