



**ČESKÁ SPOLEČNOST PRO TECHNICKOU NORMALIZACI, z.s.**

Zakládající člen Českého svazu vědeckotechnických společností

## **ZPRAVODAJ č. 66**

# **EVROPSKÉ NORMY V TECHNICKÉ PRAXI**

**Znojmo 24. a 25. září 2018**

Vydává: ČSTN, Novotného lávka 5, 116 68 Praha 1  
Telefon: +420 604 139 519, e-mail: [cstn@csvts.cz](mailto:cstn@csvts.cz)

Vychází nepravidelně podle potřeby  
Ke stažení v elektronické podobě na <http://www.cstn.cz>



## Obsah

<b>Aktuální situace v ocelářském průmyslu .....</b>	<b>3</b>
<b>Průmyslové vlastnictví, vynálezy, patenty, užité vzory, zlepšovací návrhy .....</b>	<b>7</b>
<b>Únava a křehký lom konstrukčních ocelí.....</b>	<b>8</b>
<b>Odstředivě lité konstrukční díly ze speciálních Ocelí a Ni - slitin.....</b>	<b>17</b>
<b>Technický servis pro ocelové výrobky skupiny TŽ / MS.....</b>	<b>21</b>



## AKTUÁLNÍ SITUACE V OCELÁŘSKÉM PRŮMYSLU

*Ing. Martin Karfus, CSc – Ministerstvo průmyslu a obchodu  
Mgr. Ondřej Štec, Ing. Vladimír Toman – Ocelářská unie, a.s.*

Situace v odvětví ocelářského průmyslu je již řadu let značně komplikovaná. O práci přišlo v průběhu krize od roku 2008 více než 90 000 pracovníků a výroba oceli v EU stále nedosáhla předkrizové úrovně roku 2007. Ocelářství v Evropské unii i nadále představuje cca 1,3% HDP a zaměstnává 328 000 pracovníků přímo a dalších několik set tisíc dalších pracovníků nepřímo. Podle různých studií se odhaduje, že na jedno pracovní místo v ocelářství je přímo i nepřímo navázáno 5 – 7 pracovních míst v jiných souvisejících odvětvích.

Dumpingové dovozy hutních výrobků z oceli nejen z Číny představují přímou hrozbu pro přežití výroby oceli v Evropské unii stejně jako cla uvalená ve výši 25% na dovozy hutních výrobků z EU na teritorium USA.

Evropské hutnictví železa se nachází ve fázi, kdy se rozhoduje o jeho budoucnosti nejméně na příštích 15 let. Mezi hlavní řešené problémy patří:

1. Dovozy oceli a výrobků z oceli z Číny i dalších zemí + dovozní cla na vývoz výrobků z oceli do USA
2. Nízká efektivita nástrojů na ochranu obchodu ze strany EU
3. Zpříšňované regulace pro podnikání v odvětví do roku 2030.
4. Efektivní využití finančních prostředků a fondů EU
5. Schopnost přizpůsobit se daným podmínkám včetně vývoje nových výrobků s vyšší přidanou hodnotou (výzkum, vývoj a inovace)

Ad 1.

Ocelářství po celém světě čelí velmi nízkým cenám a maržím. Hlavním důvodem je nadbytečná kapacita pro výrobu oceli (cca 700 mil. tun, z toho jen v Číně cca 400 mil. tun). V současné době jsme svědky budování dalších nových kapacit (Irán, Indie, Turecko). Situace byla již řešena (neúspěšně) před cca 10 roky na platformě OECD. Nyní země EU žádají tuto problematiku urychleně řešit a řešení opět proběhne v rámci OECD.

Dalším důvodem je, že evropské ocelárny byly nuceny snížit cenu svých výrobků, aby uspěly v celosvětovém tržním prostředí, přičemž musejí dodávat za ceny, které nemohou pokrýt ani výrobní náklady. Podle odhadů např. čínský ocelářský průmysl neustále zvyšuje své ztráty při klesající tuzemské poptávce po oceli. Reaguje na to tak, že při využívání ocelářských kapacit výrazně zvyšuje objemy exportu levné čínské oceli do celého světa, což vede k enormnímu zatížení globálního trhu a negativně ovlivňuje odbytové možnosti českých i evropských výrobků z oceli a tím i objem jejich výroby oceli. Od roku 2012 vzrostl dovoz z Číny do zemí EU více než dvojnásobně.

Novým prvkem v mezinárodním obchodu jsou dovozní cla, uvalená v červnu 2018 USA ve výši 25% na ocel a 10% na hliník.

USA nejsou hlavním, i když perspektivním vývozním teritoriem pro české hutníky. Hrozí však nebezpečí, že ocel, vyrobená v jiných teritoriích světa vč. Číny a určená pro trh USA v řádu desítek milionů tun/rok, objeví se na trhu EU a bude tak vytlačovat evropské výrobce i výrobce z ČR z tohoto trhu.

Mluví se také o ovalení dalších cel na další výrobky z EU, vyvážených do USA, při jejichž výrobě se spotřebovává ocel (např. osobní automobily). Tato cla by tak měla nepřímý vliv dalším tlakem na snížení spotřeby oceli a na snížení výroby oceli v EU.



Ad 2.

V této situaci bude rozhodující reakce EU na zvýšené dovozy výrobků z oceli na její vnitřní trh a výše případně uvalených dovozních cel. Je nutno zachovat férovou soutěž našich výrobců s výrobci mimo EU. Přijetí příslušných opatření pro zajištění tohoto požadavku je ze strany EU mnohem pomalejší než např. v USA. EU trvá až 16 měsíců, než je v rámci antidumpingového řízení konkrétní případ uzavřen a na výrobek uvaleno dodatkové clo. Současně ale pravidlo nižšího cla způsobuje, že uvalená cla jsou mnohonásobně nižší než v jiných zemích. Je nutné, aby EU zavedla opatření, která budou účinná (výše cla povede k zastavení dovozu výrobku) a současně rychlá (zavedení definitivního cla by mělo trvat maximálně 12 měsíců, předběžného mnohem kratší dobu).

Uvidíme, jak se bude situace v této oblasti vyvíjet. Aktuální situace bude komentována na místě.

Ad 3.

V rámci přejímání nové a novelizaci stávající legislativy pro ochranu životního prostředí v rámci EU i ČR musí ocelářství bojovat proti vyhlášení nerealných cílů, limitů a norem a usilovat o podpory technologií s pozitivním vlivem na životní prostředí a snižování emisí, především emisí do ovzduší. Je skutečností, že jsou již v této době dokončována legislativní opatření, která budou mít vliv nejen na ocelářství v období 2021 – 2030. Dosavadní návrhy v různých oblastech nejsou pro odvětví zpracovatelského průmyslu (např. výroba železa a oceli, chemický průmysl, výroba cementu a vápna) nijak vstřícné a mohou mít až likvidační charakter.

Tato skutečnost se projevuje především v rámci revize systému obchodování skleníkovými plyny pro období 2021 - 2030. V důsledku předepsaného meziročního snižování emisí CO<sub>2</sub> hrozí nedostatek povolenek zdarma a nutnost pro zajištění výroby povolenky dokupovat v aukcích. Současně vzrůstou těmto firmám náklady především v důsledku růstu ceny elektrické energie (na její výrobu nejsou povolenky zdarma poskytovány a výrobci si musí všechny povolenky nakoupit zdarma. Při růstu ceny povolenky nárůst plně promítnou do ceny pro podniky zpracovatelských odvětví). Při stanovení těchto nerealných cílů a omezení přidělování povolenek zdarma se může stát, že výroba zpracovatelských odvětví bude přesunuta mimo EU do zemí a regionů s velmi slabou až neexistující politikou ochrany klimatu a životního prostředí jako celku – v důsledku toho může dojít ke zvýšení emisí skleníkových plynů oproti současnosti.

Obdobné dopady mohou mít regulační cíle stanovené v jiných ekologických oblastech, jakými jsou např.

- nová chemická legislativa REACH (např. problematika kobaltu v ocelích),
- revize evropského předpisu BREF pro válcovny za tepla i za studena dlouhých i plochých výrobků, tažírny oceli a žárové zinkovny,
- implementace emisních limitů pro velká spalovací zařízení podle 2017/14442/EU,
- implementace emisních limitů pro střední spalovací zdroje,
- problematika oběhového hospodářství (tzv. balíček z května t.r.),
- snížení energetické náročnosti výroby a tím snížení spotřeb primárních energetických surovin (ropa, zemní plyn - snížení jejich dovozu do EU).

Pro většinu opatření vyplývajících z uvedených záměrů bude nutno obnovit a modernizovat výrobní základnu odvětví a dále snížit emisní zatížení okolí z provozu výrobních agregátů ocelářských podniků. K tomuto je nutno využít fondů EU v rámci jednotlivých operačních programů v rámci ČR (obhospodařují je jednotlivá ministerstva ČR). Při tom je nutno vzít do úvahy, že objem finančních prostředků pro období let 2021 – 2027 bude oproti období let 2014 – 2020 nižší téměř o 30% a dosáhne jen cca 460 miliard korun. Dá se předpokládat, že i nadále budou trvat omezení možností čerpání pro velké podniky s preferencí možností dotací pro malé a střední podniky. Jako příklad možností čerpání např. pro energetické úspory uvádíme jeden z programů spravovaných Ministerstvem průmyslu a obchodu.



Ad 4.

Pro období let 2014 – 2020 může ČR čerpat z fondů EU cca 630 miliard Kč ve více než 20 Operačních programech (životní prostředí, doprava, apod.). Pro průmysl je významné využít možností, které nabízí **OPERAČNÍ PROGRAM PODNIKÁNÍ A INOVACE PRO KONKURENCESCHOPNOST**.

Operační program Podnikání a inovace pro konkurenceschopnost (OP PIK) byl formálně schválen Evropskou komisí dne 29. 4. 2015 (Prováděcím rozhodnutím EK C/2015/ 3039 final).

OP PIK je stěžejním programem pro podporu českých podnikatelů v programovém období 2014 – 2020. Finanční prostředky z něj mohou žadatelé využít na spolufinancování podnikatelských projektů ve zpracovatelském průmyslu a souvisejících službách. Šanci mají projekty realizované na území České republiky kromě hlavního města Prahy. Z Evropského fondu pro regionální rozvoj je pro tento operační program připraveno celkem 4 331 mil. EUR, v přepočtu cca 112 mld. Kč. Celkem OP PIK obsahuje 5 prioritních os. Řídicím orgánem OP PIK je Ministerstvo průmyslu a obchodu ČR.

#### - **VÝZVY OP PIK**

Od počátku programovacího období bylo ke dni 7. 5. 2018 vyhlášeno celkem 176 výzev s alokací cca 114,4 mld. Kč průřezově všemi schválenými programy v rámci OP PIK.

Vyhlášení výzev v dostatečném objemu však stále neznamená jistotu včasného čerpání finančních prostředků. Finanční prostředky alokované ve výzvách musí být následně zazávkovány v rámci vydaných právních aktů a po realizaci projektů také řádně administrovány, aby mohly být považovány za úspěšně využité.

Z pohledu hodnocení skutečné rychlosti čerpání je nevhodnější použít údaje, jež odpovídají časově procesu, kdy jsou výdaje z realizace projektů na úrovni Řídicího orgánu zkontrolovány a vyúčtovány a následně jsou zaslány na Ministerstvo financí – Platební a certifikační orgán (MF-PCO) k dalším procesním krokům.

#### - **ROZHODNUTÍ O POSKYTNUTÍ DOTACE**

**Přehled stavu implementace OP PIK ke dni 7. 5. 2018:**

§ **podáno/zaregistrováno** v rámci dotačních projektů a technické pomoci již **6 528 plných žádostí** v pozitivních stavech v objemu **50,2 mld. Kč**

§ **schváleno** výběrovými komisemi **5 372 žádostí** v objemu **39,4 mld. Kč**

§ **Rozhodnutí o poskytnutí dotace** bylo vydáno pro **4 796 projektů** v celkové výši **33,9 mld. Kč**

#### - **SOUHRNNÉ ŽÁDOSTI PŘEDLOŽENÉ NA MF- PCO**

Údaj předložené finanční prostředky v souhrnných žádostech na MF-PCO zahrnuje finanční prostředky, které MPO předložilo MF-PCO v rámci souhrnné žádosti a MF-PCO provedl kontrolu jejich formální správnosti a zaúčtoval je v IS VIOLA.

Celkem bylo předloženo 31 souhrnných žádostí v objemu 9,3 mld. Kč.



	SŽ schválené v 2016	SŽ schválené v 2017	SŽ schválené v 2018	Celkem	Zbývá do SŽ *)
<b>OP PIK</b>	0,1 mld. Kč	7,3 mld. Kč	1,9 mld. Kč	9,3 mld. Kč	cca 10 mld. Kč

\*) v závislosti na vývoji kurzu EUR/CZK a vyjmutých neuznatelných výdajích v PO3 a PO4

#### - ŽÁDOSTI O PRŮBĚŽNOU PLATBU ODESLANÍ EK (CERTIFIKACE)

Hodnota tohoto finančního stavu uvádí výši finančních prostředků, které byly MF-PCO zaúčtovány a certifikovány a následně zahrnuty do žádosti o průběžnou platbu a odeslány EK k refundaci. Další certifikace k datu 28. 2. 2018 v objemu cca 1,5 mld. Kč, nebyla žiádována.

	Žádosti 2016	Žádosti 2017	Žádosti 2018	Celkem	Zbývá certifikovat *)
<b>OP PIK</b>	0,1 mld. Kč	6,6 mld. Kč	0	6,7 mld. Kč	cca 11 mld. Kč

\*) v závislosti na vývoji kurzu EUR/CZK a vyjmutých neuznatelných výdajích v PO3 a PO4. V rámci OP PIK budou využity zálohové platby.

### CÍL PRO ROK 2018

Na konci roku 2018 budou Řídící orgány od zahájení implementace poprvé konfrontovány s plněním pravidla n+3. Vzhledem k předpokládanému zrychlení čerpání a stanovenému cíli v roce 2018, **jímž je cca 18/19 miliard Kč** (na základě vývoje kurzu EUR/CZK a vyjmutí event. neuznatelných výdajů, zejména v PO3 a PO4) - z toho cca 8 mld. Kč bylo proplaceno do konce roku 2017, v roce 2018 pak cca 2,8 mld. Kč.

Základem pro naplnění tohoto cíle je dostatečně rychlé hodnocení nových žádostí o dotace, vyhlášení nových výzev v roce 2018 a zejména, aby příjemci dotací předkládali v termínech žádosti o platbu. To je klíčový předpoklad zrychlení čerpání evropských prostředků a nutno uvést, že příjemci dotací nepředkládají své žádosti o dotaci včas a tím částečně brzdí čerpání ESI fondů.

Ad 5.

Z uvedených skutečností vyplývá, že vývoj situace v odvětví výroby železa a oceli je velmi dynamický a vyžaduje často rychlé a odborně podložené reakce.

Velmi důležitou součástí reakcí je také vývoj nových výrobků s vyšší přidanou hodnotou. Pokud pomineme otázku modernizace výrobní základny, jsou zde nosnými aktivitami:

- Marketing – zjišťování budoucích požadavků odběratelských odvětví na kvalitu a užitné vlastnosti hutních výrobků,
- Na základě marketingu výzkum, vývoj a inovace hutních výrobků a zavádění výroby nových výrobků,
- Na základě ekologických požadavků vývoj, výzkum a inovace nových výrobních agregátů se sníženými emisemi a spotřebou energií a vyšším využitím vstupních materiálů,
- K tomuto využít finančních prostředků vyčleněných v rámci RFCS (Research Fund of Coal and Steel) i prostředků připravovaných k využití v rámci 9. Programového rámce EU (FP) pro výzkum a vývoj na léta 2021 – 2027.





## ÚNAVA A KŘEHKÝ LOM KONSTRUKČNÍCH OCELI

*Prof. Ing. Stanislav Věchet, CSc., ÚMVI, FSI, Vysoké učení technické v Brně*

*Prof. RNDr. Jan Kohout, CSc. Katedra matematiky a fyziky, FVT, Univerzita obrany v Brně*

*Ing. Karel Němec, PhD., ÚMVI, FSI, Vysoké učení technické v Brně*

### Úvod

Únava materiálu a křehký lom patří mezi nejčastější příčiny porušení strojních částí a konstrukcí. Mnohé z těchto havárií mají za následek obrovské ekonomické ztráty a v neposlední řadě i ztráty na lidských životech. Je tedy zřejmé, že studium těchto mezních stavů má nesmírný význam, jak pro bezpečný návrh konstrukce, tak i pro posouzení, zda stávající materiál je možno nahradit novým ekonomicky výhodnějším.

### Únavové zkoušky

Únava materiálu je proces změn strukturního stavu materiálu a jeho vlastností vyvolaný cyklickým zatěžováním. V průběhu tohoto zatěžování dochází v materiálu k hromadění poškození (k čerpání zásoby plastické deformace), které se v závěru procesu projeví růstem makroskopické trhliny a únavovým lomem. Celý tento únavový proces, od prvního zátěžného cyklu až po závěrečný lom, je možno rozdělit na tři stádia, plynule přecházející jedno v druhé [1, 2]:

#### 1. Stádium změn mechanických vlastností.

V důsledku akumulace plastické deformace se mění rozložení a hustota dislokací v materiálu. Materiál mění svoje mechanické vlastnosti, cyklicky změkčuje nebo zpevňuje.

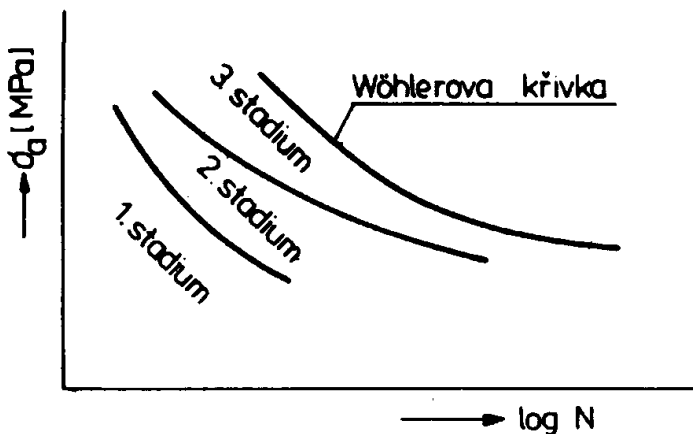
#### 2. Stádium vzniku únavových trhlin.

V důsledku pokračujících kumulace plastické deformace dochází na povrchu vzorku ke koncentraci napětí a deformace v okolí koncentrátorů napětí a ke vzniku prvních mikrotrhlin v těchto místech.

#### 3. Stádium šíření únavových trhlin.

V předchozím stádium vzniklé mikrotrhliny neustále rostou, přičemž z důvodu nerovnoměrného rozložení napětí a deformace se z některé z nich stane trhlina řídicí. Tato trhlina pak proroste značnou část vzorku, zatímco u ostatních trhlin je růst potlačen. Při překročení kritického napětí ve zbylé části vzorku dojde k závěrečnému dolomení. Třetí stádium je tedy ukončeno únavovým lomem součástí.





Obr. 1 Stádia únavového procesu

Prvé systematické únavové zkoušky při zatěžování ohybem za rotace provedl v letech 1852 - 1870 železniční inženýr August Wöhler. Na základě svých experimentů stanovil závislost počtu cyklů na působícím napětí. Tato závislost tzv. únavová neboli Wöhlerova křivka, jež v sobě zahrnuje všechny tři výše uvedené stádia, je dodnes nejpoužívanější únavovou charakteristikou.

#### Zkušební stroje a vzorky pro únavové zkoušky

Zkušební stroje pro únavové zkoušky je možno rozřítit podle následujících znaků:

1. Druh zatěžování (tah-tlak, plochý ohyb, ohyb za rotace, krut a kombinované namáhání).
2. Způsob zatěžování (konstantní amplitudou napětí nebo konstantní amplitudou celkové nebo plastické deformace).
3. Způsob vyvolání zatížení (mechanicky - závažím, pružinou nebo rotací nevyvážených hmot: hydraulicky, elektromagneticky apod.).
4. Charakter změn zatížení (periodické - sinusový nebo pilový průběh, složité náhodné zatěžování řízené počítačem).
5. Frekvence zatěžování (běžné stroje pracující s frekvencí 0,1 - 10 Hz a vysokofrekvenční pulzátory s frekvencí v rozmezí 100 Hz - 100 kHz).
6. Tvar vzorků (laboratorní vzorky, konstrukční prvky).



Na zkušební stroje jsou kladeny značné nároky. Stroj musí umožňovat pevné a stabilní uchycení zkušebních vzorků a zaručit, že se bude deformovat pouze vzorek, a ne rám stroje. Při zkouškách na rezonančních zařízeních musí být tvar a velikost zkušebního tělesa zvolena tak, aby byla splněna rezonanční podmínka pro danou frekvenci zatěžováním.

Mezi nejznámější zkušební zařízení patří univerzální únavové zkušební stroje fy Instron, MTS, Schenk, Amsler, a Zwick.

Zkušební tělesa, jež se obvykle používají pro laboratorní zkoušky, jsou válcová nebo plochá s jemně broušeným a leštěným povrchem o rozměrech funkční části 6 až 20 mm. Tělesa jsou buď hladká nebo s koncentrátorem napětí (vrub, otvor, osazení) pro stanovení vrubového součinitele  $K_f$  [3].

### Parametry cyklického zatěžování

Strojní součásti jsou v praxi vystaveny zcela nahodilému průběhu zatěžování. Tento průběh zatížení nelze v laboratorních podmínkách většinou namodelovat, a je zde proto snaha o zjednodušení. Nejčastějším případem je náhrada náhodného zatěžování sinusovým průběhem zatížení, viz obr. 5.

Cyklické zatěžování, jež má v čase sinusový průběh, mění svou hodnotu periodicky od maxima do minima. Základní charakteristiky zatěžovacího cyklu jsou znázorněny na obr. 2 a jsou definovány takto:

Doba kmitu  $T$  je nejmenší časový úsek, za který se opakuje stejný průběh napětí.

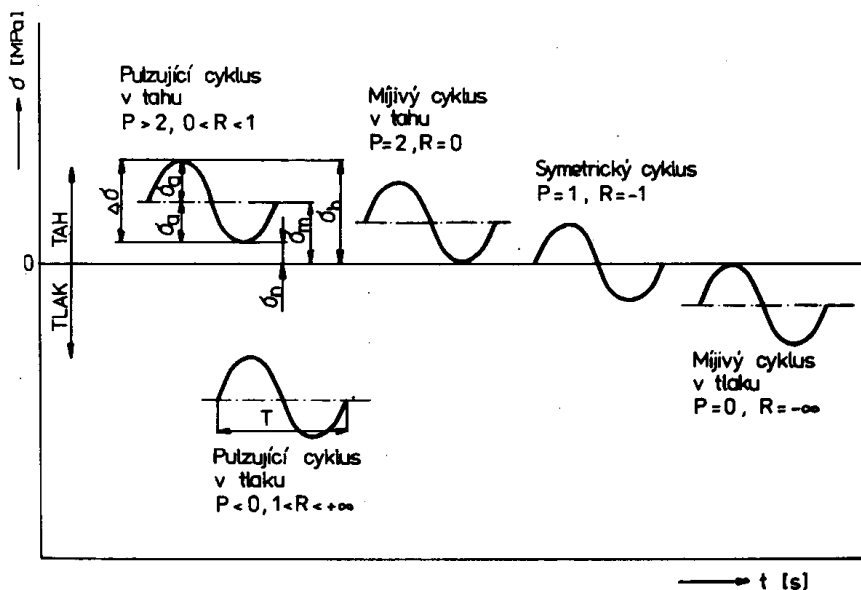
Horní napětí  $\sigma_h$  je maximální hodnota cyklického napětí. Dolní napětí  $\sigma_n$  je minimální hodnota cyklického napětí. Střední napětí  $\sigma_m$  neboli statická složka zátěžového cyklu je průměrná hodnota z horního a dolního napětí:

$$\sigma_m = (\sigma_h + \sigma_n)/2 . \quad [\text{MPa}] \quad (1)$$

Amplituda napětí  $\sigma_a$  neboli dynamická složka zátěžového cyklu je rovna polovině rozdílu horního a dolního napětí:

$$\sigma_a = (\sigma_h - \sigma_n)/2 . \quad [\text{MPa}] \quad (2)$$

Jak je zřejmé z obr. 2 může se zátěžný cyklus nalézat jak v tahové, tak i tlakové oblasti. Jestliže se střední napětí cyklu rovná nule je cyklus symetrický; v ostatních případech, kdy střední napětí je různé od nuly, jde o cykly asymetrické. Pro posouzení asymetrie byl zaveden parametr asymetrie  $R = \sigma_n/\sigma_h$  a nověji parametr asymetrie  $P = \sigma_h/\sigma_a$ ; oba parametry jsou svázány vztahem  $P = 2/(1-R)$ . Hodnoty obou parametrů pro dané cykly jsou uvedeny na obr. 2.



Obr. 2 Různé typy zátěžných cyklů a jejich charakteristiky

### Experimentální stanovení Wöhlerovy křivky a její vyhodnocení

Únavové zkoušky jsou zatíženy poměrně značným rozptylem naměřených napěťových hodnot životností na jednotlivých napěťových hladinách, takže pro přibližné stanovení Wöhlerovy křivky je potřeba 8 - 12 vzorků. Pro přesnější stanovení jejího průběhu, případně i pro její statistické vyhodnocení (konfidenční interval, levostranná toleranční mez) je potřeba 15 - 20 zkušebních těles, v některých speciálních případech až několik desítek vzorků.

Zkušební tyče pro stanovení jedné únavové křivky musí být stejné jak z hlediska materiálu jakosti povrchu, tvaru a rozměrů. První vzorek se zatíží napětím, jež je blízké mezi kluzu materiálu, další se postupně zatěžují napětím stále nižším, až se dosáhne hladiny napětí, při které vzorky vydrží bez porušení předepsaný počet cyklů  $N_C$ .

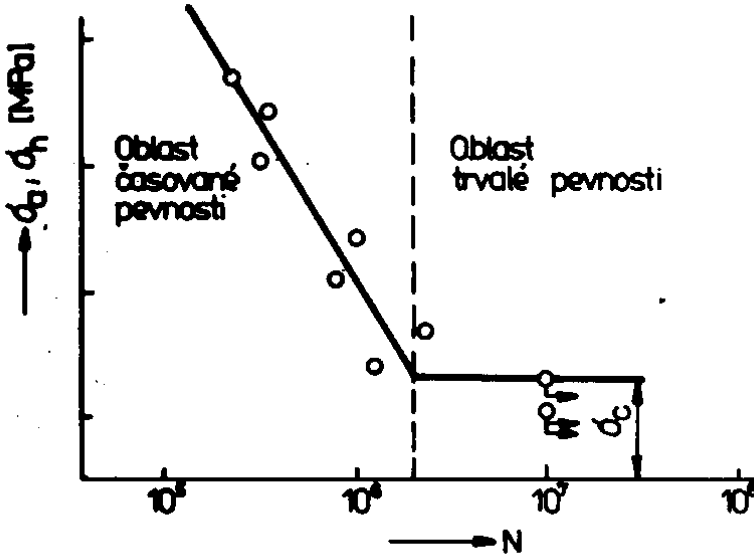
Podle československé normy [4] platí pro různé materiály tyto hodnoty  $N_C$  :

oceli, litiny, měď a její slitiny..... $10^7$  cyklů,

lehké kovy a jejich slitiny ..... $10^8$  cyklů.



Z takto získaných údajů se Wöhlerova křivka vyhodnotí nejčastěji v semilogaritmickém systému  $\sigma_n - \log N$ , případně  $\sigma_a - \log N$ , viz obr. 3, přičemž její průběh se aproximuje šikmou a vodorovnou přímkou.



Šikmá přímka, jež reprezentuje oblast časované pevnosti, se proloží souborem ukončených zkoušek. Vodorovná přímka, jež reprezentuje oblast trvalé únavové pevnosti a určuje mez únavy  $\sigma_{nc}$  nebo  $\sigma_c$ , se proloží souborem neukončených zkoušek tak, že odpovídá nejvyšší hladině napětí, kde se vyskytují pouze neukončené zkoušky. Rozdíl napětí mezi touto hladinou a nejnižším napětím ukončené zkoušky nesmí být větší než 3 - 15 MPa podle velikosti amplitudy napětí  $\sigma_a$ . Takto stanovená mez únavy  $\sigma_{nc}$ , nebo  $\sigma_c$  je v souladu s normou [5] dána mezní hodnotou horního napětí cyklu, při kterém ještě nedošlo k lomu nebo jinému únavovému porušení do základního počtu cyklů  $N_0$ .

Druhou možností je matematické zpracování výsledků měření pomocí metody nejmenších čtverců [6]. Experimentálními údaji se proloží regresní křivka, jež např. dle doporučení Weibula má tvar

$$\sigma - \sigma_\infty = K \cdot N^b, \quad [\text{MPa}] \quad (3)$$

kde  $K$ ,  $b$  - konstanta a exponent únavové křivky,

$\sigma_\infty$  - napětí pro nekonečný počet cyklů [MPa].

Tato křivka se blíží asymptoticky hodnotě  $\sigma_\infty$ . Mez únavy se z ní stanoví výpočtem pro

$N = 10^7$  nebo  $10^8$  podle druhu materiálu.



### **Nejdůležitější činitele ovlivňující mez únavy**

Hodnota meze únavy je ovlivněna celou řadou činitelů. Vliv nejdůležitějších faktorů (druh zatěžování, asymetrie zátěžného cyklu, velikost strojní součásti atd.) je diskutován autory v předchozím příspěvku [7].

### **Křehký lom**

Křehké porušení neboli křehký lom je velice nebezpečný mezní stav materiálu nebo konstrukce, neboť je doprovázen řadou nepříznivých okolností:

1. Vzniká náhle a šíří se velkou rychlostí, která je srovnatelná s rychlostí šíření se zvuku v kovech (1000 m/s).
2. Nemí doprovázen výraznější plastickou deformací, t.j. materiál nesignalizuje blížící se havárii.
3. Nastává při napětích nižších, než je mez kluzu materiálu.

### **Náchylnost materiálu ke křehkému lomu zvyšují následující faktory:**

1. Snížené teploty.
2. Velké rozměry tělesa.
3. Koncentrátoři napětí (řediny, vměstky, trhliny, vruby, změny průřezu atd.).
4. Strukturální nehomogenity (např. tepelně ovlivněná oblast svarů).
5. Dynamické zatěžování (rychlost zatěžování).
6. Velká elastická energie nahromaděná v tělese.

Odolnost materiálu proti křehkému lomu se v současné době hodnotí zejména na základě dvou koncepcí:

Koncepce tranzitní teploty, t.j. teploty, při níž materiál přechází z oblasti houževnatého chování do oblasti křehkého chování.

Koncepce lomové mechaniky LM (lomová mechanika popisuje principy iniciace a šíření trhlin z apriorních defektů).

V další části článku bude diskutována pouze koncepce tranzitní teploty.



## Zkouška rázem v ohybu podle Charpyho ČSN EN 10 045-1

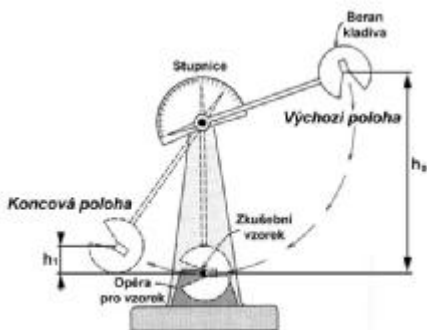
K posouzení houževnatosti materiálu při rázovém namáhání, reprezentované energií potřebnou k porušení zkušební tyče, slouží nejčastěji zkouška rázem v ohybu podle Charpyho. Podstata zkoušky spočívá v přeražení zkušební tyče jedním rázem kyvadlového kladiva za podmínek stanovených normou, přičemž zkušební tyč má uprostřed vrub a je podepřena na obou koncích. Měřenou veličinou je nárazová práce, která je měřítkem odolnosti materiálu proti porušení při rázovém namáhání a stanovuje se v Joulech.

Princip zkušebního zařízení, kyvadlového kladiva, je na obr. 4. Potenciální energie kladiva je dána součinem výchozí výšky kladiva  $h_0$  a hmotnosti beranu kladiva  $m$ . V laboratořích pro zkoušení kovových materiálů se nejčastěji používají kladiva o energii 300 J. Po spuštění beranu kladiva z výchozí polohy se potenciální energie postupně mění na kinetickou. Část této energie se spotřebuje na přeražení zkušební tyče (obr. 5) umístěné ve spodní úvratí kladiva. Rychlost dopadu kladiva se u zkušebních strojů zpravidla pohybuje v rozmezí 4,5 až 7  $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ . Po přeražení vzorku pokračuje beran kladiva v pohybu a vykývne se do výšky  $h_1$ . Nárazová práce vykonaná při přeražení zkušební tyče se určí jako rozdíl potenciální energie před a po zkoušce:

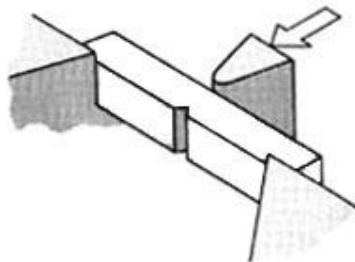
$$K = m \cdot g \cdot h_0 - m \cdot g \cdot h_1 \quad (4)$$

Technicky jednodušší je místo výšky měřit úhel výkyvu ramene beranu kladiva a z něj určovat hodnotu nárazové práce. Na starších kyvadlových kladivech je v místě zavěšení kladiva vlečná ručička, pomocí které se měří úhel vzestupu. Stupnice pod ručičkou je cejchována v joulech. Moderní kladiva jsou vybavena elektronickými snímači úhlu a číslicovým ukazatelem nárazové práce.

Naší národní specialitou je stanovení hodnoty vrubové houževnatosti jako podílu nárazové práce k ploše průřezu pod vrubem, a to v nestandardních jednotkách  $\text{J}/\text{cm}^2$ . Tato u nás dříve běžně používaná materiálová charakteristika, vrubová houževnatost, není v souladu s platnou normou ČSN EN 10045-1[8], je pouze uvedena v národní (informativní) příloze této normy.



Obr. 4: Charpyho kladivo



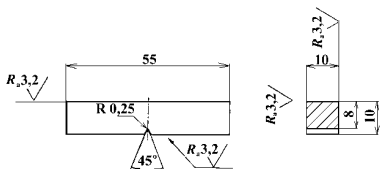
Obr. 5: Poloha zkušební tyče



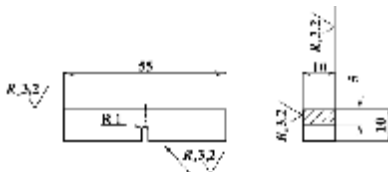
## Zkušební tyče

Rozměry zkušební tělesa i vrub jsou standardizované. Předepsaná délka zkušební tyče je 55 mm a její průřez je (až na výjimky) čtvercový s délkou strany 10 mm. Ve středu zkušební tyče je vrub. Jsou předepsány dva typy vrubů:

- V-vrub, s úhlem rozevření  $45^\circ$ , hloubkou 2mm a poloměrem zaoblení u dna kořene vrubu 0,25 mm (obr. 6). Není-li možno ze zkoušeného materiálu zhotovit vzorek základních rozměrů, je možné použít zkušební tyč menších rozměrů, o šířce 7,5 mm nebo 5 mm. Vrub je pak na jedné z užších ploch. Nárazová práce určovaná na vzorcích s V-vrubem se označuje KV.
- U- vrub, který má hloubku 5 mm a poloměr zaoblení dna vrubu 1 mm (obr. 7). Mimo to se ještě v národní (informativní) příloze normy ČSN EN 10045-1 říká, že v České republice se zkouška rázem v ohybu provádí na zkušebních tyčích s U- vrubem s jinou hloubkou vrubu než je 5mm (např. 2mm a 3mm) a jiných šířkách tyčí než je 10 mm (například 7,5mm a 5 mm). Nestandardní tyč s U-vrubem však nejsou v souladu s platnou normou ČSN EN 10045-1. U tyčí s U-vrubem je nárazová práce označována KU.



Obr. 6: Vzorek s V-vrubem



Obr. 7: Vzorek s U-vrubem

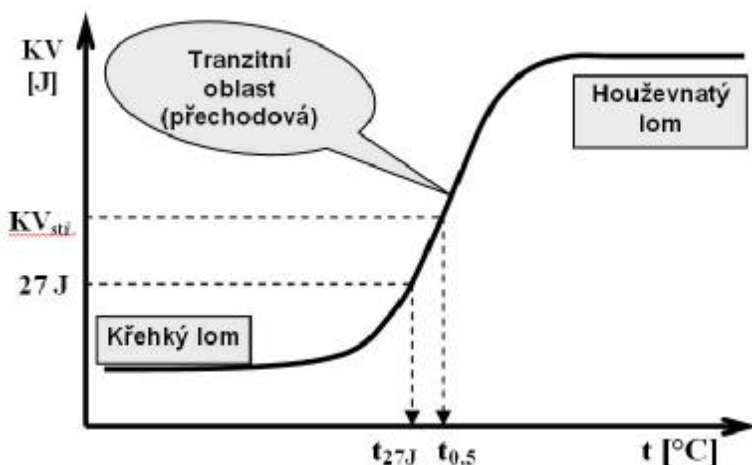
- Při výrobě zkušebních tyčí je třeba dbát na to, aby ovlivnění materiálu např. tvářením za studena nebo ohřevem bylo co nejmenší. V případě výroby vrubu je třeba, aby ve vrubu nebyly pouhým okem viditelné rýhy rovnoběžné s kořenem vrubu. Obdobná pravidla platí i při označování zkušebních tyčí.

## Použití zkoušky rázem v ohybu

Zkouška podle Charpyho se používá k hodnocení křehkosti resp. houževnatosti materiálu. Je vhodná jednak ke srovnávání lomového chování různých materiálů při rázovém namáhání za předepsané teploty a jednak k hodnocení tranzitního lomového chování materiálů (změna charakteru lomu v závislosti na poklesu teploty), především konstrukčních ocelí.

Pro hodnocení tranzitního lomového chování se určuje závislost nárazové práce na teplotě. Vliv teploty na hodnotu nárazové práce materiálu, který vykazuje tranzitní lomové chování, je ukázán na obr. 8. Za nízkých teplot je lom křehký (energetické hledisko) a materiál se porušuje štěpně (hledisko mechanismu porušování). V závislosti na rostoucí teplotě hodnota nárazové práce prudce roste, tato oblast se nazývá tranzitní nebo též přechodová. Při dalším zvyšování teploty nárůst hodnot nárazové práce ustává, lom se stává houževnatým a materiál se porušuje tvárně. Poloha kritické tranzitní oblasti je výrazně závislá jak na materiálu (chemické složení, struktura), tak na geometrii vrubu a bývá charakterizována pomocí tranzitní teploty. Rozlišujeme tyto základní tranzitní teploty:

- tranzitní teplota  $t_{27J}$  (příp.  $t_{40J}$  nebo  $t_{60J}$ ) – určuje se pro danou hodnotu nárazové práce
- tranzitní teplota  $t_{0,5}$  – určuje se pro střední hodnotu nárazové práce
- tranzitní teplota  $t_{50\%}$  – určuje se ze vzhledu lomové plochy pro 50% tvárného lomu



Obr. 8: Tranzitní křivka

#### Instrumentovaná zkouška rázem v ohybu

V některých případech se uplatňuje i tzv. instrumentovaná zkouška rázem v ohybu, kdy je zkušební stroj vybaven elektronikou. Kyvadlové kladivo je na břitu beranu vybaveno snímačem síly a v oblasti podpěr vzorku snímači přemístění. Touto instrumentovanou zkouškou je měřitelný průběh síly na přemístění, který je podobný diagramu zjištěnému při tahové zkoušce.

#### Literatura

- [1] KLESNIL, M., LUKÁŠ, P. Únava kovových materiálů při mechanickém namáhání. ACADEMIA, Praha 1975.
- [2] VELES, P. Mechanické vlastnosti a skúšanie kovov. ALFA/ SNTL, Bratislava 1985.
- [3] PETERSON, R. E. Stress Concentration Factors. John Wiley and Sons, 1974.
- [4] ČSN 420362 Zkoušky únavy kovů – Základní pojmy a značky. ÚNM, Praha 1986.
- [4] ČSN 420363 Zkoušky únavy kovů – Metodika zkoušení. ÚNM, Praha 1986.
- [6] ČSN 420368 Zkoušky únavy kovů – Statistické vyhodnocování zkoušek únavy kovů. ÚNM, Praha 1973.
- [7] VĚCHET, S., KOHOUT, J., NĚMEC, K. Únava kovových materiálů. Zpravidlo č. 62, Evropské normy v technické praxi, ČSTN, Praha 2016.
- [8] ČSN EN 10045-1 Kovové materiály – Zkouška rázem v ohybu podle Charpyho. ČNI, Praha 1998.





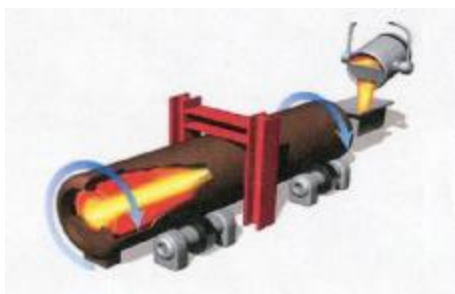
## ODSTŘEDIVĚ LITÉ KONSTRUKČNÍ DÍLY ZE SPECIÁLNÍCH OCELÍ A NI-SLITIN

Ing. Erich Přibil, CSc. Bohdan Bolzano s.r.o. Kladno

### Princip odstředivého lití

Tekutá ocel nebo slitina, vyrobená metalurgickými pochody v pecních agregátech, např. v indukčních pecích, se vlévá do kokily (formy) rotující při vysokých otáčkách. Působící odstředivá síla (120 násobek gravitace) tlačí taveninu na vnější stěnu kokily, kde řízeně tuhne. Vzniklá struktura je velmi homogenní a vysokého stupně čistoty. Případné nečistoty vlivem rozdílné hmotnosti se mohou vyskytovat pouze na vnitřním povrchu odlitku a při následném obrábění se odstraní. Značné zhutnění zamezuje vzniku poróznosti a jiných vnitřních nečistot.

Podle osy rotace formy se rozlišuje odstředivé lití horizontální a vertikální. Odlitek je duté rotační těleso válcovitého nebo kónického tvaru.





### Další zpracování odlitků



Povrch odlitků se tryskáním zbavuje zbytků keramiky. Následuje hrubování s přídatky pro obrábění na hotový rozměr podle zadání objednatele. Ohrubované odlitky se tepelně zpracují žháním nebo jiným způsobem podle druhu materiálu a účelu upotřebení (zúšlechťování, rozpouštěcí žhání, vytvrzování). Ohrubovaný odlitek většinou slouží jako polotovar pro výrobu konkrétních konstrukčních dílů dalším obráběním

### Příklady hotových dílů vyrobených z odstředivě litého polotovaru





### Porovnání vlastností odlitků odstředivě litých s odlitky odlévaných gravitačním litím

Gravitační (statické) lití	Odstředivé lití
Tuhnutí odlitku probíhá za působení přirozené gravitace. V odlitcích se mohou vyskytovat vnitřní nečistosti (porézita, lunkry) a nekovové vměsky.	Vytváří vlivem působení odstředivé síly homogenní strukturu, blízkou struktuře tvářené o vysoké čistotě a bez vad, které se vyskytují při statickém lití.
Mechanické vlastnosti odpovídají litému stavu (anizotropie vlastností vyplývající z nehomogenní struktury).	Pro dané značky ocelí jsou mechanické vlastnosti po odpovídajícím tepelném zpracování blízké hodnotám tvářeného materiálu, např. výkovkům.
Příprava licí soupravy je poměrně nákladná (výroba modelů). Technologie gravitačního lití je spojena také s nižším výtěžkem použité taveniny (ztráty taveniny ve vtokové soustavě).	Pro lití se používají opakovaně použitelné kokily různých formátů v počtu pokrývajícím široký výrobní sortiment odlitků. Výběr vhodné kokily se řídí vnitřním průměrem, silou stěny a požadovanou délkou odlitku.
Tvaru odlitku je třeba přizpůsobit druh odlévaného materiálu. Volba materiálu pro daný účel použití je tím omezena na materiály s dobrou zatékavostí.	Pro volbu materiálu neexistují prakticky žádná omezení. Proto lze akceptovat i zvláštní požadavky např. na chemické složení odlitku. Lze vyrábět jednotlivé kusy i malé série odlitků.
Technologie gravitačního lití je vhodná pro větší série odlitků (násobné využití modelů).	Odstředivé lití umožňuje vyrábět bimetalické odlitky ze dvou odlišných materiálů. Např. vnější vrstva je tvrdá (otěruvzdorná), vnitřní měkká (svařitelná).



### Uplatnění odstředivě litých odlitků v různých průmyslových oborech

Obor	Příklady dílů	Používané materiály
Stavba lodí	Opláštění lodních hřidelů, šachtice pro periskopy a antény, vodící pouzdra, kloubní pouzdra a další.	Korozivzdorné oceli o vysoké pevnosti a houževnatosti, nemagnetické slitiny.
Potravinářství, farmacie, biotechnologie	Dekantéry a separátory pro oddělování tuhých a kapalných fází (čistírny odpadních vod); kónická a cylindrická rotační tělesa; těsnění, pouzdra, příruby a další.	Korozivzdorné oceli a slitiny též ořezivzdorné se zaručenou svařitelností. Austenitické a duplexní korozivzdorné oceli; niklové slitiny.
Pumpy a armatury (chemický a potravinářský průmysl, energetika, naftový průmysl, vodní hospodářství)	Rozměrově atypická potrubí a potrubní díly, kulové ventily, těsnící elementy, vodící pouzdra.	Korozivzdorné a ořezivzdorné materiály. Martenzitické, austenitické a duplexní korozivzdorné oceli a slitiny.
Hutní průmysl a galvanizovny	Různé dopravníkové válečky pro zařízení kontinuálního lité a tvářecích provozů, vodící, stabilizační a uzemňovací válce pro galvanizovny, válce pro pozinkovny a pocínovny.	Korozivzdorné a žárovzdorné oceli a slitiny, oceli odolné vůči tepelné únavě, ořezivzdorné a dobře svařitelné. Bimetalické materiály.
Papírenský průmysl	Papírenské válce (odsávání vlákniny, šíření papíru, kroužky pro rozvlákňovací stroje)	Různé druhy korozivzdorných ocelí.
Další obory: Mlýny a mlecí zařízení; výroba kompresorů; konstrukce motorů; filtrační technika; všeobecné strojírenství.	Cylindrická a kónická tělesa rotačního tvaru s vnitřním otvorem.	Korozivzdorné, žárovzdorné, ořezivzdorné oceli a slitiny i s požadavky na dobrou svařitelnost.



## TECHNICKÝ SERVIS PRO OCELOVÉ VÝROBKY SKUPINY TŽ/MS (TRINECKÉ ŽELEZÁRNY/MORAVIA STEEL)

### **Servis na výrobky, technická standardizace, technická knihovna včetně rešerší ze světové literatury a překlady**

*Ing. Gustav Chwistek, TRINECKÉ ŽELEZÁRNY, a.s. Třinec*

### **Servis na ocelové výrobky z provenience TŽ/MS**

Vyrábět a prodát ročně téměř 2,4 mln tun válcovaných výrobků, kontislitků a ingotů v různých značkách a sortimentech představuje nemalý um zaměstnanců výrobních osádek provozů, technologie a prodejců MS. Definice „Zero defect“ a spokojenost zákazníka je zavedena v „Plánu zlepšování kvality a EMS“ pro všechny naše zaměstnance, avšak nikdo není dokonalý. Rostoucí požadavky zákazníků přispívají k tomu, že se objeví někdy nějaký problém, který je nutno vyřešit ke spokojenosti zákazníka. Všeobecné obchodní dodací podmínky platné od 1. 1. 2014 (jinak součást každé kupní smlouvy), v kap. VII. definují pro naše dodávky příslušná práva a povinnosti v případě odchylné kvality.

Komunikace se zákazníkem ve věci případné vadné výroby, promptní rozbor reprezentativních vzorků a zpětná analýza toku výroby je základem činnosti našich techniků oddělení TTs - Servis pro maximální zrychlení a korektní vyřizování stížností. V interní legislativě je detailně popsán způsob řešení stížností zákazníků a v příslušné kapitole je uveden popis řešení případných problémů u dodávek pro automobilový průmysl včetně postupu pro řešení odchylné výroby formou 8D reportu, tj. zjištění kořenové příčiny vzniku vady materiálu a zavedení příslušných opatření.

V květnu t. r. jsme obhájili systémový audit dle mezinárodního standardu IATF 16949:2016, podle kterého byl proveden audit společnosti TŮV Nord Czech s.r.o.

V případě prověřování činnosti, které zabezpečuje oddělení TTs – Servis, se nedávný systémový audit týkal zejména procesu řešení jednotlivých případů reklamací od zákazníků pro automobilový průmysl včetně řešení odchylné výroby formou 8D-reportu a zabezpečení řízení všech druhů technických norem ve skupině TŽ/MS.

Co je vlastně 8D report?

Jedná se o metodu používanou ke zlepšení kvality ve výrobě. Smyslem je identifikovat, napravit a eliminovat opakování problému. Zavádí trvale nápravná opatření a zaměřuje se na původ problému určením jeho kořene. V podmínkách TŽ je tento systém zaveden již od r. 2000 a od 4. kv. 2013 je v provozu nová elektronická aplikace v intranetu (Lotus Notes) s příslušnými právy pro cca 60 účastníků v rámci výrobních provozů TŽ, technologie, zaměstnanců útvarů řízení kvality a prodejců MS.

Předností této aplikace je zejména elektronický koloběh pro vyplňování jednotlivých sekcí všech zúčastněných zaměstnanců. Pro zjištění kořenové příčiny vadnosti dodávky je používána metoda „5 x proč“, aktualizace FMEA (analýza rizik) a zavedení opatření pro zamezení opakovatelnosti vady. Samozřejmě termínové navedení a vytvoření 8D reportu je propojeno s požadavky zákazníka tak, aby byly splněny specifické požadavky zavedené v „Dohodách o kvalitě“.

Pro snadnější pochopení jednotlivých kroků 8D reportu proběhla celá řada interních školení a rovněž i školení prostřednictvím lektorů Domu techniky Ostrava, kde si současní účastníci řešení 8D reportu z jednotlivých provozů a odborných útvarů mohli na konkrétních příkladech simulovat způsob řešení.



## Technická standardizace

Téměř každá prověrka externími auditory TÜV Nord Czech s.r.o. nebo i interními auditory pro procesy Řízení dokumentace a záznamů je zaměřena na objednávání, distribuci a archivaci všech druhů technických norem ve skupině TŽ/MS.

Prostřednictvím SW firmy Normservis s.r.o. je zavedena centrální evidence fondu technických norem (od 1. kvartálu 2018 včetně zahraničních), které jsou registrovány ve skupině TŽ/MS. Pro názornost níže uvádím počty evidovaných technických norem všech druhů v rámci skupiny TŽ/MS:

- registrované ČSN normy a ostatní u **90** pověřených zaměstnanců **61 380 ks\***, z toho
    - o ČSN normy (v archivu TTsn) **8 337 titulů**
    - o zahraniční národní normy **650 titulů**
    - o podnikové normy (PN) **186 titulů**
    - o technické podmínky (TP) **69 titulů**
  - plnotexty technických specifikací od zákazníků **595 titulů**
- \* v současné době je registrováno v rámci TŽ/MS 12 přístupů ČSN on-line

## Technická knihovna

Knižní fond čítá cca 18 000 titulů a 60 titulů tuzemských a zahraničních odborných časopisů ([www.trz.cz/knihovna](http://www.trz.cz/knihovna)), které spravujeme v knihovním systému pro on-line katalogizaci a půjčování knih. Velký důraz je kladen **na problematiku rešerší**, kde k jednotlivým nosným programům a důležitým výrobním agregátům jsou dle klíčových slov (75 hesel) měsíčně zasílány anotace ze světové technické literatury. Jedná se celkem o 13 nosných programů s následným rozdělením dle sortimentu:

- Oceli pro sochorovou válcovnu Kladno
- Oceli z elektroocelárny
- Tyčové oceli pro automobilový průmysl
- Šroubárenské oceli
- Výroba trubek
- Pružinové oceli
- Řetězové oceli
- Ložiskové oceli
- Tažená ocel
- Předlitky pro přímé dodávky a oceli pro nápravy
- Kolejnice
- Dráty z kontidrátové tratě
- Nakládání s odpady a vedlejšími produkty

Rešeršní činnost stejně jako překladatelská agenda je transparentně navedena v intranetu i pro ostatní zájemce ze skupiny TŽ/MS. V současné době testujeme sofistikovaný software pro překlady od firmy STAR Group, který co nejdříve budeme využívat pro vlastní zajištění odborných překladů, a to hlavně pro zefektivnění a zkvalitnění překladatelské činnosti.

Počínaje 1. kvartálem 2018 **Ocelářská unie a.s.** (nástupce HŽ, a.s., Praha) prostřednictvím virtuálního uložiště (cloudu) sleduje nejnovější aktivity v oblasti revizí a tvorby nových norem ISO a EN potřebných pro naši činnost. V souvislosti s auditem dle IATF 16949:2016 jsme propojeni s ČSJ (Česká společnost pro jakost, z.s.), a to hlavně z důvodu zajišťování nových publikací týkajících se zejména automobilového průmyslu (dokumenty VDA – Verband der Automobilindustrie). Návštěvníci studovny technické knihovny mají dále možnost seznámit se kromě odborných publikací i s tituly knih z našeho okolí, které sponzoruje skupina TŽ/MS. Níže v grafu je uvedena návštěvnost technické knihovny za poslední 3 roky včetně počtu nově registrovaných čtenářů.



### Spokojenost zákazníků – priorita č. 1

V řadě dokumentů systému jakosti a rovněž v „Etickém kodexu TŽ, a.s.“ jsou definovány způsoby chování k zákazníkům.

Splnění specifických požadavků zákazníků dle „Dohod o jakosti“ a promptní reakce na případné vadné plnění jsou našimi hlavními atributy pro plnou spokojenost našich zákazníků.

#### Technická knihovna 2016 - 1. pololetí 2018

Období	Návštěvníci celkem	Noví čtenáři celkem
2016	1380	38
2017	1549	38
01.-06.2018	947	10

