

# ASOCIACE STROJNÍCH INŽENÝRŮ

## 17<sup>th</sup> European Conference on Fracture



### Multilevel Approach to Fracture of Materials, Components and Structures

Chairmen: Jaroslav Pokluda and Petr Lukáš  
<http://ecf17.fme.vutbr.cz>

Bulletin Asociace strojních inženýrů vydává pro své členy  
Adresa: ASI, Technická 4, 166 07, Praha 6  
[www.asicr.cz](http://www.asicr.cz)

## ***Snímky z oslav prezidenta ASI Ing. Radomíra Zbožíňka***



*Zleva: Doc. Lacko, Ing. Havelka, Prof. Pešlová,  
Ing. Zbožíňek, Dr. Ubrá, Ing. Daněk*



*Zleva: Ing. Havelka, Ing. Zbožíňek, Doc. Hanus, Ing. Daněk*

**Obrazová příloha ke článku  
Představení společnosti PROKOP  
ENGINEERING Brno**



*Obr.1 Hydrogenační odsíření středních destilátů,  
Paramo Pardubice a.s.*



*Obr.2 Fluidní katalytický krak (FCC),  
Česká rafinérská a.s.*



*Obr.4 Atmosférická destilace ropy – trubkové pece, BRC Sýrie*



*Obr.6 Vakuová destilace ropy, BRC Sýrie*

**Nikoho nelze vytrkat po žebříku, když neleze  
aspoň trochu sám.**

**Andrew Carnegie**

## OBSAH

*I. Dlouhý\* - H. Hadraba - Z. Chlup - V. Kozák – M. Holzmann*

**Současné koncepce hodnocení křehkolomových charakteristik ocelí . . . . . 7**

*Ing. Petr Prchal*

**Představení společnosti PROKOP ENGINEERING Brno. . . . . 21**

**Rudolf Diesel – jeho myšlenka stále hory přenáší. . . . . 25**

### ZPRÁVY Z ČINNOSTI ASI

**Smlouva č. 07 . . . . . 27**

**Zpráva z 18. výročního shromáždění zástupců Asociace strojních inženýrů . . . . 29**

**Aktivity ASI klubu ESIS. . . . . 31**

**Činnost klubu A.S.I. Brno v roce 2007 . . . . . 33**

**Informace o činnosti ASI, klubu MI-Pardubice, rok 2007 . . . . . 34**

**Zpráva o činnosti ASI-klubu Česká Třebová . . . . . 34**

### SPOLEČENSKÁ KRONIKA ČLENŮ ASI

**80 let - Prof. Ing Antonín Liška, CSc., narozen 30.10,1928 . . . . . 35**

Redakční rada

Toto číslo Bulletinu vzniklo ve spolupráci klubu ESIS Brno a redakční rady Praha ve složení:  
Ing. Václav Cyrus, DrSc., Ing. Václav Daněk, CSc., Prof. Ing. Jiří Nožička, CSc., Ing. Josef Vondráček.

# Současné koncepce hodnocení křehkolomových charakteristik ocelí

I. Dlouhý\* - H. Hadraba - Z. Chlup - V. Kozák – M. Holzmann  
Skupina Křehký lom, Ústav fyziky materiálů AVČR

## 1. Úvod

Současná etapa výzkumu porušení ocelí je charakterizována zcela novými přístupy, teoretickými i experimentálními, hodnocení křehkolomových charakteristik [1]-[10]. V této práci bude jako křehkolomová charakteristika chápána taková materiálová veličina, která vyjadřuje odolnost proti iniciaci nestabilního křehkého (štěpného, interkristalického) lomu v tělese s trhlinou. Obecně se tato charakteristika nazývá lomová houževnatost a vyjadřuje vlastně odezvu materiálu na pole napětí u čela trhliny.

Cílem příspěvku je sumarizovat nejnovější poznatky, které mohou v různých rovinách ovlivňovat hodnocení odolnosti vůči lomu svarových spojů, zejm. ocelí. Práce se přitom zaměřuje na následující problémy:

- tranzitní křivka lomové houževnatosti, princip univerzální (master) křivky, její stanovení a aplikace,
- J-Q koncepce z oblasti dvouparametrové lomové mechaniky,
- princip a aplikace lokálního přístupu, založeného na statistickém (Bereminově) modelu křehkého porušení,
- transferabilita lomové mechanických dat z podrozměrných zkušebních těles na standardní tělesa, či komponenty,
- hodnocení lomové houževnatosti heterogenních materiálů (např. vybrané oblasti svarového spoje) podle postupu navrhovaného v rámci programu SINTAP.

## 2. Tranzitní průběh lomové houževnatosti (jednoparametrová lomová mechanika)

Obecná podoba teplotní závislosti lomové houževnatosti je uvedena na obr. 1. V dia-

gramu je schematicky vyznačeno rozptylové pásmo lomových charakteristik. Dále jsou v něm vyznačeny tranzitní teploty, vymezující oblasti porušení s daným mechanismem iniciace lomu. V oblastech jsou pak vyznačeny příslušné lomové mechanické charakteristiky, viz mj. např. [11]-[15]).

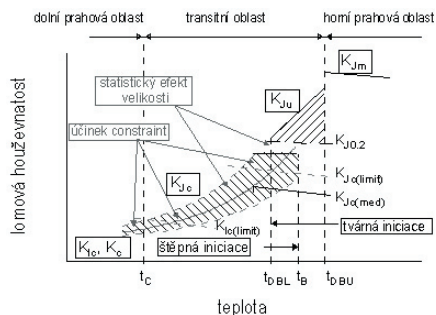
Jednotlivé lomové mechanické charakteristiky reprezentují:

$K_{Jc}$  - lomovou houževnatost při rovinné deformaci;

$K_{Jc}$  - lomovou houževnatost přepočtenou z kritických hodnot  $J_c$  - integrálu stanoveného pro okamžik iniciace nestabilního lomu,  $K_{Jc} = (J_c E / (1-\nu^2))^{1/2}$ ;

$K_{J_u}$  - lomovou houževnatost přepočtenou z kritické hodnoty  $J_u$  - integrálu určeného pro okamžik iniciace nestabilního křehkého lomu po jisté délce tvárného růstu trhliny  $\Delta a$  u kořene původní trhliny;

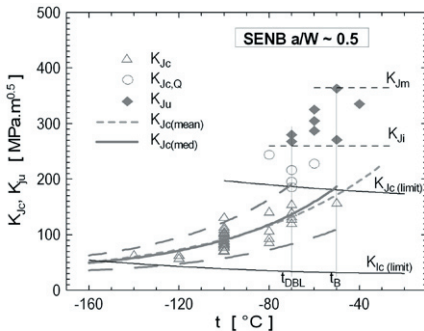
$K_{J_{0,2}}$  - lomovou houževnatost pro okamžik iniciace tvárného lomu u čela trhliny, přepočtené z hodnoty  $J_{0,2}$  - integrálu.



Obr. 1: Schéma tranzitního chování lomové houževnatosti

\*) Příspěvek vychází z práce prezentované autorským kolektivem na semináři „Zvaritelnost a degradační mechanizmy vlastností zvarových spojů“ organizovaném společností IBOK a.s. v červnu 2008 v Bratislavě a stejnojmenného sborníku vydaného u příležitosti tohoto semináře. Sborník je možno zakoupit přímo u vydavatele – společnosti IBOK [www.ibok.sk](http://www.ibok.sk), resp. [ibok@bok.sk](mailto:ibok@bok.sk).

Tzv. univerzální (master) křivka, předložená Wallinem [16], popisuje teplotní závislost křehkolomových charakteristik  $K_{Jc}$ ,  $K_{Jc}$  zjištěných na tělesech tloušťky 1T s hlubokou trhlinou ( $a/W \sim 0,5$ ) a porušujících se za podmínek malé plastické zóny u čela trhliny (stavu SSY) [17]. Jedná se v podstatě o hodnoty lomové houževnatosti stanovené v oblasti porušení, ležící pod teplotou  $t_B$  (Obr. 1). Poloha univerzální křivky na ose teplot je dána tzv. referenční teplotou  $T_0$ , při níž lomová houževnatost  $K_{Jc} = 100 \text{ MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$ . Podle standardu [17] hodnoty lomové houževnatosti oceli s mezí kluzu od 275 do 825 MPa, určené při různé teplotě  $T$  na tělesech tloušťky 1T,  $a/W \sim 0,5$  a vynesené v závislosti na  $T-T_0$  by měly vykazovat zcela totožný teplotní průběh a to jak co do tvaru, tak i do velikosti rozptylového pásu.



Obr. 2: Průběh univerzální (master) křivky  $K_{Jc}(\text{med})$ , spodní  $K_{Jc(05)}$  a horní  $K_{Jc(95)}$  toleranční meze pro feritickou ocel

Příklad univerzální (master) křivky  $K_{Jc}(\text{med})$  pro feritickou ocel na odlitky (odebrané ze stěny segmentu kontejneru na vyhořelé jaderné palivo) je na obr. 2.

Postup zjištění referenční teploty  $T_0$  a rovnice univerzální křivky je následující [17]. Provede se měření  $J_c$  při statickém zatěžování při použití zkušebních těles tloušťky 1T ( $\sim 25 \text{ mm}$ ) s hlubokou trhlinou,  $a/W = 0,5$  při takové teplotě, aby iniciace nestabilního štěpného lomu nastala při elasticko-plastické deformaci tělesa.

Teplota provádění zkoušky se má volit pokud možno blízko očekávané teploty  $T_0$ . Měření  $J_c$  je zapotřebí provést při použití nejméně 6 zkušebních těles. Zjištěné hodnoty  $J_c$  jsou převedeny na jejich ekvivalenty v jednotkách odpovídajících součiniteli intenzity napětí

podle vztahu

$$K_{Jc} = \sqrt{J_c E'} \quad (1)$$

Hodnoty  $K_{Jc}$  musí splňovat podmínku

$$K_{Jc}(\text{limit}) = \sqrt{E' b_0 R_y / M} \quad (2)$$

aby naměřené hodnoty  $J_c$  byly určeny za stavu SSY. Ve vztahu (2) je  $b_0 = W - a_0$ , ligament,  $R_y$  mez kluzu, pro parametr  $M$  (parametr velikosti) se uvádí v [17] hodnota 30; v současnosti se však předepisuje pro  $M$  hodnota  $50 \div 100$  [13].

Pro popis rozptylu  $K_{Jc}$  při dané teplotě se používá tříparametrové Weibullovo rozdělení. Kumulativní pravděpodobnost porušení je pak dána vztahem

$$P(K_{Jc}) = 1 - \exp\left[-\left(\frac{K_{Jc} - 20}{K_0 - 20}\right)^4\right] \quad (3)$$

Jak vyplývá z tohoto výrazu, Weibullovo parametru tvaru byla přiřazena hodnota 4, odvozená teoreticky a ověřená experimentálně (viz např. literatura v [17]).

Pro určení parametru měřítka  $K_0$  se používá metody maximální věrohodnosti a  $K_0$  se určí podle vztahu

$$K_0 = \left[ \frac{N}{\sum_{i=1}^N} \frac{(K_{Jc(i)} - 20)^4}{r - 0,3068} \right]^{1/4} + 20 \quad (4)$$

kde  $N$  značí celkový počet zjištěných hodnot  $K_{Jc}$  a  $r$  značí počet platných hodnot (vztah (2), šest je minimum).

Pro hodnotu mediánu lomové houževnatosti při dané teplotě  $K_{Jc}(\text{med})$  pak vyplývá

$$K_{Jc}(\text{med}) = 0,9124(K_0 - 20) + 20 \quad (5)$$

Konečně rozdíl mezi teplotou zkoušky ( $T$ ) a referenční teplotou  $T_0$  vyplývá z inverze rovnice univerzální (master) křivky [17] a je dán vztahem

$$T - T_0 = \frac{1}{0,019} \ln \left[ \frac{K_{Jc}(\text{med}) - 30}{70} \right] \quad (6)$$

Univerzální (master) křivka, která je reprezentována mediánem lomové houževnatosti  $K_{Jc}(\text{med})$  pro zkušební těleso 1T v závislosti na teplotě v tranzitní oblasti, má pak tvar rovnice



$$K_{Jc(\text{med})} = 20 + 70 \exp[0,019(T - T_0)] \quad (7)$$

Tento výraz pro  $K_{Jc(\text{med})}$  platí přes celou tranzitní oblast a částečně i do oblasti spodní prahové, pokud  $K_{Jc(\text{med})} > 50 \text{ MPa}^{1/2}$ . Pod touto hodnotou již neplatí teorie nejslabšího článku pro popis vlivu velikosti na lomovou houževnatost.

Kromě výrazu pro  $K_{Jc(\text{med})}$  jsou v [17] uvedeny i výrazy pro spodní  $K_{Jc(05)}$  a horní  $K_{Jc(95)}$  toleranční mez; to je pro  $P_f = 5\%$  a  $95\%$ . Rovnice spodní toleranční meze má tvar

$$K_{Jc(05)} = 25,4 + 37,8[0,019(T - T_0)] \quad (8)$$

Jestliže je známa hodnota mediánu pro tloušťku  $1T$ , potom  $K_{Jc(\text{med})}$  pro těleso libovolné tloušťky  $B_x$  se vypočte ze vztahu

$$K_{Jc(\text{med})B_x} = 20 + [K_{Jc(1T)} - 20] \left( \frac{B_{1T}}{B_x} \right)^{1/4} \quad (9)$$

Průběhy  $K_{Jc(\text{med})}$  i  $K_{Jc(05)}$  a  $K_{Jc(95)}$  jsou na obr. 2 rovněž uvedeny.

V současné době se koncepce universální (master) křivky využívá:

- pro výzkum a kvantifikaci vlivu degra-dačních procesů (tepelného a radiačního zkrěhnutí) na lomovou houževnatost a to podle posuvů teploty  $T_0$  [18],
- výzkum vlivu rychlosti zatěžování na lomovou houževnatost opět podle posuvu teploty  $T_0$  v závislosti na  $\dot{K}_1$  [19],
- vypracovávají se přístupy, jak teplotu  $T_0$  určit pomocí těles typu Charpy s únavovou trhlinou (PCVN těles) [20],
- vyšetřuje se vliv constraintu na posuv teploty  $T_0$  [21], [22].

### 3. Dvoupřímá lomová mechanika: J – Q koncepce

Vliv constraintu\* na lomové chování těles se v rámci elasticko-plastické lomové mechaniky charakterizuje kvantitativně hodnotou constraint parametru  $Q$  [3][5][6]. Lomové chování tělesa s trhlinou je pak určeno hodnotou  $J$ -integrálu (případně podílem  $J/\sigma_0$ , kde  $\sigma_0$  je mez kluzu) a parametrem  $Q$ . Základním

\* *Poněvadž český ekvivalent pro termín constraint neexistuje, používá se všeobecně původní výraz. Pokusy predkládat pojem jako „stísnění“, stejně jako nahrazovat jev konstatováním o vlivu triaxiality nenašli širšího uplatnění. Rovněž německá literatura, pojednávající o této problematice, tento termín nepřekládá.*

postulátem dvoupřímá EPLM je tvrzení, podle něhož pole napětí u čela trhliny v tělese různé geometrie bude stejné, je-li popsáno stejnými hodnotami parametrů  $J$  a  $Q$ . Veličina  $J/\sigma_0$  přitom charakterizuje úroveň deformace a napětí a parametr  $Q$  vyjadřuje triaxialitu napjatosti u čela trhliny. Vliv triaxiality na chování materiálu je v této souvislosti označován jako účinek constraint na čele trhliny. Jedná se vlastně o odezvu materiálu na čele trhliny na rozvoj deformace před čelem trhliny; materiál v nedolomeném průřezu před čelem trhliny ovlivňuje děje v oblasti zaoblení trhliny.

Parametr  $Q$  je definován pomocí diferenčního pole napětí  $(\sigma_{ij})_{\text{dif}}$ . Diferenční pole je určeno rozdílem skutečného napětí u čela trhliny a napětí odpovídajícího referenčního pole. V závislosti na definici referenčního napětí lze diferenční pole stanovit dvěma způsoby [3]:

- Pomocí HRR řešení

$$(\sigma_{ij})_{\text{dif}} = (\sigma_{ij}) - (\sigma_{ij})_{\text{HRR}} \quad (10)$$

kde  $(\sigma_{ij})$  je pole napětí pro těleso dané geometrie deformující se elasticko-plasticky s plastickou zónou větších rozměrů (stav LSY), ale menší než šířka nosného průřezu v místě trhliny. Toto pole se nejčastěji určuje, např. metodou konečných prvků,  $(\sigma_{ij})_{\text{HRR}}$  je referenční pole napětí získané na základě Hutchinsonova, Riceova a Rosengrenova modelu (HRR řešení pro stav SSY [23], [24]).

- Pomocí referenčního pole v okolí čela trhliny, určeného pro případ  $T = 0$

$$(\sigma_{ij})_{\text{dif}} = (\sigma_{ij}) - (\sigma_{ij})_{\text{SSY}, T=0} \quad (11)$$

kde referenční pole  $(\sigma_{ij})_{\text{SSY}, T=0}$  je získáno pomocí modifikované metody okrajové vrstvy pro případ  $T = 0$ , a to buď při úvaze malých deformací (small strain) se singularitou napětí u čela trhliny, nebo při úvaze konečných deformací (zaoblování čela trhliny), viz. obr. 3.

Parametr  $Q$  charakterizující constraint u čela trhliny je definován např.

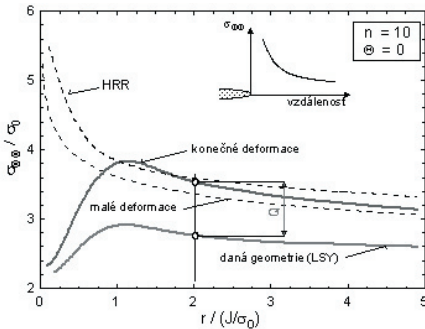
$$Q = \frac{\sigma_{\theta\theta} - \sigma_{(\theta\theta)\text{SSY}, T=0}}{\sigma_0} \quad (12)$$

pro  $\theta = 0$  a  $r = 2J/\sigma_0$ . Dále je nutno určit střední

hodnotu gradientu parametru  $Q$  na vzdálenosti  $1 < \bar{r} < 5$ , kde  $\bar{r} = r / (J / \sigma_0)$

$$Q = \frac{Q(\bar{r} = 5) - Q(\bar{r} = 1)}{4} \quad (13)$$

Při zatěžování hodnota  $|Q|$  roste a podle autorů  $J$ - $Q$  koncepce [3] má jeho hodnota být  $< 0,1$ . Touto podmínkou je v podstatě určen rozsah platnosti  $J$ - $Q$  přístupu.

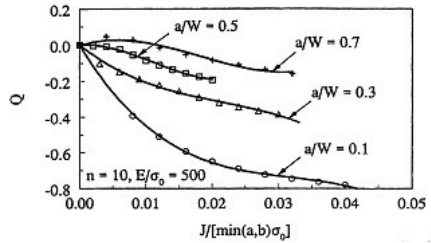


Obr. 3: Referenční pole pro SSY a rovinnou deformaci a skutečné pole pro danou geometrii s hodnotou constraint  $Q = 0,75$  v normalizovaných souřadnicích

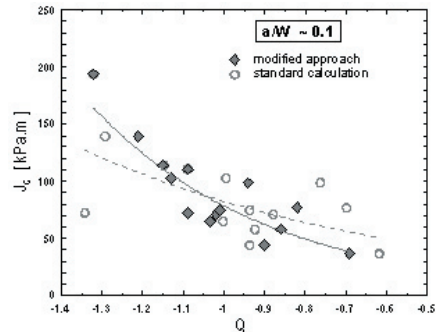
### 3.1 Postup stanovení lomové houževnatosti $J_{c(Q)} = f(Q)$ pro okamžik nestabilního šíření lomu pro stav LSY

- Používají se zkušební tělesa, která mají stejný tvar jako zkušební tělesa pro měření lomové houževnatosti v jednoparametrové LM, u nichž pro stav SSY  $Q = 0$ . Změna  $Q$  se docílí různou délkou trhliny (různým poměrem  $a/W$ ).
- Pro tělesa s různou délkou trhliny je nutno znát závislost  $Q$  na vnějším zatížení vyjádřenou hodnotou  $J$ -integrálu. Tato úloha se řeší numericky metodou konečných prvků. V současné době existuje katalog pro stanovení hodnot constraint parametru pro zkušební tělesa různé geometrie s různým poměrem  $a/W$ , materiály s různým koeficientem zpevnění  $n$  a s různou mezí kluzu  $\sigma_0$  vypracovaný Gullerudem a Doddsem Jr. [25] (příklad obr. 4).
- Pro zkušební tělesa s různým poměrem  $a/W$  je nutno znát vztahy pro výpočet  $J$ -integrálu.

- Pro zjištění vlivu constraintu na lomovou houževnatost, to je pro zjištění závislosti  $J_{c(Q)} = f(Q)$ , je nutné volit v tranzitní oblasti takovou teplotu, aby i zkušební tělesa, u nichž nastal značný pokles triaxiality napjatosti, se porušovala nestabilním štěpným lomem.



Obr. 4: Hodnota  $Q$  - parametru v závislosti na normalizované hodnotě zatěžovacího parametru. Zkušební těleso s trhlinou pro tříbodový ohyb s různým poměrem  $a/W$ .



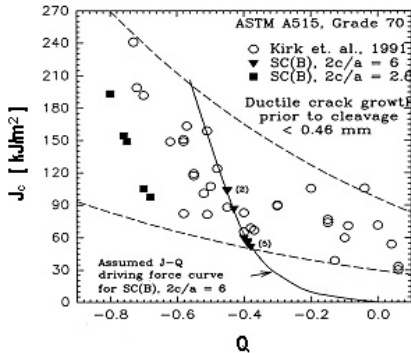
Obr. 5: Závislost lomové houževnatosti  $J_{c(Q)}$  na constraint parametru  $Q$ .

Na obr. 5 je uveden příklad závislosti  $J_{c(Q)}$  na  $Q$ , zjištěný Chlupem pro mělkou trhlinu u C-Mn feritické oceli na odlitky. Hodnoty  $Q$  parametru byly vypočteny dvěma rozdílnými postupy.

S klesající hodnotou  $Q$  parametru lomová houževnatost  $J_{c(Q)}$  roste, dochází k jevu nazývanému jako ztráta constraint na čele trhliny. V celém sledovaném rozsahu délek trhlín (pro  $a/W$  v rozmezí 0,1 až 0,5) byl současně pozorován vzrůst rozptylu měřených hodnot s klesající hodnotou constraint [26][27].

Na obr. 6 je pak uveden příklad praktické aplikace této koncepce pro posouzení mezní-

ho stavu křehkého porušení pásu s povrchovou trhlinou SC(B) [28]. Jak vyplývá z průběhu  $J$ - $Q$  křivky v tomto diagramu může u tohoto pásu nastat při dané teplotě křehkého porušení za stavu LSY, to je při vnějším zatížení, vyjádřeném  $J$ I - integrálem v rozmezí spodní a horní hodnoty  $J_{c(Q)}$  rozptýlového pásu. Plně vyznačené body jsou experimentálně stanovené hodnoty  $J$ -integrálu pro okamžik nestabilního lomu. Predikce okamžiku porušení je velmi dobrá. Tato koncepce hodnocení mezního stavu se nazývá jako koncepce hnací síly trhliny (CDF koncepce, Crack Driving Force) a je zahrnuta v evropském návrhu pro posuzování integrity konstrukce s defekty známého pod zkratkou SINTAP.



Obr. 6: Aplikace dvouparametrové lomové mechaniky ( $J_c - Q$  závislosti) pro hodnocení mezního stavu křehkého porušení pásu s mělkou povrchovou trhlinou

#### 4. Koncepce lokálního přístupu založená na pravděpodobnosti porušení

Tzv. lokální přístup (v užším smyslu pojmu) v oblasti křehkého porušení principiálně zavádí korelaci mezi pravděpodobností štěpného lomu a definovaným Weibullovým napětím. Weibulovo napětí je vypočteno díky znalosti rozložení maximálního hlavního napětí v plastické oblasti před čelem defektu, přičemž kritická hodnota trigeruje rozběhnutí křehkého porušení. Čím větší jsou lokální hodnoty hlavního napětí v elementech použitých při aplikaci metody konečných prvků, tím více tyto elementy přispívají k hodnotě Weibullova napětí a zvýšení pravděpodobnosti vzniku křehkého porušení.

Teorie byla odvozena Bereminem [19] na základě porušení karbidické částice a úvah definovaných Griffithem, který určil kritické napětí v okamžiku porušení pro defekt délky  $l_0$ . Necht' existuje buňka o objemu  $V_0$ , která takový defekt obsahuje. Pak pravděpodobnost nalezení trhliny o délce  $l_0$  až  $l_0 + dl_0$  je ve tvaru:

$$p(l_0)dl_0 = \frac{\alpha}{l_0^\beta} dl_0, \quad (14)$$

kde  $\alpha$  a  $\beta$  jsou materiálové konstanty.

Po úpravách dostaneme vztah pro pravděpodobnost porušení jedné buňky:

$$p(\sigma) = \left(\frac{\sigma}{\sigma_u}\right)^m, \quad (15)$$

kde  $m = 2\beta - 2$  a pro  $\sigma_u$  platí, že je to materiálová konstanta pokud povrchová energie  $\gamma$  není funkcí teploty. Pro popis chování celého tělesa je pak nutné najít integrální vyjádření pravděpodobnosti porušení. Takto popsané chování odpovídá matematicky teorii slabého článku, která považuje systém za řetěz, který se poruší v okamžiku porušení jedné buňky. Po úpravě do formy

$$P(\sigma, V) = 1 - \exp\left[-\frac{V}{V_0} \left(\frac{\sigma}{A}\right)^\beta\right], \quad (16)$$

což je obecný zápis pravděpodobnosti porušení jako funkce napětí, a zavedením Weibullova napětí lze zapsat celkovou pravděpodobnost porušení ve tvaru:

$$P_f = 1 - \exp\{-\sigma_{WV} / \sigma_u\}^m. \quad (17)$$

Hodnota Weibullova napětí je definována vztahem:

$$\sigma_{WV} = \left\{ \sum \sigma_i^m (V_i / V_0) \right\}^{1/m}. \quad (18)$$

Parametr  $m$  charakterizuje rozptyl a  $\sigma_u$  je napětí pro 63%-ní pravděpodobnost porušení,  $V_i$  je objem, kde působí napětí hlavní napětí  $\sigma_i$ . Tyto parametry jsou nezávislé na geometrii zkušebního tělesa. Elementární objem,  $V_0$ , představuje objem 8 - 10 zrn, což je konsistentní předpoklad s modelem RKR, kde mikrostrukturně rozhodující vzdálenost byla  $> 2$  zrna. Často bývá použito veličiny  $\lambda$ , která je definována jako

$$\lambda = \sqrt[3]{V_0}, \quad (19)$$

a představuje hranu elementární krychle.

Určení lokálních parametrů lze provést následujícím postupem měření a výpočtu, mj.

[8], [29]. Nejdříve je nutné identifikovat vlastní chování materiálu v závislosti na teplotě. K tomuto účelu mohou být použity tahové tyče s obvodovým vrubem. Po proměření teplotní závislosti lomové houževnatosti je možné zvolit zkušební teplotu sady vzorků určených pro stanovení lokálních parametrů. Při teplotě pod kritickou teplotou křehkosti  $t_{GY}$  (koincidence síly na mezi makroplastických deformací a lomové síly) dochází k porušení štěpným mechanismem a následně je pak možné provést sadu měření tahových tyčí s obvodovým vrubem. Nutností je měření změny průměru v místě vrubu. Účelem je jednak verifikace experimentu a numerické simulace a současně je deformace  $\epsilon_r$  hlediskem pro rozhodnutí o validitě měření.

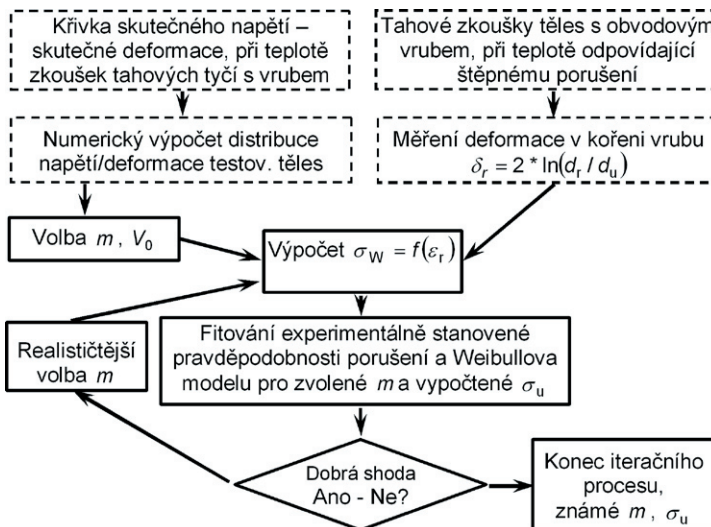
Nezbytným krokem je stanovení závislosti  $\sigma_{skut} - \epsilon_{skut}$  při zvolené teplotě. Jedná se o standardní zkoušku hladké zkušební tyče statickým tahem. Křehký lom je dominantní při nízkých teplotách, proto je nezbytné zajistit snímač prodloužení vykazující dostatečnou přesnost i za kryogenních teplot. Vlastní numerická simulace vyžaduje znalost křivky až do hodnot 100% deformace. Poslední fází procedury je iterační

proces hledání lokálních parametrů. Jedná se o hledání 2 parametrů Weibullova rozdělení, které popisuje chování materiálu v závislosti na aplikovaném  $\sigma_w$ . Dříve doporučená metoda nejmenších čtverců je v současnosti zaměněna za metodu maximální věrohodnosti. Technickým aspektům procesu určení lokálních parametrů věnována norma ESIS [29] a schematicky ji lze znázornit na obr. 7.

Lokální přístup je primárně určen k predikci lomové houževnatosti [8], [30] a to na základě Bereminovy kombinace pravděpodobnosti porušení s popisem maximálního hlavního napětí polem HRR, tj. za předpokladu „small scale yielding“ (SSY).

$$\ln \left[ \frac{1}{1 - P_f} \right] = \frac{\sigma_y^{m-4} K_{Ic}^4 B C_m}{V_0 \sigma_u^m} \quad (20)$$

kde  $C_m$  je konstanta stanovená numerickou integrací. Bereminova koncepce našla uplatnění v podobě modelů zachycujících oblast přechodu křehkého porušení v tvárné [31]. V poslední době však byla modifikována do podoby „toughness scaling“ diagramů.



Obr. 7: Postup výpočtu lokálních parametrů na základě Bereminova modelu

### 5. Korekce lomové mechanických parametrů v režimu závislosti na constraint („toughness scalling“ diagramy)

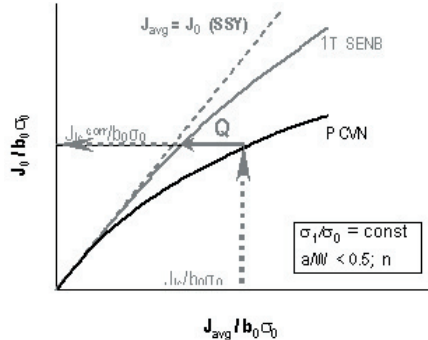
Koncepce lokálního přístupu (v širším smyslu pojmu, tj. deterministické i statistické přístupy) se staly základem postupů umožňujících korigovat lomové mechanická data s nenulovou hodnotnou constraint parametru. Jedná se o data nespňující podmínku  $K_{Jc(limit)}$ , pro hodnotu konstanty  $M=50$  v rovnici (2), např. na obr. 2 jsou taková data znázorněna prázdnými kroužky. Za přesně specifikovaných podmínek lze tato data korigovat a použít pro další hodnocení jako plnohodnotná. Korekce se provádí na základě tzv. „toughness scalling“ diagramů (TS diagramů), tj. závislosti korelujících nejlépe zatěžovací parametr charakterizující pole napětí na čele trhliny podrozměrných testovaných těles s referenčním napětovým polem (standardní těleso).

Jeich podstata vyplývá z obr. 8 [32]. Pro každou zkoušenou geometrii je nezbytné provedení souboru výpočtů MKP napětově deformačního pole před čelem trhliny. S rostoucím zatížením dochází k větší či menší odchylce tohoto pole (na obr. 8 reprezentovaného hodnotou zatěžovacího parametru  $J_0/b_0\sigma_0$ ) od podmínek odpovídajících standardním zkušebnímu tělesu. Referenční napětové pole je v tomto diagramu reprezentováno čárkovanou přímkou  $J_{avg} = J_0$ .

Kvantitativní znalost odchylky zatěžovacího parametru od zatěžovacího parametru referenčního napětového pole umožňuje korekci ovlivněných hodnot (korigované hodnoty tak lze odečítat ve směru tečkovaných šipek) a získání dat odpovídajících standardním podmínkám. Jednotlivé přístupy se liší základní fyzikální či mikromechanickou ideou výpočtu TS diagramu, pro vlastní korekci však dospívají k více méně shodným kvantitativním údajům.

Ve vztahu k hodnocení křehkolomových vlastností svarů má korekce na chybějící účinek constraint klíčový význam! Použití standardních lomové mechanických zkoušek je u svarů často limitováno objemem materiálu, který je možno podrobit destruktivnímu zkoušení a je tak nutné použití podrozměrných zkušebních těles. Menší zkušební těleso,

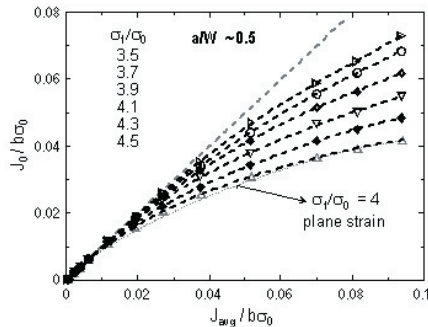
např. těleso typu Charpy s trhlinou, současně umožňuje lepší lokalizaci výchozí ostré trhliny do vybrané oblasti svaru a tepelně ovlivněné oblasti. Taková tělesa často nespňují podmínky kvalifikační procedury pro lomovou houževnatost a možnost jejich korekce otevírá procedury pro realistická hodnocení.



Obr. 8: Základní schéma „toughness scalling“ diagramu ( $J_0/b_0\sigma_0$  a  $J_{avg}/b_0\sigma_0$  jsou zatěžovací parametry).

### 5.1 TS diagramy založené na napětové podmínce porušení (Dodds-Andersonův model)

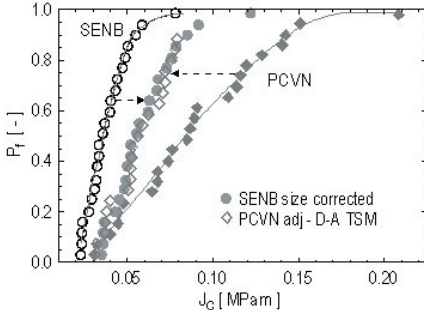
Koncept Doddse a Andersona je [5],[33] vychází z napětové podmínky štěpného porušení (v jistém smyslu se jedná o rozvinutí RKR modelu štěpného lomu). Pravděpodobnost triggerování lomu z kritického defektu je tím větší, čím větší je objem materiálu na čele trhliny zatížený napětím větším než kritickým.



Obr. 9: TS diagram používaný pro korekci lomové mechanických dat z těles typu Charpy na standardní geometrii [33]

Díky tomu, že původní koncept neusiloval o absolutní predikci lomové houževnatosti, bylo možno jej aplikovat pro výpočty napěťově deformačních polí pro účely srovnání. Na jeho podkladě Nevalainen a Dodds [33] realizovali rozsáhlé 3D výpočty a poskytli soubory dat charakterizujících J-Q pole pro čelo trhliny (např. obr. 9). Výpočty ukázaly na význam „in-plane“ constraintu (constraintu v nedolomeném průřezu před čelem trhliny) napříč tloušťkou tělesa. Na vodorovné ose obr. 9 jsou vynášeny hodnoty zatěžovacího parametru reálného tělesa ( $J_{avg}$ ), na svislé ose srovnávací hodnoty pro SSY podmínky ( $J_0$ ), které vlastně představují hodnoty korigované na vliv constraint.

Pro feritickou ocel na odlitky pak obr. 10 prezentuje pravděpodobnostní diagram pro hodnoty lomové houževnatosti získané ze standardních zkušebních těles (SENB - prázdné kroužky) a podrozměrných těles typu Charpy s trhlinou (PCVN – plné kosočtverce).



Obr. 10: Pravděpodobnostní diagram pro naměřené a korigované hodnoty lomové houževnatosti  $J_c$  pro 1T SENB a PCVN zkušební tělesa

Rozdíly mezi oběma soubory hodnot jsou způsobeny jednak rozdílným constraintem na čele trhliny a jednak statistickým efektem velikosti. Aby bylo možno oba soubory hodnot srovnat, byly zavedeny následující korekce. Data ze standardních těles 1T SENB byla korigována na statistický efekt velikosti, např. v souladu s normou [17], za použití vztahu

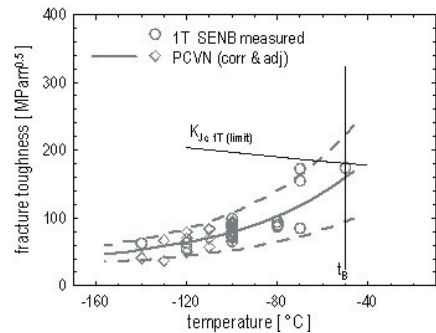
$$K_{Jc(1T)} = 20 + (K_{Jc(10)} - 20) \left( \frac{B_{10}}{B_{1T}} \right)^{1/4} \quad (21)$$

Na obr. 10 jsou takto korigovaná data reprezentována plnými kroužky. Hodnoty lomové houževnatosti získané z podrozměrných PCVN těles byly korigovány za použití Dodds-Andersonova TS diagramu. Tyto korekce vedly k posuvu hodnot a jsou obr. 10 reprezentovány prázdnými kosočtverečky. Shoda dat získaných z rozdílných těles je evidentní.

Jestliže je tedy zapotřebí získat lomové mechanické charakteristiky pro standardní zkušební tělesa na základě dat naměřených z podrozměrných těles, je nezbytné aplikovat následující procedury:

- (i) Kontrola platnosti dat podle rovnice (2) a vymezení souboru dat pro korekci na ztrátu constraintu.
- (ii) Korekce na ztrátu constraintu (kromě in-plane constraintu je v omezené míře možná rovněž korekce na out-of-plane constraint [33]) a
- (iii) Korekce na statistický efekt velikosti [17] za použití vztahu (21).

Takto upravená data lze použít pro predikci teplotní závislosti lomového chování, např. pomocí universální (master) křivky, a to tak, že je vypočtena referenční teplota a ta je dosazena do obecné rovnice pro universální křivku, rovnice (7), resp. rovnic pro výpočet tolerančních mezí pro rozptylové pásmo. Pro predikci teplotní závislosti z korigovaných dat může být nicméně aplikována jakákoli jiná metoda.



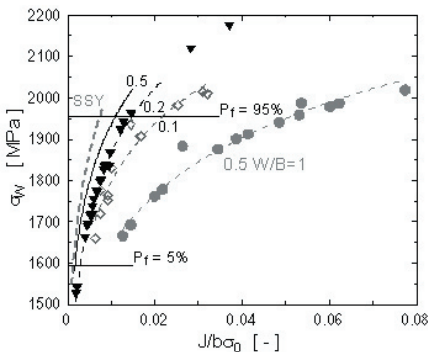
Obr. 11: Predikce lomového chování těles typu 1T SENB na základě dat podrozměrných těles PCVN zkušebních staticky

Pro soubor dat získaný pro feritickou ocel na odlitky byla z podrozměrných PCVN vzorků výše uvedenou cestou získána referenční teplota  $T_0$  na úrovni  $-78\text{ }^\circ\text{C}$ , což je ve velmi dobré shodě s teplotou  $-82\text{ }^\circ\text{C}$  získanou přímo ze standardních 1T zkušebních těles. Vlastní master křivka s tolerančním pásem pro 5 a 95 % pravděpodobnost lomu je pro korigovaná data zobrazena na obr. 11. Současně jsou zde vyneseny pro porovnání rovněž hodnoty lomové houževnatosti naměřené na standardních tělesech (kroužky).

Tuto proceduru lze aplikovat nejen pro PCVN tělesa zkoušená kvazistaticky, ale rovněž pro dynamické podmínky zkoušení, např. za použití instrumentovaného rázového kladiva. V takovém případě je nezbytná znalost experimentální nebo vypočtené závislosti referenční teploty na rychlosti zatěžování [19],[34] a lze predikovat chování 1T SENB těles při kvazistatickém zatěžování z dynamicky zkoušených PCVN těles.

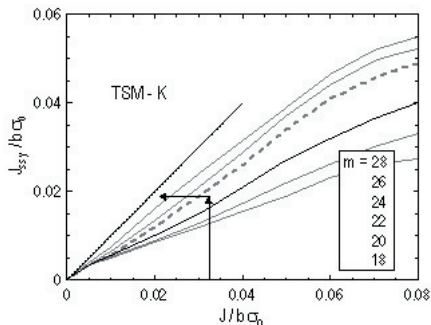
## 5.2. TS diagramy založené na pravděpodobnostním lokálním přístupu (Koppenhoferův model)

Tyto TS modely vycházejí z principu, že pravděpodobnost porušení je dána stejnou hodnotou Weibullova napětí. Za předpokladu platnosti Bereminova přístupu a za použití metodologie ESIS [35] při analýze lokálních kritérií křehkého lomu je nezbytné vypočítat lokální parametry reprezentující štěpný lom – Weibullovo napětí  $\sigma_w$  a modul  $m$ , např. procedurou popsanou v předchozí části. Pro tyto účely lze použít tahové zkušební tyče s obvodovým vrubem s různou geometrií. Výsledkem výpočtů jsou závislosti Weibullova napětí  $\sigma_w$  na zatěžovacím parametru  $J_0/b\sigma_0$  podobné diagramům na obr. 12. Při výpočtu trhlínového vzorku odpovídajícího podmínkám SSY na čele trhliny s různou úrovní constraint byl přitom aplikován model využívající hraniční vrstvy. Výpočtem těchto diagramů pro dvě různé geometrie a aplikací podmínky rovnosti Weibullova napětí lze získat závislost zatěžovacích parametrů dvou porovnávaných geometrií.



Obr. 12: Závislosti Weibullova napětí na zatěžovacím parametru pro různé geometrie těles s trhlinou a SSY referenční pole

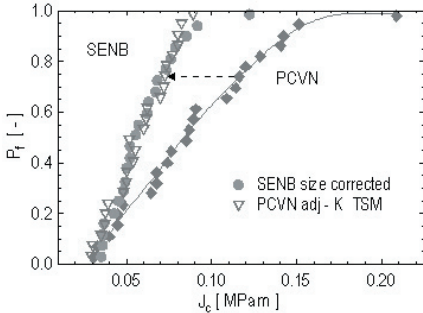
Z dat na obr. 12, např. pro 0,5 a/W (1T SENB) a 0,5 W/B=1 (PCVN) lze sestavit TS diagram pro převod lomové mechanických charakteristik mezi oběma zmíněnými geometriemi, resp. sadu TS diagramů umožňujících predikci J-Q závislosti pro  $a/W = 0,1, 0,2$  a 0,5.



Obr. 13: TS diagram založený na lokálním přístupu pro různé hodnoty parametru  $m$  – procedura založená na Koppenhoferově přístupu.

Jak ukázala řada prací, zjištěné lokální parametry nelze zcela jednoduše aplikovat při výpočtech modelů těles s trhlinou [36]-[38]. Podmínka shodného Weibullova napětí u různých geometrií je sice platná, problém však představuje parametr rozptylu  $m$  a je nezbytná jeho kalibrace. Pro tyto účely je nezbytný výpočet sady závislostí zatěžovacích parametrů pro dvě různé geometrie těles s trhlinou a pro různé hodnoty parametru  $m$  podobně jako je tomu na obr. 13. Poté je

procedurou navrženou Minamim a Rugierim [38]-[40] hodnota  $m$  kalibrována. Např. pro soubor dat získaných v rámci zde prezentovaných výsledků byla kalibrací získána hodnota  $m = 24,1$  [36]. Na obr. 13 je odpovídající křivka pro kalibrovanou hodnotu  $m$  použitá k transformaci reprezentována čárkovanou čarou.



Obr. 14: Pravděpodobnostní diagram pro lomovou houževnatost  $J_c$  (1T SENB) korigovanou na statistický efekt velikosti a PCVN data korigovaná na ztrátu constraintu [40]

TS diagram pak může být použit pro transformaci lomové mechanických dat z podzrno-měrných PCVN těles na standardní tělesa. Hodnoty  $K_{Jc}$  vyjádřené v podobě zatěžovacího parametru ( $J/b\sigma_0$ ) mohou být převedeny z PCVN geometrie na 1T SENB geometrii.

Výsledek korekce dat je uveden na obr. 14. Data ze standardních 1T SENB těles jsou zde reprezentována pouze po korekci na statistický efekt velikosti. U původních dat z PCVN těles (plné kosočtverce) byla aplikována korekce na ztrátu constraintu. Korigovaná data (prázdné trojúhelníky) jsou ve velmi dobré shodě se souborem naměřeným na standardních tělesech.

## 6. Hodnocení lomové houževnatosti vybrané oblasti svarového spoje podle postupu uvedeného v programu SINTAP

Z důvodů (finančních) nákladů, případně i z důvodů malého množství materiálu, který je k dispozici, se lomová houževnatost svarů často měří při použití malého počtu těles. Určení vhodné statistické distribuční funkce z omezeného počtu dat je dosti nespolehlivé. Výběr charakteristické hodnoty lomové houževnatosti z takové distribuce pro posouzení defektu v komponentě tak může být nekonzervativní

až problematický. Tuto problematičnost však lze odstranit, jestliže se předpokládá, že lom je kontrolován nejslabším článkem, a současně lze použít tří-parametrovou Weibullovu statistiku. Pro oceli s feritickou maticí je tato distribuce dána vztahem

$$P(K_{Jc}) = 1 - \exp\left[-\left(\frac{K_{Jc} - 20}{K_0 - 20}\right)^4\right], \quad (22)$$

kde  $P(K_{Jc})$  je kumulativní pravděpodobnost lomové houževnatosti  $K_{Jc}$ ,  $K_0$  je parametr měřítka (63 kvantil distribuce), 20 je posuv ve Weibullově distribuci a 4 je hodnota parametru tvaru Weibullové distribuce, jestliže porušení nastává při existenci malé plastické zóny u čela trhliny (small scale yielding SSY). Zkušební tělesa a postup měření lomové houževnatosti pro účely této analýzy se provádí např. podle BS 1784-Part 2 [41].

Rov. (22) lze přepsat do tvaru umožňujícího určení lomové houževnatosti pro požadovanou pravděpodobnost, jestliže je známa hodnota  $K_0$  Dostáváme

$$K_{Jc} = 20 + (K_0 - 20)\{-\ln(1 - P(K_{Jc}))\}^{0,25}. \quad (23)$$

Postup pro stanovení parametru distribuce spočívá ve zjištění optimální hodnoty  $K_0$  pro daný soubor dat. Bohužel výsledky zkoušek mohou být „vychýleny“, jestliže jsou zkušební tělesa odebrána z nehomogenního materiálu, jakým jsou např. právě svarový kov a TOZ. Jelikož je nepravděpodobné, že každé zkušební těleso bude obsahovat lokálně křehké zóny (LBZ), distribuce hodnot lomové houževnatosti bude „vychýlena“ směrem do oblasti s vyššími hodnotami. Distribuce se zjištěným  $K_0$  tedy může mít za následek, že posouzení integrity bude nekonzervativní. Aby se vyloučil tento potenciální problém, používá se v proceduře SINTAP pro posuzování defektů metoda maximální vřehodnosti (MML [42]), která má za cíl poskytnout konzervativní a současně realistický odhad lomové houževnatosti.

Postup MML zahrnuje několik po sobě následujících stádií. Zpočátku je nezbytná kontrola, zda naměřené hodnoty  $K_0$  splňují podmínky platnosti podle příslušných standardů [11]-[15]. Naměřené hodnoty lomové houževnatosti  $J_c$  se konvertují do příslušných ekvivalentů  $K_0$  (MPa $\sqrt{m}$ ).



Nyní se určí limit platných hodnot lomové houževnatosti  $K_{Jc(\text{limit})}$  pro rozměry použitých zkušebních těles, a to pro hodnotu  $M = 30$  v rovnici (2), tedy

$$K_{Jc(\text{limit})} = (E' b_0 R_y / 30)^{1/2}, \quad (24)$$

kde  $R_y$  je mez kluzu dané oblasti svarového spoje, v níž končí čelo únavové trhliny,  $b_0$  je ligament ( $W-a_0$ ) před čelem únavové trhliny.

Jak již bylo uvedeno v kap. 2 tato podmínka má zajišťovat, že  $K_{Jc}$  je určeno za podmínek SSY. Hodnoty ze zkušebních těles, které jsou vyšší než  $K_{Jc(\text{limit})}$  jsou cenzurovány. Zkušební tělesa, která se při zkoušce neporušila, jsou rovněž zahrnuta mezi cenzurované hodnoty.

Nyní se hodnoty lomové houževnatosti přepočtou na referenční (standardní) tloušťku 25 mm,  $K_{c25}$ , např. rovnice (21).

Hodnoty  $K_{c25}$ , včetně hodnot cenzurovaných se používají pro stanovení první hodnoty  $K_0$ . Toto je „krok 1“ v MML postupu (označovaný jako „normální“ MML odhad), hodnota  $K_0$  se vypočte ze vztahu

$$K_0 = 20 + \left[ \frac{\sum_{i=1}^N (K_{c,i} - 20)^4}{\sum_{i=1}^N \delta_i} \right]^{1/4}, \quad (25)$$

kde  $N$  je počet výsledků a  $i$  je  $i$ -tý výsledek.

Poznamenejme, že metoda maximální věrohodnosti zahrnuje všechny výsledky a že tudíž hodnota  $K_0$  je „vychýlena“ směrem k necenzurovaným hodnotám ( $K_0$  můžeme označit jako  $K_0^{(1)}$ ).

Kdyby byl zkoušený materiál homogenní, určenou hodnotu  $K_0^{(1)}$  lze dosadit do rov. (23) a určit hodnotu  $K_{Jc}$  pro zvolenou pravděpodobnost. Aby bylo možno tuto hodnotu použít pro posouzení integrity komponenty s defektem, je třeba provést korekci zjištěné hodnoty  $K_{Jc}$  pro příslušnou tloušťku. Avšak v případě, že data  $K_{c25}$  byla určena pro nehomogenní materiál, je nutné další cenzurování.

Krok 2 v MML postupu (označený jako „spodní hodnota“ - „lower tail“ MML odhadu) zahrnuje cenzurování všech dat majících hodnotu větší než 50% procentní kvantil dané distribuce. Tento postup zajišťuje, že určení  $K_0$  bude odpovídat více nižším hodnotám hou-

ževnatosti dané distribuce, aby se zahrnuly hodnoty houževnatosti ze zkušebních těles obsahujících LBZ. Výsledky z těles, které neobsahují LBZ a které budou pravděpodobně vykazovat vysoké hodnoty lomové houževnatosti, budou při tomto stupni 2 vyloučeny. Cenzurovaným hodnotám je přidělena hodnota mediánu lomové houževnatosti

$$\bar{K}_m = 20 + (K_0^{(1)} - 20)0,91. \quad (26)$$

Po cenzurování se znovu určí hodnota  $K_0$  použitím vztahu (25). Avšak jak rov. (25), tak rov. (26) obsahují  $K_0$  a je nutno použít iterační postup, při němž veličiny  $K_0$  a  $\bar{K}_m$  jsou postupně korigovány, pokud se nezíská shodná hodnota  $K_0$ . Toto  $K_0$  můžeme označit jako  $K_0^{(2)}$ .

Krok 3 (označovaný jako odhad minimální hodnoty) vyžaduje určení  $K_0$  (označme  $K_0^{(3)}$ ) při použití všech (platných) dat cenzurovaných na minimální hodnotu lomové houževnatosti naměřenou v daném souboru dat.  $K_0^{(3)}$  se vypočte podle vztahu (25).

Nyní se srovnají hodnoty  $K_0$ , to je  $K_0^{(1)}$ ,  $K_0^{(2)}$  a  $K_0^{(3)}$  určené v jednotlivých krocích. Hodnota  $K_0$ , která se použije pro určení distribuční funkce lomové houževnatosti, je nejnižší z hodnot určených v uvedených 3 krocích, vyjma případu, kdy  $K_0^{(3)}$  není menší než 90% nižší z hodnot  $K_0^{(1)}$  nebo  $K_0^{(2)}$ . Jestliže  $K_0^{(3)}$  je menší než 90% nižší z hodnot  $K_0^{(1)}$  nebo  $K_0^{(2)}$ , bylo by konzervativní použít  $K_0^{(3)}$ . Tento postup však ukazuje na hodnotu ležící mimo soubor a musí se posoudit význam tohoto zjištění. Jestliže je soubor dat dostatečně velký a dobře vyhovuje předpokládané distribuci, potom výsledek kroku 3 lze považovat za anomální výsledek a lze jej ignorovat. Je pak zcela odůvodněné předpokládat, že nižší z hodnot  $K_0^{(1)}$  nebo  $K_0^{(2)}$  určuje distribuci lomové houževnatosti. Je-li však soubor dat malý, bylo by neuvážené ignorovat výsledky kroku 3. Jestliže výsledek kroku 3 považujeme za neuspokojivý, doporučuje se provést další zkoušky, aby bylo možno přesněji definovat spodní část distribuční funkce lomové houževnatosti.

Popsaný postup lze aplikovat k souboru hodnot lomové houževnatosti naměřených při určité teplotě v tranzitní oblasti teplotně-tranzitní křivky lomové houževnatosti.

## 7. Sumarizace

Pro popis napjatosti u čela trhliny existují v současné době v lomové mechanice dvě koncepce:

- a) jednoparametrová lomová mechanika,
- b) dvouparametrová lomová mechanika.

V první koncepci se předpokládá, že napětí a deformace v okolí kořene trhliny lze vyjádřit jedním parametrem. V případě lineárně-elastické lomové mechaniky (LELM), kdy se předpokládá, že rozsah plastické deformace je v okolí čela trhliny zanedbatelně malý ve srovnání s rozměry tělesa, je takovým parametrem součinitel intenzity napětí  $K_I$ . Je-li rozsah plastické deformace větší, nelze jeho vliv na pole napětí u čela trhliny zanedbat. Pro popis rozvoje poškození na čele trhliny je nezbytné použít elastoplastické lomové mechaniky (EPLM), která pro charakterizování pole napětí zavádí např. tzv. Riceův  $J$ -integrál. Základním tvrzením obou těchto koncepcí lomové mechaniky je pak předpoklad, že lomovou houževnatost, to je okamžik iniciace nestabilního lomu, lze vyjádřit pomocí kritické hodnoty těchto parametrů, to je např.  $K_{Ic}$  či  $J_c$ . Předpokládá se dále, že takto definovaná lomová houževnatost je materiálovou konstantou nezávislou na geometrii tělesa. Pro jejich určení byly pak vypracovány národní i mezinárodní standardy. Hodnoty lomových houževnatostí, stanovených podle těchto standardů, lze potom aplikovat pro stanovení mezního stavu křehkého porušení komponent s defekty, u nichž ovšem je v okamžiku iniciace nestabilního lomu rozsah plastické deformace u čela trhliny takový, že aplikaci výše uvedených materiálových charakteristik umožňuje.

Další rozvoj teoretických poznatků o napjatosti u čela trhliny a řada experimentálních výsledků ukázaly, že chování trhliny charakterizované hodnotou  $K_I$  (LELM), případně  $J$  (EPLM), není vždy identické a může záviset na triaxiálně napjatosti v nejbližším okolí čela trhliny a tedy i geometrii tělesa. Toto zjištění zpochybnilo možnost přenosu lomové houževnatosti (stanovené podle standardů) na posuzování mezního stavu křehkého porušení komponent s defekty. Zjištění, že lomová houževnatost může záviset i na geometrii (LELM), případně geometrii a rozsahu plastické deformace v EPLM, dalo podnět k rozpracování tzv. dvouparametrové lomové mechaniky.

V případě dvouparametrové LELM se constraint kvantifikuje prostřednictvím tzv. T-napětí, v případě dvouparametrové EPLM je mírou constraintu nejčastěji parametr  $Q$  ( $Q$ -family fields). Existují však i další přístupy kvantifikace tohoto jevu. Princip dvouparametrové LM je pak založen na předpokladu, podle něhož je lomové chování dvou těles identické a tudíž i lomová houževnatost, zjištěná při použití těchto těles, bude stejná, lze-li trhlínu v obou případech charakterizovat stejnou hodnotou  $K_I$  (případně  $J$ ) a současně stejnou hodnotou parametru vyjadřujícího constraint, tj. T-napětí, případně  $Q$ . Hodnota lomové houževnatosti je tedy přenositelná na jiné těleso za předpokladu stejné hodnoty constraintu.

Předmětem současného výzkumu v oblasti křehkolomových charakteristik ocelí, včetně svarů, je nadále teplotní závislost lomové houževnatosti, poněvadž tento materiálový parametr u ocelí s mezí kluzu od 275 MPa do 825 MPa vykazuje tranzitní chování. Díky Wallinovým pracím lze průběh lomové houževnatosti v tranzitní oblasti charakterizovat pomocí tzv. universální (master) křivky. Co je však zejména důležité, díky této koncepci lze stanovit hodnotu lomové houževnatosti pro požadovanou pravděpodobnost porušení. Koncepce je standardizována a postupně dopracována, např. na vliv constraint.

Konečně zcela novým odvětvím lomové mechaniky je tzv. lokální přístup (LP), umožňující na základě mikromechanických modelů (deterministických, statistických,) aplikovaných pro popis procesu porušování u čela trhliny, predikovat kritické hodnoty globálních parametrů  $K_{Ic}$  či  $J_c$ . Dále umožňují tyto modely transformovat globální parametr naměřený na tělese jedné geometrie na těleso jiné geometrie (tzv. toughness scaling diagram – TS diagram). Modely LP nejsou omezeny rozsahem plastické zóny u čela trhliny, tj. lze je aplikovat od stavu malé plastické zóny u čela trhliny (small-scale yielding – SSSY) až po stav velké plastické zóny u čela trhliny (large-scale yielding – LSY) na daném tělese. Základním předpokladem pro použití lokálního přístupu je nezbytná znalost pole napětí u čela trhliny v plastické zóně.

## Poděkování

Převážná část práce byla vytvořena v rámci projektů GAAV č. IAA200410502 a č. 1QS200410502, autoři děkují za finanční podporu pro řešení těchto grantů.

## Literatura

- [1] Sumpter, J. G. D.: An experimental investigation of the T-stress approach, in ASTM STP1171, (1993), 492 – 502.
- [2] Wang, ZZ, and Parks, DM: Char. of constraint eff. on cleavage fracture using T-stress, in: Shallow Crack Fract. Mechan. Toughn. Tests & Appl. 1992, Paper 33.
- [3] Shih, C. F., and O'Dowd, N. P.: A fracture mechanics approach based on toughness locus, Abington Publ., Ibid, Paper 31.
- [4] Wiesner, C.S., Andrews, R.M., (1997) A Review of Micromechanical Failure Models for Cleavage and Ductile Fracture, TWI, Rpt. 592/1997.
- [5] Anderson, T.L, Dodds, R.H., (1991) Journal of Testing and Eval., pp.123-134.
- [6] Dodds, RH, Anderson, TH, Kirk, MT, 1991, Int. J. of Fracture, 48, pp 1-22.
- [7] Dlouhý I., Kozák V., Válka L., Holzmann M.: J. de Physique IV, 1996, vol. 6, oct., C6, pp. 205-214.
- [8] Beremin, F.M., Metal Trans. A, Vol. 14A, 1983, 2277.
- [9] Koppenhoefer K. C., Dodds R. H.(1997): Engineering Fracture Mechanics, Vol. 58, pp. 249-270.
- [10] Ruggieri C., Dodds RH, Wallin K, (1998) Eng. Fracture Mech., Vol. 60, pp. 14-36.
- [11] ČSN EN ISO 12 737 – Kovové materiály – Určení lomové houževnatosti při rovinné deformaci, ČNI, 2000.
- [12] ASTM E399 – Standard Test Method for Plane-Strain Fracture Toughness of Metallic Materials.
- [13] ASTM E1820-99a – Standard T. Method for Measur. of Fracture Toughness.
- [14] Bývalá ČSN 420347 - Lomová húževnatosť kovov pri statickom zaťažení, 1991.
- [15] Draft. Intern. Standard ISO/DIS 12135 - Metallic-Materials-Unified method of test for the determination of quasistatic fracture toughness.
- [16] Wallin, K.: A simple theoretical Charpy-V-KIc correlation for irradiation embrittlement, ASME Press. Vessel Piping Conf. Honolulu, 1989, 93 – 100.
- [17] ASTM E1921-97 – Standard Test Method for Determination of Reference Temperature, T<sub>0</sub>, for Ferritic Steels in Transition Range.
- [18] Yoon, K. K.: Alt. embrittlement indexing method through appl. of master curve to weld fract. toughn. data in the trans. range, PVP Conference, Montreal, 1996.
- [19] Yoon, K. K., Van Der Sluys, W. A., and Hour, K.: J. Press. Vessel Technology, Vol.122 (2000), 125 – 129.
- [20] Holzmann, M., Dlouhý, I., Kozák V.: Aplikace těles typu Charpy s tržninou k hodnocení lomové houževnatosti v tranzitní oblasti, Sb. Konf. „Materiálové vědy na prahu třetího milénia, (1999), vyd. VÚT Brno, 156 – 160.
- [21] Holzmann M, Jurášek L., Dlouhý I.: Master curve methodology and data transfer from small on standard specimen, in: Dlouhy I. Ed. Transferability of Fracture Mechanical Characteristics, 2002, Kluwer Academic Publishers, Netherlands.
- [22] Ruggieri C., Dodds RH, Wallin, K.: Eng. Fract. Mechan., Vol. 60, 1998,19–36.
- [23] Hutchinson, H. R.: Singular behaviour at the end of a tensile crack in hardening material, J. Mech. Phys. Solids, 16, (1968), 13 – 31.
- [24] Rice, J. R. and Rosengren, G. F.: Plain strain deformation near a crack tip in a power-law hardening material, Ibid, 1 – 12.
- [25] Gullerud, A. S, and Dodds Jr., R. H.: Inter. J. Fracture, 72, (1995),
- [26] Dlouhý, I., Chlup, Z.: Micromechanical aspects of constrain effect in steel for containers of spent nuclear fuel, ECF 13 conf., Elsevier, (2000), paper 1N.29.
- [27] Chlup Z., Dlouhý I.: Micromechanical aspects of constraint effect at brittle fracture initiation, in: Dlouhý Ed. Transferability of Fracture Mechanical Characteristics, 2002, Kluwer Academic Publishers, Netherlands.

- [28] Porr Jr., W. C., Link, R. E., Waskey, J. P., Dodds Jr, R. H.: Exp. application of methodologies to quantify the effect of constraint ..., in ASTM STP1256, (1995).
- [29] ESIS P6 98, Procedure to measure and calculate materials parameters for the local approach to fracture using notched tensile specimens, (1998).
- [30] Sainte Catherine C., Carius H., DiFant M.: Fatigue Fract. Engng. Mater. Struct., 18(5), 1995, 597-604.
- [31] O'Dowd, NP, Lei, Y., Busso, EP.: Engng. Fract. Mechan, Vol 67, (2000), 87-100.
- [32] Dlouhý, I., Kozák, V., Holzmann M.: Toughness scaling model applications, in: Dlouhy I. Ed. Transferability of Fracture Mechanical Characteristics, 2002, Kluwer Academic Publishers, Netherlands.
- [33] Nevalainen M., Dodds RH. Int. Journal of Fracture, 1995, 74, pp.131-161.
- [34] Dlouhý I., Lenkey GB, Holzmann M.: Master curve validity for dynamic fracture toughness characteristics.
- [35] Sainte Catherine, C. et al, (2000), In ECF 13, pp. 179-1 - 179-8.
- [36] Kozák, V., Holzmann, M. Dlouhý, I. 2001, Trans. of 14th Int. Conf. On Structural Mechanics in Reactor Technology, Seoul.
- [37] Kozák V., Janík A.: The use of the local approach for the brittle fracture prediction, in: Dlouhy Ed. Transferability of Fracture Mechanical Characteristics, 2002, Kluwer Academic Publishers, Netherlands.
- [38] Gao, X., Ruggieri, C., Dodds, R., H., Calibration of Weibull stress parameters using fracture toughness data. International Journal of Fracture, 92, pp. 175-200.
- [39] Minami F., Brückner-Foit A., Munz D., Trollenier B., (1992): Int. Journal of Fracture, Vol. 54, pp. 197-210.
- [40] Dlouhý, I., Kozák, V., Chlup, Z.: Fracture toughness transferability - from small to full scale specimen, New Trends in Fatigue and Fracture, Metz, 2002, CD.
- [41] BS7448: Fracture mechanics toughness test, Part. 2, 1997, Method for determination of  $K_{Ic}$ , Critical CTOD and Critical J values of welds in metallic m.

- [42] Webster S., Bannister, A.: Structural integrity assessment procedure for Europe of the SINTAP program overview, Eng. Fract. Mechan. 67, 6, 2000, 481-514.
- [43] Ruggieri, C., Dodds, R.H., Wallin, K., (1998) Constraint effects on reference temperature  $T_0$ , Engineering Fracture Mechanics, Vol. 60, pp. 14-36.

### Abstrakt

Stručný přehled současných přístupů k hodnocení vybraných křehkolomových charakteristik ocelí. Kritický rozbor stávajících řešení pro popis pole napětí u čela trhliny jednoparametrovou lineárně – elastickou a elasticko-plastickou lomovou mechanikou. Dvouparametrová lomová mechanika jako další vývojové stádium lomové mechaniky a dopady jejich poznatků na měření lomové houževnatosti. Universální (master) křivka pro popis lomové houževnatosti ocelí v tranzitní oblasti. Lokální přístup jako další koncepce lomové mechaniky umožňující predikci globálních křehkolomových charakteristik. Využití mikromechanistických modelů porušování u čela trhliny pro korekci lomové mechanických dat při jejich přenosu z tělesa jedné geometrie na těleso jiné geometrie a velikosti (transferabilita). Hodnocení lomových vlastností heterogenních materiálů svarů podle SINTAP procedury.



## Představení společnosti PROKOP ENGINEERING Brno

Ing. Petr Prchal

Firma Prokop Engineering byla založena v roce 1990. Od svého počátku navázala na silné brněnské tradice v oboru výstavby investičních celků "na klíč", a to zejména v oborech zpracování ropy, ropných produktů a plynů. Od roku 2002 působí firma pod názvem PROKOP ENGINEERING® Brno, spol. s r.o..

Při všech svých aktivitách firma klade velký důraz na ekologická hlediska.

Když hovoříme o výstavbě investičních celků "na klíč", máme tím na mysli kompletní dodávky technologických celků počínající již zpracováním rozhodovacích studií staveb přes zpracování dokumentace k žádosti o vydání územního rozhodnutí, dále hodnocení vlivu staveb na životní prostředí, projekční dokumentaci pro stavební povolení až po projekty pro realizaci staveb.

Aktivita společnosti zahrnují následující činnosti:

- Příprava úvodních a rozhodovacích studií
- Zpracování projektů pro nové investiční celky
- Zpracování projektů pro rekonstrukci stávajících jednotek
- Výroba a zajištění dodávek zařízení prostřednictvím subdodavatelů
- Výstavba a montáž zařízení prostřednictvím subdodavatelů
- Uvedení výrobní jednotky do provozu včetně vyzkoušení a záručních testů
- Řízení projektu
- Technická pomoc zákazníkům při provozu a údržbě

Na projektech působíme jako generální dodavatel, nebo jako hlavní subdodavatel.

V pozici generálního dodavatele naše firma zodpovídá za celý projekt, obstarání zařízení a veškerého materiálu a jeho dodávku na stavbu, za výstavbu, vyzkoušení zařízení

a jeho uvedení do provozu a následné předání zákazníkovi.

V případě potřeby jsme schopni zajistit také po-kontraktační asistence.

Finanční hodnota našich kontraktů se pohybuje v rozmezí od desítek milionů korun až po stavby v miliardové hodnotě.

Projekty, které realizuje Prokop Engineering, jsou založeny na nejmodernějších technologiích, jenž jsou zajišťovány buď vlastními procesy, nebo procesy licencovanými od renomovaných světových firem jako jsou UOP, Axens, KTI, Albemarle, atd.

Pro zajištění úspěšného průběhu projektu a výstavby, a pro určení nejkritičtějších míst projektu, je vždy nejprve vypracován „Harmonogram realizace stavby“. Je to důležité jak z hlediska dodržení smluvně daných termínů zhotovení díla, tak i z hlediska správného načasování jednotlivých fází realizace a sledování a omezení nákladů.

Plán realizace stavby pokrývá všechny etapy projektu, to je engineering, zajištění dodávek, výstavbu, vyzkoušení a uvedení do provozu.

V úvodu každého projektu je připraven „Seznam dodavatelů“, jenž je předložen zákazníkovi nebo hlavnímu dodavateli ke schválení. V Prokop Engineering je zvykem provádět výběr dodavatelů jednotlivých zařízení společně se zákazníkem. V úvahu jsou brány jeho požadavky a doporučení, především v případě, kdy se jedná o zahraniční projekt a lokální dodavatele. V případě přání zákazníka je Prokop Engineering připraven zvat zástupce zákazníka přímo k proceduře výběru dodavatelů.

Vypracování projektové dokumentace provádíme vlastními silami, při kumulaci zakázek do krátkého časového období, provádíme práce v součinnosti s partnerskými projekčními firmami.

Projekční útvar je vybaven nejmodernější počítačovou technologií se specializovaným softwarem.

Maximální využití moderních výpočetních systémů umožňuje naší firmě připravit a zpracovat potřebnou projektovou dokumentaci v krátkém časovém úseku a rovněž dosahovat krátkých lhůt výstavby, jež jsou plně srovnatelné s dodacími lhůtami předních světových dodavatelů v této oblasti.

V závislosti na charakteru projektu a požadavcích zákazníků je Prokop Engineering připraven použít téměř kteroukoliv mezinárodní normu. Naše projekty jsou zpracovávány dle standardů ASME – American Society Material's Engineer, API – American Petroleum Institute, BS – British Standards, ISO, DIN, GOST, v tuzemsku též dle ČSN. Při práci na projektech pro Českou rafinérskou se řídíme standardy DEP – Design Engineering Practice (SHELL Standards).

Stavební a montážní práce zajišťuje Prokop Engineering prostřednictvím subdodavatelů. Při výstavbě v zahraničí bývají zpravidla využívány místní montážní firmy. Výstavba probíhá pod dozorem našich supervizorů. Jsou to pracovníci s bohatými zkušenostmi, kteří dohlížejí na správnost provádění montážních prací, kontrolují jejich kvalitu a sledují dodržování harmonogramu výstavby.

Dle smlouvy a požadavků zákazníka spolupracuje naše firma s mezinárodními inspekčními agenturami, které provádějí inspekci materiálů a zařízení u výrobce v průběhu výroby a v okamžiku dokončení, ještě před jejich zabaláním a expedicí. Obvykle spolupracujeme s agenturami Lloyd's Register, TÜV Nord, Bureau Veritas, Moody International atd. Prokop Engineering také žádá výrobce, aby v libovolné fázi projektu bylo jemu, zákazníkovi a inspekční agentuře umožněno provést audit zajištění a řízení jakosti. Přístup výrobců k tomuto požadavku je velmi důležitým hlediskem při konečném výběru dodavatelů.

Prokop Engineering je členem The International Fuel Quality Center, Washington D/C, USA.

Firma PROKOP ENGINEERING Brno se může pochlubit řadou zajímavých zakázek, z nichž některé si Vám dovolíme představit.

### **Výstavba jednotky hydrogenačního odsíření středních destilátů**

V roce 1996 naše firma v podniku Paramo Pardubice a.s. úspěšně uvedla do provozu jednotku na výrobu motorové nafty s maximálním obsahem 0,05% síry. Prokop Engineering působil jako generální dodavatel díla. Jednotka má kapacitu 250 000 t/rok.

Rozsah prací zahrnoval návrh technologického procesu při použití zahraničních licencí, zpracování všech stupňů projektové dokumentace a zajištění dodávek veškerého zařízení.

V následující fázi jsme formou subdodávek provedli montáž jednotky ve všech profesích, tzn. stavební práce, montáž ocelových konstrukcí a technologických mostů, instalaci strojního zařízení a potrubí, elektrickou instalaci včetně trafostanice, instalaci zařízení měření a regulace a kompletní dodávku řídicího systému.

### **Fuidní katalytický krak (FCC)**

V letech 1999 až 2001 se Prokop Engineering účastnil projektových prací a výstavby komplexu FCC v rafinérii Kralupy nad Vltavou.

Účelem výstavby fluidního katalytického kraku bylo zpracování celého množství atmosférického zbytku (tzv. mazutu) ze stávající jednotky atmosférické destilace v Kralupech a zvýšení produkce motorových paliv. Po uvedení jednotky do provozu se zvýšilo množství vyrobených bezolovnatých benzinů přibližně dvojnásobně.

Hlavním dodavatelem byla evropská centrála americké firmy Fluor Daniel. Prokop Engineering, jako hlavní subkontraktor, zpracoval dokumentaci pro stavební povolení celého komplexu FCC, byl autorem projektu stavební části a dodavatelem všech stavebních prací. Dále byl zodpovědný za projekt, dodávku a výstavbu rozhodujících „off-site“ jednotek, které zahrnovaly chladicí centrum, retenční bazén, polní hopák a technologické mosty.



Obr.3 FCC – polní hořák, Česká rafinářská a.s.

### Generální rekonstrukce jednotky atmosférické destilace

V roce 2003 firma Prokop Engineering dokončila rekonstrukci jednotky atmosférické destilace v Banias Refinery Company v Sýrii. Kontrakt na rekonstrukci jsme získali v roce 2001.

Jednotka má kapacitu 6.000.000 tun/rok zpracované ropy.

Na rekonstrukci jsme se podíleli ve spolupráci s Technoexportem Praha jako generální dodavatelem. Prokop Engineering vystupoval v pozici hlavního subdodavatele. Rozsah našich prací zahrnoval zpracování kompletní projektové dokumentace pro realizaci, obstarání veškerého materiálu a zařízení a supervizi montážních prací, které prováděla místní montážní firma.

Účelem rekonstrukce jednotky CDU 101 bylo zvýšení účinnosti atmosférických pecí, zvýšení účinnosti odsolování ropy a dosažení optimálního výkonu systému předehřevu nástřiku do jednotky.

Celkový rozsah montážních prací zahrnoval následující úpravy:

- Rekonstrukci 2 kusů trubkových pecí, což znamenalo kompletní výměnu trubkových hadů a závěsů v radiční části pecí, vybourání stávající a nástřik nové vyzdívky, instalaci nových hořáků, instalaci parního předehřevu spalovacího vzduchu a instalaci přístrojů pro povrchové měření teplot.
- Byla provedena Kompletní rekonstrukce stávajícího odsolovače ropy. To je zařízení na odstranění zbytkové vody, a v ní obsažených anorganických solí, z ropy. Odsolovač měl délku 28,5 m a průměr 3,8 m. Rekonstrukce zahrnovala instalaci nového systému elektrod, instalaci nového proplachovacího systému a míchacích ventilů a kompletní výměnu elektrického napájecího systému včetně instalace nových transformátorů.
- Dále, u atmosférické kolony byla nahrazena stávající výplň 5 pater novou orientovanou výplní.
- Proběhla instalace nových trubkových výměníků tepla, chladičů a čerpadel.
- Byla provedena elektroinstalace pro napájení nových spotřebičů.
- Světelná instalace a instalace polní instrumentace, jež byly provedeny v „conduit system“.



Obr.5 Atmosférická destilace ropy – rekonstrukce odsolovače, BRC Sýrie

## Generální rekonstrukce jednotky vakuové destilace

Ve státní společnosti Banias Refinery Company v Sýrii naše firma v polovině roku 2007 uvedla do provozu revampovanou jednotku vakuové destilace mezutí. Tato jednotka má kapacitu 3.000.000 tun/rok.

Naše firma se na projektu rekonstrukce podílela jako člen konsorcia spolu s Technoexportem Praha, akciovou společností pro zahraniční obchod a s akciovou společností KPS Metal Moravské Budějovice. Technoexport Praha v projektu vystupoval jako generální dodavatel, KPS Metal jako dodavatel některých technologických zařízení. Prokop Engineering vypracoval kompletní projekt pro realizaci, provedl procurement a vedl realizaci stavby.

Účelem rekonstrukce jednotky vakuové destilace bylo zvýšení kapacity jednotky a posun charakteristik výstupních produktů tak, aby vyhovovaly rostoucí poptávce po kvalitních pohonných hmotách a rostoucích požadavcích na snižování zátěže životního prostředí.

Rekonstrukce jednotky zahrnovala modernizaci trubkové pece, vakuové destilační kolony, výměnu vakuového systému, úpravu a rozšíření výměňkového pole, výměnu a zvýšení kapacity hlavních technologických potrubí a zásadní modernizaci řídicího systému.

Stavební práce byly zahájeny v polovině prosince 2006.

V lednu 2007 byla zahájena prefabrikace potrubí. Na stavbu bylo dodáno a namontováno celkem 315 tun potrubí z uhlíkových, nízkolegovaných i vysoce legovaných odolných ušlechtilých ocelí, největší o jmenovité světlosti 1100 mm.

Hlavní objem namontovaného potrubí a aparátů připadl do technologické odstávky jednotky, jenž probíhala od začátku května do konce června.

Během odstávky byla provedena rekonstrukce 45 MW trubkové pece, jejíž půdorysné rozměry byly (30 x 8)m a výška 20 m. Tato práce zahrnovala vybourání a opětový nástřik výzdívky, výměnu hořáků a výměnu pecního hadu v radiační části.

Dále byla také provedena demontáž 117 tun původní patrové vestavby vakuové kolony a instalace 72 tun nové vysoce efektivní strukturované výplně od švýcarské firmy Sulzer.



*Obr.7 Vakuová destilace ropy – Instalace transferového potrubí DN1100 mm z pece do vakuové kolony, BRC Sýrie*

## Výstavba jednotky atmosférické destilace ropy

Na podzim roku 2005 podepsala naše firma s iráckou Midland Refineries Co. kontrakt na dodávku jednotky na destilaci surové ropy o kapacitě 1.000.000 tun zpracované suroviny za rok.

Prokop Engineering realizuje tuto zakázku jako generální dodavatel.

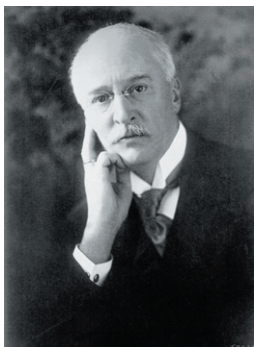
Jednotka bude stát v areálu rafinérie na bagdánském předměstí Daura a je budována tzv. „na zelené louce“. Stavební práce byly zahájeny v srpnu a montáž potrubí a zařízení začala v listopadu roku 2007. Předpokládané datum ukončení výstavby je říjen roku 2008, uvedení do provozu je plánováno začátkem roku 2009. Celkem má být nainstalováno 1185 t potrubí, na 150 ks aparátů včetně například trubkové pece od americké firmy Broach o celkové hmotnosti 530 t, nebo atmosférické destilační kolony vysoké 40 m, o hmotnosti 150 t, vyrobené v Hradci Králové společností EXCON STEEL.

V současnosti naše firma pracuje na realizaci projektů v Iráku (Atmosférická destilace ropy), Německu (Recyklace použitých olejů) a v České republice (Výroba lakového benzínu a Intenzifikace Odsíření motorové nafty).

Vážení, závěrem bychom Vám chtěli poděkovat, že jste věnovali svůj čas prezentaci naší firmy a doufáme, že Vás uvedené informace zaujali.



## Rudolf Diesel – jeho myšlenka stále hory přenáší



MAN oslavuje 150. výročí narození tvůrčího génia

Osmnáctý březen letošního roku je den 150. výročí narození Rudolfa Diesela. Vynálezce, který v závěru devatenáctého století v Augsburských strojírnách vyvinul a připravil, s podporou tehdejšího generálního ředitele Heinricha von Buz, vznětový motor pro sériovou výrobu. Tento velmi důležitý vynález hrál zcela zásadní roli v následujícím procesu industrializace všech strojírenských oborů. Společnost MAN Group, jako nástupce Augsburských strojíren, výrazně profituje ze vznětového motoru dodnes. „Vynález Rudolfa Diesela je prazáklad našeho obchodu, našich úspěchů, kterých si doposud užíváme. I po více než sto letech je vznětový motor stále velmi moderní výrobek s takovou energetickou účinností, které nedosahuje žádný jiný tepelný stroj či motor s vnitřním spalováním,“ říká Dr. Georg Pachta-Reyhofen, generální ředitel MAN Diesel, nejúspěšnější společnosti na poli výroby velkoobjemových vznětových motorů. Při příležitosti tak významného data zorganizovala společnost MAN Diesel, rodiště vznětového motoru, a město Augsburg oficiální ceremonii na radnici a speciální výstavu v MAN Muzeu věnovanou životu a významu tvůrčího génia.

V současnosti je více než 50 % zboží po celém světě dopravováno prostředky využívající ke svému pohonu motory MAN Diesel. Většina námořních lodí je poháněna motorem MAN Diesel. Současně je společ-

nost držitelem neobvyklého rekordu – vyrobila a pro pohon gigantické kontejnerové lodi dodala nejvýkonnější vznětový motor všech dob – 84 559 kW/115 000 k. Navíc továrna v Norimberku vyprodukuje každoročně na 110 000 dokonalých vznětových motorů určených pro pohon nákladních vozidel. „Věříme v sílu nových technologií,“ říká Håkan Samuelsson, generální ředitel MAN. „MAN se stal úspěšným a velkým podnikem díky vizionářům a talentovaným vynálezčům jako byl Rudolf Diesel.“

To, co může být ještě příhodného v roce 2008 pro MAN vedle oslavy Rudolfa Diesela, je výročí založení samotné společnosti. Základní kámen MAN byl položen otevřením železárny St. Anthony v Oberhausenu v roce 1758. V tu dobu zaměstnávala nová firma osm pracovníků. Letos tedy slaví MAN jako nejstarší společnost zapsaná v indexu DAX (německý burzovní index) 250. výročí průmyslové historie. MAN má tak dvojnásobný důvod slavit. Narozeniny Rudolfa Diesela jsou datem, které odstartovalo celou řadu oslavných událostí. Mezi ty nejdůležitější patří: červencové MAN rally veteránů a historických vozidel z Mnichova přes Augsburg do Norimberku a narozeninová párty v Mnichovské Residenci naplánovaná na 17. října 2008. Oslavy se zúčastní na tisíc hostů z celého světa, politici, obchodníci a představitelé kulturního dění.

Historie MAN je stejně košatá jako portfolio našich výrobků: na samotném počátku bylo uhlí, železo a hutní výroba v Ruhrském regionu, poté přišel na řadu vývoj tiskařských strojů a konstrukce Wuppertalské vysuté dráhy a stavba tažného vozidla Evropského vesmírného projektu ARIANE. Dnes jsme na špičce mezi výrobci pohonných technologií. „Díky Rudolfovi Dieselovi se MAN pohnul výrazně kupředu. Naši inženýři však neustále velmi důsledně pracují na vývoji pohonů pro budoucnost,“ říká Håkan Samuelsson. V lednu 2008 byla společnost MAN Diesel oceněna za plynový motor vybavený nově vyvinutým systémem zapalování (Performance Gas Ignition) německou cenou za inovaci (Innovation Prize of German Business). Jde o motor, který sjed-

nocuje vysokou energetickou účinnost vznětového s ekologickým přístupem zážehového motoru.

MAN Group je s prodejním obratem 15,5 mld. eur (2007) jedním z vedoucích evropských hráčů v sektoru dopravního inženýrství. Jako výrobce nákladních vozidel, autobusů, vznětových motorů, turbodmychadel a poskytovatel průmyslových služeb zaměstnává MAN na celém světě zhruba 55 000 lidí. Jednotlivé skupiny MAN drží vedoucí pozice ve svých segmentech trhu. MAN AG, Mnichov, je zapsaný v indexu DAX (německý burzovní index), který zahrnuje 30 nejdůležitějších burzovních korporací v zemi.

MAN Nutzfahrzeuge Group s hlavním sídlem v německém Mnichově je největší společností v rámci MAN Group a jedním z vedoucích

výrobců nákladních vozidel a poskytovatelem dopravních řešení ve světovém měřítku. V hospodářském roce 2007 společnost zaměstnávala více než 36 000 pracovníků, její obrat dosáhl hodnoty 10,4 miliardy eur, vyrobila a prodala téměř 93 000 nákladních vozidel a více než 7300 autobusů a autobusových podvozků značek MAN a NEOPLAN.

Nové modelové řady silničních tahačů MAN TGX a MAN TGS získaly prestižní ocenění Truck of the year 2008. Společnost MAN Nutzfahrzeuge je prvním výrobcem nákladních vozidel na světě, která dosáhla tohoto mezinárodního titulu již po sedmé.

## ZPRÁVY Z ČINNOSTI ASI

### Zpráva z 18. výročního shromáždění zástupců Asociace strojních inženýrů

uskutečněného dne 26.března 2008 v Brně v budově Technického muzea, Purkyňova 105.

Shromáždění zástupců A.S.I. zorganizoval Klub Brno na základě rozeslaných pozvánek s podrobným programem, rozděleným na dopolední nepovinnou část ( prohlídka TM 10-12h ) a odpolední pracovní jednání od 14 h v zasedacím sále TM..

Jednání se zúčastnilo 17 delegátů (podle separátního jmenného seznamu).

Omluvili se: prezident ASI, p.řed. Zbožínek, členové Klubů Plzeň, Pardubice, Česká Třebová, ESIS.

Pracovní jednání zahájil předseda Klubu Brno doc. Ing. Lacko, CSc. přivítáním přítomných a krátkou reminiscencí k okolnostem uspořádání shromáždění v areálu Technického muzea v Brně, Purkyňova 105, které je součástí právě vznikajícího Technického parku v blízkém sousedství TU Brno. Poté předal řízení schůze tajemníku ASI Ing.Daňkovi k naplnění jednotlivých bodů programu jednání:

#### 1. Návrhy a volba komisí

- do mandátové zvolení pp. Lacko, Vdoleček,
- do volební pp. Michele, Přidal, Vondráček,
- do revizní p. Vdoleček v zast. omluveného předsedy RK Ing. Šebesty
- do návrhové pp. Kmoch, Řezanina, Ubrá.

#### 2. Zprávu o činnosti ASI

sestavil podle dílčích zpráv Klubů a přednesl tajemník Daněk.

V rámci konaných 9 pracovních-organizačních schůzí výboru zmínil stěžejní odborné akce v minulém období jako bylo:

- pravidelné měsíční pořádání Technických úterků na FS ČVUT,
- vydávání Bulletinu ASI (3 čísla ročně),
- organizování zasedání Senátu (19.09.07. v ÚJV v Řeži) a zpracování Memoranda,
- začlenění ASI do Technologické platformy strojírenské,
- spolupráce s celonárodními organizacemi SST, SPČR, AIP, NTM,
- vedení společenské kroniky členské základny a podávání návrhů na ocenění významné činnosti členů (Česká hlava, státní vyznamenání apod.).

### 3. Zpráva o hospodaření a zpráva RK

(za RK předložil p.Ing. Šebesta a p.Ing. Vdoleček).

Podrobněji uveden výčet výdajů a příjmů s tím, že evidence vední účtu je v souladu s účetními podklady a je na profesionální úrovni.

### 4. Volby do orgánů ASI

Charakteristiky z CV kandidátů do Výboru ASI přednesl plénu tajemník Daněk na

- p. Ing. Jiřího Prokopa CSc. (\* 1930), dosud pedagogicky činný na FS ČVUT v Praze,
- p. Ing. Ludka Volfa (\* 1980), zam. FS ČVUT v Praze.

Současně předloženy žádosti o uvolnění z Výboru ASI

- pp.Dolanskýho, Kreibicha, Macka, Neckáře, Tichého.

Dále předloženy plénu k prodloužení mandátů na dalších 5 let do Senátu ASI pro pp.

- Ing. Karla Dacha, CSc., ředitele fy TER-RIS,
- doc.RNDr Františka Jiráska, DrSc.,místopředsedu a.s.Bankovního institutu,
- Ing. Pavla Švejdu, Csc.,gen.sekretáře AIP.

Volby se pak ujal předseda volební komise p.Ing. Vondráček, ověřil usnášeníschopnost pléna a dal hlasovat o jednotlivých návrzích.

Všechny předložené návrhy byly všemi přítomnými schváleny aklamací jednomyslně.

### 5. Plán činnosti ASI a návrh rozpočtu na rok 2008.

(přednesl taj.Ing. Daněk)

Kromě periodických činností (např.TÚ ve spolupráci se Seniorsklubem a součinností s dříve zmíněnou spoluprací s SST, AIP, SPČR) budou zajišťovány tyto akce:

- 30. zasedání Senátu ASI 23.04.08 v Brně,
- mezinár. konference DANUBIA-ADRIA (v Čes. Budějovicích 24.-25. 09.2008),
- zapojení do Technologické platformy strojírenství v rámci vzdělávací činnosti,
- realizovat novelizaci norem k modernizaci JE (včetně překladu do AJ),

- uskutečnit seminář ke spolupráci s AIP,
- aktualizovat webovou stránku ASI.

Příjmy do rozpočtu zajistit především z členských příspěvků a insertní publikace, ve výdajích pokrýt vydávání Bulletinu a příspěvky partnerským organizacím.

### 6. Zpráva o činnosti Klubů

Plán činnosti Klubu Brno přednesl p.Ing.Vdoleček Zdůraznil akci na získání nových členů z řad doktorandů, spolupráci s Postřelmovem a exkursi na povrchový důl v oblasti Mostu.To vše při zajištění mírně přebýtkového rozpočtu.

Zprávu prof.Pešlové z Klubu Č.Třebová tlumočil doc.Ing. Lacko s kritikou připomínkou k udělování ocenění aktivistům Klubu, které by mělo být – dle názoru většiny přítomných – předáváno vrcholným orgánem ASI.

Tajemník Daněk tlumočil obsáhlou Zprávu Klubu Plzeň p.prof. Šťastného, kde významnou aktivitou je účast na přípravě i prezence na 8.mezinár. konferenci TURBOMACHINARÝ ve Štýrském Hradci (23.-27.03.2009), kromě zabezpečování průběžných lokálních akcí.Dále přečetli zprávu p.Ing. Zelenky z Klubu Čes. Třebová, kde činnost členů se orientuje převážně na vědeckovýzkumné úkoly pro ČD.

### 7. Diskuse a vystoupení hostů

K diskusi se první přihlásil p.Ing. Vondráček z Klubu Praha s tím, že při aktivitách pro Českou národní technologickou platformu by se nemělo zapomínat na účast v operativních programech EU, které po překonání složité administrativy mohou být zdrojem atraktivních zdrojů financí i pro členy a kluby ASI.

P.Ing. Vdoleček uvedl vhodný požadavek na vydavatele Bulletinu, aby adresa webové stránky ASI byla uvedena hned na titulní straně dole. Dále žádá zapracovat do Usnesení doplňky Stanov ASI, jak je nyní požaduje MV, a takto je oficiálně odsouhlasit.

Doc. Lacko požaduje, aby v Usnesení bylo zdůrazněno odmítavé stanovisko členů ASI k bodovému hodnocení organizací a jimi vydávaných periodik podle tzv. společenské důležitosti. Stejně tak nemá opodstatněn preferovat literární odborné příspěvky, jež jsou podány

v anglickém jazyce.

P. prof. Holý (Klub Praha) předchozí názor potvrdil a připojil úvahu zahájit spolupráci ASI s ČEZ jako významným průmyslovým komplexem.

### 8. Zpráva mandátní komise

Mandátní komise potvrzuje účast 17 delegátů: 6 delegátů z Klubu Praha, 11 delegátů z Klubu Brno.

### 9. Návrh usnesení

Členové návrhové komise přednesli plénu jednotlivě zaznamenané skutečnosti vhodné pro zařazení do Usnesení. Návrhy byly akla-macací schváleny.

Tajemník ASI doporučuje tyto návrhy roz-slat všem předsedům Klubů k připomínkám a konečné znění Usnesení zformulovat podle těchto připomínek.

### 10. Závěr

Na ukončení shromáždění poděkoval tajemník Ing. Daněk Klubu Brno v čele s doc. Ing. Lackem za bezchybnou organizaci jednání, zejména za uskutečnění zajímavé dopolední prohlídky po expozicích muzea i za zajištění logistiky pro hostující delegáty.

*V Brně 26. března 2008  
Zapsal: Ing. Jiří Šafář, CSc,  
jednatel ASI*

## Usnesení 18. shromáždění zástupců Asociace strojních inženýrů

konané ve středu 26. března 2008 od 13.00 hodin, v sále Technického muzea v Brně, Purkyňova 105, Brno

schvaluje:

- Zprávu o činnosti ASI od minulého 17. shromáždění zástupců 2007
- Zprávu o hospodaření za rok 2008 a zprávu revizní komise
- Plán činnosti na rok 2008
- Návrh rozpočtu na rok 2008
- Zprávy o činnosti klubů Praha, Brno, Pardubice a Česká Třebová

- Složení výboru ASI (doplnit jmenovitý seznam)
- Prodloužení členství v senátu na další pětileté období pro členy Dach, Jirásek a Švejda

Ukládá výboru:

- Projednat a upřesnit pravidla pro udělování cen ASI.
- Prozkoumat možnosti zapojení do vzdělávacího procesu v rámci

přednáškových úterků.

- Pro potřeby lepší propagace ASI doplnit na titulní stránky Bulletinu do

adresy asociace ještě její WEB adresu.

- Připravit dopis pro MŠ ve kterém poukázat na problémy s bodovým

hodnocením publikací, zejména týkající se konferencí, jazyka publikace a

nadhodnocení spol. věd.

- Jednat o zapojení ČEZ do činnosti ASI např. formou členství v senátu

- Dle potřeb nové legislativy zpracovat úpravy do změnu názvu asociace - a

případně ji promítnout i do úpravy stanov (A.S.I. o.s.)

### Aktivita ASI klubu ESIS

Hlavní činnost klubu je orientována na koordinaci platících členů ve strukturách a aktivitách ESIS (European Structural Integrity Society). Propojení aktivit ESIS s Asociací strojních inženýrů se od počátku jeví jako velmi účelné. Umožnilo nenásilným způsobem vybudovat stabilní strukturu ESIS - CZ, která v závislosti na celoevropském vývoji bude postupně institucionalizována (zřejmě podobně jako americká ASME) nebo zůstane na dobrovolné bázi. V této oblasti nicméně nedošlo v posledních dvou letech k podstatným kvalitativním změnám. V prvním případě se dá uvažovat o osamostatnění pobočky ASI klub ESIS (to je dlouhodobý požadavek řídicího výboru a evropského sekretariátu ESIS), ve druhém případě je výhodnější zůstat v lůně profesně blízké ASI (při malém počtu členů není účelné zřizovat samostatnou organizaci). Zřízení ESIS CZ umožnilo ponechat 2/3 členských příspěvků ESIS v ČR a ucházet se

o právo aktivní účasti na významnějších aktivitách, zejména konferencích, pořádaných pod záštitou ESIS.

V současnosti má klub 19 členů (z toho 11 je z Ústavu fyziky materiálů AVČR v Brně). Díky profesní příbuznosti jsou členové ve velmi častém kontaktu, jako organizace se ASI klub ESIS schází minimálně jednou ročně. Formálně je ASI klub ESIS řízen tříčlenným sekretariátem:

- Předseda ASI klubu ESIS Jaroslav Pokluda (*pokluda@fme.vutbr.cz*) z FSI VUT Brno současně zastupuje české členy ESIS v řídicím výboru ESIS s právem hlasovacím.
- Sekretář Ivo Dlouhý (*idlouhy@ipm.cz*) z ÚFM AVČR Brno koordinuje činnost členů ASI klubu ESIS, jednak ve vztahu k evropským strukturám ESIS a jednak ve vztahu k ASI. Zúčastňuje se řídicího výboru ESIS bez hlasovacího práva.
- Hospodář Vladislav Kozák (*kozak@ipm.cz*) z ÚFM AVČR Brno zabezpečuje výběr členských příspěvků, hospodaření s prostředky ASI klubu a odvod členských příspěvků sekretariátu ESIS.

Sídlem pobočky je ÚFM AVČR Brno. Základní informace o činnosti jsou průběžně aktualizovány na české stránce <http://esis.ipm.cz/>, kde lze rovněž stáhnout přihlášku ke členství v ESIS (podle stanov ESISu je nezbytné ji každoročně obnovit), najít kontakty na české členy, příp. na evropský sekretariát. Činnost ASI klubu ESIS se řídí samostatným statutem, který byl nezbytný pro zabezpečení průniku Stanov ASI a statusu ESIS.

Každoročně, většinou během dubna, jsou přihlášky rozesílány na klíčová pracoviště oboru. Členské příspěvky ESIS činí 30 EUR, příspěvky českých členů jsou 1000 Kč a sdružují se na účtu ASI klubu ESIS uvedeném v přihlášce, jednou ročně je pak 1/3 vybraných příspěvků zasílána evropskému sekretariátu ESIS a příslušný odvod také na účet Asociace strojních inženýrů. I nadále je vítáno posílení členské základny pobočky, což zejména s ohledem na výši členského příspěvku ESIS (30 EUR) a neochotu některých institucí jej zaplatit není jednoduché (členství v této profesní organizaci by mělo být možno zaplatit z institucionálních prostředků).

Mezi hlavní aktivity českých členů ESIS patří mj. aktivní práce v technických výborech, účast na konferencích a pracovních monotematických seminářích pod záštitou ESIS, příprava společných přihlášek projektů, podíl na přípravě metodických dokumentů a doporučení.

Aktivní práce v technických komisích ESIS. Z klíčových výborů má ČR zastoupení např. ve výboru TC1 pro Elasto-plastickou lomovou mechaniku (I. Dlouhý, V. Kozák), TC2 zabývající se mikromechanismy (J. Pokluda – předseda komise, I. Dlouhý), TC5 pro lom při dynamickém zatěžování (V. Mentl, J. Džugan, I. Dlouhý), TC6 – keramiky (Z. Chlup), TC8 – modelování poškození (V. Kozák), TC12 – statistické modely a aspekty lomu (I. Dlouhý). Účast na jednání výborů je financována s vlastních projektů a institucionálních prostředků příslušných členů, ESIS ani ESIS-CZ nedisponují dostatečnou výší finančních prostředků na pokrytí těchto aktivit. Smyslem úsilí pobočky je zvýšení zastoupení českých odborníků v dalších komisích, příp. řešit dlouhodobě otázku finančních zdrojů na zabezpečení účasti na schůzkách výborů. Atmosféra na jednání výborů je velmi dělná, přátelská a obvykle velmi produktivní.

Podíl na přípravě metodických pokynů a přednormativní činnosti. Je organizována zmíněnými výbory nebo interdisciplinárně (napříč výbory). Tzv. „Doporučení ESIS“ lze používat jako oborové normy, řada zemí a laboratoří je ve své činnosti využívá, jsou většinou důkladněji propracovány než normy. Typickým příkladem je doporučení na provedení instrumentovaných zkoušek rázem v ohybu, jehož „21. verze“ byla zpřesňována na posledním jednání TC5 ESIS v Bruselu v loňském roce apod. Podobný materiál byl před nedávnem schválen jako norma ISO téměř bez připomínek.

Významným výstupe práce komisí je i příprava a editace speciálních čísel impaktovaných časopisů Engineering Fracture Mechanics, Engineering Failure Analysis a International Journal of Fatigue, vydávaných Elsevierem. Letos např. vychází speciální číslo časopisu Engineering Fracture Mechanics s názvem „Microstructurally Aided Fracture

Mechanisms“, jehož hostujícími editory jsou Jaroslav Pokluda a Reinhard Pippan z Ruské akademie věd. Toto číslo je věnováno dvěma seminářům TC2 pořádaných v Alexandroupolisu (Řecko) a v Brně v letech 2006 a 2007. Podle vzájemné dohody poskytuje Elsevier finanční částku 5000 Euro za každé speciální číslo. Část této sumy bude věnována i podpoře mladých členů TC2 při jejich účasti na seminářích.

Příprava účasti na konferencích organizovaných řídicím výborem ESIS a národními pobočkami - detaily k těmto významným aktivitám lze nalézt na webovských stránkách <http://www.esisweb.org/>. Řídicí výbor ESIS, který je momentálně veden Emanuel Gdoutosem z Řecka a jehož členem je J. Pokluda, má sídlo v italském Turínu a usiluje o institucionalizaci této evropské společnosti, tj. o uznání společnosti jako nadnárodní profesní instituce. To by v budoucnu mohlo přinést finanční příspěvek na činnost z evropských fondů.

Celkový tématický záběr společnosti a aktivity jsou zřejmé z webovské stránky <http://www.esisweb.org/>.

Kromě internetových zpráv ESIS vydává Bulletin s informacemi o činnostech technických výborů, významných konferencích a dalších aktivitách. Obsahuje rovněž vyzvané články zaměřené většinou do oblasti hodnocení lomového chování materiálu a jeho popisu na různých úrovních přístupu. Bulletin mají k dispozici všichni platící členové ESIS.

Jednou z nosných akcí ASI klubu ESIS v letech 2006 až 2008 je organizační a obsahová příprava 17. Evropské konference o lomech v Brně, 2-5 září 2008 (viz samostatný článek). K účasti na přípravě a vlastním průběhu jsou přirozeně i nadále vítáni i odborníci mimo ESIS CZ.

### **17. Evropská konference o lomech (17th European Conference on Fracture)**

O organizování 17. Evropské konference o lomech (ECF17) v Brně rozhodl na svém jednání řídicí výbor ESIS v r. 2005. Konference je garantována dvěma členy ASI klubu ESIS Jaroslavem Pokludou (Ústav fyzikálního inženýrství FSI VUT v Brně) a Petrem Luká-

šem (Ústav fyziky materiálů AVČR v Brně). Spolupředsedy organizačního výboru jsou Ivo Dlouhý a Pavel Šandera ze stejných ústavů.

Aktuální informace o konferenci, včetně programu, jsou a budou až do vlastní konference aktualizovány na <http://ecf17.fme.vutbr.cz/>.

Konference je setkáním špičkových Evropských vědců v oblasti studia lomového chování materiálů, komponent a integrity konstrukcí. Pracovní název konference „Multilevel Approach to Fracture of Materials, Components and Structures“ vystihuje nejnovější trendy v této oblasti. Díky významu, který konference má, se jí běžně zúčastňují špičkoví vědci z celého světa, takže v Brně jsou očekávány a předběžně se kromě Evropských zemí přihlásily desítky kolegů z Japonska, USA, Kanady, Jižní Ameriky, Indie, Koreje, Austrálie atd., celkem cca 450 lidí ze 44 zemí celého světa.

Běžně jsou konference takového formátu organizovány v hlavních městech, resp. turisticky jinak atraktivních místech a je proto určitou výjimkou, že se podařilo konferenci lokalizovat do místa v Evropském kontextu nepříliš významného. Je to odevza na vysokou autoritu brněnských vědců v této oblasti, ale i snaha i ukázat na význam regionů v celoevropské spolupráci.

Odborný program proběhne ve dnech 2. – 5. září 2008 v prostorách FSI VUT v Brně. Bude tvořen 13 plenárními přednáškami pozvaných specialistů, pozvanými a standardním příspěvkem v 10 souběžných sekcích a posterovou sekcí. Celkem cca 350 přednášek bylo předběžně rozděleno do následujících sekcí: Lom na atomární a molekulární úrovni, mikromechanismy porušování, mesomechanika lomu, lineární a nelineární lomová mechanika, fyzikální aspekty křehkého lomu, fyzikální aspekty tvárného lomu, únavový lom, creepový lom, lom při víceosém zatěžování a ve smíšeném módu, koroze a koroze pod napětím, vodíkové zkrěhnutí, vliv teploty, lom kompozitů, vliv prostředí na porušování, lom keramik, betonů a hornin, lom polymerů, lom biomateriálů a dřeva, lom „smart“ materiálů, lom nanostrukturních materiálů, lom tenkých folií, lom funkčně gradientních materiálů, pravděpodobnostní přístupy k hodnocení

lomu, životnost a spolehlivost komponent, integrita konstrukcí, statistický efekt velikosti, mechanika poškození, lom sendvičů, spojů a povlaků atd.

Při tvorbě odborného programu je vždy uvažováno o doprovodných společenských aktivitách. Jednou z takových akcí je i banket, který je připravován na 2. 9. 2008 v Besedním domě (sídlo brněnské filharmonie) a který bude zčásti pojat jako přijetí místními zastupiteli. Konferenční večeře (4.9.2008) proběhne ve výrobní hale slévárny Vaňkovka přebudované na Wannieck gallery. Tradičně je tato událost spojena s vyznamenáním významných evropských vědců v oblasti lomu.

Podobné akce jsou obvykle spojovány s masivní reklamou. Nutno poznamenat, že i když byla oslovena významných jihomoravských firem, kterých se náš obor bezprostředně dotýká a které občas u nás hledají poučení, nevyužila této příležitosti žádná. To stojí určitě za zamyšlení. Konference se nicméně zúčastní zástupci významných výrobců zkušebních zařízení a nakladatelství, takže o svůj tradiční kolorit nepřijde.

V rámci konference bude účastníkům poskytnut sborník jednostránkových abstraktů a paměťové médium s plnými přednáškami. V rámci jednotlivých sekcí budou doporučeny příspěvky pro publikaci v časopisech Engineering Fracture Mechanics, Engineering Failure Analysis, a International Journal of Fatigue, kde přirozeně projdou standardním recenzním řízením.

*Ivo Dlouhý  
Sekretář klubu ESIS*

## **Činnost klubu A.S.I. Brno v roce 2007**

V roce 2007 se soustředila činnost brněnského klubu na vcelku tradiční akce. Stěžejní akcí pro A.S.I. bylo vydání 40. čísla Bulletinu, které jsme připravili redakčně a rovněž garantovali prostřednictvím sehnaných reklam náklady na jeho tisk. Zajištěním reklamy jsme přispěli rovněž k úspěšnému vydání Bulletinu č. 41. V součinnosti s klubem Pardubice byly navázány kontakty s podnikem MEP Postřelmov a.s. a prostřednictvím smluv někteří členové

řešili pro tuto firmu poměrně závažné problémy a studie, což samozřejmě přineslo jistý výtěžek i našemu klubu.

Rovněž se podařilo získat a upravit velkoprostorovou vitrínu v přízemí budovy FSI, kterou jsme upravili a periodicky aktualizujeme k propagaci činnosti našeho klubu. Pokud jde o internetové stránky, pak se daří udržovat jen jejich velmi sporadická aktualizace. Bohužel stagnuje naše členská základna, nedaří se získávat dostatečné počty mladých nových členů, jak si v podstatě každoročně při příležitosti shromáždění zástupců slibujeme. Nepodařilo se ani obnovit tradici odborných exkurzí pro členy klubu i další technickou veřejnost.

Pokud jde o finanční záležitost, podařilo se zejména díky inzerci pro Bulletin a smlouvám s MEP Postřelmov ukončit rok 2007 po hospodářské stránce s dostatečným přebytkem (ziskem):

Příjmy celkem:  
321.450,51 Kč

Vydání celkem:  
283.431,50 Kč

Výsledek hospodaření:  
+38.019,01 Kč

V představách a plánech na rok letošní - 2008 - vycházíme z toho, že by měla pokračovat činnost pro MEP Postřelmov a.s. a z významnějších akcí jsme spolupřátelé akce Principia Cybernetica. Klub Brno organizuje v tomto kalendářním roce rovněž shromáždění zástupců A.S.I. a organizačně připravuje jarní zasedání senátu 23.4.2008.

Zda se podaří získat nějaké nové mladé členy a obnovit tradici exkurzí ukáže teprve čas a další vývoj situace, i když nějaká jednání o možné exkurzi do severočeské uhelné doly již se zástupci klubu Most proběhla. Po finanční stránce, s ohledem na obě stěžejní akce, předpokládáme obrat podobný jako v roce minulém, tj. cca kolem 300.000,- Kč na straně příjmů i výdajů.

*Za výbor klubu A.S.I. Brno  
Ing. František Vdoleček  
doc. ing. Branislav Lacko*

## Informace o činnosti ASI, klubu MI-Pardubice, rok 2007

### Stručný výčet hlavních činností klubu v roce 2007:

Řešení cca 20 technických a výzkumných úloh pro řadu firem a organizací (MEP Postřelmov, LEAR CORPORATION Electrical and Electronics s.r.o., Vyškov; CZ LOKO, a.s. Česká Třebová; Dopravní podnik hl. m. Prahy, a.s.; ŠKODA TVC, s.r.o. Plzeň; J.Jindra s.r.o. - Kovárna mosazi, Praha; Holcim - Česko, a.s. Prachovice), s celkovým obratem 500 tis. Kč.

Organizování dvou vědeckých konferencí:

- ASI, klub MI-Pardubice dostal vzácnou příležitost ujmout se organizačního zabezpečení dalšího, tentokrát již čtyřadvacátého ročníku z řady pravidelně pořádaných mezinárodních kolokvií, které probíhalo v měsíci květnu (22.-24.5.), v reprezentativním prostředí hotelu Schindlerův háj Svítavy. Jednalo se o další z řady pravidelných setkání akademických pracovníků z pěti evropských zemí (Německo, Maďarsko, Polsko, Slovensko a ČR), zaměřených na problematiku „Advanced Manufacturing and Repair Technologies in Vehicle Industry“, jehož se od samého začátku aktivně účastní i zástupci Dopravní fakulty Jana Pernera.
- Dne 15. listopadu 2007 se uskutečnil v hotelu Schindlerův háj ve Svítavách další, v pořadí již sedmý ročník konference s mezinárodní účastí TechMat'07. Jednalo se o každoroční akci, pořádanou pod záštitou děkana DFJP a pod patronací katedry mechaniky, materiálů a částí strojů DFJP - společně s Asociací strojních inženýrů, klub MI Pardubice. Tato setkání jsou již tradičně zaměřena na problematiku perspektivních technologií a materiálů pro technické aplikace.

Finanční zabezpečení a zprostředkování zahraničního pobytu dvou pracovníků fakulty s vědecko-pedagogickým výstupem (příprava materiálů pro zvyšování kvalifikace účastníka formou zahájení habilitačního řízení na Dopravní fakultě Jana Pernera)

Udělení ceny Asociace strojních inženýrů prvního stupně (na základě posouzení studijních výsledků a obhajoby diplomové práce, ji udělila Asociace strojních inženýrů, klub MI-Pardubice, absolventu DFJP, panu: Martinu KOSTINECOVI;

tato cena je spojena s finanční odměnou ve výši 2.000,- Kč.

*Za Asociaci strojních inženýrů, klub MI - Pardubice  
Prof.Ing. Františka Pešlová, CSc., předsedkyně  
doc.Dr.Ing.Libor Beneš., hospodář*

## Zpráva o činnosti ASI-klubu Česká Třebová

Aktivity ASI-klubu Česká Třebová v roce 2007 směřovaly zejména k řešení vědecko-výzkumných projektů v oblasti kolejových vozidel. Jednalo se o řešení zakázek pro průmyslové podniky a výzkumné ústavy, se kterými přetrvává dlouhodobá spolupráce. Jsou to například Škoda Transportation s.r.o., Výzkumný ústav železniční a.s., Tatragónka a.s. Poprad a DT Výhybkárna a strojírna a.s. V roce 2007 bylo dokončeno a uzavřeno celkem 8 samostatných vědecko-výzkumných úloh. Jednalo se o řešení jak na bázi teoretické tak experimentální. ASI-klub Česká Třebová po zaplacení nákladů na řešení úloh využívá výnos především na podporu a rozvoj svého vysokoškolského pracoviště, jak už po stránce technické, nebo jako podpora studentům a doktorandům. Konkrétně šlo v tomto roce například o proplacení nákladů na konference pro doktorandy i zaměstnance, proplacení jízdného studentům například na exkurze. Také byly proplaceny odměny pro externího správce počítačové techniky, odměny studenta který vede katedrovou spisovnu a stejně tak jako loni byl poskytnut finanční dar stacionáři pro postižené děti (A-centrum) ve výši 10.000,-Kč. Dne 1.2.2008 se konala valná hromada, na které bylo hospodaření za rok 2008 schváleno. V nastoleném způsobu práce který směřuje k podpoře studentů, doktorandů a technického zázemí našeho kmenového pracoviště, bude klub kontinuálně pokračovat i v dalším období. Na zmiňované valné hromadě byly také rámcově představeny předpokládané aktivity klubu v roce 2008. Kromě získávání prostředků z řešení zakázek na poli vědecko-výzkumných projektů bude klub aktivní i na poli vzdělávacím. Bude se podílet na organizačním zajištění externí výuky odborné angličtiny pro studenty a především koncem roku začne s organizačními přípravami v pořadí 19. ročníku tradiční konference s mezinárodní účastí „Současné problémy v kolejových vozidlech“, která se uskuteční v roce 2009.

ASI-klub česká třebová má k dnešnímu dni 14 členů převážně z řad pedagogů Dopravní fakulty Jana Pernera, Univerzity Pardubice.



## **SMLOUVA č. 07**

**o členství organizace  
v České technologické platformě STROJÍRENSTVÍ, o.s.**

**Česká technologická platforma STROJÍRENSTVÍ, o.s.**

adresa: Univerzitní 8, 306 14 Plzeň, Česká republika

IČO: 22689982

číslo účtu: 43-2117580247/0100

zastoupená **prezidentem Doc. Ing. Karlem Šperlinkem, CSc.**

a

organizace: **Asociace strojních inženýrů ČVUT v Praze, Fakulta strojní**

adresa: Technická 4, 166 07 Praha 6, Česká republika

IČO: 40762424

DIČ

číslo účtu: 23437-061/0100

zastoupená **Ing. Radomírem Zbožínkem, prezidentem A.S.I.**

.....  
spolu uzavírají smlouvu tohoto znění:

1. Asociace strojních inženýrů ČVUT v Praze, Fakulta strojní se stává kolektivním členem České technologické platformy STROJÍRENSTVÍ, o.s. (dále jen ČTPS) s právem vyslat do jejího Valného shromáždění a do Výkonného výboru příslušného oborového seskupení svého zástupce s platným hlasem.

2. Organizace souhlasí se stanovami ČTPS a zavazuje se uhradit každý rok do 31.3. členský příspěvek ve výši minimálně 10000,- Kč. Výše členského příspěvku není omezena a organizace může příspěvek zvýšit podle vlastního uvážení. Částka nad stanovenou částku je pak příspěvkem organizace do „Fondu pro podporu zvyšování konkurenceschopnosti strojírenství v České republice“, spravovaného ČTPS.

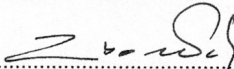
3. ČTPS bude vyvíjet pro organizaci prospěšnou aktivitu v rozsahu daném stanovami Společnosti. Zaměření této aktivity může organizace ovlivnit prostřednictvím svého zástupce ve Valné hromadě ČTPS a ve Výkonném výboru svého oborového seskupení.

4. Zástupcem organizace v ČTPS je Ing. Radomír Zbožínek, prezident A.S.I.

5. Členství organizace v ČTPS je možné ukončit vždy k 31.12. příslušného roku, za který byl zaplacen členský příspěvek a to na základě žádosti, projednané představenstvem ČTPS.

6. Obsah smlouvy lze měnit dodatkem ke smlouvě, podepsaným oběma stranami.

A.S.I. - Asociace strojních inženýrů  
sekretariát  
166 07 Praha 6, Technická 4



.....  
statutární zástupce organizace  
(razítko, podpis)

.....  
statutární zástupce ČTPS  
(razítko, podpis)

V Praze

dne 19. 7. 2008

V Plzni dne .....

## SPOLEČENSKÁ KRONIKA ČLENŮ ASI

### 80 let - Prof. Ing Antonín Liška, CSc., narozen 30.10.1928



Profesor Liška se narodil v Zástřizlech na Kroměřížsku. Po absolvování Střední průmyslové školy strojní v Brně v r. 1947 pokračoval ve studiu na Vysokém učení technickém v Brně, kde se díky stipendii a dalším příjmům brzy stal na rodičích nezávislý. Již během studia pracoval jako pedagogický asistent na VUT, kde se seznámil s profesorem Vladimírem Chlumským, pozdějším vedoucím Katedry kompresorů, chladicích zařízení a hydraulických strojů na Strojní fakultě ČVUT v Praze. Po absolvování VUT v roce 1951 odchází na výzvu profesora Chlumského spolu s ním na ČVUT v Praze, kde pracuje na zmíněné katedře jako jeho asistent. Kromě vlastní činnosti pedagogické (výuka kompresorů a související problematiky zpočátku prakticky pro celou fakultu, později ve specializaci Chladicí technika) se věnoval činnosti odborné – m.j. chladiče vzduchu pro pístové kompresory, hodnocení užitečných parametrů objemových kompresorů, tribotechnika kompresorů a znalecká činnost v oboru. Z četných partnerů z praxe z té doby lze namátkou jmenovat podniky: ČKD Kompresory, ČKD Žandov, VÚ ČKD, VKDI Orlík Česká Třebová, SZÚ Brno. V roce 1968 získal vědeckou hodnost Kandidáta technických věd a v roce 1977 byl po úspěšné habilitaci jmeno-

ván docentem. V tomto období se u nás stává „průkopníkem“ a zakladatelem oboru Technika stlačeného vzduchu, kterému se v té době ve světě již dostává oprávněné pozornosti s ohledem na jeho význam, nepostradatelnost a specifika na jedné straně a energetickou náročnost na straně druhé. V téže době se stal spoluzakladatelem nového studijního oboru „Hydraulické a pneumatické stroje“ na Strojní fakultě. V roce 1991 absolvoval profesorské řízení a byl jmenován profesorem pro obor pneumatických strojů.

Profesor Liška se během svého pedagogického působení podílel na výchově více než jednoho tisíce absolventů specializace a mnozí z nich na něho dodnes s úctou vzpomínají. Obětavě pracoval v řadě fakultních i rektorátních komisí (ediční, stipendijní, komise pro obhajoby disertačních prací ...). Po roce 1989, jako pedagogický proděkan, zastupoval dlouhodobě nemocného děkana a významně se podílel na přestavbě školy. Kromě bohaté publikační činnosti – více než desítky knih, kolem 30 titulů skript a více než dvojnásobek článků, garant mnoha odborných seminářů, nelze nevpomenout na jeho působení v odborných komisích a institucích: např. bývalá Čs. komise ISO TC 118, Oborová rada ČKD Kompresory, dlouholetý předseda COS ČSVTS Kompresory a další. Velkou zásluhu má i na založení Asociace strojních inženýrů, kde byl jedním z předních iniciátorů a spoluzakladatelů.

Výše uvedené „aktivity“ pana profesora Lišky byly po zásluze mnohokrát oceněny, m.j. také Felberovou medailí ČVUT II. stupně, kterou obdržel již u příležitosti 60. narozenin. V řadě aktivit pokračuje i v letech dalších, v současné době se m.j. podílí na odborné činnosti klubu důchodců FS a kolegové a přátelé doufají, že tomu tak bude i nadále!

Při příležitosti letošního krásného „kulatého“ životního jubilea bychom panu profesorovi Liškovi chtěli poděkovat za vše, co pro školu, obor a odbornou společnost vykonal a popřát mu do dalších let hodně zdraví, spokojenosti a dobré pohody v kruhu přátel a jeho rodiny.

**ASI - Asociace strojních inženýrů  
a S-KLUB Strojní fakulty ČVUT**

Vážená kolegyně, vážený kolego,

stejným způsobem jako posledně Vás zveme na technické úterky v zimním semestru 2008/2009, které zajišťují obě naše organizace společně.

Všechny přednášky jsou volně přístupné bez vložného a konají se

**vždy v první úterý v měsíci v 15 hodin**  
**v kongresovém sále Strojní fakulty ČVUT.**

Podle tohoto rozvrhu:

1. 2.9.2008 Ing. Jiří Strádal, Od rogalá k ultralightům
2. 7.10.2008 prorektor Prof.Ing. Jiří Bíla, DrSc., Nové trendy v automatizaci
3. 4.11.2008 Doc. Ing. František Hezoučký, CSc., Diskuse na téma nových projektů JE
4. 2.12.2008 Prof.Ing. Jan Macek, DrSc., Pohony automobilů s ohledem na spotřebu paliva a skleníkový efekt

S pozdravem

Doc.Ing. Daniel Hanus, CSc., Eur.Ing..  
předseda výboru ASI

Doc.Ing. Jar. Volčík, CSc..  
předseda S-klubu

3.7.2008

# Asociace inovačního podnikání ČR

vyhlašuje

**i**cena®  
**inovace**  
**roku**

13. ročník soutěže o Cenu

# **inovace roku 2008**

## Podmínky soutěže

- soutěže se může zúčastnit každý subjekt se sídlem v ČR;
- do soutěže se přihlašuje nový nebo významně zdokonalený produkt (výrobek, technologický postup, ostatní);
- přihlášený produkt musí být již průkazně úspěšně využíván (výrobek je uveden na trh, technologický postup je zaveden v praxi)

## Hodnotící kritéria:

- A – Technická úroveň produktu
- B – Původnost řešení
- C – Postavení na trhu, efektivnost
- D – Vliv na životní prostředí

Přihlášené produkty mohou autoři prezentovat ve výstavní části INOVACE 2008, Týden výzkumu, vývoje a inovací v ČR v Praze ve dnech 2. – 5. 12. 2008.

Produkty přijaté komisí Inovace roku budou zveřejněny v odborném časopisu **ip&tt** vydávaném AIP ČR, dalších médiích a na [www stránkách AIP ČR](http://www.stránkách AIP ČR).

Účastníci, kteří získají ocenění v rámci soutěže o Cenu „INOVACE ROKU 2008“ mohou využít výhod členů

*Klubu inovačních firem AIP ČR.*

## Přihlášky:

K účasti v soutěži o Cenu **INOVACE ROKU 2008** je možno získat podrobnější informace spolu s přihláškou (**uzávěrka přihlášek 31. října 2008**) na adrese:

**Asociace inovačního podnikání ČR**  
Novotného lávka 5, 116 68 Praha 1  
tel.: 221 082 275, fax: 221 082 276,  
e-mail: [svejda@aipcr.cz](mailto:svejda@aipcr.cz), [www.aipcr.cz](http://www.aipcr.cz)

**příloha ip&tt 2/2008 – transfer technologií IX**

# INOVACE ROKU 2008

Registrační poplatek: 3000 Kč (variabilní symbol: 122008)  
IČO 49368842, č.ú.: 42938-021/0100 KB Praha-město

1. Název přihlašovatele ..... Právní forma .....

2. Adresa .....

IČO..... DIČ..... Počet zaměstnanců .....

3. Kontaktní osoba ..... Funkce .....

4. Telefon ..... / ..... Fax ..... / ..... E-mail.....

5. Charakteristika produktu (max. 30 slov – pro zveřejnění v katalogu):

česky .....

anglicky .....

6. Do soutěže přihlašujeme

Název česky .....

anglicky .....

Obor .....

Číslo přihlášky a druh ochranného dokumentu: .....

7. Přílohy k přihlášce do soutěže o Cenu INOVACE ROKU 2008:

– podnikatelský titul: a) právnické osoby – kopie výpisu z obchodního rejstříku, jiného zřizovacího dokumentu, apod.

b) fyzické osoby – kopie živnostenského listu

– popis produktu v rozsahu max. 3 strany strojopisu obsahující

– charakteristiku produktu a jeho parametrů v porovnání se stávajícím vlastním a konkurenčním řešením v tuzemsku a v zahraničí

– patentovou situaci, právní ochranu nebo jiné průkazné doložení původnosti řešení

– přírůstek tržeb a rentability (nového produktu) u výrobce a u uživatele, perspektivy uplatnění inovace na trhu; úspora nákladů (u technologického postupu)

– údaje o vlivu produktu na životní prostředí (příznivě ovlivňuje, bez vlivu, škodlivý) a na zaměstnanost

– fotografie produktu (k doložení jeho charakteristiky)

Uzávěrka přihlášek: 31. října 2008, nutno odevzdat ve dvou vyhotoveních, zaslat též elektronicky

Datum .....

Podpis, razítko .....

**X příloha ip&tt 2/2008 – transfer technologií**

Techmania science center úspěšně ukončila kolaudační etapu rekonstrukce. Projekt tak dosáhl dalšího z milníků. Jedoucího k vybudování moderního interaktivního centra," uvedl ředitel Techmania Vlastimil Volák



## Techmania otevře na podzim

*Podzim letošního roku. Právě v tento čas přivítá první návštěvníky ojedinělé science centrum v České republice, Techmania sídlící v areálu plzeňské Škodovky. Společný projekt ŠKODA HOLDING a Západočeské univerzity, který podporuje město Plzeň, Plzeňský kraj i stát, bude mít několik základních částí. „Tou první a hlavní bude takzvané Edutorium – tedy stálá expozice, která bude živým, interaktivním způsobem představovat fyzikální jevy. Například i z učiva základních a středních škol, takže bude užitečné právě pro vzdělávání mladých lidí,“ vysvětluje Vlastimil Volák, ředitel Techmania.*

Právě tenhle aspekt navazuje na to hlavní, k čemu Techmania bude sloužit – tedy k přiblížení vědy a techniky mládeži, science centrum má přilákat zájemce ke studiu technických oborů. Techmania nabídne i zajímavou expozici věnovanou bohaté historii Škodovky a také časově ohraničené výstavy zaměřené na určité téma. „Považuji tento projekt za velmi prospěšný. Určitě pomůže k popularizaci vědy a techniky mezi mladými lidmi a také v neposlední řadě může velmi pomoci samotným pedagogům, což je velmi cenné,“ miní rektor Západočeské univerzity Josef Průša.

Jako sídlo Techmania slouží budova bývalé zbrojovky blízko třetí škodovské brány, která je ukázkou umu projektantů a stavebníků z doby před téměř sty lety. Tu pro potřeby science centra věnovala ŠKODA HOLDING. „Jsmo firma, která myslí na budoucnost. A právě učinit techniku a vědu mládeži atraktivnější, popularizovat tyto obory, je podle nás velmi prozíravé. V tuzemsku panuje nedostatek technicky erudovaných odborníků, chceme tento stav pomoci změnit. Techmania je jedním z nástrojů,“ uvedl generální ředitel Škodovky Jiří Zapletal.

Techmania, kterou bude provozovat obecně prospěšná společnost Regionální technické muzeum, otevře své brány na podzim tohoto roku. Časový plán o něco zpozdí nutná

výstavba takzvané reaktivní stěny. „Ta má zabránit průniku znečištěných podzemních vod mimo škodovacký průmyslový areál. Předpokládáme, že bude hotová zhruba v listopadu letošního roku, následně chceme Techmanii otevřít veřejnosti,“ sděluje Vlastimil Volák.

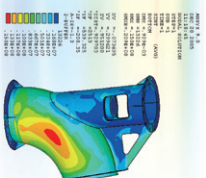
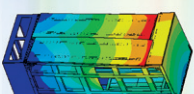
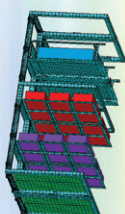
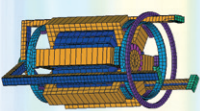
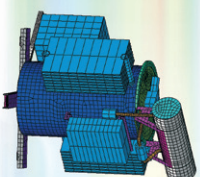
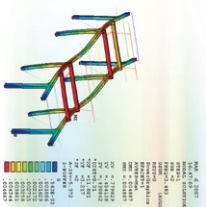
V rámci první etapy otevření Techmania se veřejnosti představí zhruba třetina z celkové plochy budovy určené pro science centrum.



# STEVENSON AND ASSOCIATES

Kancelář v České republice a. s. | člen skupiny Paul C. Rizo Associates | konstrukční mechanika, konzultáční a inženýrská firma

- návrhy a výpočty seizmicky odolných stavebních konstrukcí, potrubních systémů a zařízení;
- vývoj zjednodušených, bezpečných a cenově přijatelných analytických postupů pro konstrukčně-mechanické návrhy a výpočtová hodnocení stavebních konstrukcí, systémů a jejich komponent;
- vývoj zjednodušených, bezpečných a cenově přijatelných postupů založených na zkáseostech pro hodnocení seizmické odolnosti stavebních konstrukcí, systémů a jejich komponent;
- zjištění a analýzy poruch stavebních konstrukcí a komponent zařízení vystavených extrémním zatížením, dynamickým rážím, výbuchům, optickým a dalším extrémním zatížením;
- bezpečnostní analýzy jaderných elektráren a obecné tržkových staveb, jejich stavebních konstrukcí, systémů a komponent zařízení;
- návrhy a výpočty stavebních konstrukcí a zařízení odolných proti výbuchu a pádu letadel;
- návrhy a výpočty úložišť jaderného odpadu z hlediska odolnosti proti zemětřesení;
- kvalifikační zařízení bezpečnostních systémů z hlediska jejich odolnosti proti vlivům okolního prostředí (EQ), seizmicity a elektromagnetického rušení (EMI/RFI)



- hodnocení seizmické odolnosti nadzemních a podzemních potrubních systémů a souvisejících zařízení;
- použití dat ze seizmických zkoušek a z reálných zaměření: a použití přístupu SMA (Seismic Margin Assessment) pro hodnocení seizmické odolnosti a ověření seizmické způsobilosti konstrukcí, systémů a zařízení jaderných elektráren a obecně tržkových staveb;
- implementace procedury GIP/VER (Generic Implementation Procedure) pro nevypočtové hodnocení seizmické odolnosti jaderných elektráren s reaktory typu VVER;
- komplexní zajišťování dynamických zkoušek (plán, specifikace, realizace, vyhodnocení);

**STEVENSON AND ASSOCIATES**  
Kancelář v České republice a. s.  
Vejpřická 56  
ČZ-318 00 Pízeň  
Česká republika | Czech Republic

Teléfono | Phone: +420 377 350 233  
FAX: +420 377 350 230

Internet: [www.stevenson.cz](http://www.stevenson.cz)  
E-mail: [stevenson@stevenson.cz](mailto:stevenson@stevenson.cz)



STEVENSON AND ASSOCIATES