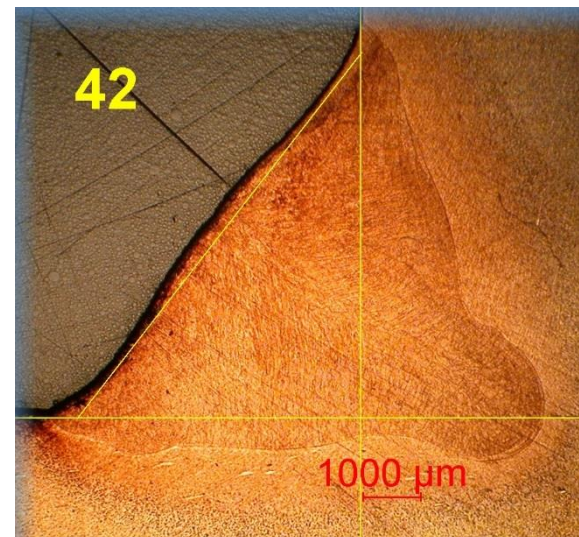
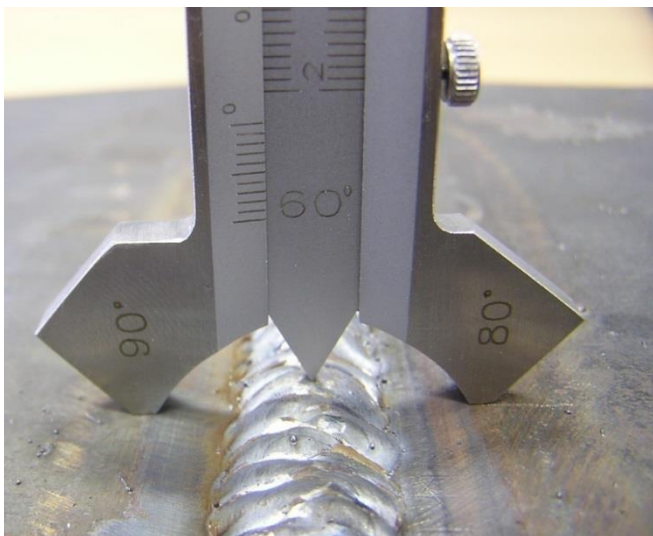


## Pracovní zkoušky pro oblast ŽKV - Praktický seminář



Ing. David Hrstka, Ph.D. – IWE

**Nedestruktivní zkoušení svarů – Vizuální kontrola  
tavných svarů****ČSN  
EN ISO 17637**

05 1180



ČSN EN ISO 17637 Tato norma EN ISO 17637:2011 se vztahuje na vizuální kontrolu tavných svarů u kovových materiálů. **Specifikuje podmínky provedení vizuální kontroly svarů před, během a po dokončeném svařování**, nedefinuje však rozsah kontroly. Uvádí doporučené vybavení měrkami pro kontrolu profilu svarů, a dále potřebné vybavení pro přímou a nepřímou vizuální kontrolu svarů. Tato norma doporučuje, aby personál byl kvalifikován podle ISO 9712 nebo srovnatelné normy ve vhodném kvalifikačním stupni a v relevantním průmyslovém sektoru.



# Obsah

## Strana

Evropská předmluva.....	4
Předmluva .....	6
1     Předmět normy.....	7
2     Citované dokumenty .....	7
3     Termíny a definice.....	7
4     Podmínky kontroly a vybavení .....	7
5     Kvalifikace personálu .....	7
6     Vizuální kontrola.....	8
6.1   Obecně.....	8
6.2   Vizuální kontrola přípravy spoje .....	8
6.3   Vizuální kontrola během svařování .....	8
6.4   Vizuální kontrola dokončeného svaru .....	8
6.4.1   Obecně.....	8
6.4.2   Čistění a úprava .....	8
6.4.3   Profil a rozměry .....	9
6.4.4   Kořen a povrchy svaru .....	9
6.4.5   Tepelné zpracování po svařování .....	9
6.5   Vizuální kontrola opravovaných svarů.....	9
6.5.1   Obecně.....	9
6.5.2   Částečně odstraněný svar.....	9
6.5.3   Úplně odstraněný svar .....	9
7     Protokoly o kontrole .....	9
<b>Příloha A</b> (informativní) Příklady zkušebního vybavení .....	11
Bibliografie.....	16

## 1 Předmět normy

Tento dokument specifikuje vizuální kontrolu tavných svarů kovových materiálů. Může být rovněž používán pro vizuální kontrolu spojů před svařováním.

## 2 Citované dokumenty

V tomto dokumentu nejsou žádné odkazy na citované dokumenty.

## 3 Termíny a definice

Tento dokument neobsahuje žádné termíny a definice.

ISO a IEC udržují terminologické databáze pro použití v normalizaci na uvedených adresách:

- IEC Electropedia: dostupné na <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: dostupné na <http://www.iso.org/obp>

## 4 Podmínky kontroly a vybavení

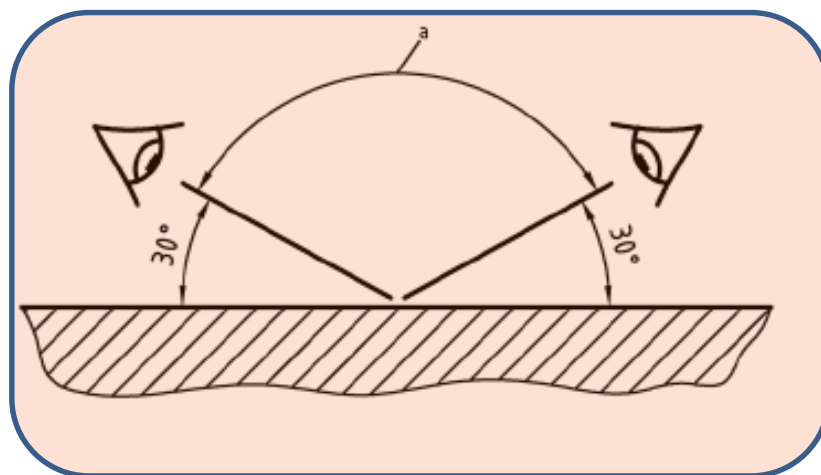
Intenzita osvětlení bílým světlem na povrchu musí být minimálně 350 lx; nošení lehce zabarvených ochranných brýlí (například ochranných slunečních brýlí) zvyšuje požadavek na minimální osvětlení. Přesto se ale doporučuje 500 lx.

Pro přímou vizuální kontrolu musí být dostatečná přístupnost pro umístění oka ve vzdálenosti do 600 mm od kontrovaného povrchu a pod úhlem ne menším než 30° (viz obrázek 1).

## 4 Podmínky kontroly a vybavení

Intenzita osvětlení bílým světlem na povrchu musí být minimálně 350 lx; nošení lehce zabarvených ochranných brýlí (například ochranných slunečních brýlí) zvyšuje požadavek na minimální osvětlení. Přesto se ale doporučuje 500 lx.

Pro přímou vizuální kontrolu musí být dostatečná přístupnost pro umístění oka ve vzdálenosti do 600 mm od kontrolovaného povrchu a pod úhlem ne menším než 30° (viz obrázek 1).



<sup>a</sup> Rozsah

Obrázek 1 – Přístup pro kontrolu

Jestliže přístup pro kontrolu podle obrázku 1 není možný, nebo pokud je to specifikováno ve výrobní normě, musí se zvážit dálková (nepřímá) kontrola s použitím zrcátek, boroskopů, skleněných optických kabelů nebo kamer.

Pro zvýšení kontrastu a plastické rozlišitelnosti mezi vadami a pozadím se může používat doplňkový světelný zdroj.

Pokud je výsledek vizuální kontroly neprůkazný, doporučuje se vizuální kontrolu doplnit jinými metodami nede-  
struktivního zkoušení pro kontrolu povrchu.

Příklady vybavení používaného pro vizuální kontrolu jsou uvedeny v Příloze A.



## 5 Kvalifikace personálu

Vizuální kontrolu svarů a vyhodnocování výsledků pro konečnou přejímku musí provádět kvalifikovaný a způsobilý personál. Doporučuje se, aby personál vykonávající nepřímou vizuální kontrolu, byl kvalifikován podle ISO 9712 nebo na přiměřené úrovni v příslušném průmyslovém sektoru.



## 6 Vizuální kontrola

### 6.1 Obecně

Tento dokument nedefinuje rozsah vizuální kontroly. Přesto se doporučuje určit rozsah předem, například odkazem na normu pro použití nebo výrobkovou normu.

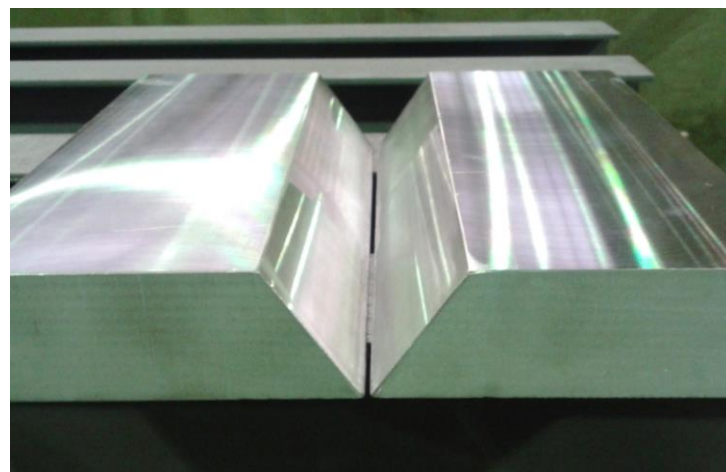
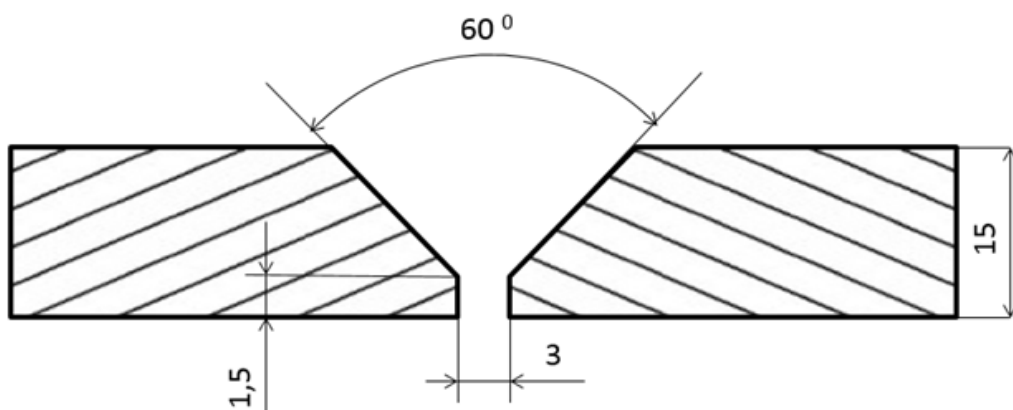
Zkoušející musí mít přístup k požadované nezbytné kontrolní a výrobní dokumentaci.

Pokud je fyzický přístup stále možný, měla by být jakákoli vizuální kontrola provedená před, během a po dokončení svařování. To může zahrnovat i vizuální kontrolu úpravy povrchu.

### 6.2 Vizuální kontrola přípravy spoje

Pokud se požaduje vizuální kontrola před svařováním, musí být u spoje kontrolováno, zda:

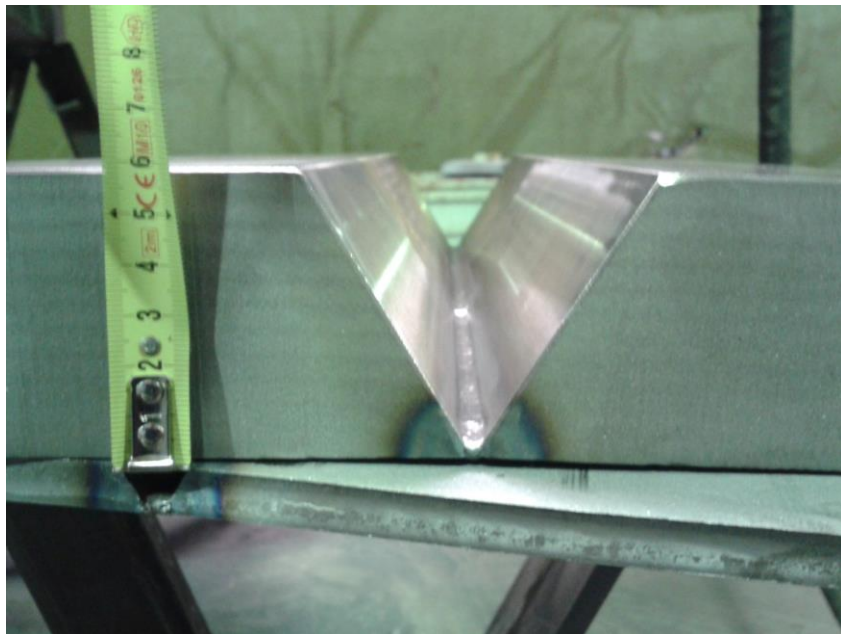
- tvary a rozměry přípravy svaru odpovídají požadavkům, specifikovaným v postupu svařování;
- tavné plochy, svarové hrany a přilehlé povrchy jsou čisté a veškeré požadované opracování povrchu bylo provedeno podle normy pro použití nebo výrobkové normy;
- díly, které mají být svařeny, jsou správně sestaveny a upevněny navzájem podle výkresů a instrukcí.



### 6.3 Vizuální kontrola během svařování

Pokud se požaduje, musí být svar kontrolován během procesu svařování a kontroluje se, zda:

- a) každá housenka nebo vrstva svarového kovu je vyčištěna před tím, než je zakryta další housenkou, při čemž zvláštní pozornost se věnuje spojení mezi svarovým kovem a tavnou plochou;
- b) nejsou žádné viditelné vady, například trhliny nebo dutiny; pokud jsou zjištěny vady, musí být zaznamenány tak, aby bylo možné provést nápravná opatření před nanesení dalšího svarového kovu;
- c) přechod mezi housenkami a mezi svarem a základním kovem je proveden tak, aby mohlo být dosaženo dostatečné natavení při svařování další housenky;
- d) hloubka a tvar vydrážkování je v souladu s WPS nebo srovnatelné s původním tvarem drážky, aby bylo zajištěno předepsané úplné odstranění svarového kovu;
- e) po nezbytných opravných/nápravných opatřeních svar vyhovuje původním požadavkům WPS.





## 6.4 Vizuální kontrola dokončeného svaru

### 6.4.1 Obecně

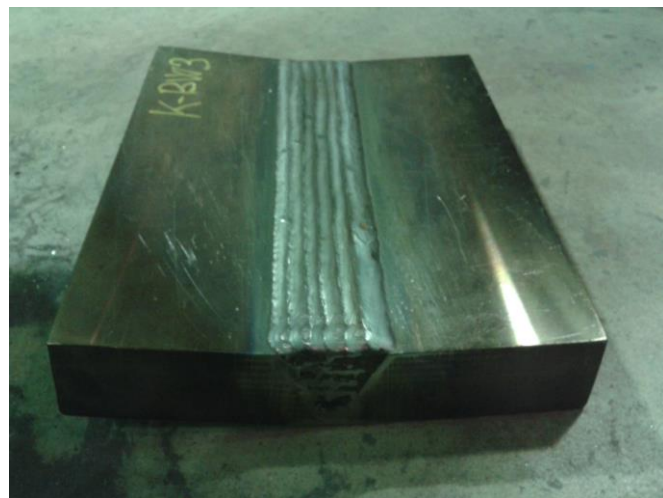
Dokončený svar musí být zkontrolován, zda splňuje požadavky normy pro použití nebo výrokové normy nebo jiná dohodnutá kritéria přípustnosti, například ISO 5817 nebo ISO 10042. Dokončené svary musí být zkontrolovány přinejmenším v souladu s požadavky uvedenými v 6.4.2 až 6.4.5.

### 6.4.2 Čistění a úprava

Svar musí být zkontrolován, aby se zjistilo zda:

- a) byla ručními nebo mechanickými prostředky odstraněna všechna struska, aby nedošlo k zakrytí vad;
- b) nejsou žádné otisky nástrojů nebo stopy po zapálení oblouku;
- c) v případě, že se požaduje opracování, nedošlo k přehřátí spoje broušením a že rovněž nedošlo k vytvoření stopy po broušení a nerovností po opracování;
- d) u koutových svarů a tupých svarů, které mají být obroušeny do roviny, je plynulý přechod do základního kovu, bez podbroušení.

Pokud jsou zjištěny vady (způsobené opracováním nebo jiným způsobem), musí být tyto zaznamenány tak, aby bylo možno přijmout nápravná opatření.



## Příloha A (informativní)

### Příklady zkušebního vybavení

**A.1** Následující seznam uvádí vybavení, které se obvykle používá pro vizuální kontroly svarových spojů.

**A.1.1** Měřicí pravítko nebo měřicí pásmo s dělením 1 mm nebo jemnějším.

**A.1.2** Posuvné měřítko podle ISO 13385.

**A.1.3** Spárová měrka s dostatečným počtem lístků pro měření rozměrů mezi 0,1 mm a 3 mm, po krocích nejvýše 0,1 mm.

**A.1.4** Rádusová měrka.

**A.1.5** Lupa se zvětšením 2× až 5×; přednost se dává lupám s měřítkem (viz ISO 3058).

**A.1.6** Svítidla.

**A.2** Následující zařízení mohou být rovněž potřebná.

**A.2.1** Zařízení pro měření profilu s drátky o průměru nebo šířce  $\leq 1$  mm, u kterých jsou konce každého drátku zaobleny.

**A.2.2** Materiál pro zhotovení otisku svaru, například plasty nebo modelovací hmota tuhnoucí za studena.

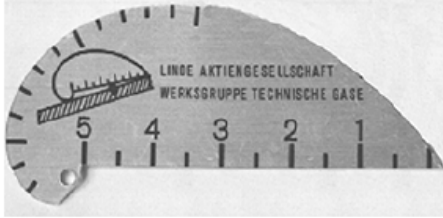
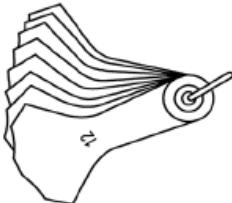

**A.2.3** Pro vizuální kontrolu svarů s omezenou přístupností se mohou použít zrcátka, endoskopy, boroskopy, optická vlákna nebo TV kamery.

**A.2.4** Jiná měřicí zařízení, například speciálně navržené měrky svarů, měrky pro měření výšky/hloubky, pravítka nebo úhloměry.

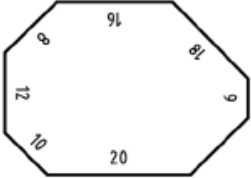

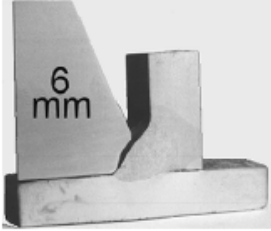
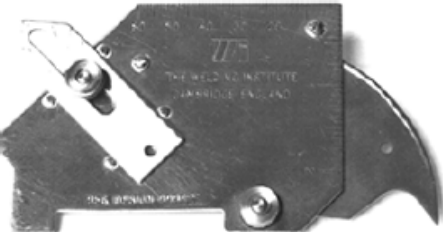
**A.3** Typická měřicí zařízení a měrky jsou uvedeny podrobně v tabulce A.1.

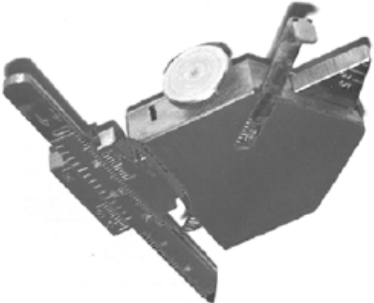


**POZNÁMKA** Tato zařízení a měrky jsou uvedeny jako příklady zkušebního vybavení. Některé vzory mohou být chráněnými vzory nebo mohou být předmětem patentů.

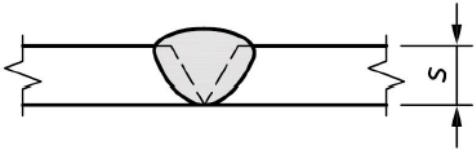

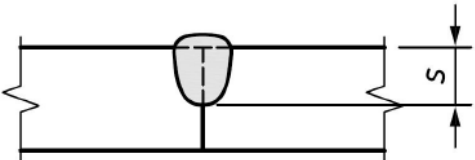
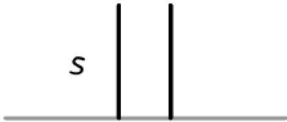
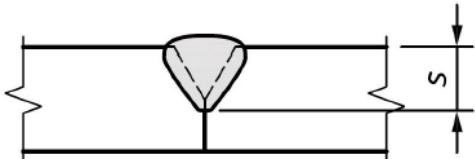
Tabulka A.1 – Měřidla a měrky svarů – Rozsahy měření a přesnost odečtu

Měrka svaru	Popis	Typ svaru				Rozsah měření mm	Přesnost odečtu mm	Úhel rozevření nebo koutu stupně	Přípustná odchylka od úhlu rozevření nebo koutu
		Plochý svar	Vydutý svar	Vypouklý svar	Tupý svar				
	<b>Jednoduchá měrka svarů</b> a) Měření koutových svarů o tloušťce od 3 mm do 15 mm. Měrka se přiloží zakřivenou částí k tavným plochám tak, aby se dotýkala ve třech bodech zkušebního kusu a koutového svaru. b) Měření převýšení tupých svarů pomocí rovné části. Protože je měrka vyrobena z relativně měkkého hliníku, rychle se opotřebovává.	x	x	—	x	3 až 15	≈ 0,5	90	Malá
	<b>Sada měrek svarů</b> Měření koutových svarů o tloušťce od 3 mm do 12 mm; od 3 mm do 7 mm: dělení po 0,5 mm; nad 8 mm, 10 mm a 12 mm. Měrka při měření používá princip dotyku ve třech bodech.	x	x	—	—	3 až 12	Podle listů měrky	90	Žádná
	<b>Měrka svarů s noniem</b> Měření koutových svarů; rovněž se může stanovit převýšení tupých svarů. Ramena měrky jsou tvarovaná tak, že umožňují měřit u V-svarů a jednostranných V-svarů s otupením, měření úhlů rozevření 60°, 70°, 80° a 90°. Nepatrné odchylky od těchto úhlů vedou k významným chybám.	x	x	—	x	0 až 20	0,1	90	Žádná

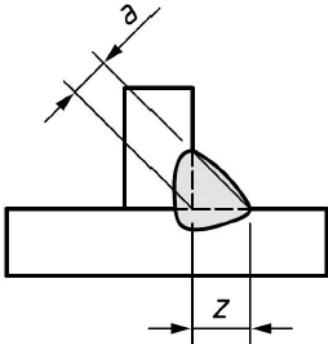
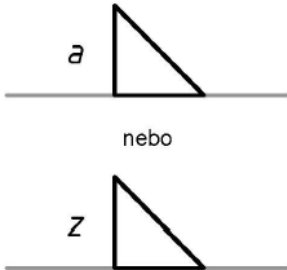


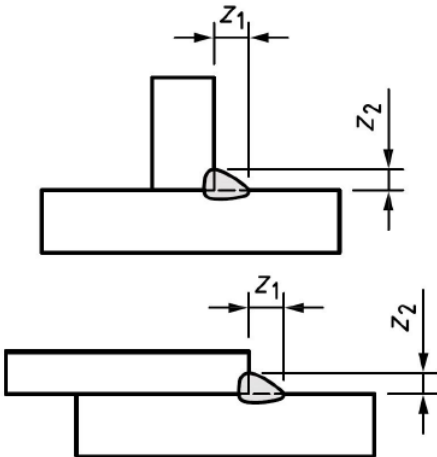
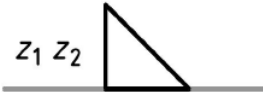
Měrka svaru	Popis	Typ svaru				Rozsah měření mm	Přesnost odečtu mm	Úhel rozevření nebo koutu stupně	Přípustná odchylka od úhlu rozevření nebo koutu
		Plochý svar	Vydatý svar	Vypouklý svar	Tupý svar				
	<b>Měrka svarů vlastní výroby</b> Měření 7 nosných průřezů koutových svarů s úhlem rozevření 90°	x	—	—	—	0 až 20	0,2	90	Žádná
	<b>Měrka svarů se třemi stupnicemi</b> Měření nosného průřezu a délky odvěsny koutových svarů. Může se také používat pro měření velikosti převýšení tupých svarů. Jednoduché použití. Je též vhodná pro asymetrické koutové svary	x	x	x	x	0 až 15	0, 1	90	Malá
	<b>Měrka pro měření profilu koutových svarů</b> Kontrola profilu jednoho tvaru pro jednu velikost koutového svaru. Tento typ měrky vyžaduje jeden model pro každou velikost koutového svaru	—	—	—	—	—	—	—	—
	<b>Víceúčelová měrka</b> Měření úhlu úkosu, délky odvěsny koutového svaru, zápalu, přesazení, velikost nosného průřezu koutového svaru a převýšení svaru.	x	x	x	x	0 až 50	0,3	0 až 45 (úhel úkosu)	Žádná

Měrka svaru	Popis	Typ svaru				Rozsah měření mm	Přesnost odečtu mm	Úhel rozevření nebo koutu stupně	Přípustná odchylka od úhlu rozevření nebo koutu
		Plochý svar	Vydutý svar	Vypouklý svar	Tupý svar				
	<b>Univerzální měrka svaru</b> Měřicí úlohy: – koutové svary: tvar a rozměry. – tupé svary: přesazení plechů, příprava spoje (úhel, šířka mezery), převýšení svaru, šířka svaru, zápaly.	x	x	x	x	0 až 30	0,1	—	±25 %
	<b>Mezerová měrka</b> Měření šířky mezer.	—	—	—	x	0 až 6	0,1	—	—
	<b>Háková měrka pro přesazení</b> Měření přesazení přípravy tupých svarů u plechů a trubek	—	—	—	x	0 až 100	0,05	—	—

Č.	Druh svaru	Zobrazení	Značka <sup>a</sup>	Poznámky
1	<b>TUPÉ SVARY</b>			
1.1	Úplně provařený svar			<p>s = hloubka průvaru</p> <p>POZNÁMKA 1 Pokud není uveden žádný rozměr vlevo od základní značky, tupé svary musí být úplně provařeny.</p> <p>POZNÁMKA 2 Pokud není uveden žádný rozměr vpravo od základní značky, tupé svary musí být průběžné.</p>
1.2	Částečně provařený svar			<p>s = hloubka průvaru</p> <p>Písmeno s se nahradí požadovaným rozměrem.</p> <p>POZNÁMKA Pokud není uveden žádný rozměr vpravo od základní značky, tupé svary musí být průběžné.</p>
				



Č.	Druh svaru	Zobrazení	Značka <sup>a</sup>	Poznámky
2	<b>KOUTOVÉ SVARY</b>			
2.1	Koutový svar			<p><math>a</math> = jmenovitá velikost svaru  <math>z</math> = délka odvěsny</p> <p>Písmena <math>a</math> nebo <math>z</math> se vloží do značky svaření následované požadovanou hodnotou.</p>

Č.	Druh svaru	Zobrazení	Značka <sup>a</sup>	Poznámky
2.3	Svar s nestejnými odvěsnami			<p><math>z_1</math> a <math>z_2</math> = délky odvěsen  <math>z_1 \neq z_2</math></p> <p>Jestliže požadované délky odvěsen nemohou být jednoznačně přiřazeny použitím značky svaření, musí se doplnit vysvětlující náčrty nebo označení na výkresu nebo v jiných dokumentech.</p> <p>Písmena <math>z_1</math> a <math>z_2</math> se vloží do značky svaření následované požadovanou délkou odvěsny, např. <math>z_1/4\ z_2/8</math>.</p>

# Bezpečnost práce

I při vizuální kontrole existují určitá bezpečnostní rizika.

Svařence mohou být **velmi teplé**, proto je nutné používat **ochranné rukavice**.

Odskakující okuje mohou ohrozit naše oči, proto je nutné používat **ochranné brýle**.  
Pozor na oslnění.



**PRODEJ, DONÁŠKA A PITÍ ALKOHOLICKÝCH  
NÁPOJŮ V PROSTORÁCH ZÁVODU A  
V ZÁVODNÍCH JÍDELNÁCH SE ZAKAZUJE !  
PIVO SEDMISTUPŇOVÉ SE NEPOVAŽUJE  
ZA ALKOHOLICKÝ NÁPOJ.**

Vizuální kontrola svarů je obecně popsána v normě

**ČSN EN ISO 17637**

Katalog vad obsažený v normě **ČSN EN ISO 6520-1**  
je skutečně obsáhlý a usnadňuje správné vyhodnocování.

Vyhodnocení vad a stupně jejich přípustnosti či nepřípustnosti se provádí  
podle

**ČSN EN ISO 5817** (ocel, nikl, titan),

**ČSN EN ISO 10042** (hliník a jeho slitiny)

a dalších norem třeba pro odlitky a jiné.



# ***Typy vad ve svarech***

*Vady svarových spojů a příčiny vzniku jsou závislé na :*

- ✓ Druhu svařovaného materiálu
- ✓ Metodě svařování

## **-Klasifikace vad dle normy ČSN EN ISO 6520-1**

*Vady jsou roztrženy do 6. skupin*

- 1) Trhliny
- 2) Dutiny
- 3) Pevné vměstky
- 4) Studené spoje a neprůvody
- 5) Vady tvaru a rozměru
- 6) Různé vady

**Svařování a příbuzné procesy – Klasifikace  
geometrických vad kovových materiálů –**

**Část 1: Tavné svařování**

**ČSN  
EN ISO 6520-1**

05 0005

idt ISO 6520-1:2007

Welding and allied processes – Classification of geometric imperfections in metallic materials – Part 1: Fusion welding

Soudage et techniques connexes – Classification des défauts géométriques dans les soudures des matériaux métalliques –  
Partie 1: Soudage par fusion

Schweißen und verwandte Prozesse – Einteilung von geometrischen Unregelmäßigkeiten an metallischen Werkstoffen –  
Teil 1: Schmelzschweißen

Tato norma je českou verzí evropské normy EN ISO 6520-1:2007. Evropská norma EN ISO 6520-1:2007 má status české národní normy.

This standard is the Czech version of the European Standard EN ISO 6520-1:2007. The European Standard EN ISO 6520-1:2007 has the status of Czech Standard.

## 2 Termíny a definice

Pro účely této části ISO 6520 platí následující definice.

### 2.1 vada

⟨tavné svařování⟩ nespojitost ve svaru nebo odchylka od zamýšlené geometrie

### 2.2 nepřipustná vada

⟨tavné svařování⟩ nepřijatelná vada

## 3 Klasifikace a vysvětlení vad

Základem systému číslování v tabulce 1 je rozřídění vad do šesti skupin:

- Trhliny;
- Dutiny;
- Pevné vměstky;
- Studené spoje a neprůvary;
- Vady tvaru a rozměru;
- Jiné vady.

## 2 Terms and definitions

For the purposes of this part of ISO 6520, the following definitions apply.

### 2.1 imperfection

⟨fusion welding⟩ discontinuity in the weld or a deviation from the intended geometry

### 2.2 defect

⟨fusion welding⟩ unacceptable imperfection

## 3 Classification and explanation of imperfections

The basis for the numbering system in table 1 is the classification of imperfection into six groups:

- cracks;
- cavities;
- solid inclusions;
- lack of fusion and penetration;
- imperfection shape and dimension;
- miscellaneous imperfections.

## 2 Termes et définitions

Pour les besoins de la présente partie de l'ISO 6520, les définitions suivantes s'appliquent.

### 2.1 défaut

⟨soudage par fusion⟩ discontinuité dans la soudure ou écart par rapport à la géométrie voulue

### 2.2 défaut inacceptable

tout défaut considéré comme inadmissible

## 3 Classification et commentaire des défauts

Le principe du système de numérotation dans le tableau 1 repose sur la classification des défauts en six groupes:

- fissures;
- cavités;
- inclusions solides;
- manque de fusion et de pénétration;
- défauts de forme et défauts dimensionnels;
- défauts divers.

## 2 Begriffe

Für die Anwendung dieses Teils der ISO 6520 gelten die folgenden Definitionen.

### 2.1 Unregelmäßigkeit

⟨Schmelzschiessen⟩ Fehlstelle in der Schweißung oder eine Abweichung von der vorgesehenen Geometrie

### 2.2 Fehler

unzulässige Unregelmäßigkeiten

## 3 Einteilung und Erklärung von Unregelmäßigkeiten

Die Grundlage für das Benummerungssystem in Tabelle 1 ist die Einteilung der Unregelmäßigkeiten in sechs Gruppen:

- Risse;
- Hohlräume;
- Feste Einschlüsse;
- Bindefehler und ungenügende Durchschweißung;
- Form- und Maßabweichungen;
- Sonstige Unregelmäßigkeiten.

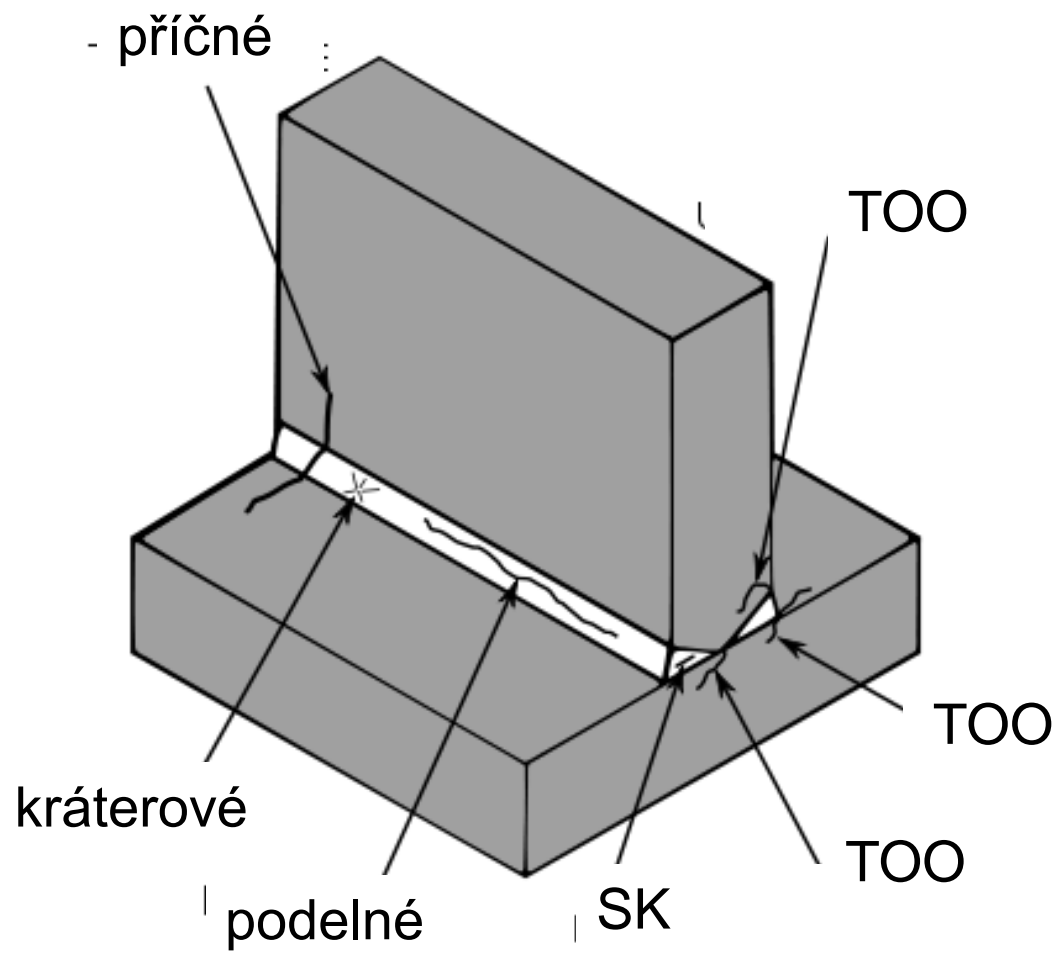
### 6.1.1. Nepravidelnosti: skupina 1 – trhliny

Trhlina je místní přerušení materiálu, ke kterému dochází v průběhu chladnutí nebo následkem napětí v materiálu. **Podélná trhlina** má zpravidla průběh ve směru osy svarového spoje. **Příčná trhlina** probíhá kolmo na svar. U **hvězdicovité trhliny** vychází jednotlivé trhliny z jednoho místa. **Seskupení trhlín** je shluk trhlín, které nejsou spolu vzájemně spojeny. Naproti tomu **rozvětvená trhlina** jsou trhliny, které vychází z jedné společné trhliny.

Všech pět zmíněných trhlín může ležet:

- *ve svarovém kovu*
- *v tepelně ovlivněné oblasti*
- *v neovlivněném základním materiálu*





## 5 Označení

Pokud je požadováno označení vady, musí mít toto označení např. následující tvar:

Trhlina (100) musí být označena následujícím způsobem:

**Vada ISO 6520-1-100**

## 5 Designation

Where a designation is required for an imperfection, it shall have, for instance, the following structure:

A crack (100) shall be designated as follows:

**Imperfection ISO 6520-1-100**

## 5 Désignation

Quand une désignation est exigée pour un défaut, elle doit avoir par exemple la structure suivante:

Une fissure (100) doit être désignée comme suit:

**Défaut ISO 6520-1-100**

## 5 Bezeichnung

Wenn eine Bezeichnung für eine Unregelmäßigkeit gefordert wird, muss sie die folgende Form aufweisen:

Unregelmäßigkeit (100) ist wie folgt zu bezeichnen:

**Unregelmäßigkeit ISO 6520-1-100**

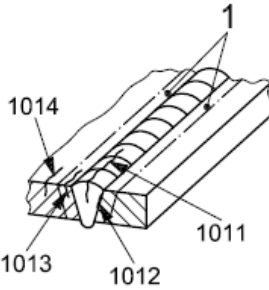
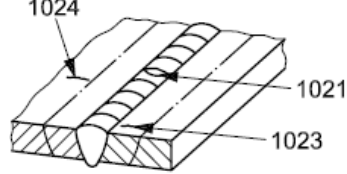
**Tabulka 1 – Klasifikace vad**

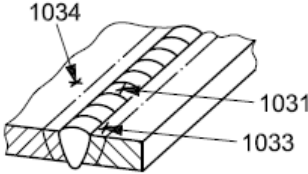
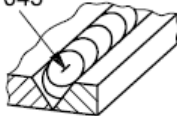
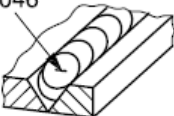

**Table 1 – Classification of imperfections**

**Tableau 1 – Classification des défauts**

**Tabelle 1 – Einteilung von Unregelmäßigkeiten**

Referenční č. Reference No. Référence n° Referenz Nr.	Česky Označení a vysvětlení	English Designation and explanations	Français Désignation et commentaires	Deutsch Benennung und Erklärungen
	<b>Skupina č. 1 – Trhliny</b>	<b>Group No. 1 – Cracks</b>	<b>Groupe n° 1 – Fissures</b>	<b>Gruppe Nr. 1 – Risse</b>
<b>100</b>	<b>Trhlina</b>  Vada způsobená místním porušením v tuhém stavu, která se může objevit vlivem ochlazování nebo napětí.	<b>crack</b>  imperfection produced by a local rupture in the solid state which may arise from the effect of cooling or stresses	<b>fissure</b>  discontinuité qui peut se produire par une rupture locale à l'état solide en cours de refroidissement ou par des tensions	<b>Riß</b>  Unregelmäßigkeit, die örtlich durch Trennungen im festen Zustand erzeugt wird, und bei der Abkühlung oder infolge von Spannungen auftreten kann
<b>1001</b>	<b>Mikrotrhlina</b>  Trhlina viditelná pouze pod mikroskopem.	<b>microcrack</b>  crack visible only under the microscope	<b>microfissure</b>  fissure visible seulement au microscope	<b>Mikroriß</b>  Riss, der nur unter dem Mikroskop sichtbar ist

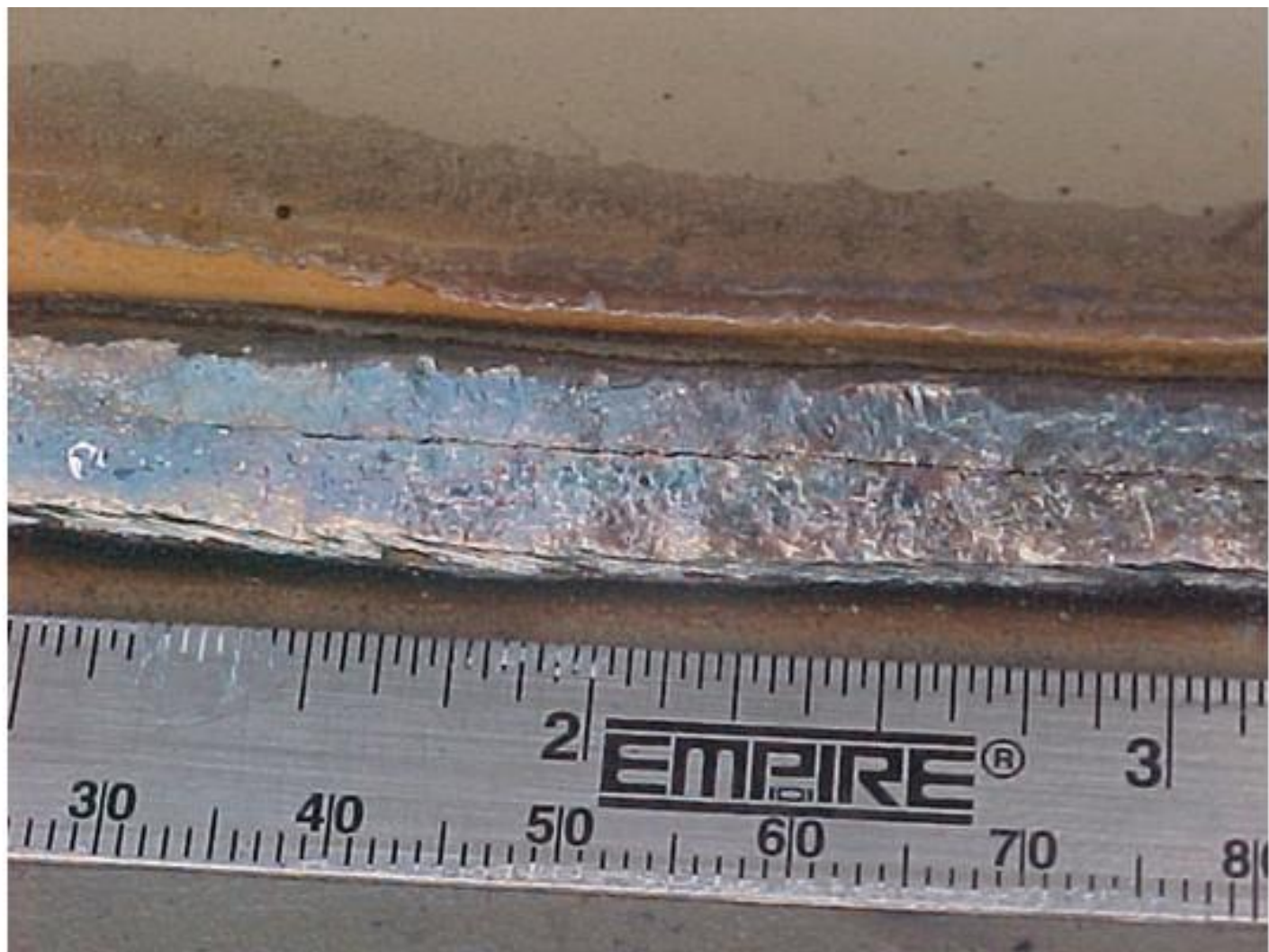
Referenční č. Reference No. Référence n° Referenz Nr.	Česky Označení a vysvětlení	English Designation and explanations	Français Désignation et commentaires	Deutsch Benennung und Erklärungen
101	<b>Podélná trhlina</b> Trhlina převážně rovnoběžná s osou svaru. Může se vyskytovat	<b>longitudinal crack</b> crack essentially parallel to the axis of the weld It can be situated	<b>fissure longitudinale</b> fissure sensiblement parallèle de l'axe de la soudure Elle peut se situer	<b>Längsriß</b> Riß, der im wesentlichen parallel zur Schweißnahtachse verläuft Er kann liegen
1011	– ve svarovém kovu,	– in the weld metal,	– dans le métal fondu,	– im Schweißgut,
1012	– na hranici natavení,	– at the weld junction,	– dans la zone de liaison,	– in der Schmelzlinie,
1013	– v tepelně ovlivněné oblasti,	– in the heat affected zone,	– dans la zone thermiquement affectée,	– in der Wärmeeinflußzone,
1014	– v základním materiálu.	– in the parent material.	– dans le matériau de base.	– im Grundwerkstoff.
	 <p>1 tepelně ovlivněná oblast 1 heat-affected zone 1 zone affectée thermiquement 1 Wärmeeinflußzone</p>			
102	<b>Příčná trhlina</b> Trhlina převážně kolmá na osu svaru. Může se vyskytovat	<b>transverse crack</b> crack essentially transverse to the axis of the weld It can be situated	<b>fissure transversale</b> fissure sensiblement transversale à l'axe de la soudure Elle peut se situer	<b>Querriß</b> Riß, der im wesentlichen quer zur Schweißnahtachse verläuft Er kann liegen
1021	– ve svarovém kovu,	– in the weld metal,	– dans le métal fondu,	– im Schweißgut,
1023	– v tepelně ovlivněné oblasti,	– in the heat-affected zone,	– dans la zone thermiquement affectée,	– in der Wärmeeinflußzone,
1024	– v základním materiálu.	– in the parent material.	– dans le matériau de base.	– im Grundwerkstoff.
				

Referenční č. Reference No. Référence n° Referenz Nr.	Česky Označení a vysvětlení	English Designation and explanations	Français Désignation et commentaires	Deutsch Benennung und Erklärungen
103	<b>Hvězdicová trhlina</b> Trhliny vyběhající z jednoho společného bodu.  Mohou se vyskytovat	<b>radiating cracks</b> cracks radiating from a common point  They can be situated	<b>fissure rayonnantes</b> groupe de fissures issues d'un même point  Elles peuvent se situer	<b>sternförmige Risse</b> sternförmig von einer Stelle ausgehende Risse  Sie können liegen
1031	– ve svarovém kovu,	– in the weld metal,	– dans le métal fondu,	– im Schweißgut,
1033	– v tepelně ovlivněné oblasti,	– in the heat-affected zone,	– dans la zone thermiquement affectée,	– in der Wärmeeinflußzone,
1034	– v základním materiálu.	– in the parent material.	– dans le matériau de base.	– im Grundwerkstoff.
	POZNÁMKA Malé trhliny tohoto typu se v angličtině nazývají „star cracks“ (hvězdicové trhliny).	NOTE Small cracks of this type are called "star cracks".	NOTE En anglais, les fissures rayonnantes de faibles dimensions s'appellent "star cracks" (fissures en étoile).	ANMERKUNG Im Englischen werden kleine Risse dieses Typs "star cracks" (Sternrisse) genannt.
				
104	<b>Kráterová trhlina</b> Trhlina v kráteru na konci svarové housenky, která může být	<b>crater crack</b> crack in the crater at the end of a weld which can be	<b>fissure de cratère</b> fissure située dans un cratère de fin de cordon et qui peut être	<b>Endkraterriß</b> Riß im Endkrater der Schweißnaht. Er kann auftreten
1045	– podélná,	– longitudinale,	– longitudinale,	– längs,
1046	– příčná,	– transverse,	– transversale,	– quer,
1047	– hvězdicová.	– radiating (star cracking).	– rayonnante.	– sternförmig.
  				

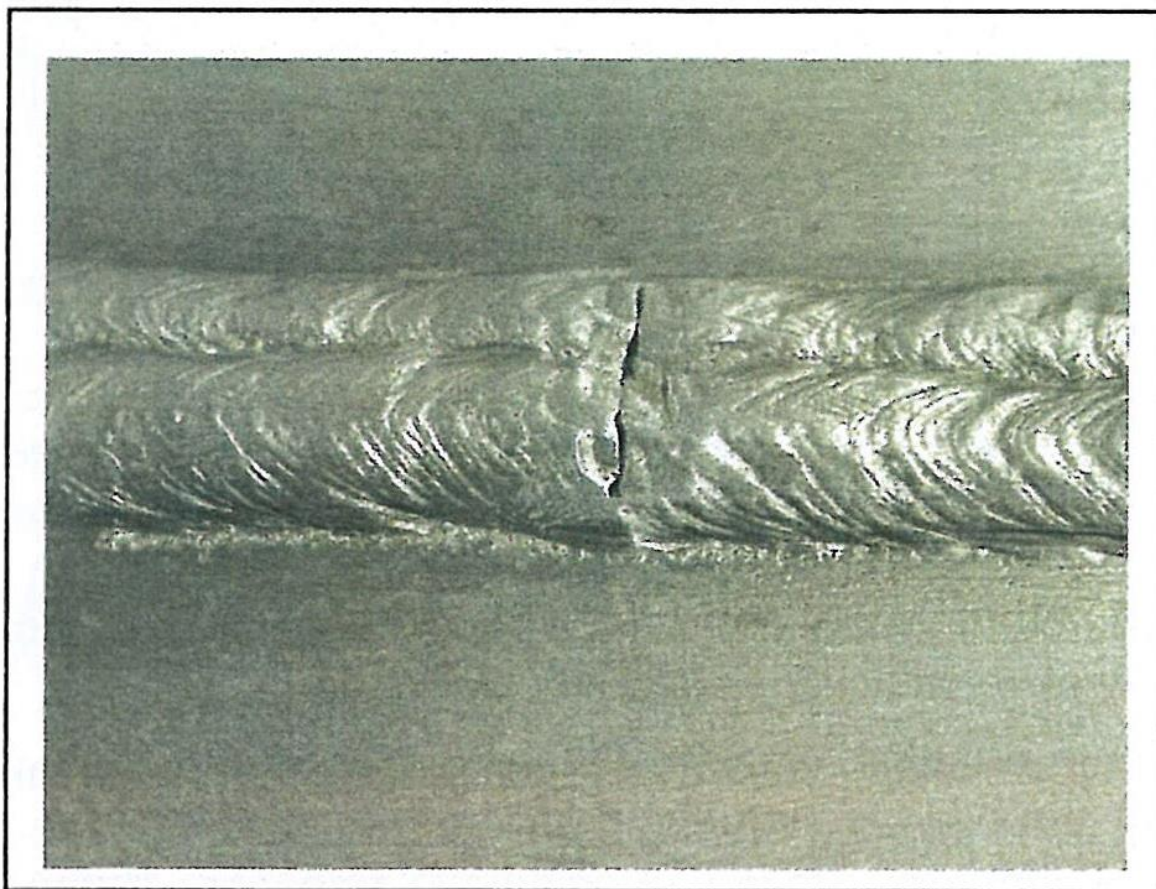










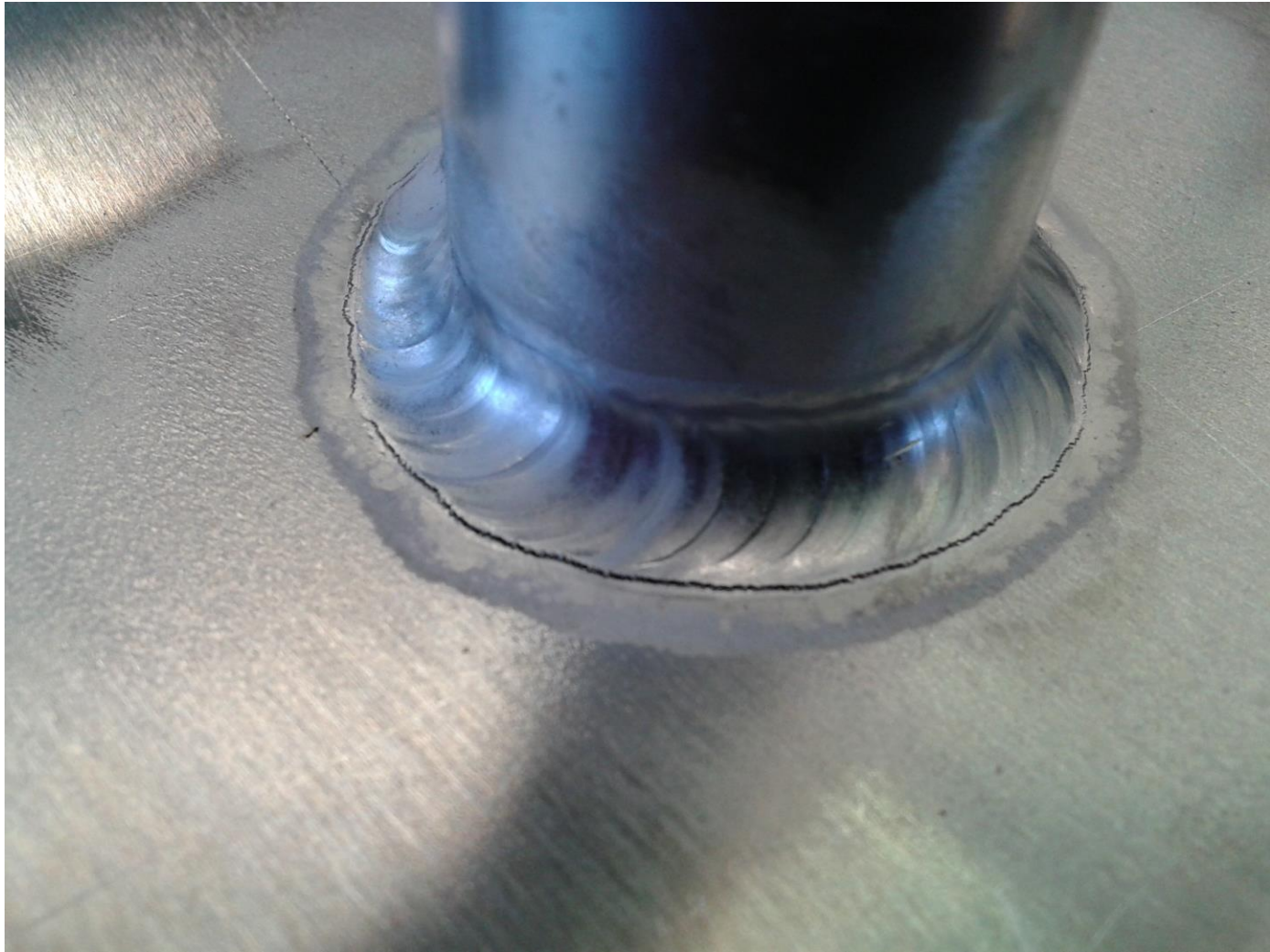


c) *Příčná trhlina*



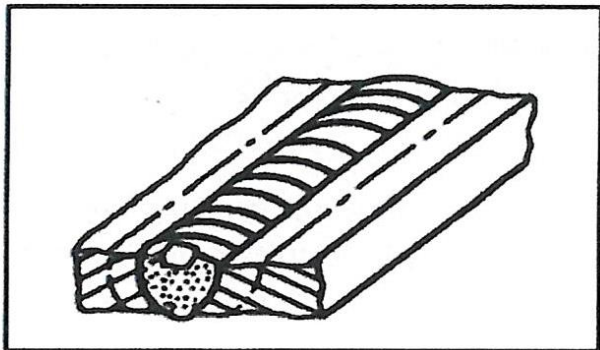






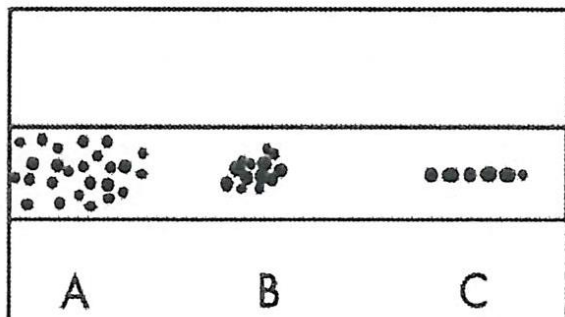
### 6.1.2. Nepravidelnosti: skupina 2 - dutiny

Plynový vměstek je dutina vyplněná plynem (201). **Pór** je kulovitý plynový vměstek. **Povrchový pór** je otevřený na povrch svaru.



Obr. 3: Povrchový pór

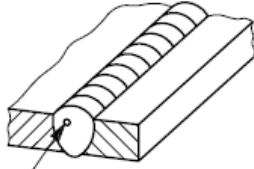
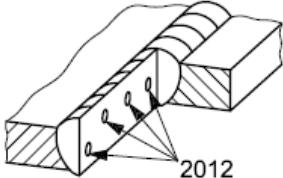
Jako **pórovitost** se označuje ve svaru větší množství rovnoměrně rozptýlených pórů. Shluk (hnízdo) pórů jsou místně seskupené póry. **Řádka pórů** znamená, že póry jsou v linii rovnoběžné s osou svaru.

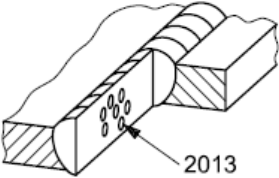
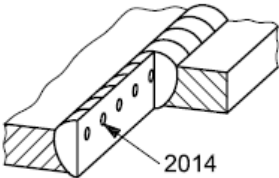
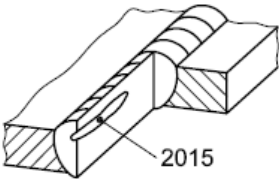


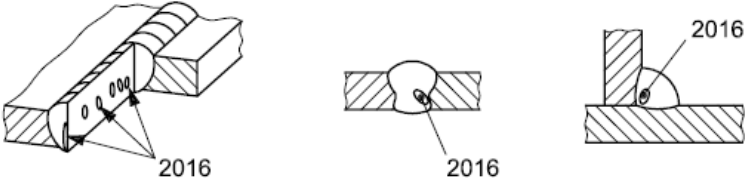
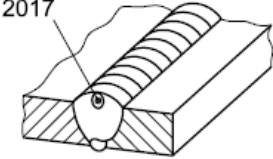
Obr. 4: Forma výskytu pórů  
rovnoměrná pórovitost (A)  
shluk pórů (B)  
řádka pórů (C)

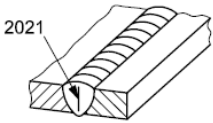
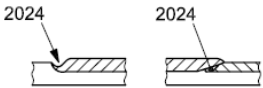
**Červovitý pór** je hadicovitá (trubičková) dutina vyvolaná vylučovaným plynem. Tvar a poloha těchto pórů je určena průběhem tuhnutí a původem plynu. Tyto dlouhé póry se mohou vyskytovat ve shlucích a tvořit tzv. ptačí nohu.

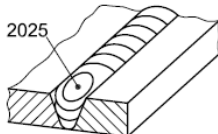


Referenční č. Reference No. Référence n° Referenz Nr.	Česky Označení a vysvětlení	English Designation and explanations	Français Désignation et commentaires	Deutsch Benennung und Erklärungen
	Skupina č. 2 – Dutiny	Group No. 2 – Cavities	Groupe n° 2 – Cavités	Gruppe Nr. 2 – Hohlräume
200	Dutina	cavity	cavité	Hohlraum
201	Plynová dutina Dutina vytvořená uzavřeným plynem.	gas cavity cavity formed by entrapped gas	soufflure Cavité formée par du (ou des) gaz emprisonné(s)	Gaseinschluß Hohlraum, der durch eingeschlossenes Gas gebildet wurde
2011	Pór Plynová dutina převážně kulovitého tvaru.	gas pore gas cavity of essentially spherical form	soufflure sphéroïdale soufflure de forme sensiblement sphérique	Pore kugelförmiger Gaseinschluß
	 <p>2011</p>			
2012	Rovnoměrná pórovitost (rovnoměrně rozmístěné póry) Několik pórů rozmístěných přiměřeně rovnoměrným způsobem ve svarovém kovu; nezaměnit s řádkem pórů (2014) nebo shlukem pórů (2013).	uniformly distributed porosity number of gas pores distributed in a substantially uniform manner throughout the weld metal; not to be confused with linear porosity (2014) and clustered porosity (2013)	soufflures sphéroïdaux uniformément réparties soufflures sphéroïdaux essentiellement distribués de façon régulière dans le métal fondu; à différencier des soufflures alignées (2014) et des nids de soufflures (2013)	gleichmäßig verteilt Porosität Anzahl von Poren, die im Wesentlichen gleichmäßig im Schweißgut verteilt sind; nicht zu verwechseln mit der Porenzeile (2014) und mit dem Porennest (2013)
	 <p>2012</p>			

Referenční č. Reference No. Référence n° Referenz Nr.	Česky Označení a vysvětlení	English Designation and explanations	Français Désignation et commentaires	Deutsch Benennung und Erklärungen
2013	<b>Shluk pórů</b> Skupina pórů s nepravidelným geometrickým rozmístěním.	<b>clustered (localized) porosity</b> group of gas pores having a random geometric distribution	<b>nid de soufflures</b> groupe de soufflures réparties de manière quelconque	<b>Porennest</b> unregelmäßige örtliche Anhäufung von Poren
				
2014	<b>Řádek pórů</b> Řada pórů orientovaná rovnoběžně s osou svaru.	<b>linear porosity</b> row of gas pores situated parallel to the axis of the weld	<b>soufflures alignées</b> soufflures réparties suivant une ligne parallèle à l'axe de la soudure	<b>Porenzeile</b> Reihe von Poren, parallel zur Achse der Schweißnaht angeordnet
				
2015	<b>Protáhlý pór</b> Protáhlá (nekulovitá) dutina s největším rozměrem orientovaným přibližně rovnoběžně s osou svaru.	<b>elongated cavity</b> large, non-spherical cavity with its major dimension approximately parallel to the axis of the weld	<b>soufflure allongée</b> soufflures non sphéroïdales importante dont la dimension principale est approximativement parallèle à l'axe de la soudure	<b>Gaskanal</b> Langgestreckter Hohlraum mit seiner größten Abmessung etwa parallel zur Achse der Schweißnaht
				

Referenční č. Reference No. Référence n° Referenz Nr.	Česky Označení a vysvětlení	English Designation and explanations	Français Désignation et commentaires	Deutsch Benennung und Erklärungen
2016	<b>Červovitý pór</b> Trubičkovitá dutina ve svarovém kovu způsobená uvolňováním plynu. Tvar a umístění červovitých dutin závisí na způsobu tuhnutí a na zdroji plynu. Obecně jsou seskupeny ve shlucích a rozmístěny ve tvaru rybí kosti. Některé červovité dutiny mohou vystupovat na povrch svaru.	<b>worm-hole</b> A tubular cavity in the weld metal caused by release of gas. The shape and position of the worm-holes are determined by the mode of solidification and the sources of the gas. Generally they are grouped in clusters and distributed in a herringbone formation. Some worm-holes can break the surface of the weld	<b>soufflure vermiculaire</b> soufflure en forme de galerie de ver dans le métal fondu, résultant du cheminement du gaz. La forme et la position de ces soufflures sont déterminées par le mode de solidification et l'origine du gaz. Elles sont généralement groupées en nids et disposées en arêtes de poisson. Certaines soufflures vermiculaires peuvent déboucher en surface de la soudure	<b>Schlauchpore</b> röhrenförmiger Hohlraum im Schweißgut, hervorgerufen durch ausgeschiedenes Gas. Die Form und Lage von Schlauchporen werden bestimmt durch den Ablauf der Erstarrung und durch die Herkunft des Gases. Im allgemeinen sind sie zu Nestern gruppiert und fischgrätenartig verteilt. Einige Schlauchporen können zur Oberfläche der Schweißnaht offen sein
				
2017	<b>Povrchový pór</b> Pór, který vystupuje na povrch svaru.	<b>surface pore</b> gas pore that breaks the surface of the weld	<b>piqûre</b> soufflure débouchant en surface e la soudure	<b>Oberflächenpore</b> zur Oberfläche offene Pore in der Schweißnaht
				
2018	<b>Povrchová pórovitost</b> Pórovitost objevující se na povrchu svaru; jednotlivé nebo vícenásobné plynové dutiny, které vystupují na povrch svaru.	<b>surface porosity</b> porosity appearing at the surface of the weld; single or multiple gas cavities that break the surface of the weld	<b>porosité de surface</b> porosité apparaissant à la surface de la soudure; cavités de gaz, seules ou multiples, qui cassent la surface de la soudure	<b>Oberflächenporosität</b> Porosität an der Oberfläche der Schweißnaht einzelne oder mehrfache zur Oberfläche offene Poren in der Schweißnaht

Referenční č. Reference No. Référence n° Referenz Nr.	Česky Označení a vysvětlení	English Designation and explanations	Français Désignation et commentaires	Deutsch Benennung und Erklärungen
202	<b>Staženina</b> Dutina způsobená smrštěním během tuhnutí.	<b>shrinkage cavity</b> cavity due to shrinkage during solidification	<b>retassure</b> cavité due au retrait du métal pendant la solidification	<b>Lunker</b> Hohlraum infolge Schrumpfung beim Erstarren
2021	<b>Mezidendritická staženina</b> Protáhlá staženina vytvořená mezi dendrity během tuhnutí, která může obsahovat uzavřený plyn. Tato vada se obecně vyskytuje kolmo k povrchu svaru.	<b>interdendritic shrinkage</b> elongated shrinkage cavity that can contain entrapped gas, formed between dendrites during cooling. Such an imperfection is generally found perpendicular to the weld face	<b>retassure interdendritique (dessalement)</b> retassure de forme allongée qui se forme entre les dendrites au cours du refroidissement et dans laquelle peut se trouver emprisonné du gaz. Un tel défaut est généralement perpendiculaire aux faces de la soudure	<b>interdendritischer Lunker (Makrolunker)</b> Länglicher Lunker, der sich zwischen den Dendriten während der Erstarrung gebildet hat und der eingeschlossenes Gas enthalten kann. Eine solche Unregelmäßigkeit befindet sich im Allgemeinen senkrecht zur Nahtoberseite
				
2024	<b>Kráterová staženina</b> Staženina na konci svarové housenky, která nebyla odstraněna před nebo během následujících svarových housenek.	<b>crater pipe</b> shrinkage cavity at the end of a weld run and not eliminated before or during subsequent weld runs	<b>retassure de cratère</b> retassure en fin de passe, non éliminée avant ou pendant l'exécution des passes suivantes	<b>Endkraterlunker</b> Lunker am Ende einer Schweißraupe, der weder vor noch nachfolgende Schweißraupen beseitigt wurde
				

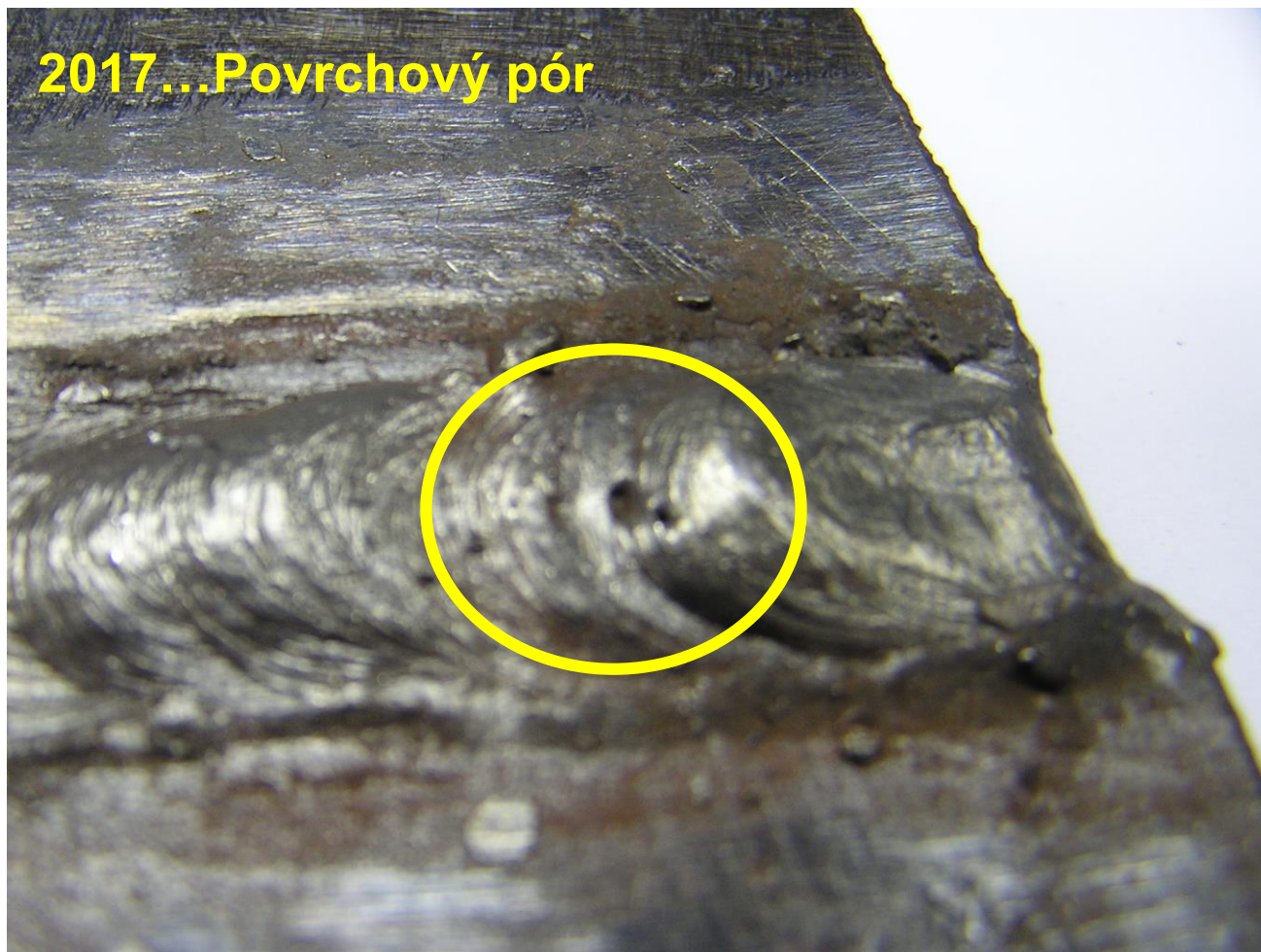
Referenční č. Reference No. Référence n° Referenz Nr.	Česky Označení a vysvětlení	English Designation and explanations	Français Désignation et commentaires	Deutsch Benennung und Erklärungen
2025	<b>Koncová kráterová staženina</b> Otevřený kráter s otvorem zmenšujícím průřez svaru.	<b>end crater pipe</b> open crater with a hole reducing the cross-section of the weld	<b>retassure ouverte de cratère</b> retassure ouverte de cratère avec un trou réduisant la section transversale de la soudure	<b>offener Endkraterlunker</b> Endkraterlunker mit Loch, der die Querschnittsfläche der Schweißnaht vermindert
				
203	<b>Mikrostaženina</b> Staženina pozorovatelná pouze pod mikroskopem.	<b>micro-shrinkage</b> shrinkage cavity visible only under the microscope	<b>microretassure</b> microretassure visible seulement au microscope	<b>Mikrolunker</b> Lunker, der nur mit Mikroskop erkennbar ist.
2031	<b>Mezidendritická mikrostaženina</b> Protáhlá mikrostaženina vytvořená během tuhnutí mezi dendrity podél hranic zm.	<b>interdendritic microshrinkage</b> elongated micro-shrinkage formed between dendrites during cooling following the boundaries of grains	<b>microretassures interdendritiques</b> microretassure de forme allongée qui se forme entre les dendrites au cours du refroidissement suivant les joints des grains	<b>interdendritischer Mikrolunker</b> länglicher Lunker, der sich zwischen den Dendriten während der Erstarrung entlang der Korngrenzen gebildet hat
2032	<b>Transkrystalická mikrostaženina</b> Protáhlá staženina probíhající napříč zmy během tuhnutí.	<b>transgranular microshrinkage</b> elongated micro-shrinkage cavity crossing grains during solidification	<b>microretassure transgranulaire</b> microretassure de forme allongée qui se forme à travers les grains pendant la solidification	<b>transkristalliner Mikrolunker</b> länglicher Lunker, der die Kristallkörner während der Erstarrung durchtrennt

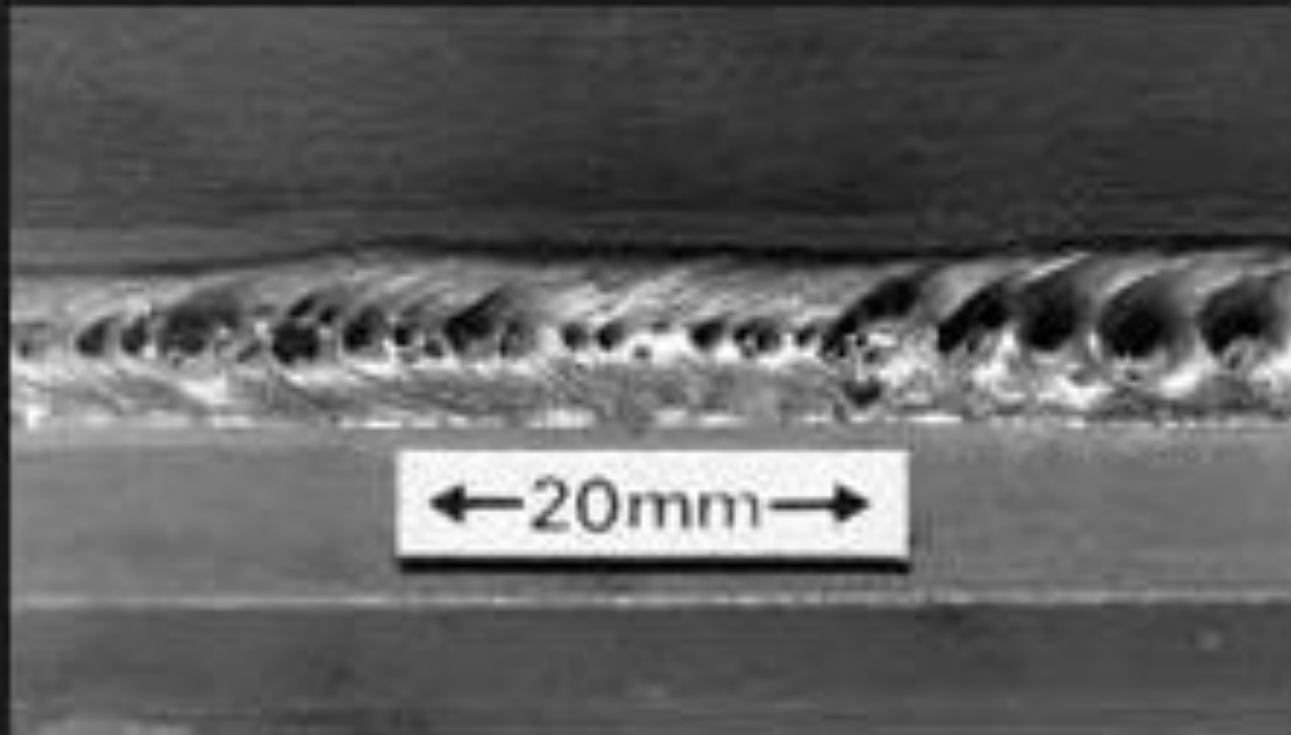


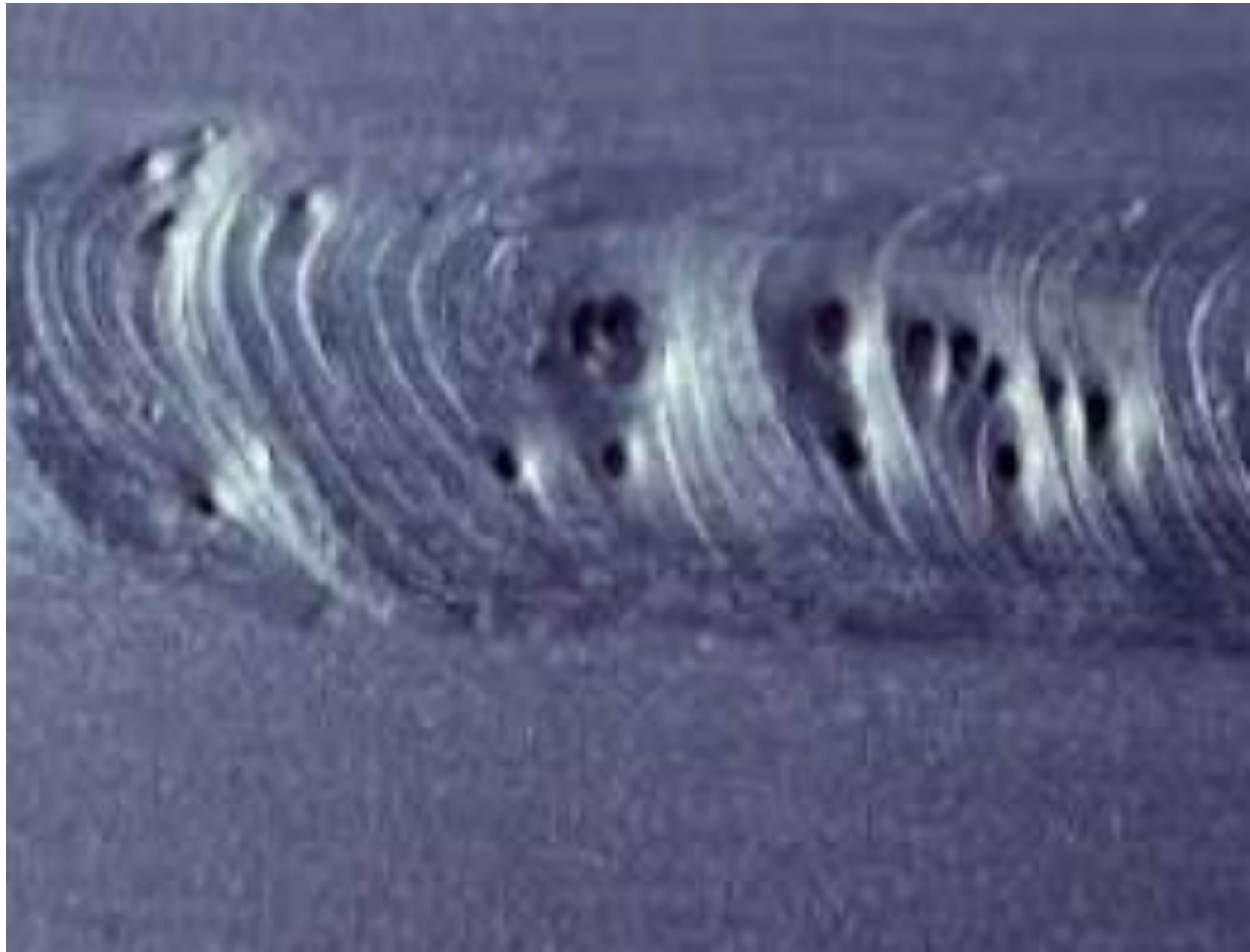


2017...Povrchový pór

2017...Povrchový pór



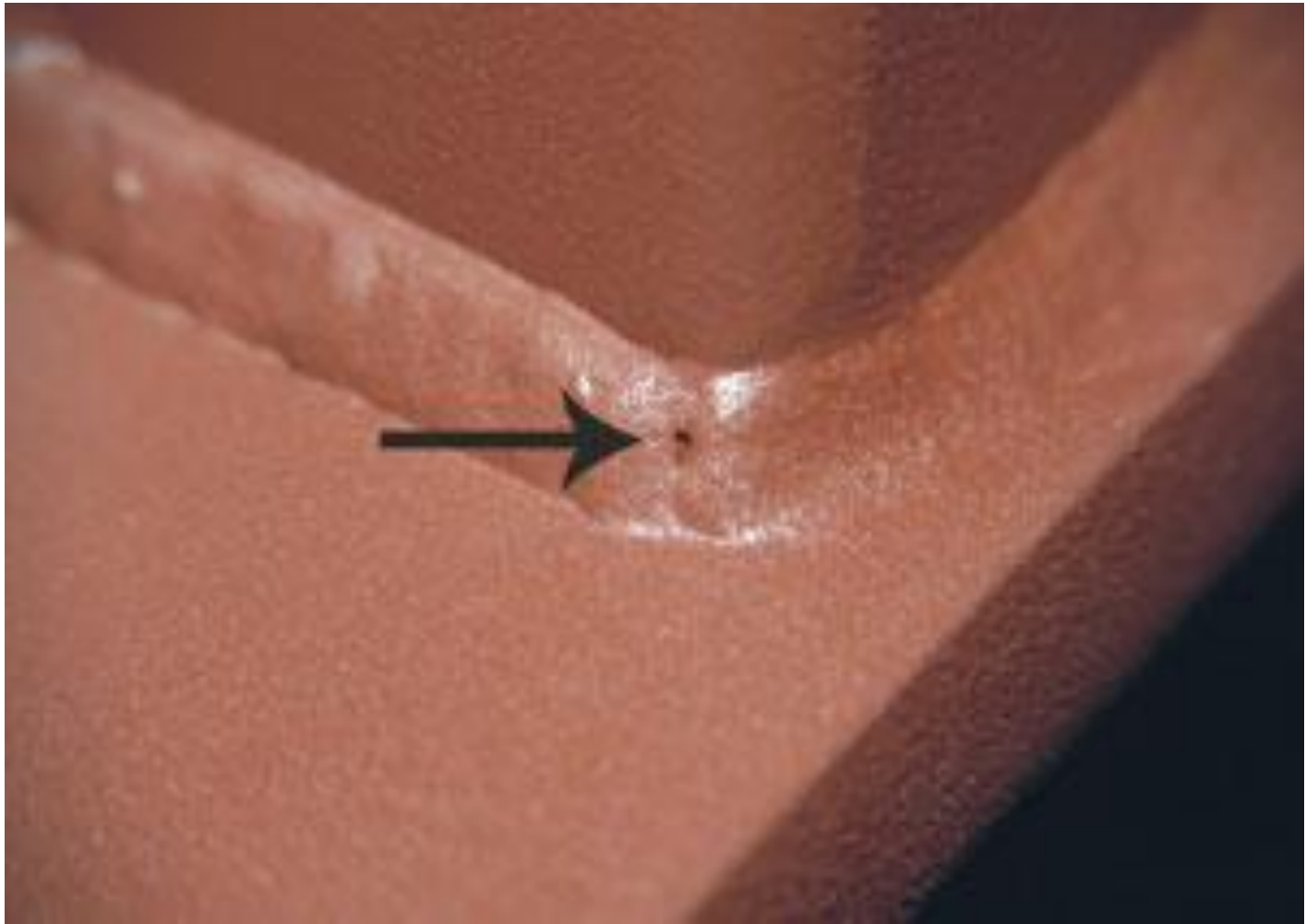






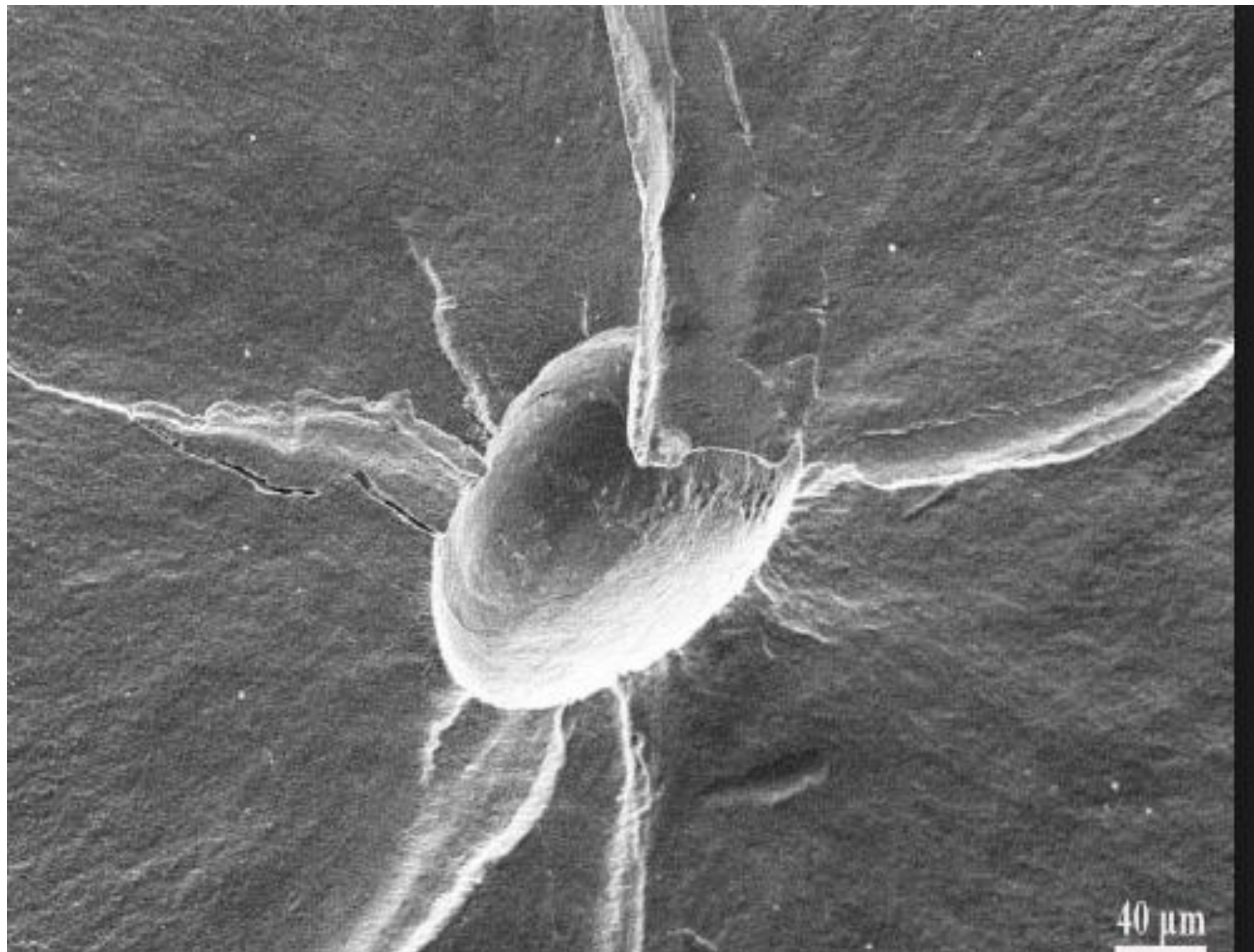






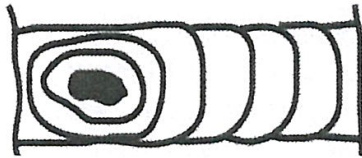






**Koncová kráterová staženina** (2025) je dutina svarové housenky následkem smrštění materiálu při tuhnutí. Je to jakési propadnutí povrchu na konci housenky.

*(Rozlišujte pojem stažení a smrštění. Smrštění je lineární zmenšení rozměrů konečného tvaru, stažení je objemové).*



**Obr. 5:** *Koncová kráterová staženina*



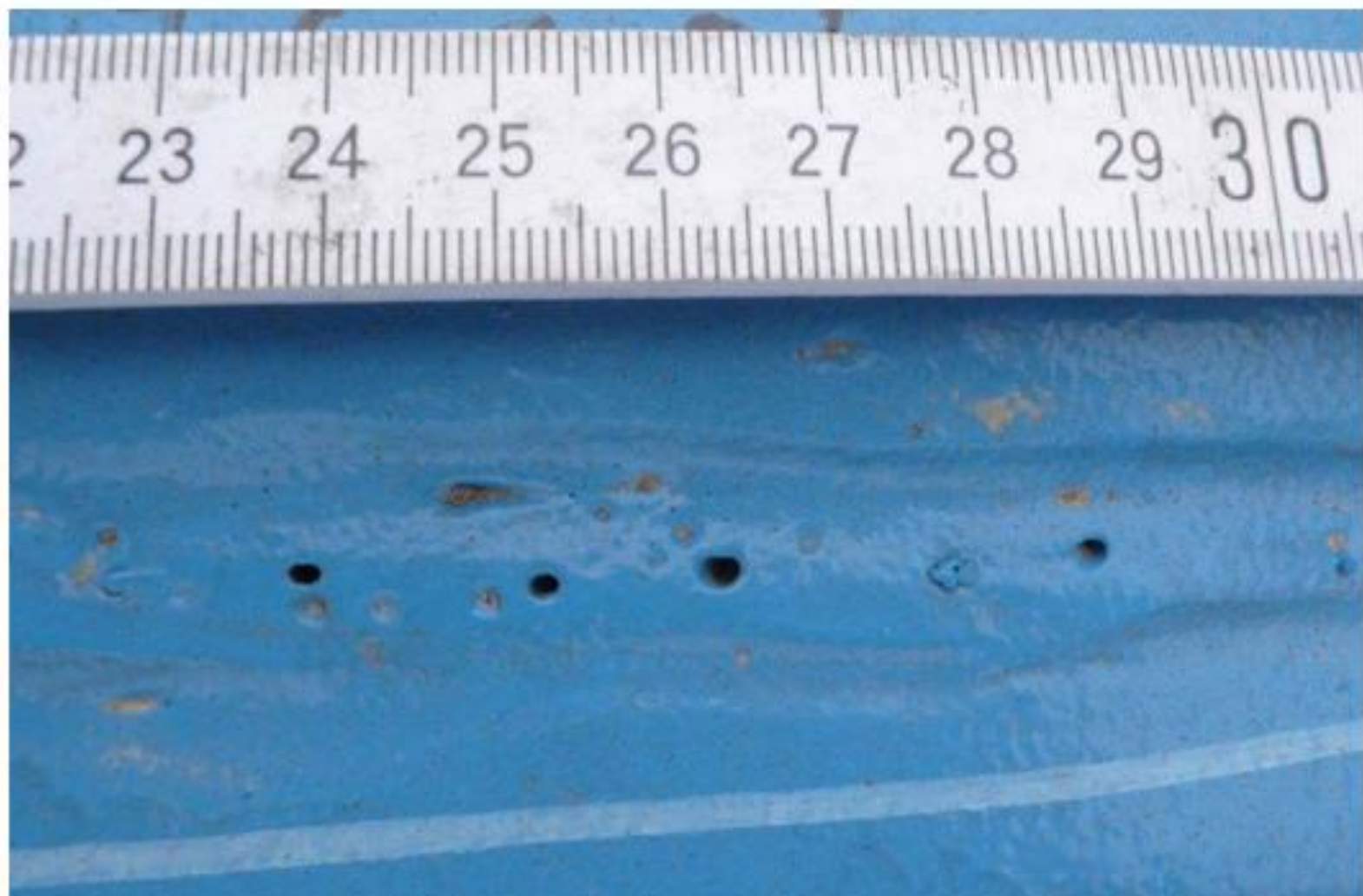






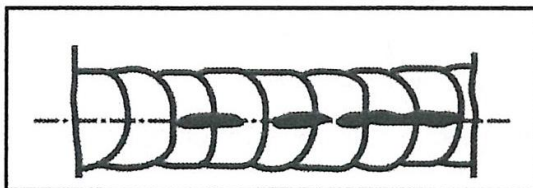






### 6.1.3. Nepravidelnosti: skupina 3 – pevné vměstky

Jestliže ve svarovém kovu zůstanou usazeny cizí látky, hovoří se o pevných vměstcích. Známý jsou **struskové vměstky** (301), tzn. ve svaru zůstala uzavřena struska.



Obr. 6: Struskový vměstek

Vyskytnout se může i **vměstek tavidla** (302), když ve svarovém kovu zůstane uzavřené tavidlo.

**Oxid** (303) jako vměstek znamená, že během tuhnutí zůstal ve svarovém kovu uzavřen oxid nějakého kovu. Zbytky oxidů se mohou vyskytovat ve velkém množství u hliníkových slitin.

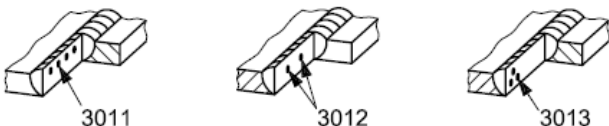
**Kovový vměstek** (304) – částice cizího kovu uzavřená ve svarovém kovu. Může to být wolfram, měď nebo i jiný kov





Referenční č. Reference No. Référence n° Referenz Nr.	Česky Označení a vysvětlení	English Designation and explanations	Français Désignation et commentaires	Deutsch Benennung und Erklärungen
	Skupina č. 3 – Pevné vměstky	Group No. 3 – Solid inclusions	Groupe n° 3 – Inclusions solides	Gruppe Nr. 3 – Feste Einschlüsse
300	<b>Pevný vměstek</b> Tuhá cizí látka zachycená ve svarovém kovu.	<b>solid inclusion</b> solid foreign substances entrapped in the weld metal	<b>inclusions solide</b> corps solide étranger emprisonné dans le métal fondu	<b>fester Einschluß</b> feste Fremdstoffeinlagerung im Schweißgut



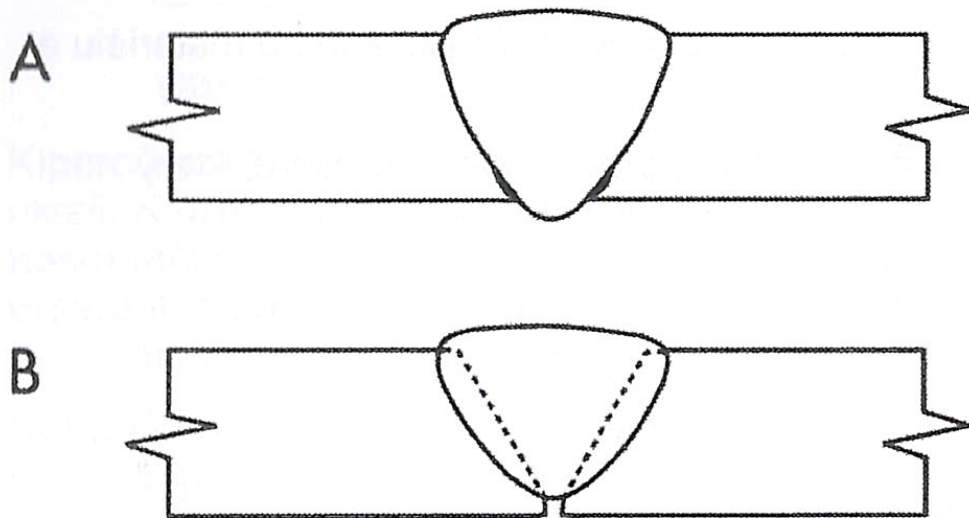
Referenční č. Reference No. Référence n° Referenz Nr.	Česky Označení a vysvětlení	English Designation and explanations	Français Désignation et commentaires	Deutsch Benennung und Erklärungen
	<b>Skupina č. 3 – Pevné vměstky</b>	<b>Group No. 3 – Solid inclusions</b>	<b>Groupe n° 3 – Inclusions solides</b>	<b>Gruppe Nr. 3 – Feste Einschlüsse</b>
<b>300</b>	<b>Pevný vměstek</b> Tuhá cizí látka zachycená ve svarovém kovu.	<b>solid inclusion</b> solid foreign substances entrapped in the weld metal	<b>inclusions solide</b> corps solide étranger emprisonné dans le métal fondu	<b>fester Einschluß</b> feste Fremdstoffeinlagerung im Schweißgut
<b>301</b>	<b>Struskový vměstek</b> Tuhý vměstek ve formě strusky.  Struskové vměstky mohou být	<b>slag inclusion</b> solid inclusion in the form of slag  Slag inclusions can be	<b>inclusion de laitier</b> inclusion solide constituée de laitier  Les inclusions de laitier peuvent être	<b>Schlackeneinschluß</b> im Schweißgut eingeschlossene Schlacke  Abhängig von den Entstehungsbedingungen können derartige Einschlüsse sein:
<b>3011</b>	– řádkové,	– linear,	– alignées,	– zeilenförmig,
<b>3012</b>	– ojedinělé,	– isolated,	– isolées,	– vereinzelt,
<b>3013</b>	– ve shluku.	– clustered.	– en nid.	– örtlich gehäuft.
				
<b>302</b>	<b>Tavidlový vměstek</b> Tuhý vměstek ve formě tavidla.  Tavidlové vměstky mohou být	<b>flux inclusion</b> solid inclusion in the form of flux  Flux inclusions can be	<b>inclusion de flux</b> inclusion solide constituée de flux  Les inclusion de flux peuvent être	<b>Flußmitteleinschluß</b> im Schweißgut eingeschlossenes Flussmittel  Abhängig von den Entstehungsbedingungen können derartige Einschlüsse sein:
<b>3021</b>	– řádkové,	– linear,	– alignées (ou en chapelet),	– zeilenförmig,
<b>3022</b>	– ojedinělé,	– isolated,	– isolées,	– vereinzelt,
<b>3023</b>	– ve shluku.	– clustered.	– en nid.	– örtlich gehäuft.
	Viz/See/Voir/Siehe 3011, 3012, 3013.			



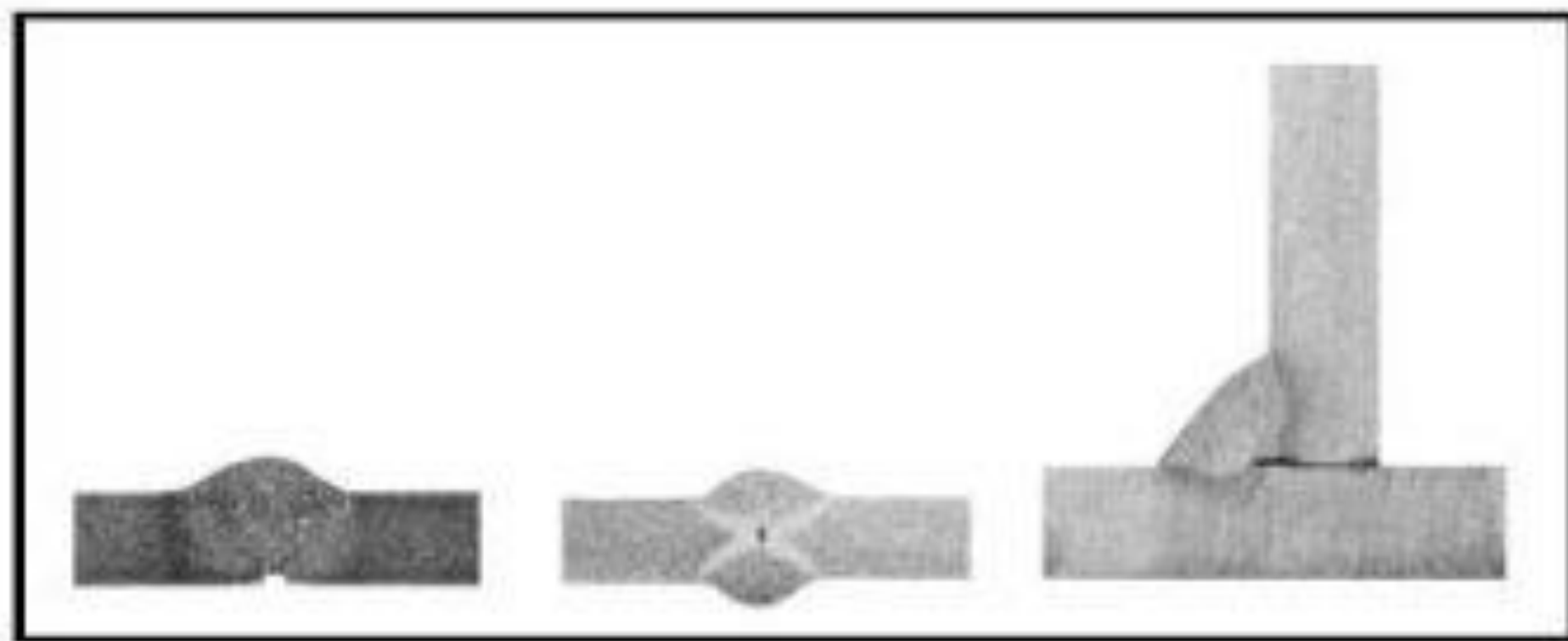
#### 6.1.4. Nepravidelnosti: skupina 4 – studený spoj a neprůvar

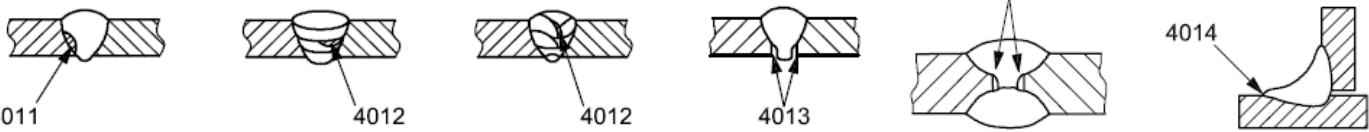
**Studený spoj** (401) je nedostatečné spojení mezi svarovým kovem a základním materiálem nebo uvnitř svarového kovu. Vizualním zkoušením lze prokazovat jen **studené spoje v kořeni**.

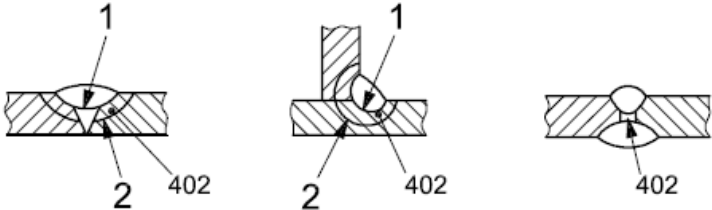
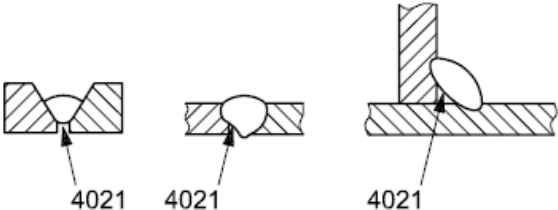
**Neprůvar** (402) je nedostatečné provaření v průřezu. Svarový kov se nedostal až ke kořeni.



**Obr. 7:** Studený spoj v kořeni (A) a neprůvar v kořeni (B)

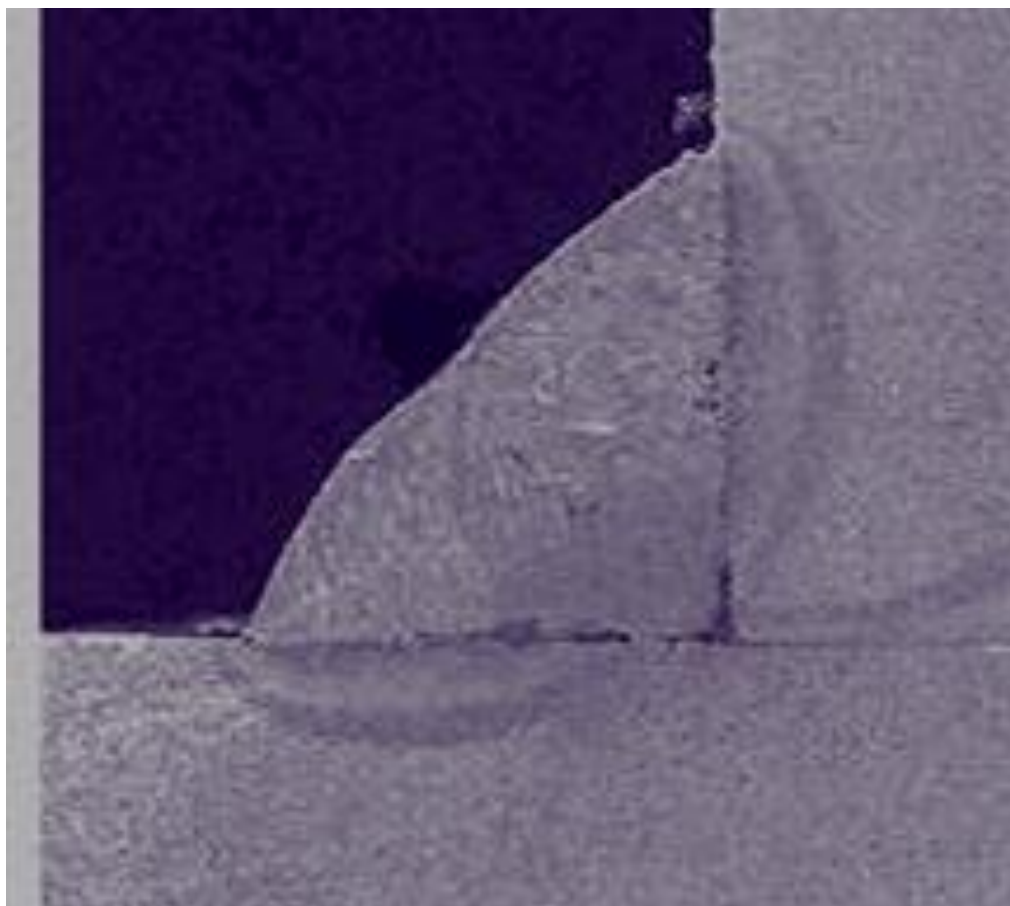


Referenční č. Reference No. Référence n° Referenz Nr.	Česky Označení a vysvětlení	English Designation and explanations	Français Désignation et commentaires	Deutsch Benennung und Erklärungen
	<b>Skupina č. 4 – Studené spoje a neprůvary</b>	<b>Group No. 4 – Lack of fusion and penetration</b>	<b>Groupe n° 4 – Manque de fusion et de pénétration</b>	<b>Gruppe Nr. 4 – Bindefehler und ungenügende Durchschweißung</b>
<b>400</b>	<b>Studený spoj a neprůvar</b>	<b>Lack of fusion and penetration</b>	<b>Manque de fusion et de pénétration</b>	<b>Bindefehler und ungenügende Durchschweißung</b>
<b>401</b>	<b>Studený spoj</b> Nedostatečné spojení (natavení) mezi svarovým kovem a základním materiálem nebo mezi jednotlivými vrstvami svarového kovu. Může se vyskytnout jeden z následujících případů:	<b>lack of fusion</b> lack of union between the weld metal and the parent material or between the successive layers of weld metal  It can be one of the following:	<b>manque de fusion</b> manque de liaison entre le métal déposé et le matériau de base ou entre des couches contiguës de métal déposé  Un des manques suivants est possible:	<b>Bindefehler</b> unzureichende Bindung zwischen Schweißgut und Grundwerkstoff oder zwischen den nachfolgenden Schweißgutschichten  Folgende Arten sind möglich:
<b>4011</b>	– studený spoj na svarové ploše,	– lack of side-wall fusion,	– manque de fusion des bords,	– Flankenbindefehler,
<b>4012</b>	– studený spoj mezi housenkami <sup>a</sup> ,	– lack of inter-run fusion <sup>a</sup> ,	– manque de fusion entre passes <sup>a</sup> ,	– Lagenbindefehler <sup>a</sup> ,
<b>4013</b>	– studený spoj v kořeni,	– lack of root fusion,	– manque de fusion à la racine,	– Wurzelbindefehler,
<b>4014</b>	– mikro-studený spoj.	– micro-lack of fusion.	– micro-manque de fusion.	– Mikrobindefehler.
	POZNÁMKA V angličtině označováno také jako „cold laps“ (studené přetečení).	NOTE Also referred to as “cold laps”.	NOTE En anglais, le manque de fusion s'appelle aussi «cold laps».	ANMERKUNG Im Englischen auch „cold laps“ genannt.
	 <p><sup>a</sup> Ve franouštině jsou používány termíny „collage noir“ a „collage blanc“. Na rozdíl od „collage blanc“ zahrnuje „collage noir“ neroztavené oxidické vměstky v oblasti tavení.</p> <p><sup>a</sup> In French, the terms “collage noir” and “collage blanc” are used. Unlike “collage blanc”, “collage noir” includes non-melted oxide inclusions in the fusion zone.</p> <p><sup>a</sup> En français, on utilise les termes «collage noir» et «collage blanc». Contrairement à collage blanc, collage noir contient des inclusions d'oxydes non fondues dans la zone de fusion.</p> <p><sup>a</sup> Im Französischen werden die Begriffe „collage noir“ und „collage blanc“ verwendet. Im Gegensatz zu „collage blanc“ enthält „collage noir“ aufgeschmolzene Oxideinschlüsse in der Schmelzzone.</p>			

Referenční č. Reference No. Referenz Nr.	Česky Označení a vysvětlení	English Designation and explanations	Français Désignation et commentaires	Deutsch Benennung und Erklärungen
402	<b>Neprůvar (nedostatečný průvar)</b>  Rozdíl mezi skutečným a předepsaným průvarem.	<b>incomplete penetration (lack of penetration)</b>  difference between the actual and nominal penetration	<b>manque de pénétration (pénétration incomplète)</b>  différence entre la pénétration réelle et la pénétration nominale	<b>ungenügende Durchschweißung</b>  Unterschied zwischen tatsächlichem Einbrand und Solleinbrand
	<div> <div> 1 skutečný průvar actual penetration pénétration réelle tatsächlicher Einbrand   2 předepsaný průvar nominal penetration pénétration nominale Solleinbrand </div> <div>  </div> </div>			
4021	<b>Neprovařený kořen</b>  Jedna nebo obě svarové plochy kořene nejsou nataveny.	<b>incomplete root penetration</b>  One or both fusion faces of the root are not melted	<b>manque de pénétration à la racine</b>  l'un ou les deux bords de la racine ne sont pas fondus	<b>ungenügender Wurzeleinbrand</b>  Eine oder beide Stegflanken der Wurzel sind nicht aufgeschmolzen
				







401...studený spoj

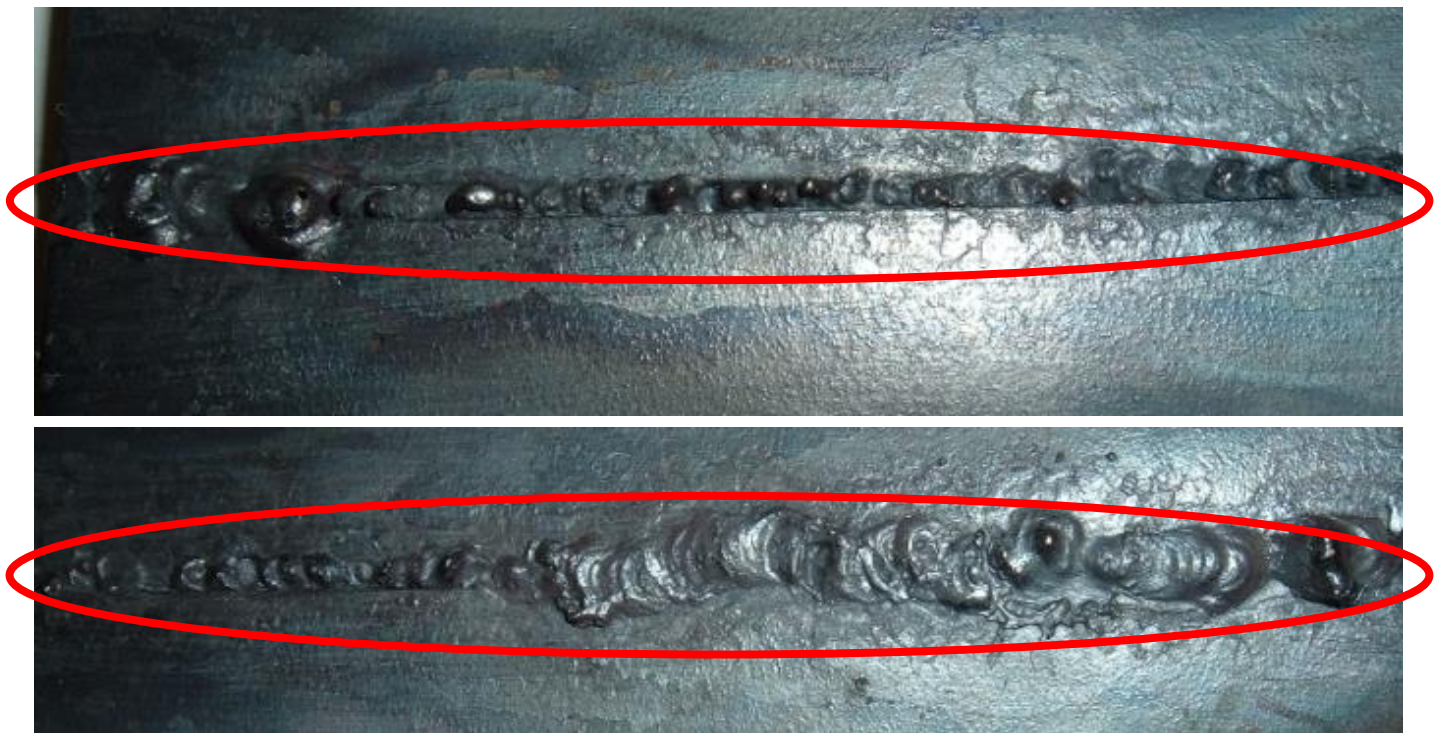




4021...neprovařený kořen



❑ 4021...neprovařený kořen



















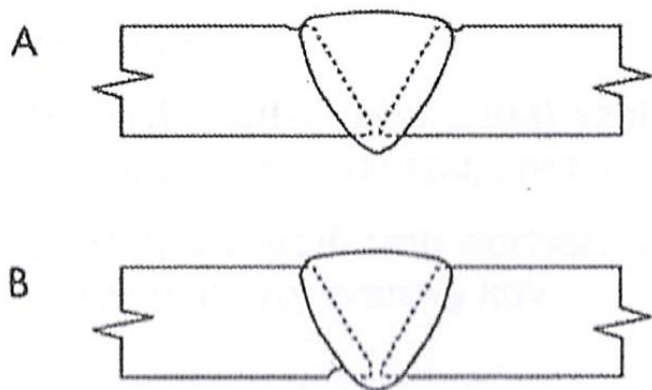




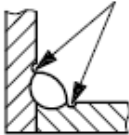
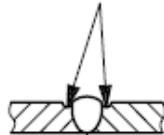
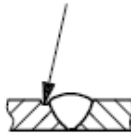
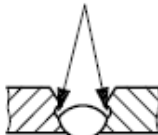
### 6.1.5. Nepravidelnosti: skupina 5 – vada tvaru (rozměru)

Jako vady tvaru jsou považovány odchylky od předepsaného tvaru svarového spoje.

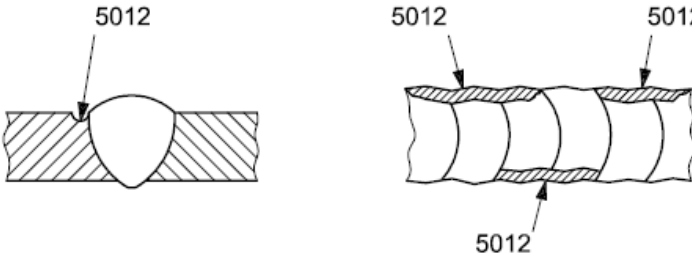
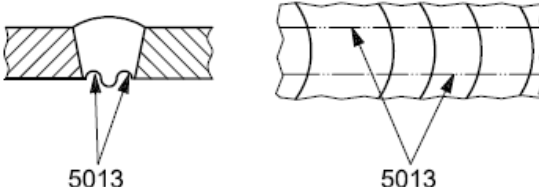
**Zápal** (501) (často se někdy správně a někdy nesprávně používá i *vrub*) je prohlubeň na přechodu svar – základní materiál. Zápal ve svém průběhu mohou měnit šířku a hloubku. *Zápal* v krycí vrstvě (u kořene je přesnější používat *vrub*) je prohloubenina, která může probíhat po obou stranách svaru.

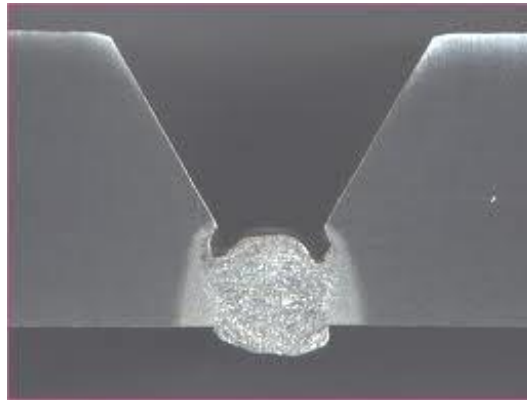


Obr. 8: Zápal (A), vrub v kořeni (B)

Referenční č. Reference No. Référence n° Referenz Nr.	Česky Označení a vysvětlení	English Designation and explanations	Français Désignation et commentaires
	Skupina č. 5 – Vady tvaru a rozměru	Group No. 5 – Imperfect shape and dimensions	Groupe n° 5 – Défauts de forme et défauts dimensionnels
500	Vada tvaru  Nesprávný tvar vnějších povrchů svaru nebo nepřípustná geometrie svarového spoje.	imperfect shape  imperfect shape of the external surfaces of the weld or defective joint geometry	forme défectueuse  forme imparfaite des faces externes de la soudure ou forme géométrique imparfaite du joint
501	Zápal (vrub)  Nepřavidelný vrub na přechodu svarové housenky do základního materiálu nebo do dříve navařeného svarového kovu.	undercut  irregular groove at a toe of a run in the parent material, or in previously deposited weld metal	caniveau  sillon irrégulier au niveau de la ligne de raccordement de la soudure, situé soit dans le matériau de base, soit dans le métal fondu déposé préalablement
5011	Souvislý zápal  Zápal značné délky bez přerušení.	continuous undercut  undercut of significant length without interruption	caniveau continu  caniveau d'une longueur importante d'un seul tenant
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-end;"> <div style="text-align: center;"> <p>5011</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>5011</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>5011</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>5011</p>  </div> </div>			

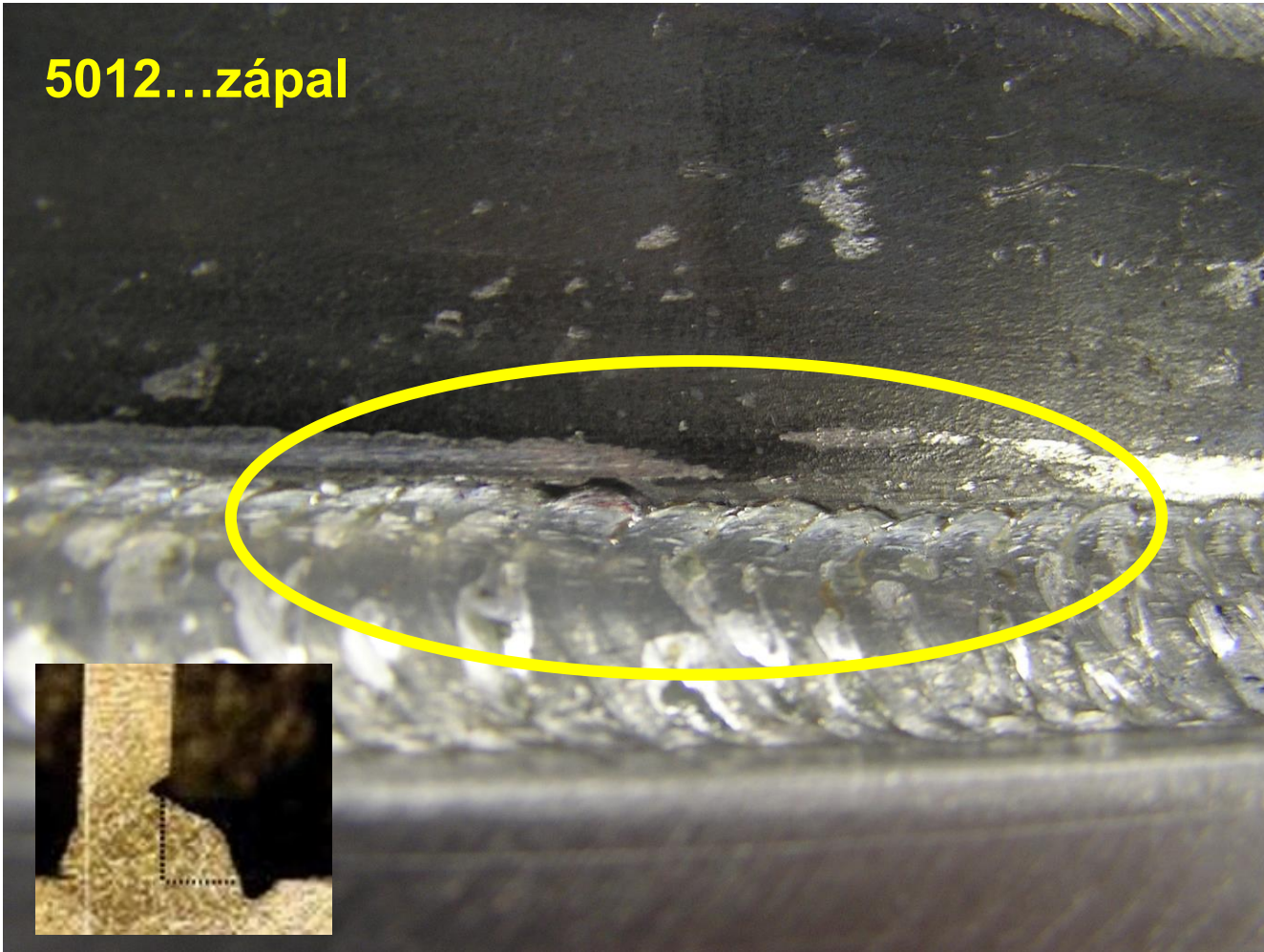


Referenční č. Reference No. Référence n° Referenz Nr.	Česky Označení a vysvětlení	English Designation and explanations	Français Désignation et commentaires	Deutsch Benennung und Erklärungen
5012	<b>Nesouvislý zápal</b> Zápal krátké délky vyskytující se občasně podél svaru.	<b>intermittent undercut</b> short length of undercut, intermittent along the weld	<b>morsure caniveau discontinu</b> caniveau de faible longueur apparaissant par intermittence le long de la soudure	<b>nicht durchlaufende Einbrandkerbe</b> kurze unterbrochene Einbrandkerbe entlang der Schweißnaht
				
5013	<b>Vrub v kořeni</b> Zápaly viditelné na každé straně kořenové housenky.	<b>shrinkage groove</b> undercuts visible on each side of the root run	<b>caniveau à la racine</b> caniveaux apparaissant de chaque côté de la passe de fond	<b>Wurzelkerbe</b> Kerbe, die auf beiden Seiten der Wurzellage sichtbar sind
				



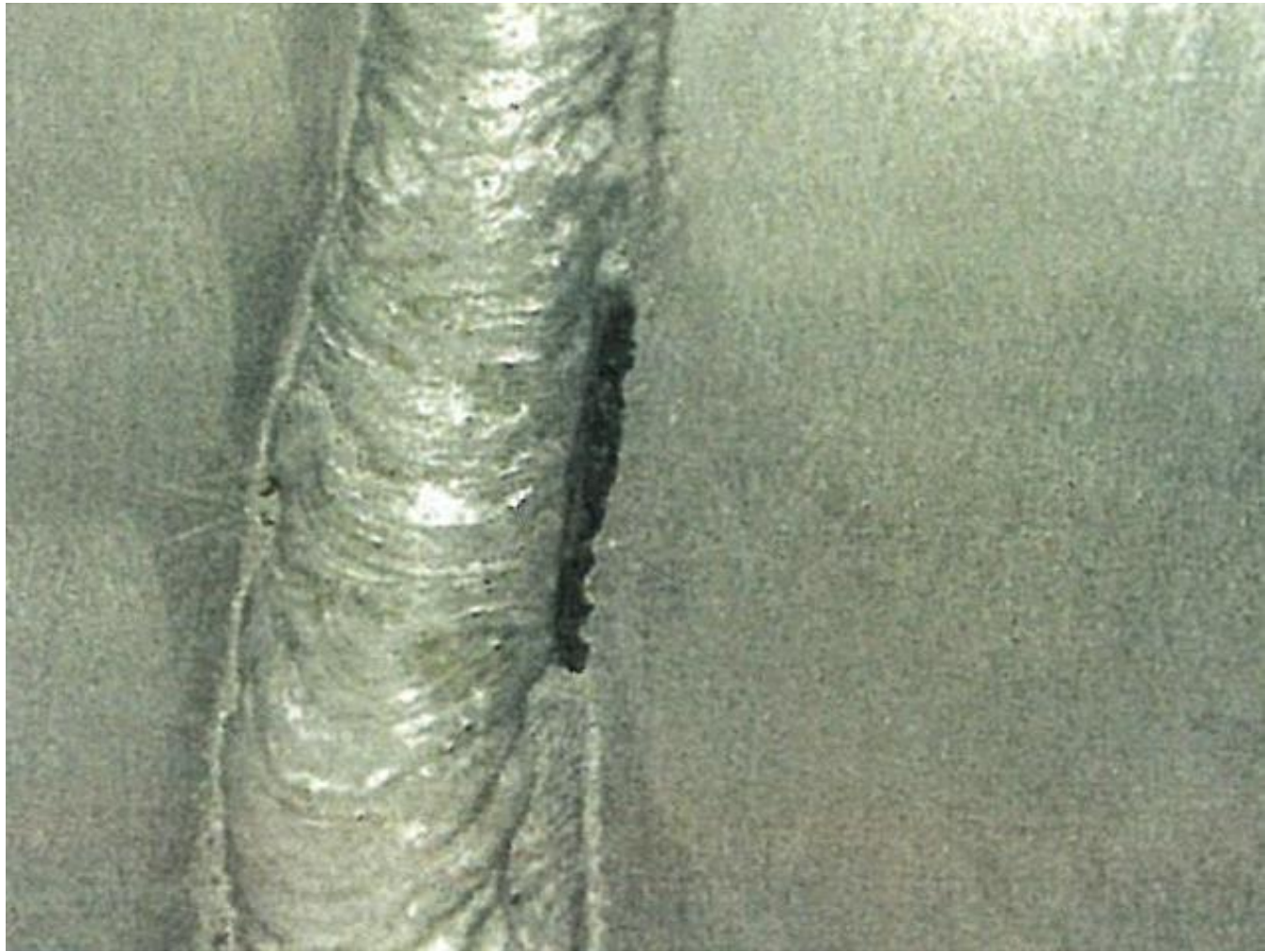
zápaly

5012...zápal

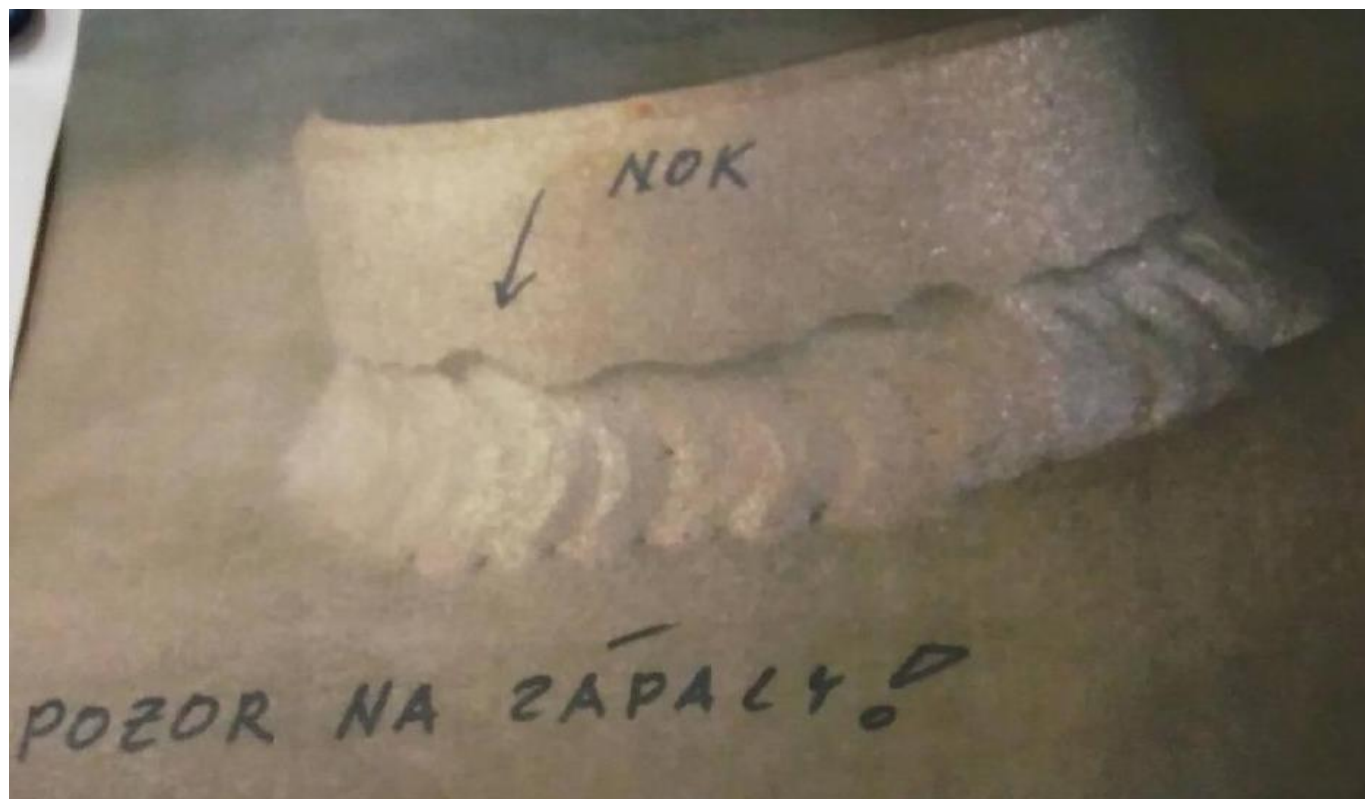












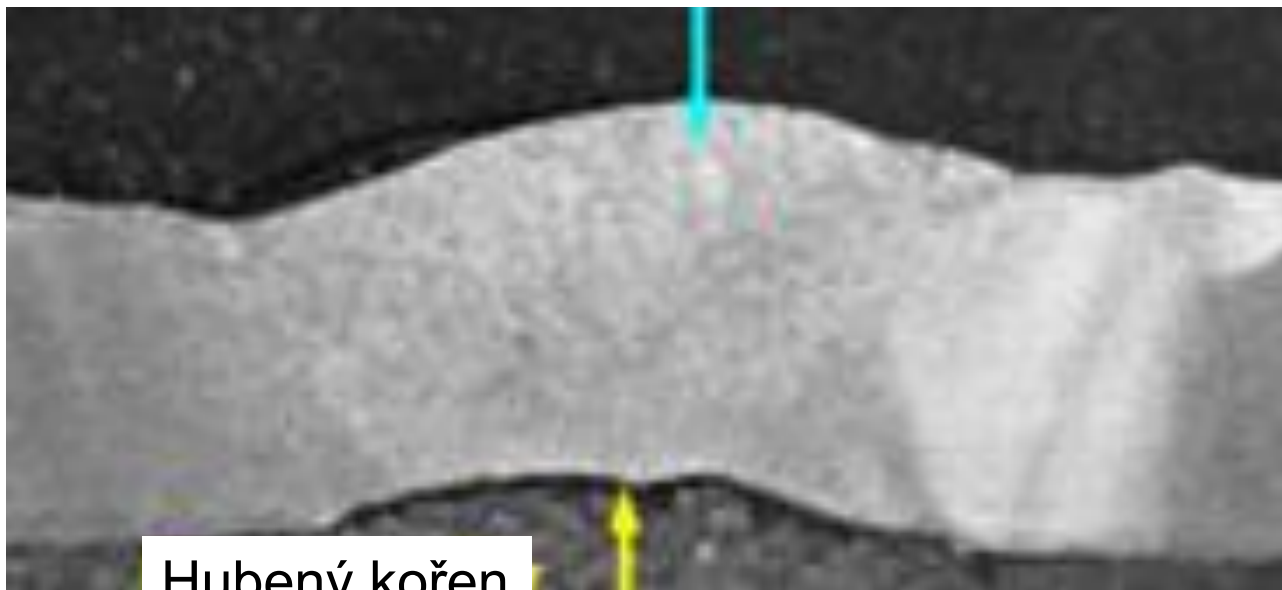












Hubený kořen



5013...vruby v kořeni

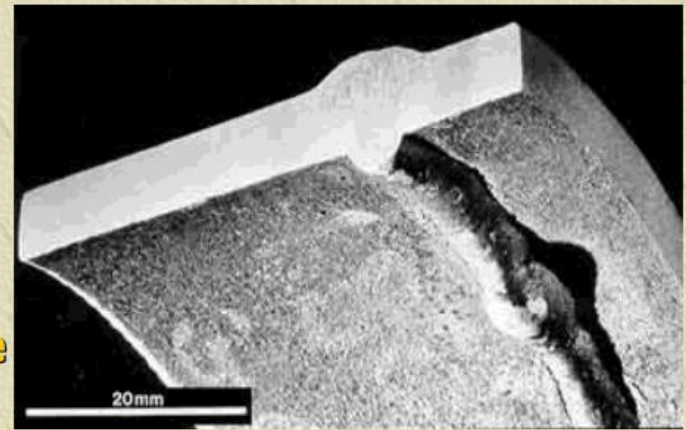
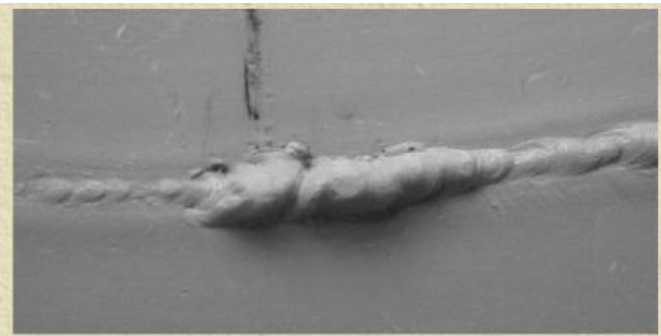
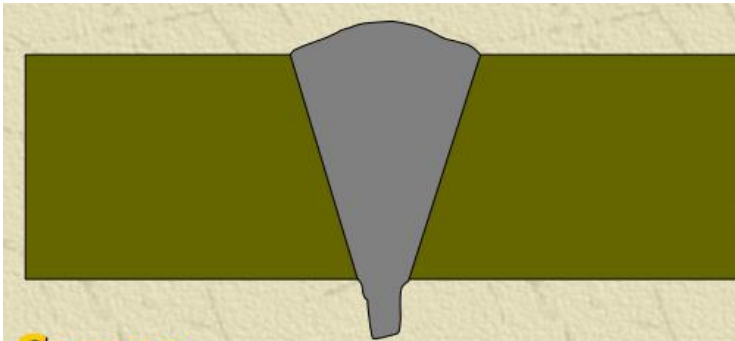






**504... nadměrné převýšení kořene**

















Vada 510 - díra

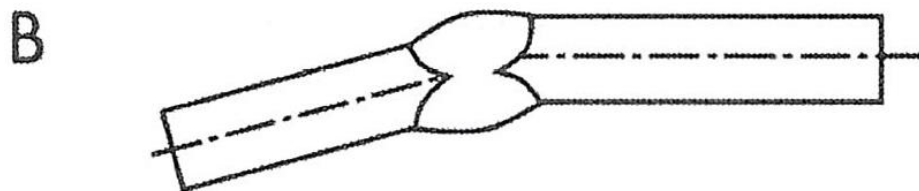
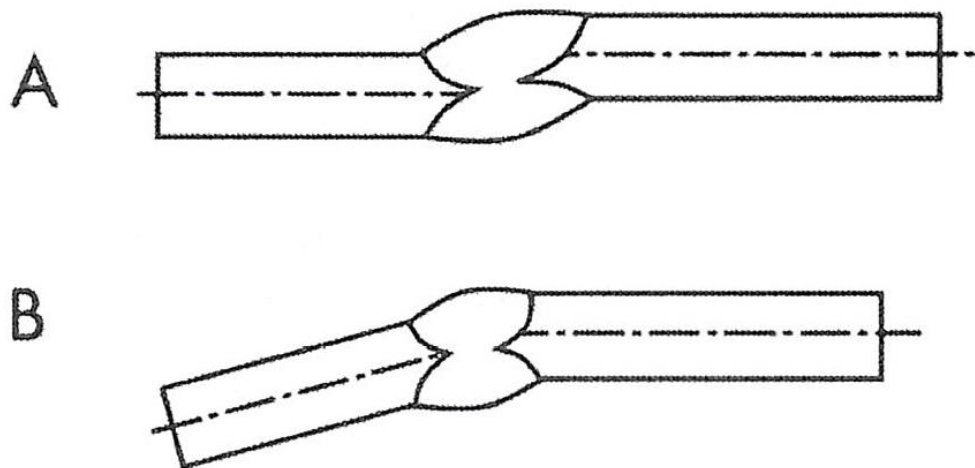


Vada 510 - díra

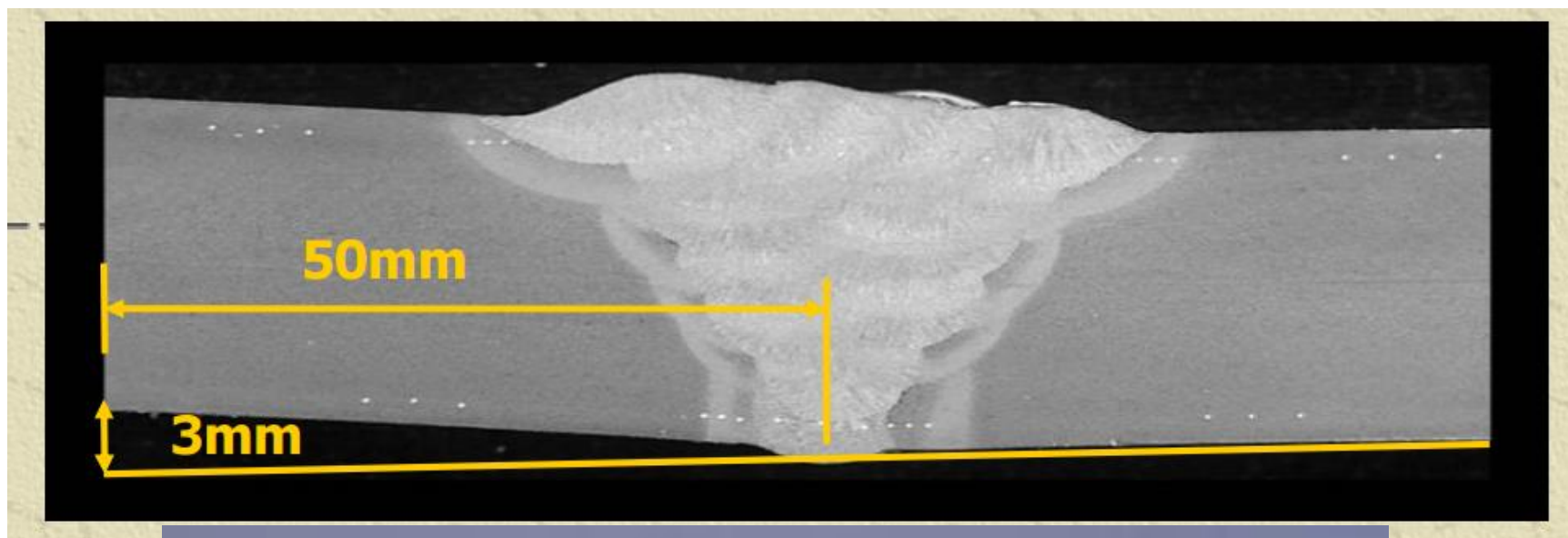


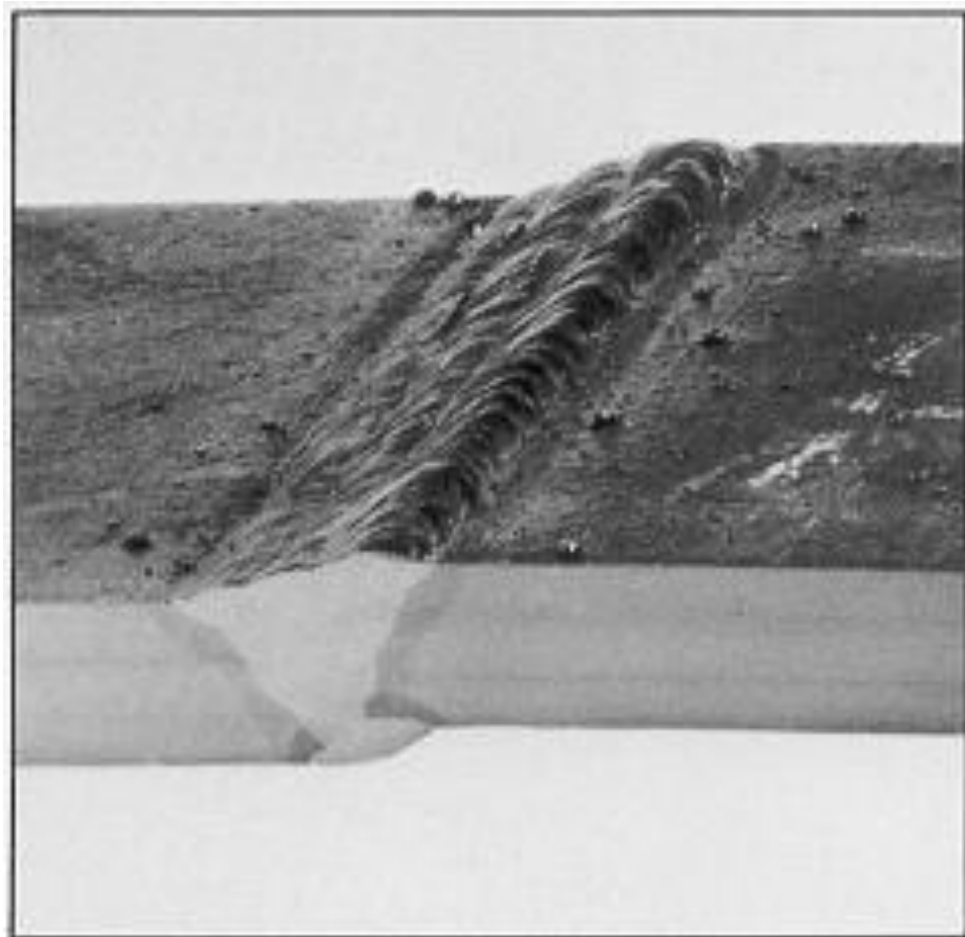
Dále se pak vyskytuje lineární **přesazení hran** (507) mezi dvěma spojovanými kusy. Roviny obou dílů jsou sice rovnoběžné, ale nejsou ve stejné rovině.

**Přesazení úhlové** znamená, že roviny obou dílů nejsou rovnoběžné.



**Obr. 11:** Lineární přesazení hran (A), úhlové přesazení (B)



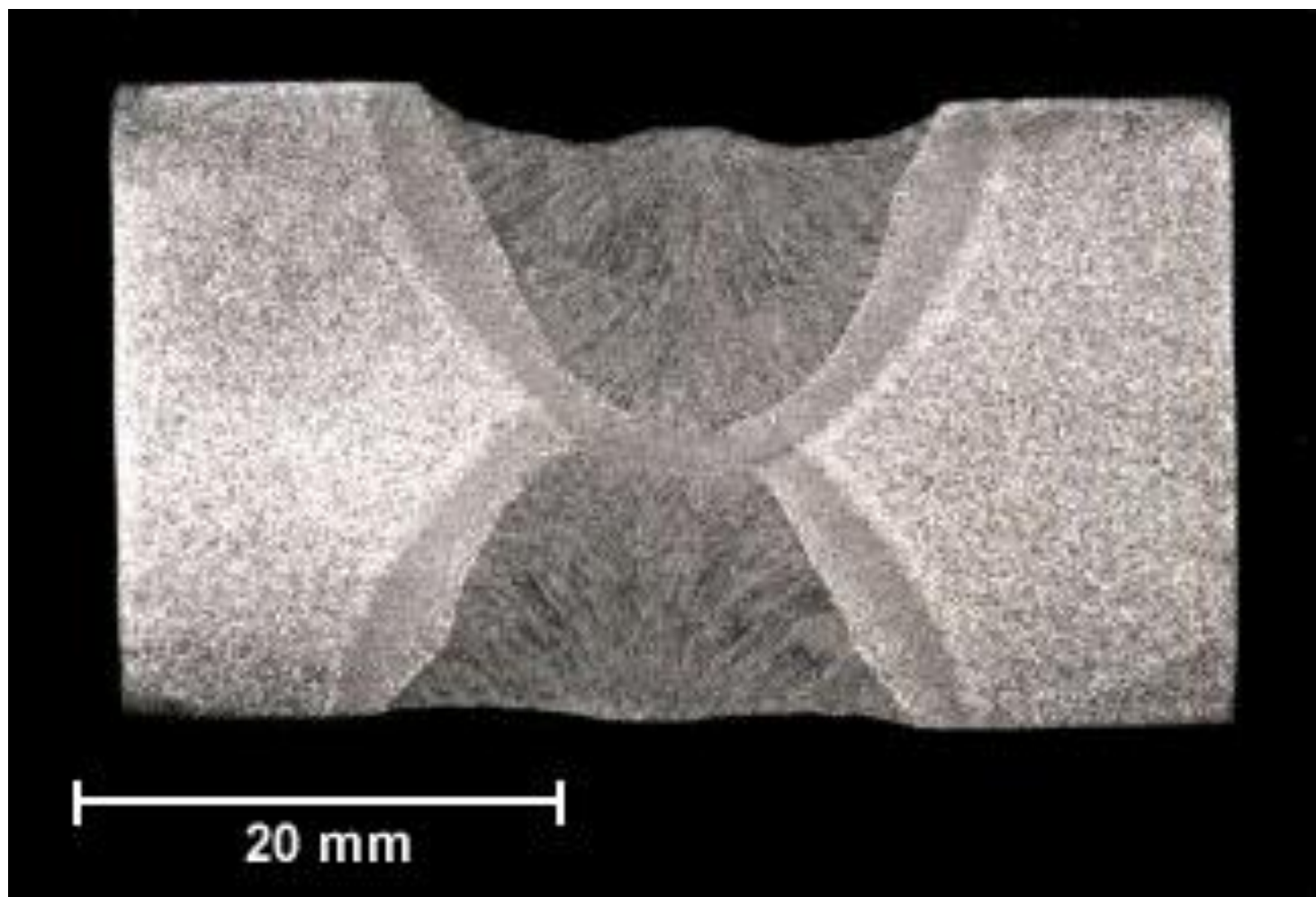


50mm

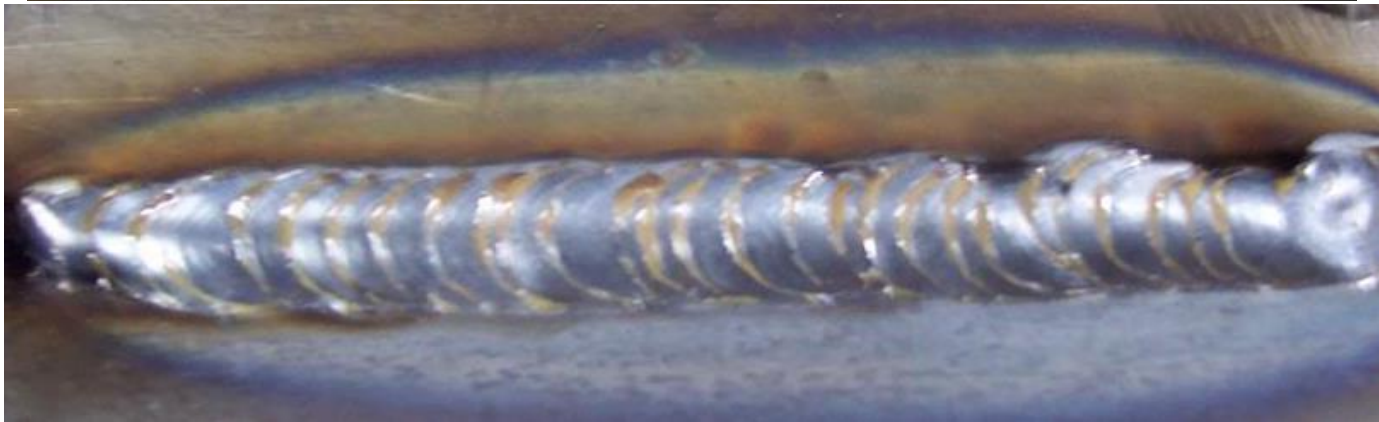


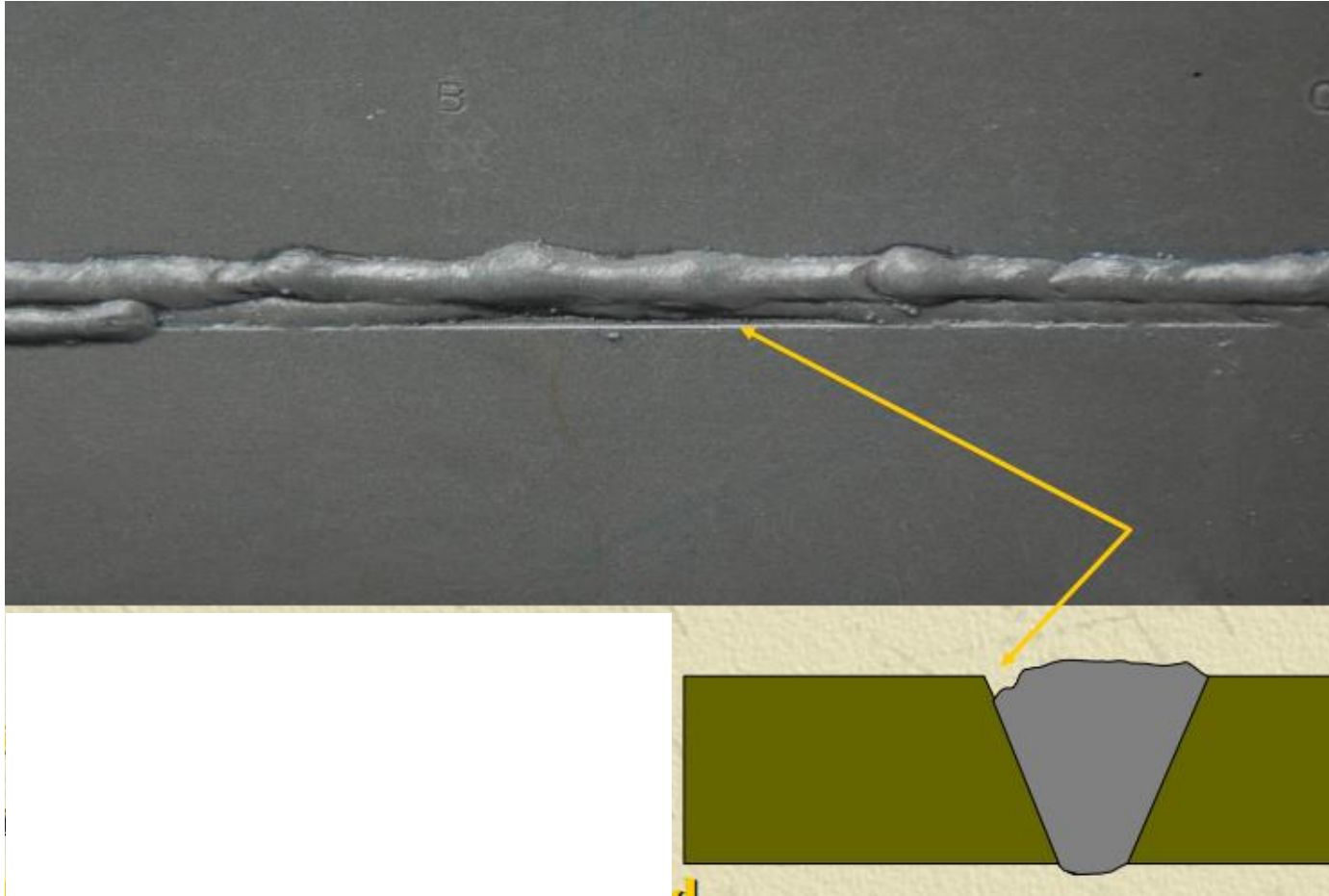
proláklina





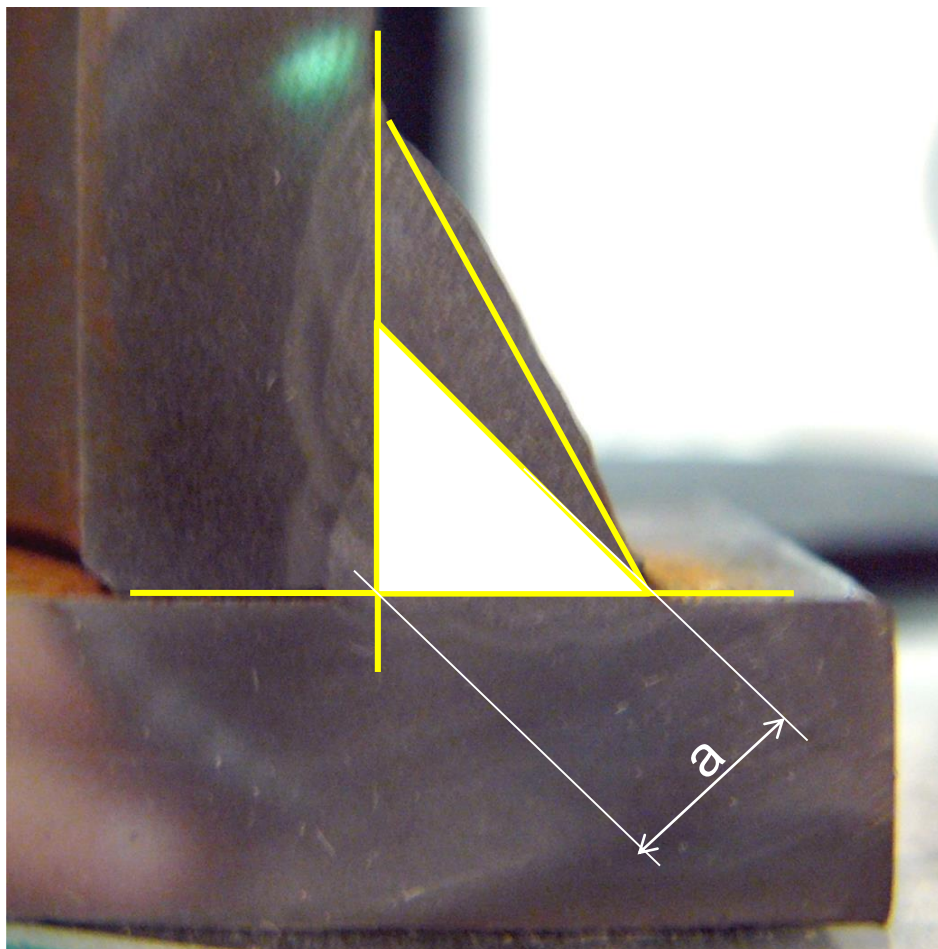
Nevyplněný svar





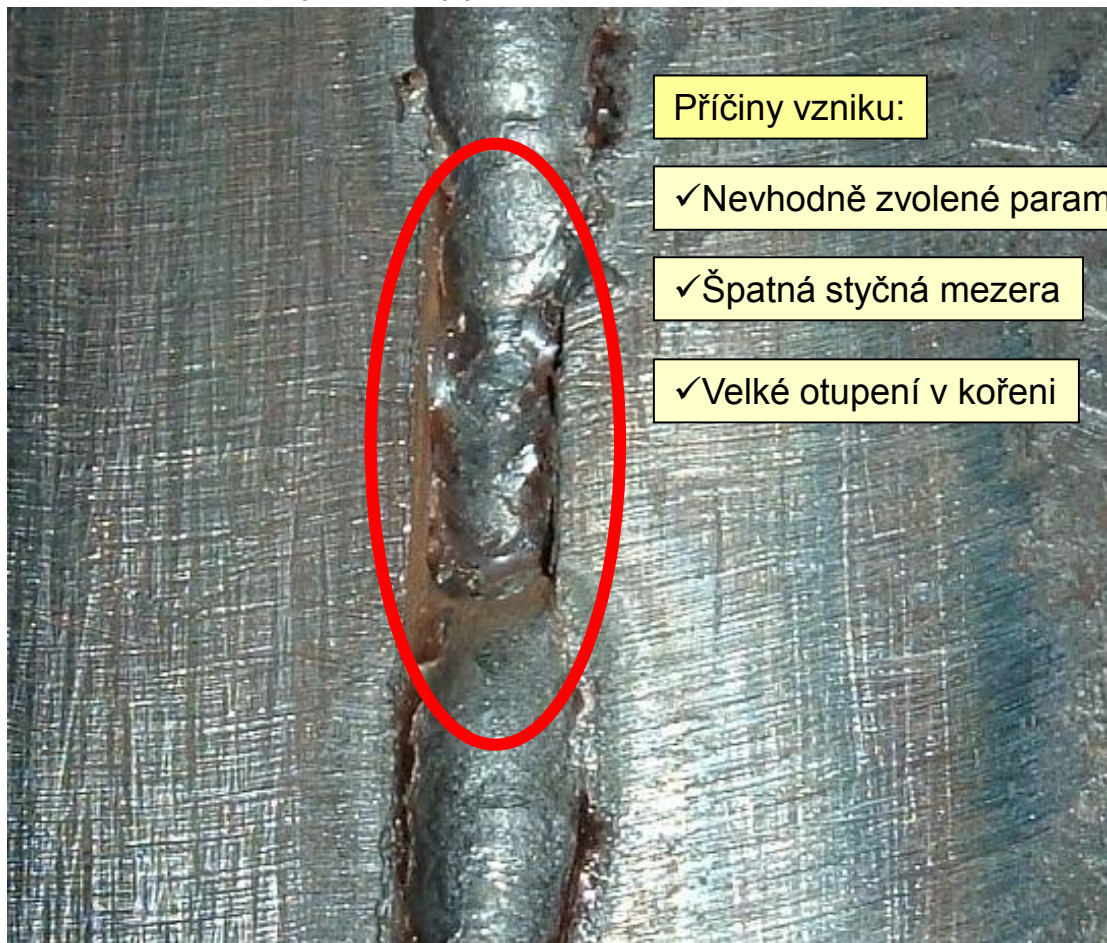






512...Nadměrná asymetrie koutového svaru

## ❑ 511...neúplné vyplnění svaru



Příčiny vzniku:

✓ Nevhodně zvolené parametry

✓ Špatná styčná mezera

✓ Velké otupení v kořeni









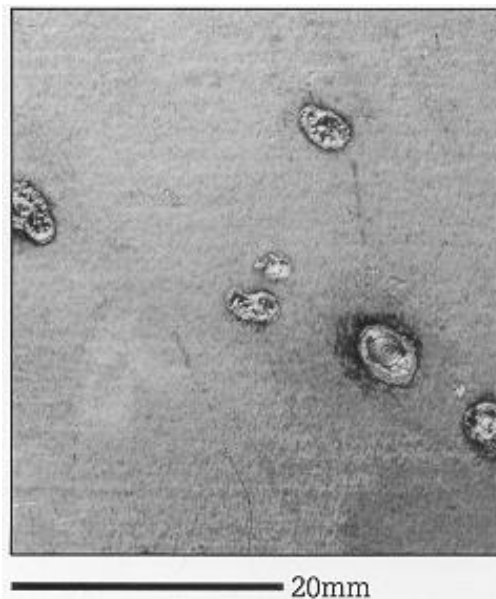


#### 6.1.6. Nepravidlenosti: skupina 6 – jiné nepravidelnosti

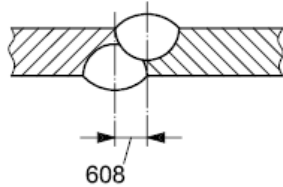
**Opaly** (601) jsou místní poškození povrchu důsledkem hoření oblouku vedle svaru (dotyk elektrodou).

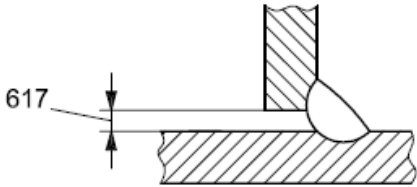
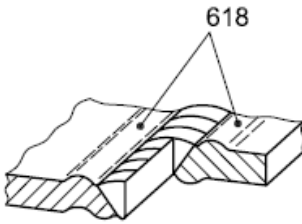
**Rozstřík (svarového kovu)** vzniká dopadáním kapek svarového kovu nebo přídavného materiálu na povrch spoje nebo základního materiálu (602).

K **rozstříku wolframu** dochází, když uvolněné částičky wolframové elektrody se přivaří na kus nebo na svarový kov.



Referenční č. Reference No. Référence n° Referenz Nr.	Česky Označení a vysvětlení	English Designation and explanations	Français Désignation et commentaires	Deutsch Benennung und Erklärungen
	<b>Skupina č. 6 – Různé vady</b>	<b>Group No. 6 – Miscellaneous imperfections</b>	<b>Groupe n° 6 – Défauts divers</b>	<b>Gruppe Nr. 6 – Sonstige Unregelmäßigkeiten</b>
<b>600</b>	<b>Různé vady</b> Všechny vady, které nemohou být zařazeny do skupin 1 až 5.	<b>miscellaneous imperfections</b> all imperfections which cannot be included in groups 1 to 5	<b>défauts divers</b> défauts n'entrant pas dans les groupes 1 à 5	<b>sonstige Unregelmäßigkeiten</b> alle Unregelmäßigkeiten, die nicht in die Gruppen 1 bis 5 eingeordnet werden können
<b>601</b>	<b>Dotyk elektrodou</b>  Místní poškození povrchu základního materiálu vedle svaru způsobené hořením oblouku nebo jeho zapálením mimo svarovou mezeru.	<b>arc strike stray arc</b> local damage to the surface of the parent material adjacent to the weld, resulting from arcing or striking the arc outside the joint preparation	<b>coup d'arc amorçage accidentel</b> altération locale et superficielle du matériau de base résultant d'un amorçage accidentel de l'arc au voisinage de la soudure	<b>Zündstelle</b>  örtliche Beschädigung der Oberfläche des Grundwerkstoffes neben der Schweißnaht durch Brennen oder Zünden des Lichtbogens außerhalb der Schweißfuge
<b>602</b>	<b>Rozstřík</b>  Kapky svarového kovu nebo přídavného materiálu vznikající během svařování, které ulpívají na povrchu základního materiálu nebo tuhnucího svarového kovu.	<b>splatter</b> globules of weld metal or filler metal expelled during welding and adhering to the surface of parent material or solidified weld metal	<b>projection perles</b> éclaboussure de métal en fusion projetée pendant le soudage et qui adhère sur le matériau de base ou le métal fondu déjà solidifié	<b>Spritzer</b>  während des Schweißens entstehende Spritzer, die aus dem Schweißgut oder Zusatzwerkstoff stammen und auf der Oberfläche des Grundwerkstoffes oder auf dem erstarrten Schweißgut haften
<b>6021</b>	<b>Rozstřík wolframu</b> Částice wolframu přenesené z elektrody na povrch základního materiálu nebo tuhnucího svarového kovu.	<b>tungsten splatter</b> particles of tungsten transferred from the electrode to the surface of parent material or solidified weld metal	<b>projection de tungstène</b> particules de tungstène provenant de l'électrode et projetées pendant le soudage sur le matériau de base ou le métal fondu déjà solidifié	<b>Wolframspritzer</b> Wolframteilchen, die von der Elektrode auf die Oberfläche des Grundwerkstoffes oder auf das erstarrte Schweißgut abgeschieden werden
<b>603</b>	<b>Vytržený povrch</b>  Poškození povrchu způsobené při odstranění dočasně přivařených pomocných prvků.	<b>torn surface</b> surface damage due to the removal by fracture of temporary welded attachments	<b>déchirure locale ou arrachement local</b> blessure locale et superficielle du métal de base, produite lors de l'arrachement d'attaches soudées temporaires	<b>Ausbrechung</b>  beschädigte Oberfläche als Folge des Entferns von temporären Fertigungs-hilfsmitteln durch Abbrechen

Referenční č. Reference No. Référence n° Referenz Nr.	Česky Označení a vysvětlení	English Designation and explanations	Français Désignation et commentaires	Deutsch Benennung und Erklärungen
604	<b>Stopa po broušení</b> Místní poškození způsobené broušením.	<b>grinding mark</b> local damage due to grinding	<b>coup de meule</b> blessure locale due au meulage	<b>Schleifkerbe</b> örtliche Beschädigung durch Schleifen
605	<b>Stopa po sekání</b> Místní poškození způsobené použitím sekáče nebo jiného nástroje.	<b>chipping mark</b> local damage due to use of a chisel or other tools	<b>coup de burin</b> blessure locale due à l'action d'un burin ou d'un autre outil	<b>Meißelkerbe</b> örtliche Beschädigung durch Anwendung eines Meißels oder andere Werkzeuge
606	<b>Podbroušení</b> Zmenšení tloušťky svařence způsobené nadměrným broušením.	<b>underflushing</b> reduction in the thickness of the workpiece due to excessive grinding	<b>meulage excessif</b> réduction de l'épaisseur de la pièce due à un meulage excessif	<b>Unterschleifung</b> mangelnde Dicke des Werkstücks durch über-mäßiges Schleifen
607	<b>Vada stehu</b> Vada způsobená vadným stehováním, např.	<b>tack weld imperfection</b> imperfection resulting from defective tack welding, e.g.	<b>défauts de soudure de pointage</b> défaut dû à un pointage incorrect, par exemple	<b>Heftnahtunregelmäßigkeit</b> Unregelmäßigkeit als Folge einer fehlerhaften Heftsweißung, z. B.
6071	– přerušená housenka nebo nenatavení,	– broken run or no penetration,	– la soudure de pointage s'est rompue ou n'a pas pénétré,	– unterbrochene Raupe oder kein Einbrand,
6072	– vadný steh byl převažen.	– defective tack has been overwelded.	– on a soudé par-dessus la soudure de pointage défectueuse.	– fehlerhafte Heftung wurde überschweißt.
608	<b>Přesazení protilehlých housenek</b>  Rozdíl mezi osami dvou housenek zhotovených z protilehlých stran svarového spoje.	<b>misalignment of opposite runs</b>  difference between the centrelines of two runs made from opposite sides of the joint	<b>cordons opposés décalés</b>  écart entre les lignes médianes de deux passes	<b>Nahtversatz gegenüberliegender Schweißraupen (beidseitiges Schweißen)</b>  Abstand zwischen den Mittellinien von zwei Raupen von gegenüberliegenden Schweißungen
				

Referenční č. Reference No. Référence n° Referenz Nr.	Česky Označení a vysvětlení	English Designation and explanations	Français Désignation et commentaires	Deutsch Benennung und Erklärungen
617	<b>Nesprávné sestavení koutových svarů</b>  Nadměrně velká nebo nedostatečná mezera mezi svařovanými díly.	<b>incorrect root gap for fillet welds</b>  excessive or insufficient gap between the parts to be joined	<b>mauvais assemblage en soudure d'angle</b>  écartement excessif ou insuffisant entre les pièces à souder	<b>schlechte Passung bei Kehlnähten</b>  übermäßiger oder mangelhafter Stimmflächenabstand zwischen den zu verbindenden Teilen
				
618	<b>Bobtnání</b>  Vada způsobená přehřátím (spálením) svarových spojů lehkých slitin v důsledku prodloužené doby výdrže ve fázi tuhnutí.	<b>swelling</b>  imperfection due to a burning on welded joints in light alloys resulting from a prolonged holding time in the solidification stage	<b>gonflement</b>  défaut dû à une brûlure de joints soudés en alliages légers et qui résulte d'un maintien prolongé dans l'intervalle de solidification	<b>Schwellung</b>  Unregelmäßigkeit, bedingt durch Überhitzung einer geschweißten Leichtmetallverbindung, hervorgerufen durch eine verzögerte Haltezeit beim Erstarrungsvorgang
				





601...dotyk elektrodou





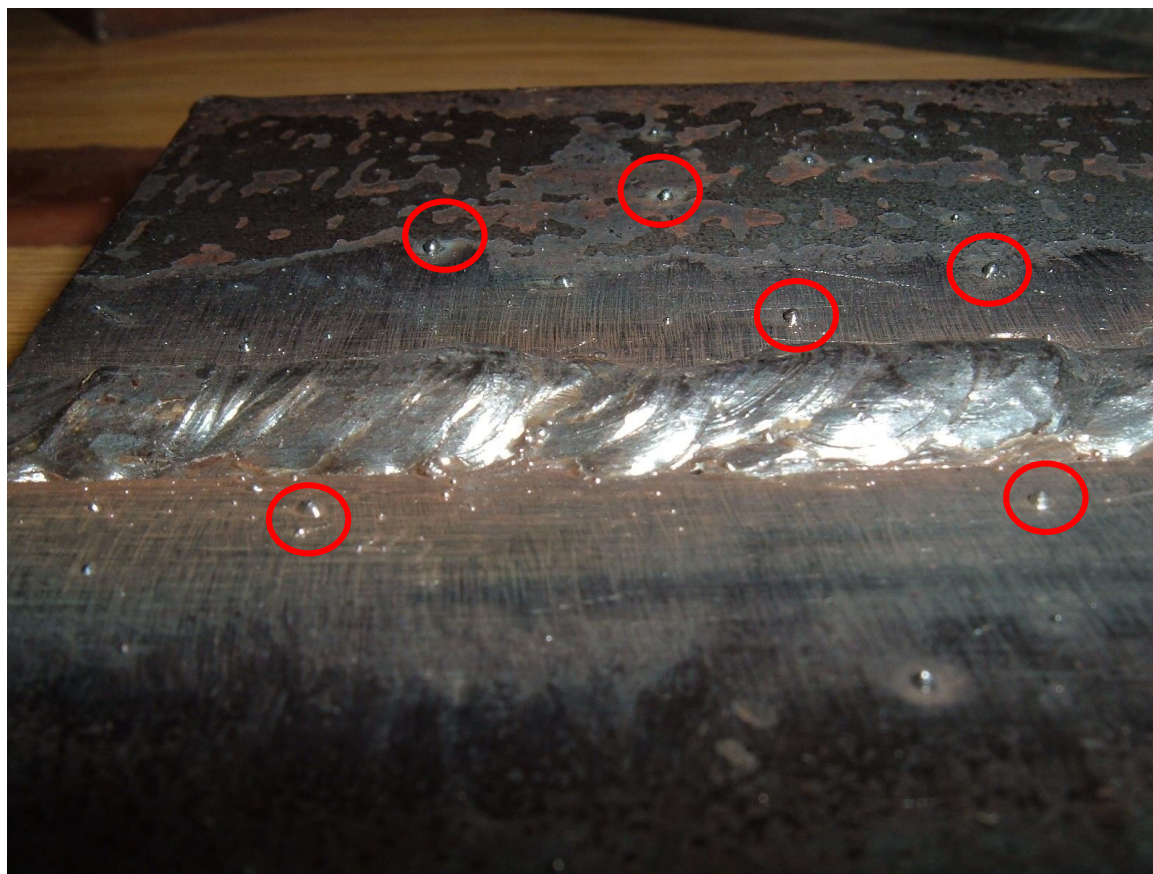
## Vady - rozstřík

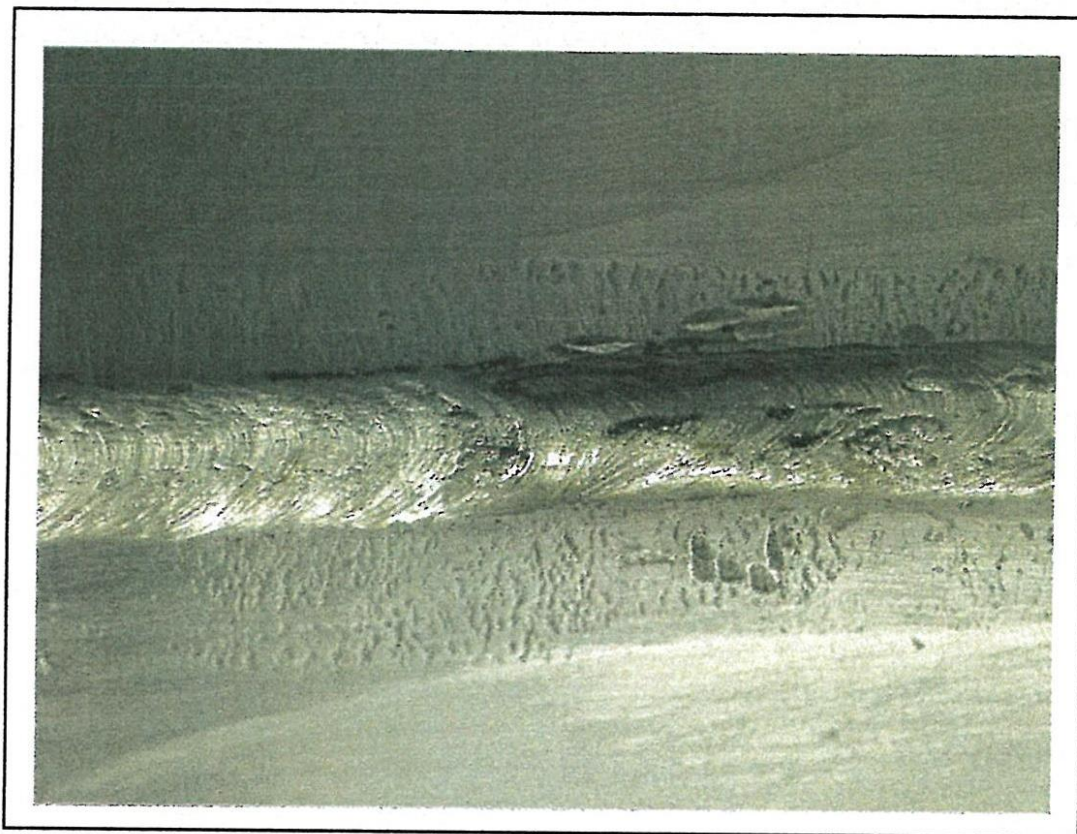






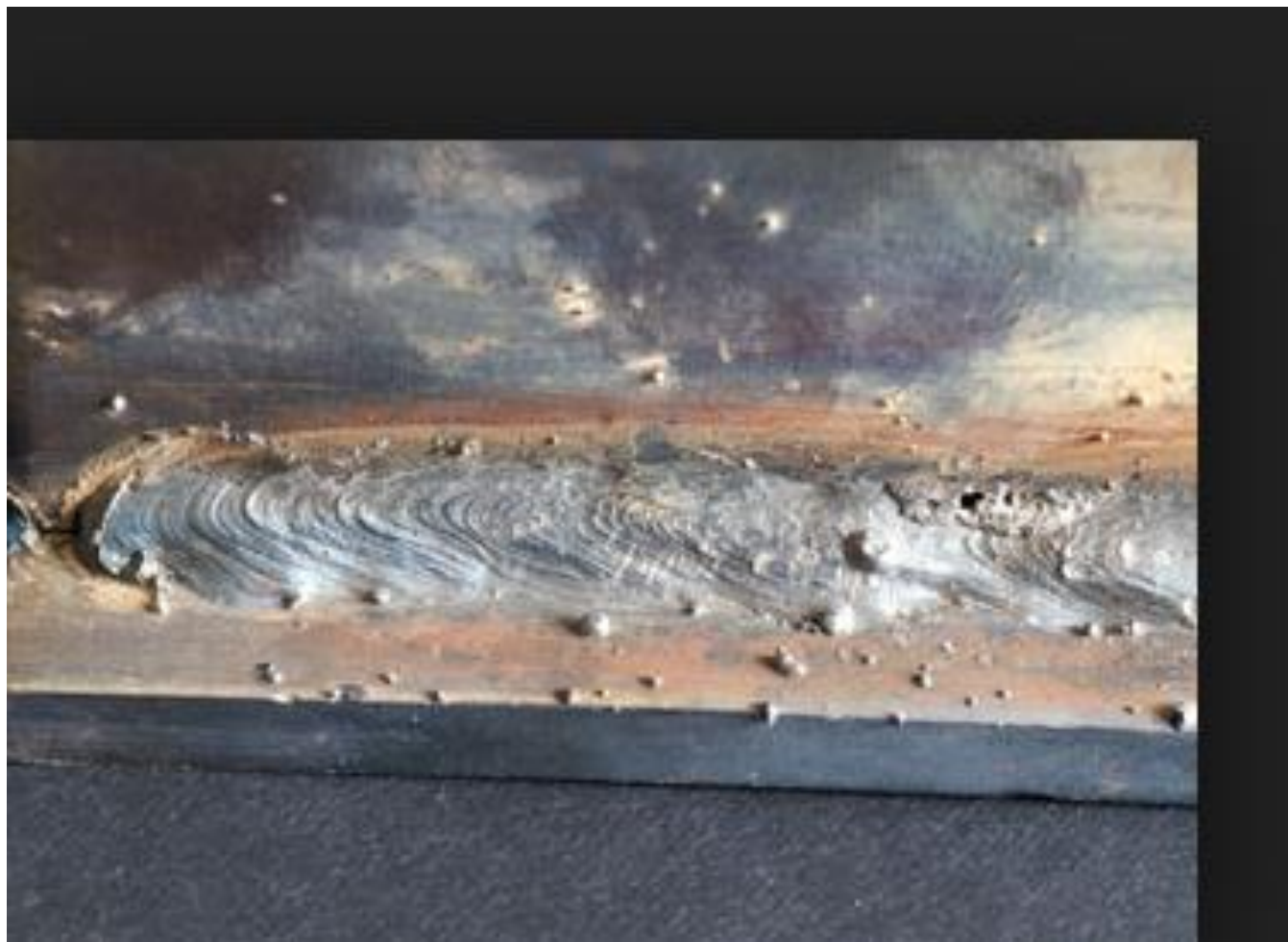
❑ 602...rozstřík kovu vedle svaru





**Obr. 46:** *Stopy po úderech a brusce*







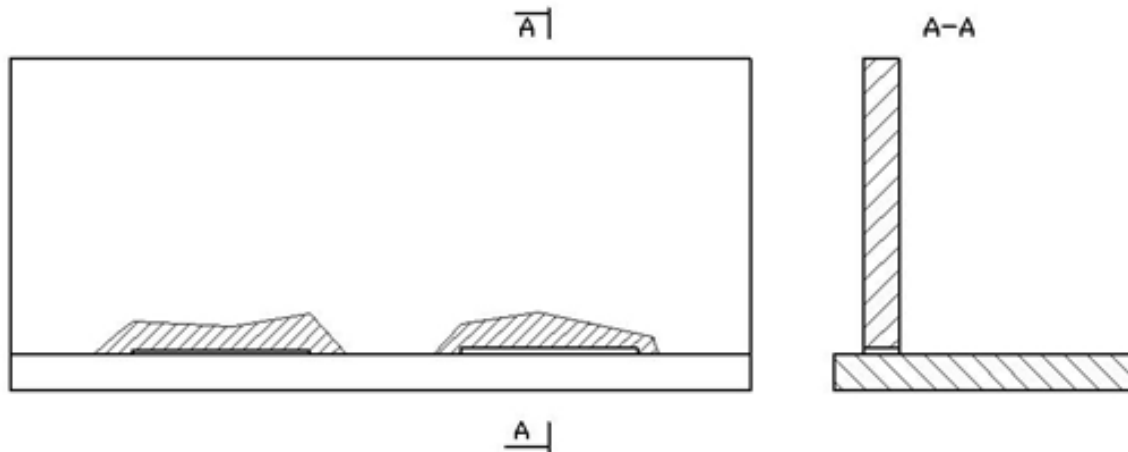






# Vliv vybraných parametrů na geometrii svarů u MAG procesu svařování

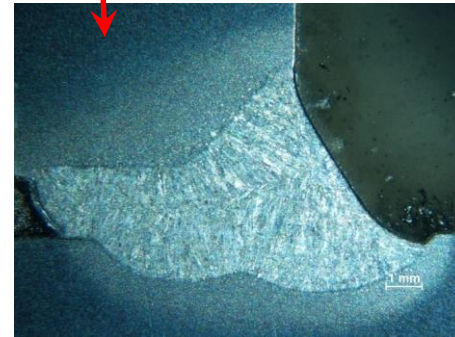
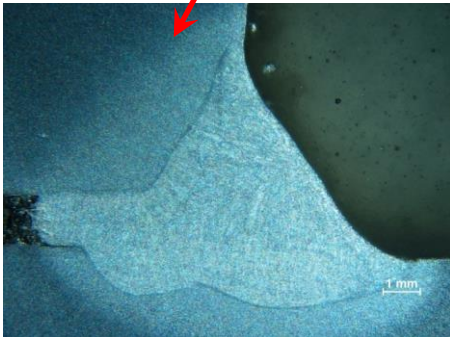
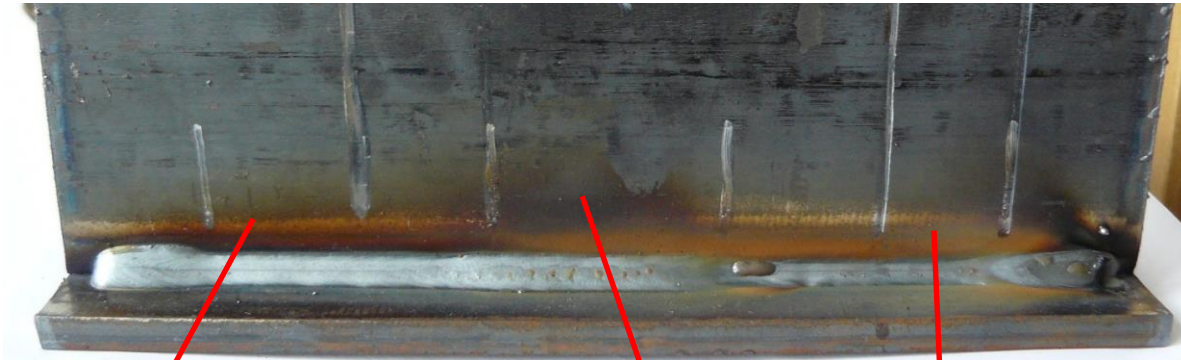
- Mezery – u čtyř svařovaných vzorků byly vytvořeny mezery. U dvou mezery 0,5 a 1mm a u dvou 1,5 a 2 mm.





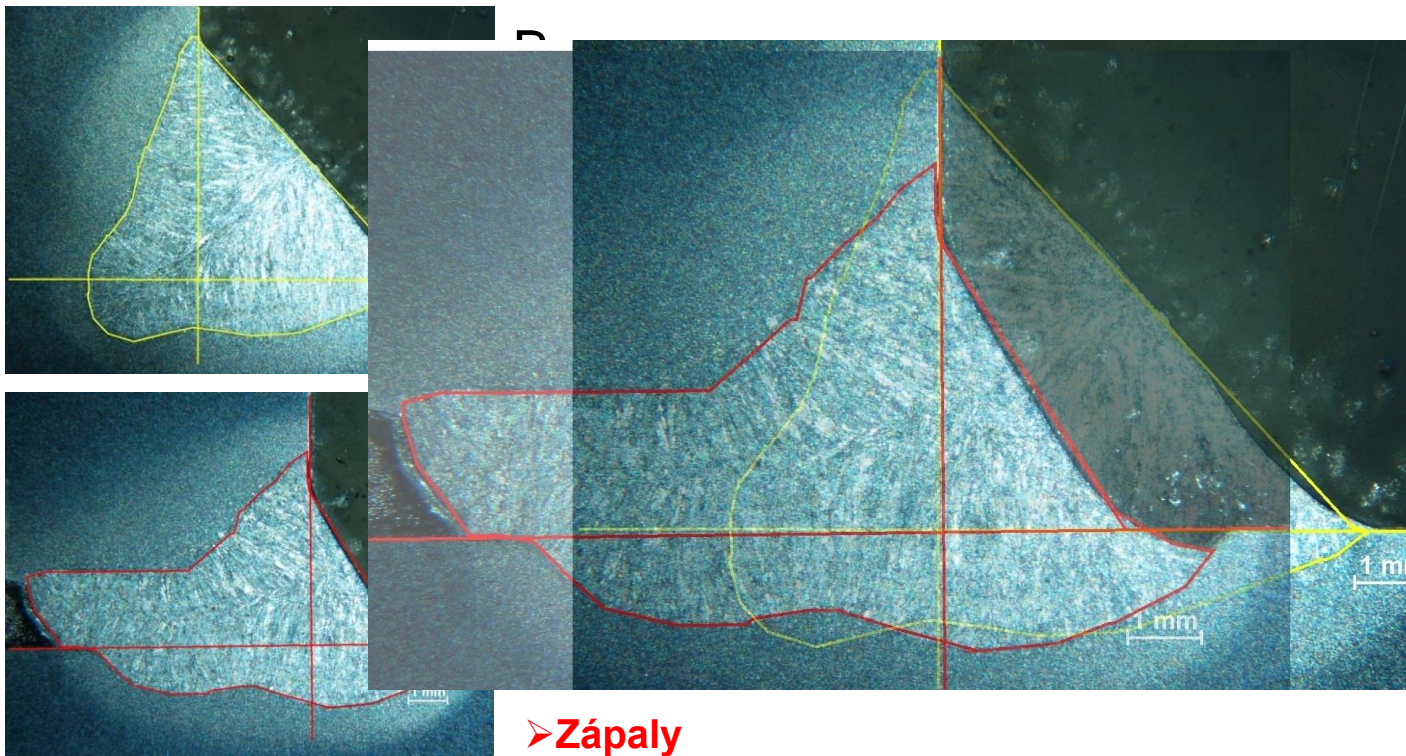
## Svařování vzorků s mezerami 1,5 a 2 mm

- Vzorek č. 4



# Shrnutí poznatků

Svařování vzorků s mezerami



---

**Svařování – Svarové spoje oceli, niklu, titanu  
a jejich slitin zhotovené tavným svařováním  
(kromě elektronového a laserového svařování) –  
Určování stupňů kvality**

---

**ČSN  
EN ISO 5817**

05 0110

---

**Změny proti předchozí normě**

V textu byly opraveny některé vady a byla doplněna příloha C, která obsahuje „Dodatečné požadavky pro svary na oceli namáhané únavou.“

**Do této normy byla doplněna informativní  
národní příloha NA, která obsahuje  
„Čtyřjazyčný slovník názvů vad“.**

## 1 Předmět normy

Tato mezinárodní norma určuje stupně kvality podle vad svarových spojů zhotovených tavným svařováním (kromě elektronového a laserové svařování) pro všechny druhy oceli, niklu, titanu a jejich slitin. Platí pro tloušťky materiálu  $\geq 0,5 \text{ mm}$ . Zahrnuje plně provažené tupé svary a veškeré koutové svary. Zásady této mezinárodní normy lze také použít pro částečně provažené tupé svary.

(Stupně kvality svarových spojů oceli svařovaných elektronkovým a laserovým svařováním jsou uvedeny v ISO 13919-1).

Norma uvádí tři stupně kvality, označené B, C a D, aby bylo možné použití pro širokou řadu svařovaných výrobků. Stupeň kvality B odpovídá nejvyššímu požadavku na kvalitu zhotoveného svaru.

Uvažuje se několik druhů zatížení, například statické zatížení, tepelné zatížení, korozní zatížení, zatížení tlakem. Doplnující pokyny k únavovému zatížení jsou uvedeny v příloze C.

Stupně kvality odpovídají kvalitě ve výrobě a dobrému provedení.

Tato mezinárodní norma se používá pro

- a) nelegované a legované oceli,
- b) nikl a slitiny niklu,
- c) titan a slitiny titanu,
- d) ruční, mechanizované a automatické svařování,
- e) všechny pozice svařování,
- f) všechny druhy svarů, například tupé svary, koutové svary a spoje odboček, a
- g) následující metody svařování a jejich definované varianty v souladu s ISO 4063:



g) následující metody svařování a jejich definované varianty v souladu s ISO 4063:

- 11 obloukové svařování tavící se elektrodou bez ochranného plynu;
- 12 svařování pod tavidlem;
- 13 obloukové svařování tavící se elektrodou v ochranném plynu;
- 14 obloukové svařování netavící se elektrodou v ochranném plynu;
- 15 plazmové svařování;
- 31 plamenové svařování s kyslíkem (pouze pro ocel).

Metalurgická hlediska, například velikost zrna, tvrdost, nejsou v této mezinárodní normě zahrnuta.



# Určování stupňů kvality svarových spojů

**ČSN EN ISO 5817**

**B** Vysoká kvalita svarů

**C** Střední kvalita svarů

**D** Nízká kvalita svarů

### 3 Termíny a definice

Pro účely tohoto dokumentu platí následující termíny a definice.

#### 3.1

**stupeň kvality** (*quality level*)

popis kvality svaru na základě druhu, velikosti a rozsahu vybraných vad

#### 3.2

**vhodnost podle účelu použití** (*fitness-for-purpose*)

schopnost výrobku, metody nebo služby sloužit definovanému účelu za stanovených podmínek

#### 3.3

**krátké vady** (*short imperfections*)

(svar dlouhý 100 mm nebo delší) vady se posuzují jako krátké, pokud v délce 100 mm, která obsahuje největší počet vad, není jejich celková délka větší než 25 mm

#### 3.4

**krátké vady** (*short imperfections*)

(svar kratší než 100 mm) vady se posuzují jako krátké, pokud jejich celková délka není větší než 25 % délky svaru

#### 3.5

**systematická vada** (*systematic imperfections*)

vady, které jsou opakovaně rozmístěny po celé zkušební délce svaru v pravidelných vzdálenostech, přičemž rozměry jednotlivých vad vyhovují stanoveným mezním hodnotám vad

#### 3.6

**promítnutá plocha** (*projected area*)

plocha, na které jsou dvourozměrně zobrazeny vady rozmístěné v objemu posuzovaného svaru

POZNÁMKA 1 k heslu Na rozdíl od plochy průřezu je výskyt vad závislý na tloušťce svaru pokud jsou vady zjišťovány radiograficky (viz obrázek 1).

#### 3.7

**plocha průřezu** (*cross-sectional area*)

plocha posuzovaná na lomu nebo výbrusu

#### 3.8

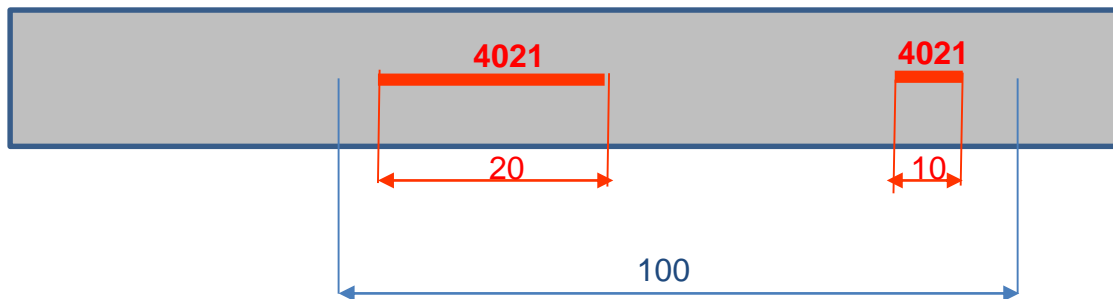
**plynulý přechod svaru** (*smooth weld transition*)

rovná plocha, která nevykazuje žádné nesrovnalosti nebo ostrost v přechodu mezi svarovou housenkou a mateřským materiálem

### 3.3

#### krátké vady (short imperfections)

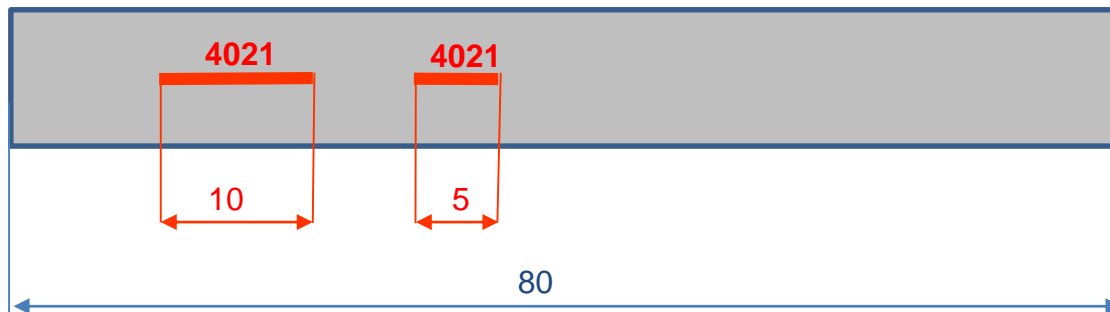
(svar dlouhý 100 mm nebo delší) vady se posuzují jako krátké, pokud v délce 100 mm, která obsahuje největší počet vad, není jejich celková délka větší než 25 mm



### 3.4

#### krátké vady (short imperfections)

(svar kratší než 100 mm) vady se posuzují jako krátké, pokud jejich celková délka není větší než 25 % délky svaru



Přijatelná vada do 20mm



## 5 Posuzování vad

Mezní hodnoty vad jsou uvedeny v tabulce 1.

Pokud se pro zjišťování vad používá mikroskopická kontrola, musí se uvažovat pouze takové vady, které mohou být zjištěny při maximálně desetinásobném zvětšení. Vyjimkou jsou mikroskopické studené spoje (viz tabulka 1, 1.5) a mikroskopické trhlinky (viz tabulka 1, 2.2).

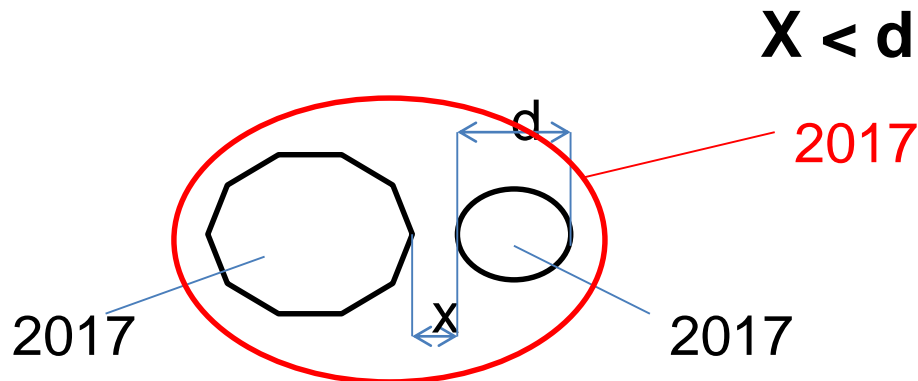
Systematické vady jsou pouze přípustné u stupně kvality D za předpokladu, že jsou splněny ostatní podmínky podle tabulky 1.

U svarového spoje musí být obvykle odděleně posuzován každý jednotlivý druh vady (viz tabulky 1, 1.1 až 3.2).

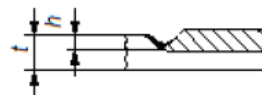
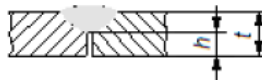
Různé druhy vad vyskytující se v libovolném průřezu spoje mohou vyžadovat zvláštní pozornost (viz vícenásobné vady v tabulce 1, 4.1).

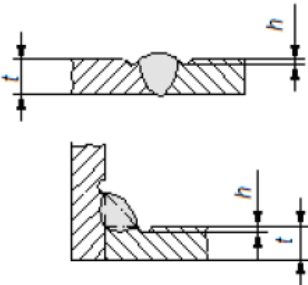
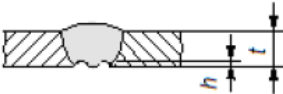
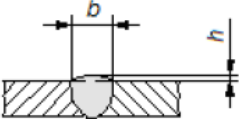
Mezní hodnoty vad vícenásobné vady (viz tabulka 1) jsou použitelné pouze v případech, kde nejsou překročeny požadavky na jednotlivou vadu.

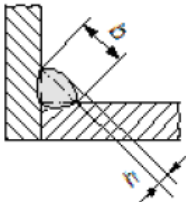
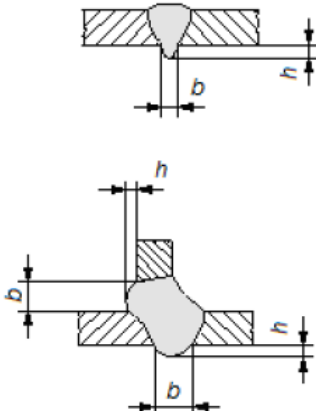
Jakékoliv dvě sousední vady oddělené od sebe na vzdálenost, která je menší než hlavní rozměr menší vady, musí být považovány za jednotlivou vadu.



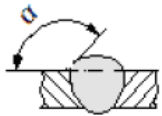
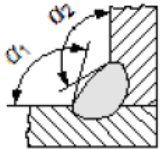
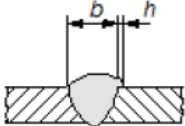
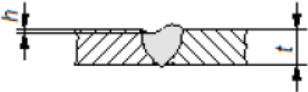
**Tabulka 1 – Mezní hodnoty vad**

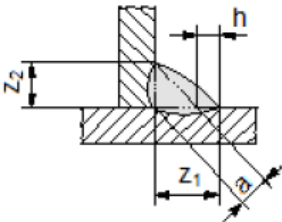
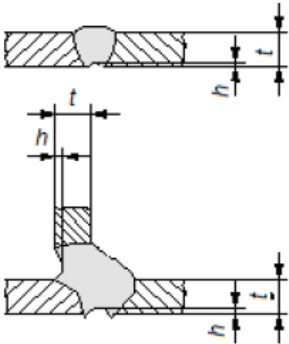
Číslo	Referenční číslo podle ISO 6520-1	Název vady	Poznámky	t mm	Mezní hodnoty vad pro stupně kvality		
					D	C	B
1 Povrchové vady							
1.1	100	Trhlina		≥ 0,5	Nepřípustné	Nepřípustné	Nepřípustné
1.2	104	Kráterová trhlina		≥ 0,5	Nepřípustné	Nepřípustné	Nepřípustné
1.3	2017	Povrchový pór	Maximální rozměr jednotlivého póru pro – tupé svary – koutové svary	0,5 až 3	$d \leq 0,3 s$ $d \leq 0,3 a$	Nepřípustné	Nepřípustné
			Maximální rozměr jednotlivého póru pro – tupé svary – koutové svary	> 3	$d \leq 0,3 s$ , ale max. 3 mm $d \leq 0,3 a$ , ale max. 3 mm	$d \leq 0,2 s$ , ale max. 2 mm $d \leq 0,2 a$ , ale max. 2 mm	Nepřípustné
1.4	2025	Koncová kráterová staženina		0,5 až 3	$h \leq 0,2 t$	Nepřípustné	Nepřípustné
				> 3	$h \leq 0,2 t$ , ale max. 2 mm	$h \leq 0,1 t$ , ale max. 1 mm	Nepřípustné
1.5	401	Studený spoj (nedostatečné roztavení)	–	≥ 0,5	Nepřípustné	Nepřípustné	Nepřípustné
		Mikroskopický studený spoj	Vada zjištělná pouze zkouškou mikrostruktury.	≥ 0,5	Přípustné	Přípustné	Nepřípustné
1.6	4021	Neprovařený kořen	Pouze pro tupé jednostranné svary. 	≥ 0,5	Krátké vady: $h \leq 0,2 t$ ale max. 2 mm	Nepřípustné	Nepřípustné

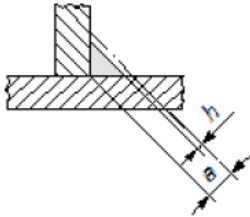
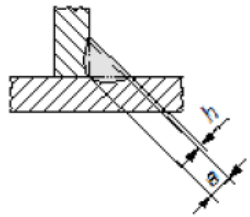
Číslo	Referenční číslo podle ISO 6520-1	Název vady	Poznámky	t mm	Mezní hodnoty vad pro stupně kvality		
					D	C	B
1.7	5011  5012	Souvislý zápal  Nesouvislé zápaly	Je požadovaný plynulý přechod. Nepovažuje se za systematickou vadu.  	0,5 až 3  > 3	Krátké vady: $h \leq 0,2 t$  $h \leq 0,2 t$ , ale max. 1 mm	Krátké vady: $h \leq 0,1 t$  $h \leq 0,1 t$ , ale max. 0,5 mm	Nepřípustné  $h \leq 0,05 t$ , ale max. 0,5 mm
1.8	5013	Vrub v kořeni	Je požadován plynulý přechod.  	0,5 až 3  > 3	Krátké vady: $h \leq 0,2 \text{ mm} + 0,1 t$  Krátké vady: $h \leq 0,2 t$ , ale max. 2 mm	Krátké vady: $h \leq 0,1 t$  Krátké vady: $h \leq 0,1 t$ , ale max. 1 mm	Nepřípustné  Krátké vady: $h \leq 0,05 t$ , ale max. 0,5 mm
1.9	502	Nadměrné převýšení tupého svaru	Je požadován plynulý přechod.  	$\geq 0,5$	$h \leq 1 \text{ mm} + 0,25 b$ , ale max. 10 mm	$h \leq 1 \text{ mm} + 0,15 b$ , ale max. 7 mm	$h \leq 1 \text{ mm} + 0,1 b$ , ale max. 5 mm

Číslo	Referenční číslo podle ISO 6520-1	Název vady	Poznámky	t mm	Mezní hodnoty vad pro stupně kvality		
					D	C	B
1.10	503	Nadměrné převýšení koutového svaru		$\geq 0,5$	$h \leq 1 \text{ mm} + 0,25 b$ , ale max. 5 mm	$h \leq 1 \text{ mm} + 0,15 b$ , ale max. 4 mm	$h \leq 1 \text{ mm} + 0,1 b$ , ale max. 3 mm
1.11	504	Nadměrné převýšení kořene		0,5 až 3 > 3	$h \leq 1 \text{ mm} + 0,6 b$ $h \leq 1 \text{ mm} + 1,0 b$ , ale max. 5 mm	$h \leq 1 \text{ mm} + 0,3 b$ $h \leq 1 \text{ mm} + 0,6 b$ , ale max. 4 mm	$h \leq 1 \text{ mm} + 0,1 b$ $h \leq 1 \text{ mm} + 0,2 b$ , ale max. 3 mm

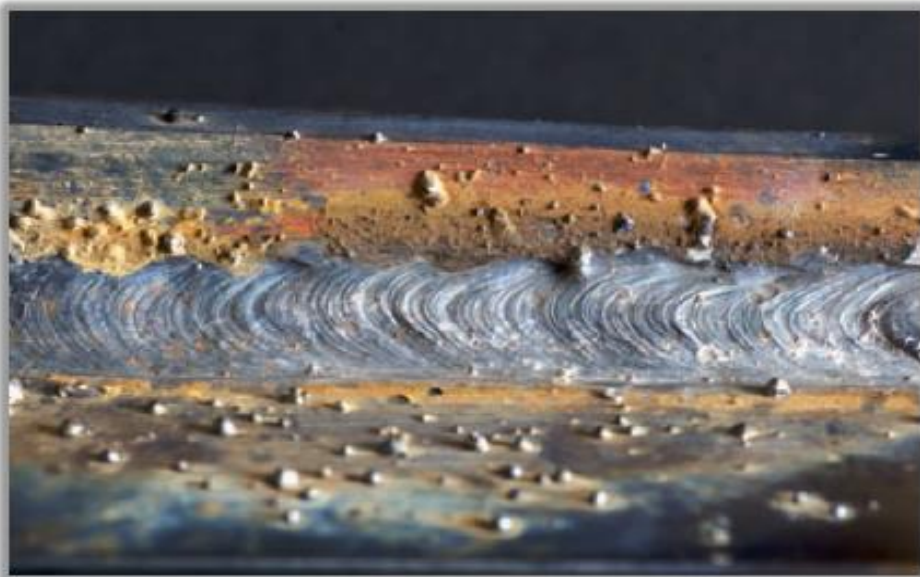


Číslo	Referenční číslo podle ISO 6520-1	Název vady	Poznámky	t mm	Mezní hodnoty vad pro stupně kvality		
					D	C	B
1.12	505	Strmý přechod svaru	– tupé svary	$\geq 0,5$	$\alpha \geq 90^\circ$	$\alpha \geq 110^\circ$	$\alpha \geq 150^\circ$
							
			– koutové svary	$\geq 0,5$	$\alpha \geq 90^\circ$	$\alpha \geq 100^\circ$	$\alpha \geq 110^\circ$
			 $\alpha_1 \geq \alpha$ a $\alpha_2 \geq \alpha$				
1.13	506	Přetečení		$\geq 0,5$	$h \leq 0,2 b$	Nepřípustné	Nepřípustné
1.14	509	Proláklina	Je požadován plynulý přechod. 	0,5 až 3 > 3	Krátké vady: $h \leq 0,25 t$	Krátké vady: $h \leq 0,1 t$	Nepřípustné
	511	Neúplné vyplnění svaru			Krátké vady: $h \leq 0,25 t$ , ale max. 2 mm	Krátké vady: $h \leq 0,1 t$ , ale max. 1 mm	Krátké vady: $h \leq 0,05 t$ , ale max. 0,5 mm

Číslo	Referenční číslo podle ISO 6520-1	Název vady	Poznámky	t mm	Mezní hodnoty vad pro stupně kvality		
					D	C	B
1.15	510	Díra	–	$\geq 0,5$	Nepřípustné	Nepřípustné	Nepřípustné
1.16	512	Nadměrná asymetrie koutového svaru (nadměrně nestejně dlouhé odvěsny)	<p>V případech, kde nebyl předepsán asymetrický koutový svar.</p> 	$\geq 0,5$	$h \leq 2 \text{ mm} + 0,2 a$	$h \leq 2 \text{ mm} + 0,15 a$	$h \leq 1,5 \text{ mm} + 0,15 a$
1.17	515	Hubený kořen	<p>Je požadován plynulý přechod.</p> 	<p>0,5 až 3</p> <p>&gt; 3</p>	<p><math>h \leq 0,2 \text{ mm} + 0,1 t</math></p> <p>Krátké vady: <math>h \leq 0,2 t</math>, ale max. 2 mm</p>	<p>Krátké vady: <math>h \leq 0,1 t</math></p> <p>Krátké vady: <math>h \leq 0,1 t</math>, ale max. 1 mm</p>	<p>Nepřípustné</p> <p>Krátké vady: <math>h \leq 0,05 t</math>, ale max. 0,5 mm</p>

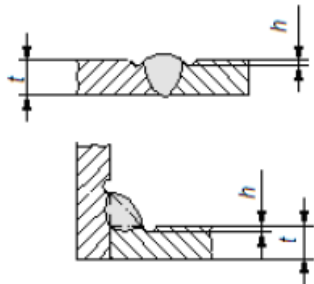
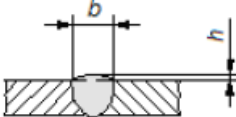
Číslo	Referenční číslo podle ISO 6520-1	Název vady	Poznámky	t mm	Mezní hodnoty vad pro stupně kvality		
					D	C	B
1.18	516	Pórovitost kořene	Porézní kořen svaru způsobený tvorbou bublin ve svarovém kovu během tuhnutí (například nedostatečnou plynovou ochranou kořene).	$\geq 0,5$	Místně přípustné	Nepřípustné	Nepřípustné
1.19	517	Vadné napojení	—	$\geq 0,5$	Přípustné Mezní hodnota závisí na druhu vady způsobené napojením.	Nepřípustné	Nepřípustné
1.20	5213	Podkročení velikosti koutového svaru	Nepoužitelné u metod s prokázanou větší hloubkou průvalu.  	0,5 až 3	Krátké vady: $h \leq 0,2 \text{ mm} + 0,1 a$	Krátké vady: $h \leq 0,2 \text{ mm}$	Nepřípustné
				$> 3$	Krátké vady: $h \leq 0,3 \text{ mm} + 0,1 a$ , ale max. 2 mm	Krátké vady: $h \leq 0,3 \text{ mm} + 0,1 a$ , ale max. 1 mm	Nepřípustné
1.21	5214	Překročení velikosti koutového svaru	Skutečná velikost koutového svaru je příliš velká.  	$\geq 0,5$	Přípustné	$h \leq 1 \text{ mm} + 0,2 a$ , ale max. 4 mm	$h \leq 1 \text{ mm} + 0,15 a$ , ale max. 3 mm

Číslo	Referenční číslo podle ISO 6520-1	Název vady	Poznámky	t mm	Mezní hodnoty vad pro stupně kvality		
					D	C	B
1.22	601	Dotyk elektrodou	–	≥ 0,5	Přípustné, pokud nejsou ovlivněny vlastnosti základního materiálu.	Nepřípustné	Nepřípustné
1.23	602	Rozstřík	–	≥ 0,5	Přípustnost závisí na použití, například materiálu, ochraně proti korozi.	Přípustnost závisí na použití, například materiálu, ochraně proti korozi.	Přípustnost závisí na použití, například materiálu, ochraně proti korozi.
1.24	610	Náběhové zbarvení (Zabarvení)	–	≥ 0,5	Přípustnost závisí na použití, například materiálu, ochraně proti korozi.	Přípustnost závisí na použití, například materiálu, ochraně proti korozi.	Přípustnost závisí na použití, například materiálu, ochraně proti korozi.





Tabulka 1 (pokračování)

Číslo	Referenční číslo podle ISO 6520-1	Název vady	Poznámky	t mm	Mezní hodnoty vad pro stupně kvality		
					D	C	B
1.7	5011	Souvislý zápal	Je požadovaný plynulý přechod. Nepovažuje se za systematickou vadu.	0,5 až 3	Krátké vady: $h \leq 0,2 t$	Krátké vady: $h \leq 0,1 t$	Nepřípustné
	5012	Nesouvislé zápaly		> 3	$h \leq 0,2 t$ , ale max. 1 mm	$h \leq 0,1 t$ , ale max. 0,5 mm	$h \leq 0,05 t$ , ale max. 0,5 mm
1.8	5013	Vrub v kořeni	Je požadován plynulý přechod.	0,5 až 3	Krátké vady: $h \leq 0,2 \text{ mm} + 0,1 t$	Krátké vady: $h \leq 0,1 t$	Nepřípustné
				> 3	Krátké vady: $h \leq 0,2 t$ , ale max. 2 mm	Krátké vady: $h \leq 0,1 t$ , ale max. 1 mm	Krátké vady: $h \leq 0,05 t$ , ale max. 0,5 mm
1.9	502	Nadměrné převýšení tupého svaru	Je požadován plynulý přechod. 	$\geq 0,5$	$h \leq 1 \text{ mm} + 0,25 b$ , ale max. 10 mm	$h \leq 1 \text{ mm} + 0,15 b$ , ale max. 7 mm	$h \leq 1 \text{ mm} + 0,1 b$ , ale max. 5 mm

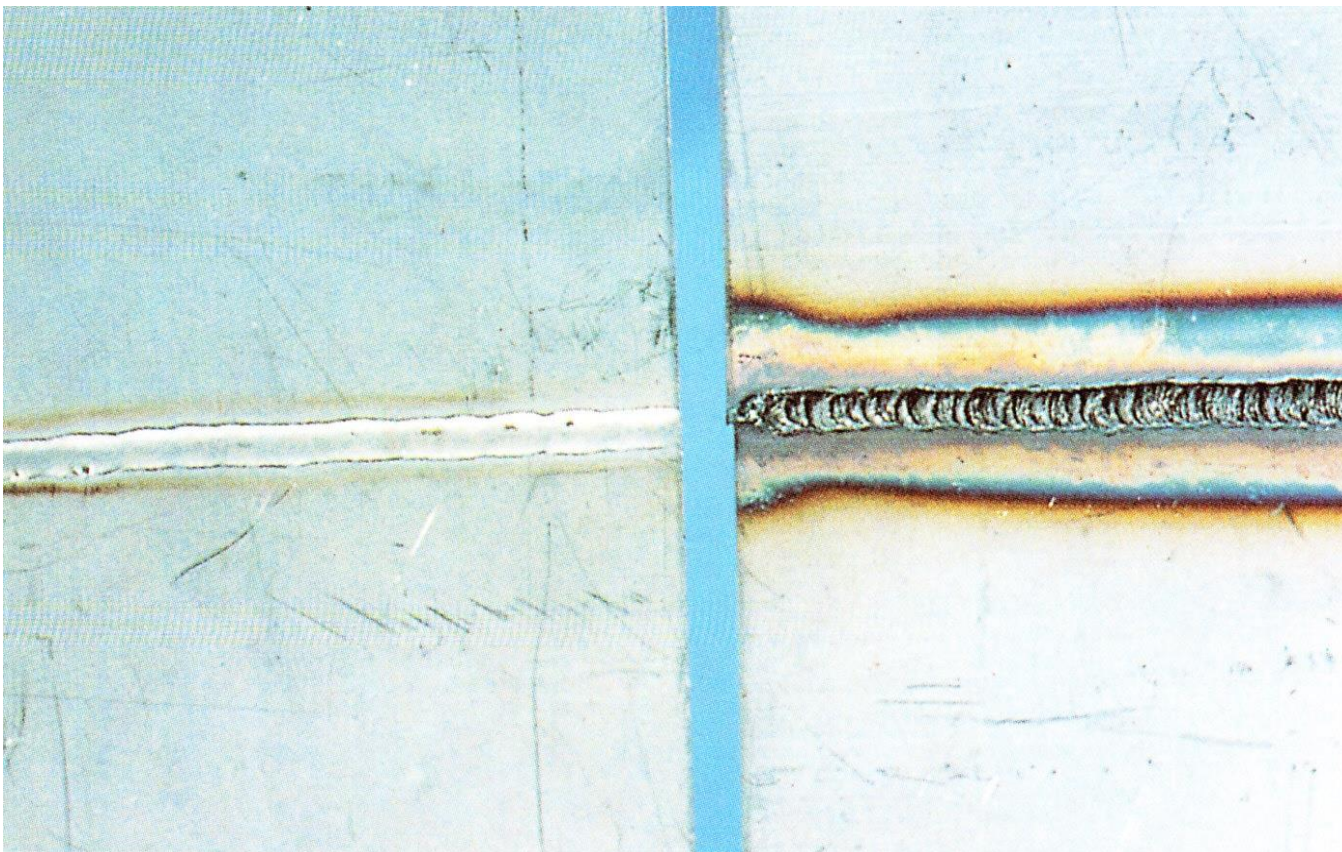


Tabulka 1 (pokračování)

Číslo	Referenční číslo podle ISO 6520-1	Název vady	Poznámky	t mm	Mezní hodnoty vad pro stupně kvality		
					D	C	B
1.22	601	Dotyk elektrodou	–	≥ 0,5	Přípustné, pokud nejsou ovlivněny vlastnosti základního materiálu.	Nepřípustné	Nepřípustné
1.23	602	Rozstřik	–	≥ 0,5	Přípustnost závisí na použití, například materiálu, ochráně proti korozi.	Přípustnost závisí na použití, například materiálu, ochráně proti korozi.	Přípustnost závisí na použití, například materiálu, ochráně proti korozi.
1.24	610	Náběhové zbarvení (Zabarvení)	–	≥ 0,5	Přípustnost závisí na použití, například materiálu, ochráně proti korozi.	Přípustnost závisí na použití, například materiálu, ochráně proti korozi.	Přípustnost závisí na použití, například materiálu, ochráně proti korozi.

(pokračování)

Referenční č. Reference No. Referenz Nr.	Česky Označení a vysvětlení	English Designation and explanations	Français Désignation et commentaires	Deutsch Benennung und Erklärungen
610	Náběhové zbarvení (viditelný oxidický povlak) Lehce zoxidovaný povrch v oblasti svaru, např. u ocelí odolávajících korozi.	temper colour (visible oxide film) lightly oxidised surface in the weld zone, e.g. in stainless steels	couleurs de revenu légère oxydation de la surface en zone fondue, par exemple dans les aciers inoxydables	Anlauffarben leicht oxidierte Oberfläche im Schweißbereich, z. B. bei nicht-rostendem Stahl
6101	Změna barvy (odbarvení) Viditelný barevný odstín povrchových vrstev a tepelně ovlivněné oblasti způsobený teplem svaru a/nebo nedostatečnou ochranou, např. u titanu.	discolouration visibly tinted surface layers in the weld metal and heat-affected zone caused by the weld heat and/or by lack of protection, e.g. in titanium	décoloration couches de la surface visiblement teintées dans le métal de soudure et la zone thermiquement affectée, causées par la chaleur du soudage et/ou par manque de protection, par exemple dans le titane	Verfärbung deutlich sichtbar gefärbte Oberfläche auf dem Schweißgut und der Wärmeeinflusszone, verursacht durch die Schweißwärme und/oder fehlenden Schutz, z. B. bei Titan
613	Okujený povrch Silně zoxidovaný povrch v oblasti svaru.	scaled surface heavily oxidized surface in the weld zone	surface calaminée forte oxydation de la surface en zone fondue	verzunderte Oberfläche stark oxidierte Oberfläche im Schweißbereich
614	Zbytek tavidla Zbytek tavidla, který není dostatečně odstraněn z povrchu.	flux residue flux residue that is not sufficiently removed from the surface	résidu de flux élimination insuffisante des résidus de flux à la surface	Flußmittelrest Flussmittelrückstand ist nicht ausreichend von der Oberfläche entfernt worden
615	Zbytek strusky Uplivající struska, která není dostatečně odstraněna z povrchu svaru.	slag residue adherent slag that is not sufficiently removed from the surface of the weld	résidu de laitier élimination insuffisante du laitier adhérent à la surface de la soudure	Schlackenrest anhaltende Schlacke ist nicht ausreichend von der Oberfläche der Schweißnaht entfernt worden



Svar korozivzdorné oceli provedený  
metodou TIG s ochranou kořene.

Svar provedený bez této ochrany

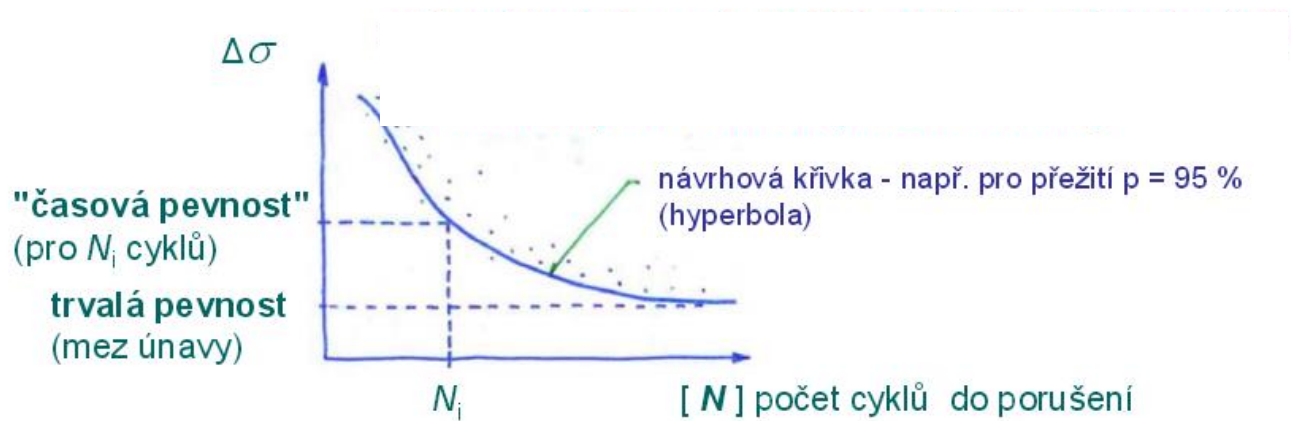
### 3.9

**druh únavy** (*fatigue class*)

**FATx**

klasifikační odkaz na hodnocení Wöhlerovy křivky, při kterém  $x$  je rozkmit napětí v MPa při  $2 \times 10^6$  cyklů

#### Wöhlerova křivka



#### 1.3.2.5 rozkmit napětí (*stress range*)

algebraický rozdíl mezi dvěma extrémy jednoho napěťového cyklu, stanovený z historie napětí



## Příloha C (informativní)

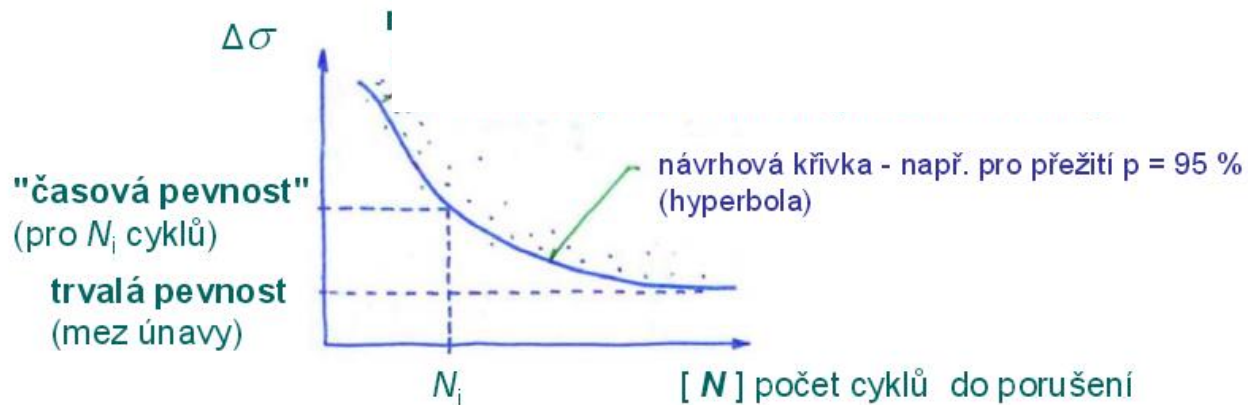
### Dodatečné požadavky pro svary na oceli namáhané únavou

#### C.1 Obecně

Tato příloha uvádí dodatečné požadavky na stupně kvality, aby byly splněny požadavky třídy únavy (FAT).

Hodnota třídy únavy FAT je únosný rozsah napětí při 2 milionech cyklů pro oboustrannou 95 % pravděpodobnou životnost, vypočítanou z průměrné hodnoty odpovídající 75 % dovolené odchylky mezní hodnoty, která splňuje doporučení IIW (dokument IIW-1823-07). Doporučení IIW obsahuje také informace o třídě únavy FAT jiných typů svarů oceli (například tupé a koutové svary).

#### Wöhlerova křivka



### C.3 Plynulý přechod

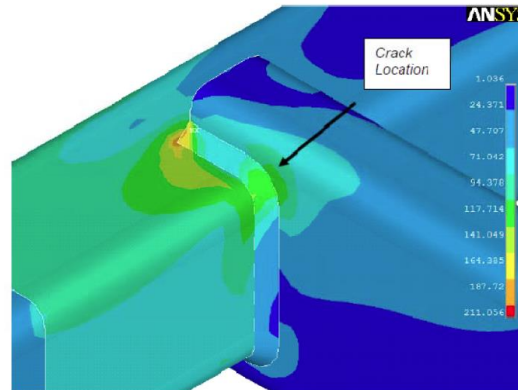
Pro plynulý přechod v tabulce 1 platí poloměr přechodu podle čísla 1.12 tabulky C.1.

### C.4 Částečně provařené tupé svary a koutové svary

Pro částečně provařené tupé a koutové svary je podmínka pro limity vad taková, aby platil pro příslušnou úroveň kvality požadavek splnění hodnoty navrhovaného průvaru.

POZNÁMKA 1 Pokud není daná žádná hodnota pro průvar, limity pro vady nemusí být brány v úvahu, návrh bude podléhat unavové životnosti s konstrukční trhlinou v koreni.

POZNÁMKA 2 Pro stupně kvality, týkající se úrovně únavy, FAT, by měla být vhodnými analytickými metodami stanovena hloubka průvaru na vnitřní straně svaru (ze strany kořene), řídicí se minimálními požadavky na výkresu, a v dalších fázích určena kontrolou.



### C.5 Označení


Pro uvedení, že požadavek kvality obsahuje požadavky podle přílohy C, označení pro úroveň B a C je doplněno charakteristickou třídou únavy. Úroveň D není doplněna.

PŘÍKLAD 1 ISO 5817-C63

PŘÍKLAD 2 ISO 5817-B90

PŘÍKLAD 3 ISO 5817-B125

Tabulka C.1 – Dodatečné požadavky k tabulce 1 pro svary vystavené únavě pod zatížením

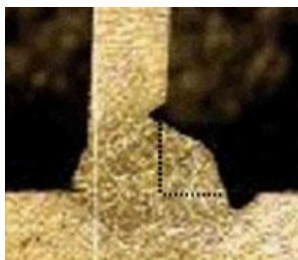
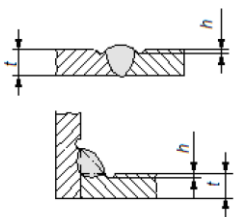
Číslo	Referenční číslo podle ISO 6520-1	Název vady	t mm	Mezní hodnoty vad pro stupně kvality		
				C 63 <sup>c</sup>	B 90 <sup>c</sup>	B 125
1.5	401	Mikroskopický studený spoj	$\geq 0,5$	a	a	a
1.7	5011 5012	Souvislý zápal Nesouvislý zápal	$> 3$	a	a	Nepřípustné
1.8	5013	Vrub v kofeni	$> 3$	a	a	Nepřípustné
1.9	502	Nadměrné převýšení tupého svaru	$\geq 0,5$	a	a	$h \leq 0,2 \text{ mm} + 0,1 b$ , max. 2 mm
1.10	503	Nadměrné převýšení koutového svaru	$\geq 0,5$	a	a	b
1.11	504	Nadměrné převýšení kofene	0,5 až 3	a	a	$h \leq 0,2 \text{ mm} + 0,05 b$
			$> 3$	a	a	$h \leq 0,2 \text{ mm} + 0,05 b$ , ale max. 1 mm
1.12	505	Strmý přechod svaru, úhel přechodu svatu u koutových svarů	$\geq 0,5$	a	a	a
–	5052	Strmý přechod svaru, poloměr přechodu svaru 	$\geq 0,5$	b	b	$r \geq 4 \text{ mm}$
1.14	509 511	Proláklina Neúplné vyplnění svaru	$> 3$	a	a	Nepřípustné
1.16	512	Nadměrná asymetrie koutového svaru (nadměrně nestejně dlouhé odvěsny)	$\geq 0,5$	a	a	b
1.17	515	Hubený kořen	$> 3$	a	a	Nepřípustné
1.23	602	Rozstřík	$\geq 0,5$	a	a	Nepřípustné
2.3	2011 2012	Pór Rovnoměrná pórovitost	$\geq 0,5$	a	a	U jedné vrstvy: $\leq 1 \%$ U více vrstev $\leq 2 \%$ $d \leq 0,1 s$ , max. 1 mm
2.4	2013	Shluk (místních) pórů	$\geq 0,5$	a	$\leq 3 \%$ <sup>d</sup> $d \leq 0,2 s$ , $d \leq 0,2 a$ , $d \leq 2,5 \text{ mm}$	$\leq 2 \%$ <sup>d</sup> $d \leq 0,1 s$ , max. 0,5 mm
2.5	2014	Řádek pórů	$\geq 0,5$	a	a	U jedné vrstvy: $\leq 1 \%$ <sup>d</sup> U více vrstev $\leq 2 \%$ <sup>d</sup> $d \leq 0,1 s$ , max. 1 mm





## Zpřísnění požadavků pro svary vystavené únavě pod zatížením

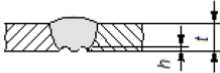
Číslo	Referenční číslo podle ISO 6520-1	Název vady	Poznámky	t mm	Mezní hodnoty vad pro stupně kvality		
					D	C	B
1.7	5011	Souvislý zápal	Je požadovaný plynulý přechod. Nepovažuje se za systematickou vadu.	0,5 až 3	Krátké vady: $h \leq 0,2 t$	Krátké vady: $h \leq 0,1 t$	Nepřípustné
	5012	Nesouvislé zápaly		> 3	$h \leq 0,2 t$ , ale max. 1 mm	$h \leq 0,1 t$ , ale max. 0,5 mm	



Tabulka C.1 – Dodatečné požadavky k tabulce 1 pro svary vystavené únavě pod zatížením

Číslo	Referenční číslo podle ISO 6520-1	Název vady	t mm	Mezní hodnoty vad pro stupně kvality		
				C 63 <sup>c</sup>	B 90 <sup>c</sup>	B 125
1.7	5011	Souvislý zápal	> 3	a	a	Nepřípustné
	5012	Nesouvislý zápal				

## Zpřísnění požadavků pro svary vystavené únavě pod zatížením

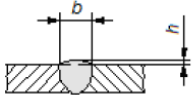
Číslo	Referenční číslo podle ISO 6520-1	Název vady	Poznámky	t mm	Mezní hodnoty vad pro stupně kvality		
					D	C	B
1.8	5013	Vrub v kořeni	Je požadován plynulý přechod. 	0,5 až 3	Krátké vady: $h \leq 0,2 \text{ mm} + 0,1 t$	Krátké vady: $h \leq 0,1 t$	Nepřípustné
				> 3	Krátké vady: $h \leq 0,2 t$ , ale max. 2 mm	Krátké vady: $h \leq 0,1 t$ , ale max. 1 mm	Krátké vady: $h \leq 0,05 t$ , ale max. 0,5 mm



**Tabulka C.1 – Dodatečné požadavky k tabulce 1 pro svary vystavené únavě pod zatížením**

Číslo	Referenční číslo podle ISO 6520-1	Název vady	t mm	Mezní hodnoty vad pro stupně kvality		
				C 63 <sup>c</sup>	B 90 <sup>c</sup>	B 125
1.8	5013	Vrub v kořeni	> 3	a	a	Nepřípustné

## Zpřísnění požadavků pro svary vystavené únavě pod zatížením

Číslo	Referenční číslo podle ISO 6520-1	Název vady	Poznámky	t mm	Mezní hodnoty vad pro stupně kvality		
					D	C	B
1.9	502	Nadměrné převýšení tupého svaru	Je požadován plynulý přechod. 	$\geq 0,5$	$h \leq 1 \text{ mm} + 0,25 b$ , ale max. 10 mm	$h \leq 1 \text{ mm} + 0,15 b$ , ale max. 7 mm	$h \leq 1 \text{ mm} + 0,1 b$ , ale max. 5 mm

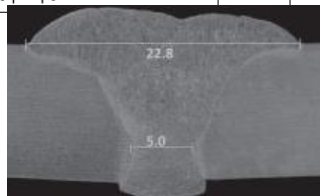


**Tabulka C.1 – Dodatečné požadavky k tabulce 1 pro svary vystavené únavě pod zatížením**

Číslo	Referenční číslo podle ISO 6520-1	Název vady	t mm	Mezní hodnoty vad pro stupně kvality		
				C 63 <sup>c</sup>	B 90 <sup>c</sup>	B 125
1.9	502	Nadměrné převýšení tupého svaru	$\geq 0,5$	a	a	$h \leq 0,2 \text{ mm} + 0,1 b$ , max. 2 mm

## Zpřísnění požadavků pro svary vystavené únavě pod zatížením

Číslo	Referenční číslo podle ISO 6520-1	Název vady	Poznámky	t mm	Mezní hodnoty vad pro stupně kvality		
					D	C	B
1.11	504	Nadměrné převýšení kořene		0,5 až 3 > 3	$h \leq 1 \text{ mm} + 0,6 b$ $h \leq 1 \text{ mm} + 1,0 b$ , ale max. 5 mm	$h \leq 1 \text{ mm} + 0,3 b$ $h \leq 1 \text{ mm} + 0,6 b$ , ale max. 4 mm	$h \leq 1 \text{ mm} + 0,1 b$ $h \leq 1 \text{ mm} + 0,2 b$ , ale max. 3 mm



**Tabulka C.1 – Dodatečné požadavky k tabulce 1 pro svary vystavené únavě pod zatížením**

Číslo	Referenční číslo podle ISO 6520-1	Název vady	t mm	Mezní hodnoty vad pro stupně kvality		
				C 63 <sup>c</sup>	B 90 <sup>c</sup>	B 125
1.11	504	Nadměrné převýšení kořene	0,5 až 3	a	a	$h \leq 0,2 \text{ mm} + 0,05 b$
			> 3	a	a	$h \leq 0,2 \text{ mm} + 0,05 b$ , ale max. 1 mm

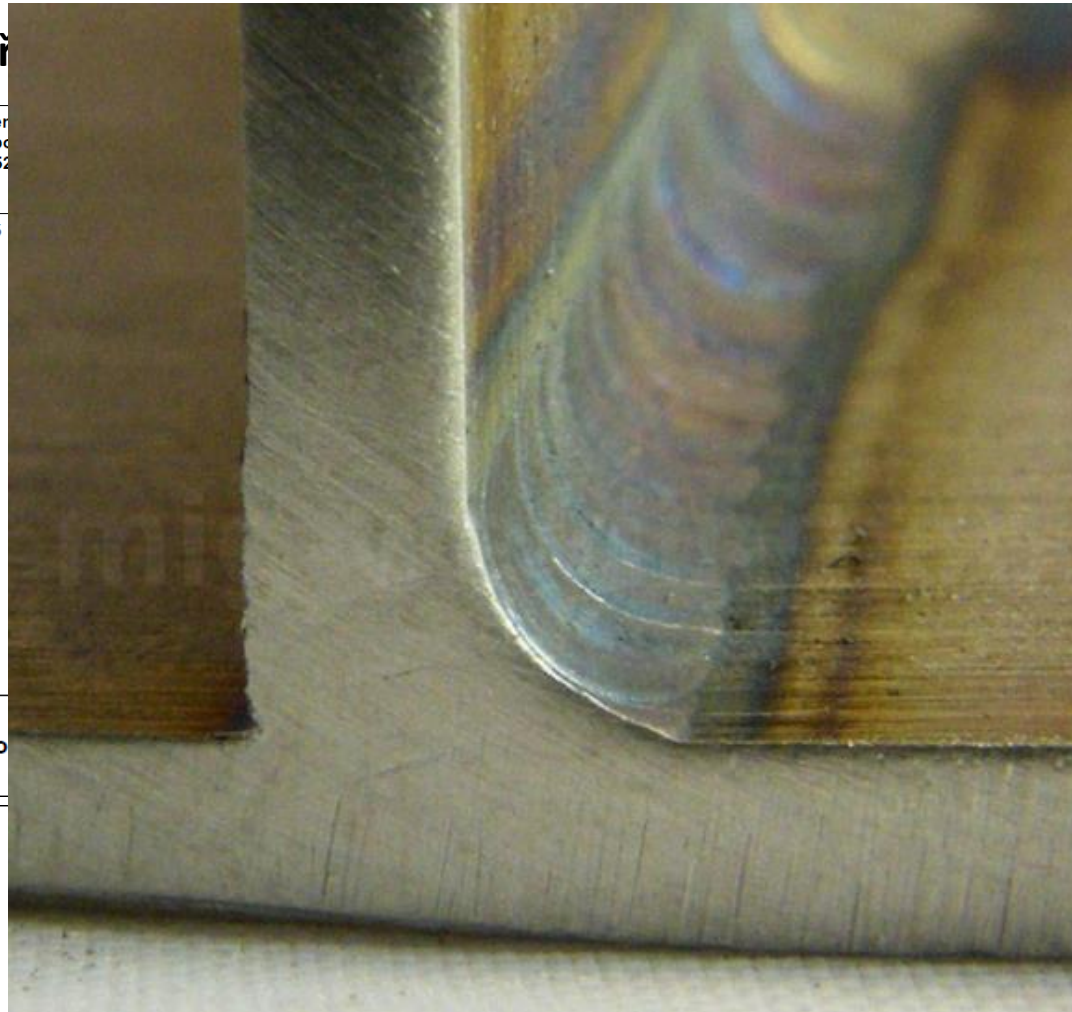


Zpř

žením

Číslo	Referenční číslo podle ISO 652
1.12	505

Quality
B
$\geq 150^\circ$
$\geq 110^\circ$



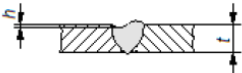
Číslo
—

žením

Quality
B 125



## Zpřísnění požadavků pro svary vystavené únavě pod zatížením

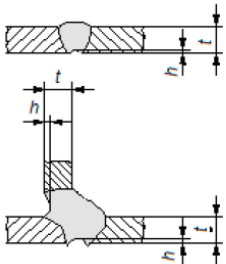

Číslo	Referenční číslo podle ISO 6520-1	Název vady	Poznámky	t mm	Mezní hodnoty vad pro stupně kvality		
					D	C	B
1.14	509 511	Proláklina Neúplné vyplnění svaru	Je požadován plynulý přechod. 	0,5 až 3 > 3	Krátké vady: $h \leq 0,25 t$  Krátké vady: $h \leq 0,25 t$ , ale max. 2 mm	Krátké vady: $h \leq 0,1 t$  Krátké vady: $h \leq 0,1 t$ , ale max. 1 mm	Nepřípustné  Krátké vady: $h \leq 0,05 t$ , ale max. 0,5 mm



**Tabulka C.1 – Dodatečné požadavky k tabulce 1 pro svary vystavené únavě pod zatížením**

Číslo	Referenční číslo podle ISO 6520-1	Název vady	t mm	Mezní hodnoty vad pro stupně kvality		
				C 63 <sup>c</sup>	B 90 <sup>c</sup>	B 125
1.14	509 511	Proláklina Neúplné vyplnění svaru	> 3	a	a	Nepřípustné

## Zpřísnění požadavků pro svary vystavené únavě pod zatížením

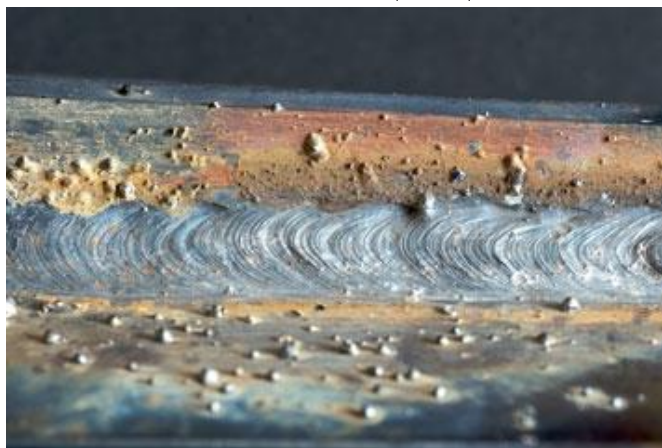
Číslo	Referenční číslo podle ISO 6520-1	Název vady	Poznámky	t mm	Mezní hodnoty vad pro stupně kvality		
					D	C	B
1.17	515	Hubený kořen	Je požadován plynulý přechod. 	0,5 až 3  > 3	$h \leq 0,2 \text{ mm} + 0,1 t$  Krátké vady: $h \leq 0,2 t$ , ale max. 2 mm	Krátké vady: $h \leq 0,1 t$  Krátké vady: $h \leq 0,1 t$ , ale max. 1 mm	Nepřípustné  Krátké vady: $h \leq 0,05 t$ , ale max. 0,5 mm
							

**Tabulka C.1 – Dodatečné požadavky k tabulce 1 pro svary vystavené únavě pod zatížením**

Číslo	Referenční číslo podle ISO 6520-1	Název vady	t mm	Mezní hodnoty vad pro stupně kvality		
				C 63 <sup>c</sup>	B 90 <sup>c</sup>	B 125
1.17	515	Hubený kořen	> 3	a	a	Nepřípustné

## Zpřísnění požadavků pro svary vystavené únavě pod zatížením

Číslo	Referenční číslo podle ISO 6520-1	Název vady	Poznámky	t mm	Mezní hodnoty vad pro stupně kvality		
					D	C	B
1.23	602	Rozstřík	–	≥ 0,5	Přípustnost závisí na použití, například materiálu, ochraně proti korozi.	Přípustnost závisí na použití, například materiálu, ochraně proti korozi.	Přípustnost závisí na použití, například materiálu, ochraně proti korozi.



Tabulka C.1 – Dodatečné požadavky k tabulce 1 pro svary vystavené únavě pod zatížením

Číslo	Referenční číslo podle ISO 6520-1	Název vady	t mm	Mezní hodnoty vad pro stupně kvality		
				C 63 <sup>c</sup>	B 90 <sup>c</sup>	B 125
1.23	602	Rozstřík	≥ 0,5	a	a	Nepřípustné



## Zpřísnění požadavků pro svary vystavené únavě pod zatížením

Číslo	Referenční číslo podle ISO 6520-1	Název vady	Poznámky	t mm	Mezní hodnoty vad pro stupně kvality		
					D	C	B
2.3	2011 2012	Pór Rovnoměrná pórovitost	Musí být splněny následující podmínky a mezní hodnoty vad. Viz také informativní příloha A.				
			a1) Maximální rozměr plochy s vadami (včetně systematické vady) vztažený na promítnutou plochu.	≥ 0,5	U jedné vrstvy: ≤ 2,5 % U více vrstev: ≤ 5 %	U jedné vrstvy: ≤ 1,5 % U více vrstev: ≤ 3 %	U jedné vrstvy: ≤ 1 % U více vrstev: ≤ 2 %
			POZNÁMKA Pórovitost na promítnuté ploše závisí na počtu vrstev (objemu svaru).				
			a2) Maximální rozměr plochy průřezu s vadami (včetně systematické vady) vztažený na lomovou plochu (použitelné pouze u výrobních zkoušek, zkoušek svářečů a zkoušek postupů svařování)	≥ 0,5	≤ 2,5 %	≤ 1,5 %	≤ 1 %
			b) Maximální rozměr jednotlivého póru pro – tupé svary – koutové svary	≥ 0,5	$d \leq 0,4 s$ , ale max. 5 mm  $d \leq 0,4 a$ , ale max. 5 mm	$d \leq 0,3 s$ , ale max. 4 mm $d \leq 0,3 a$ , ale max. 4 mm	$d \leq 0,2 s$ , ale max. 3 mm $d \leq 0,2 a$ , ale max. 3 mm

**Tabulka C.1 – Dodatečné požadavky k tabulce 1 pro svary vystavené únavě pod zatížením**

Číslo	Referenční číslo podle ISO 6520-1	Název vady	t mm	Mezní hodnoty vad pro stupně kvality		
				C 63 <sup>c</sup>	B 90 <sup>c</sup>	B 125
2.3	2011 2012	Pór Rovnoměrná pórovitost	≥ 0,5	a	a	U jedné vrstvy: ≤ 1 %
						U více vrstev ≤ 2 % $d \leq 0,1 s$ , max. 1 mm

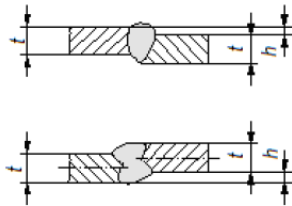
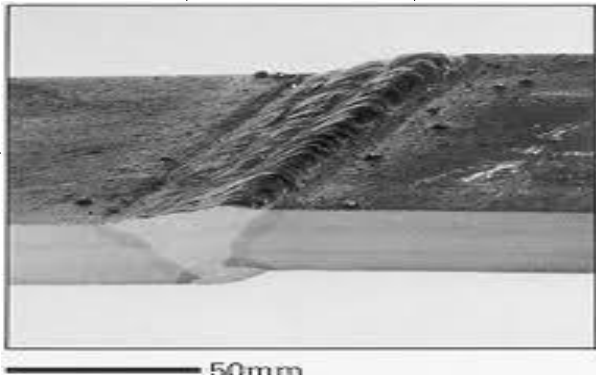
## Zpřísnění požadavků pro svary vystavené únavě pod zatížením

Číslo	Referenční číslo podle ISO 6520-1	Název vady	Poznámky	t mm	Mezní hodnoty vad pro stupně kvality		
					D	C	B
2.9	300	Pevné vměstky	– tupé svary	≥ 0,5	$h \leq 0,4 s$ , ale max. 4 mm	$h \leq 0,3 s$ , ale max. 3 mm	$h \leq 0,2 s$ , ale max. 2 mm
	301	Struskové vměstky				$l \leq s$ , ale max. 50 mm	$l \leq s$ , ale max. 25 mm
	302	Tavidlové vměstky			$l \leq s$ , ale max. 75 mm		
	303	Oxidické vměstky	– koutové svary	≥ 0,5	$h \leq 0,4 a$ , ale max. 4 mm	$h \leq 0,3 a$ , ale max. 3 mm	$h \leq 0,2 a$ , ale max. 2 mm
					$l \leq a$ , ale max. 75 mm	$l \leq a$ , ale max. 50 mm	$l \leq a$ , ale max. 25 mm

**Tabulka C.1 – Dodatečné požadavky k tabulce 1 pro svary vystavené únavě pod zatížením**

Číslo	Referenční číslo podle ISO 6520-1	Název vady	t mm	Mezní hodnoty vad pro stupně kvality		
				C 63 <sup>c</sup>	B 90 <sup>c</sup>	B 125
2.9	300	Pevné vměstky	≥ 0,5	a	$h \leq 0,2 s$ nebo $0,2 a$	Nepřípustné
	301	Struskové vměstky			max. $h = 2$ mm	
	302	Tavidlové vměstky			pokud svar: max. $l = 2,5$ mm;	
	302	Oxidické vměstky			s odstraněným vnitřním pnutím: $l \leq 20$ mm	

## Zpřísnění požadavků pro svary vystavené únavě pod zatížením

Číslo	Referenční číslo podle ISO 6520-1	Název vady	Poznámky	t mm	Mezní hodnoty vad pro stupně kvality		
					D	C	B
5071	Lineární přesazení mezi plechy	 <p>Plechý a podélné svary</p>	0,5 až 3 > 3	$h \leq 0,2 \text{ mm} + 0,25 t$ $h \leq 0,25 t$ ale max. 5 mm	$h \leq 0,2 \text{ mm} + 0,15 t$ $h \leq 0,15 t$ , ale max. 4 mm	$h \leq 0,2 \text{ mm} + 0,1 t$ $h \leq 0,1 t$ , ale max. 3 mm	
							


**Tabulka C.1 – Dodatečné požadavky k tabulce 1 pro svary vystavené únavě pod zatížením**

Číslo	Referenční číslo podle ISO 6520-1	Název vady	t mm		Mezní hodnoty vad pro stupně kvality		
					C 63 <sup>c</sup>	B 90 <sup>c</sup>	B 125
3.1	5071	Lineární přesazení mezi plechy	≥ 0,5	<sup>a</sup>	$h \leq 0,1t$ max. 3 mm	$h \leq 0,05 t$ max. 1,5 mm	

## Zpřísnění požadavků pro svary vystavené únavě pod zatížením

Číslo	Referenční číslo podle ISO 6520-1	Název vady	Poznámky	t mm	Mezní hodnoty vad pro stupně kvality		
					D	C	B

Není

508	Úhlové přesazení Přesazení mezi dvěma svařovanými díly, jejichž povrchové plochy nejsou rovnoběžné nebo pod požadovaným úhlem.	angular misalignment misalignment between two welded pieces such that their surface planes are not parallel or at the intended angle	défaut angulaire non-alignment de deux pièces soudées, se traduisant par la formation d'un angle entre leurs surfaces ou non-respect de l'angle prévu	Winkelversatz Versatz zwischen zwei geschweißten Teilen, bei denen die Oberflächen nicht parallel sind oder nicht im beabsichtigten Winkel stehen
				

**Tabulka C.1 – Dodatečné požadavky k tabulce 1 pro svary vystavené únavě pod zatížením**

Číslo	Referenční číslo podle ISO 6520-1	Název vady	t mm	Mezní hodnoty vad pro stupně kvality		
				C 63 <sup>c</sup>	B 90 <sup>c</sup>	B 125
3.3	508	Úhlové přesazení <sup>b</sup>	≥ 0,5	$\beta \leq 2^\circ$	$\beta \leq 1^\circ$	$\beta \leq 1^\circ$



Tabulka NA.1 – Čtyřjazyčný slovník názvů vad

Číslo	Referenční číslo podle ISO 6520-1	Česky Název vady	English Imperfection designation	Français Désignation un défaut	Deutsch Bezeichnung für eine Unregelmäßigkeit
1.1	100	trhlina	crack	fissure	Riß
1.2	104	Kráterová trhlina	crater crack	fissure de cratère	Endkraterriß
1.3	2017	Povrchový pór	surface pore	porosité de surface	Oberflächenporosität
1.4	2025	Koncová kráterová staženina	end crater pipe	retassure ouverte de cratère	offener Endkraterlunker
1.5	401	Studený spoj (nedostatečné roztavení)	lack of fusion (incomplete fusion)	manque de fusion	Bindefehler
	NA.1)	Mikroskopický studený spoj	micro lack of fusion	micro manque de fusion	Mikrobindefehler
1.6	4021	Neprovařený kořen	incomplete root penetration	manque de pénétration à la racine	ungenügender Wurzeleinbrand
1.7	5011	Souvislý zápal	continuous undercut	caniveau continu	durchlaufende Einbrandkerbe
	5012	Nesouvislé zápal	intermittent undercut	morsure caniveau discontinu	nicht durchlaufende Einbrandkerbe
1.8	5013	Vrub v kořeni	shrinkage groove	caniveau à la racine	Wurzelkerbe
1.9	502	Nadměrné převýšení tupého svaru	excess weld metal (butt weld)	surépaisseur excessive	zu große Nahtüberhöhung
1.10	503	Nadměrné převýšení koutového svaru	excessive convexity (fillet weld)	convexité excessive	zu große Nahtüberhöhung
1.11	504	Nadměrné převýšení kořene	excess penetration	Xcès de pénétration	zu große Wurzelüberhöhung
1.12	505	Strmý přechod svaru	incorrect weld toe	défaut de raccordement	schroffer Nahtübergang (fehlerhaftes Nahtprofil)
1.13	506	Přetečení	overlap	débordement	Schweißgutüberlauf
1.14	509	Proláklina	sagging	effondrement	Verlaufenes Schweißgut
	511	Neúplné vyplnění svaru	incompletely filled groove	manque d'épaisseur	Decklagenunterwölbung
1.15	510	Díra	burn through	trou	Durchbrand
1.16	512	Nadměrná asymetrie koutového svaru (nadměrně nestejně dlouhé odvěsny)	excessive symmetry of fillet weld (excessive unequal leg length)	défaut de symétrie excessif de soudure d'angle	übermäßige Ungleichschenkligkeit bei Kehlnähten



**ČSN  
EN ISO 10042**

**05 1111**

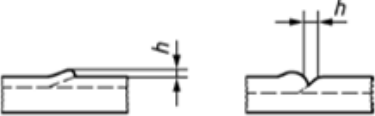
**Leden 2019**

## **Svařování – Svarové spoje hliníku a jeho slitin zhotovené obloukovým svařováním – Určování stupňů kvality**

**Nahrazení předchozích norem**

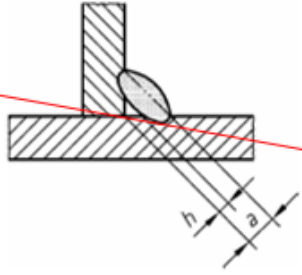
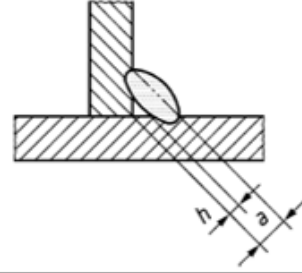
Touto normou se nahrazuje ČSN EN ISO 10042 (05 0111) ze srpna 2006.

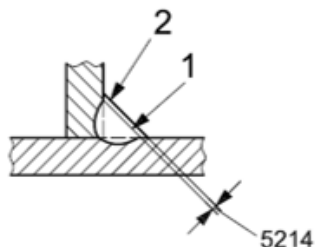
# NOVÉ !!!Převzato z ISO 5817

					D	C	B
1.19	517	vadné napojení		$\approx 0,5$	povoleno zaleží na velikosti vady	nepřípustné	nepřípustné
1.20	601	dotyk elektrodou	-	$\approx 0,5$	Permitted for short imperfections	Not permitted	Not permitted
1.21	602	rozstřík	-	$\approx 0,5$	Acceptance depends on application, e.g. material, corrosion protection	Acceptance depends on application, e.g. material, corrosion protection	Acceptance depends on application, e.g. material, corrosion protection

					D	C	B
2.2	1001	Mikrotrhlina	Trhlina obvykle viditelná pouze pod mikroskopem (zvětšení 50krát).	$\geq 0,5$	Přípustné	Přípustnost závisí na druhu základního materiálu s příslušným odkazem na citlivost na trhliny	

2.2	1001	Microcrack	A crack usually only visible under the microscope ( $\times 50$ )	$\geq 0,5$	Permitted	max. 0,6 mm x 0,02 mm but max 4 imperfections per 2 mm x 2mm	max. 0,4 mm x 0,01 mm but max 3 imperfections per 2 mm x 2mm
-----	------	------------	---	------------	-----------	---	---

				D	C	B
2.12	—	Neprůvar koutových svarů		$\geq 0,5$	Krátké vady	
					$h \leq 0,3 a$ max. 2 mm	$h \leq 0,2 a$ max. 1,5 mm
						$h \leq 0,1 a$ max. 1 mm
2.12	4021	Incomplete root penetration for fillet welds		$\geq 0,5$	Short imperfections	
					$h \leq 0,4 a$ max. 4 mm	$h \leq 0,2 a$ max. 2 mm
						$h \leq 0,1 a$ max. 1 mm

Referenční č. Reference No. Référence n° Referenz Nr.	Česky Označení a vysvětlení	English Designation and explanations	Français Désignation et commentaires	Deutsch Benennung und Erklärungen
5214	<b>Překročení velikosti koutového svaru</b> Skutečná tloušťka koutového svaru je příliš velká.	<b>excessive throat thickness</b> actual throat thickness of the fillet weld is too large	<b>gorge excessive</b> la gorge réelle du cordon d'angle est trop importante	<b>zu große Kehlnahtdicke</b> tatsächliche Kehlnahtdicke ist zu groß
	1 jmenovitá tloušťka design throat thickness épaisseur nominale Sollnahtdicke  2 skutečná tloušťka actual thickness épaisseur réelle tatsächliche Nahtdicke			

**Není definováno**



**Svařování a příbuzné procesy – Klasifikace  
geometrických vad kovových materiálů –  
Část 2: Tlakové svařování**

**ČSN  
EN ISO 6520-2**

05 0005

**Vady jsou zatříděny do následujících šesti skupin:**

**P1 – Trhliny**

**P2 – Dutiny**

**P3 – Pevné vměstky**

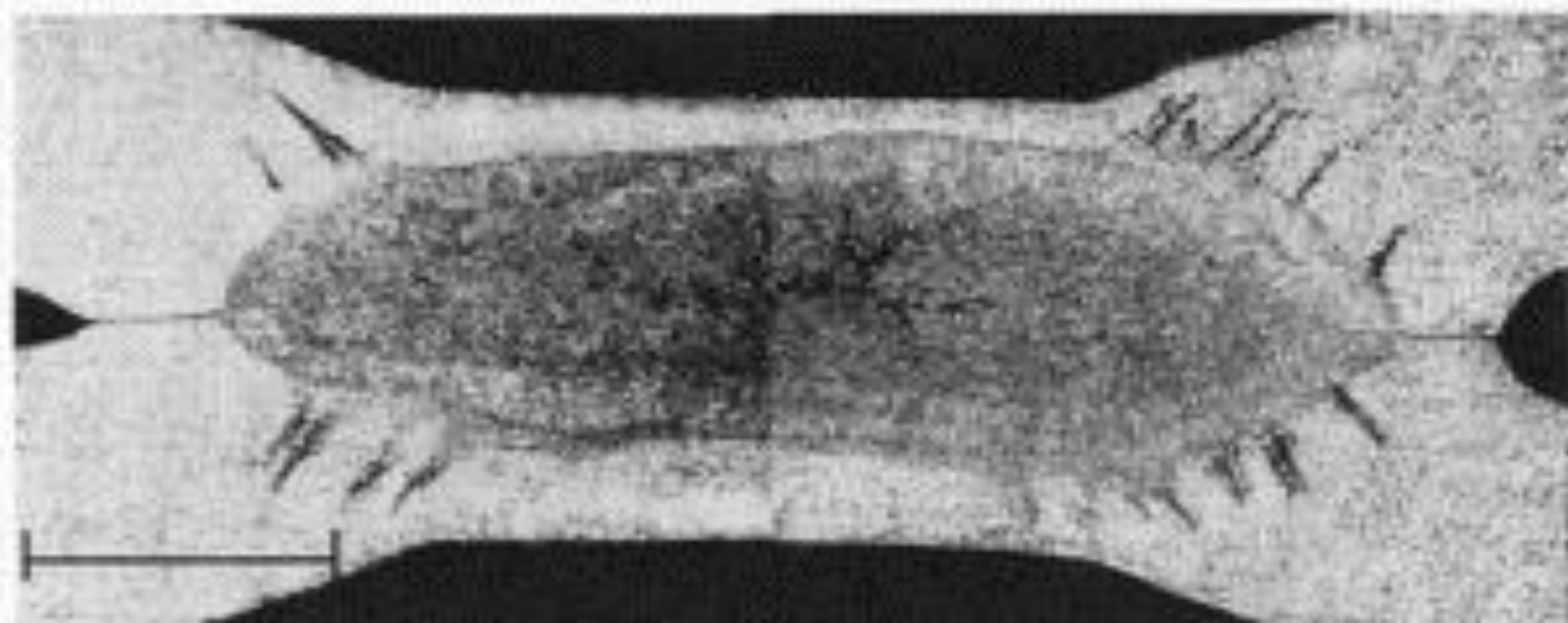
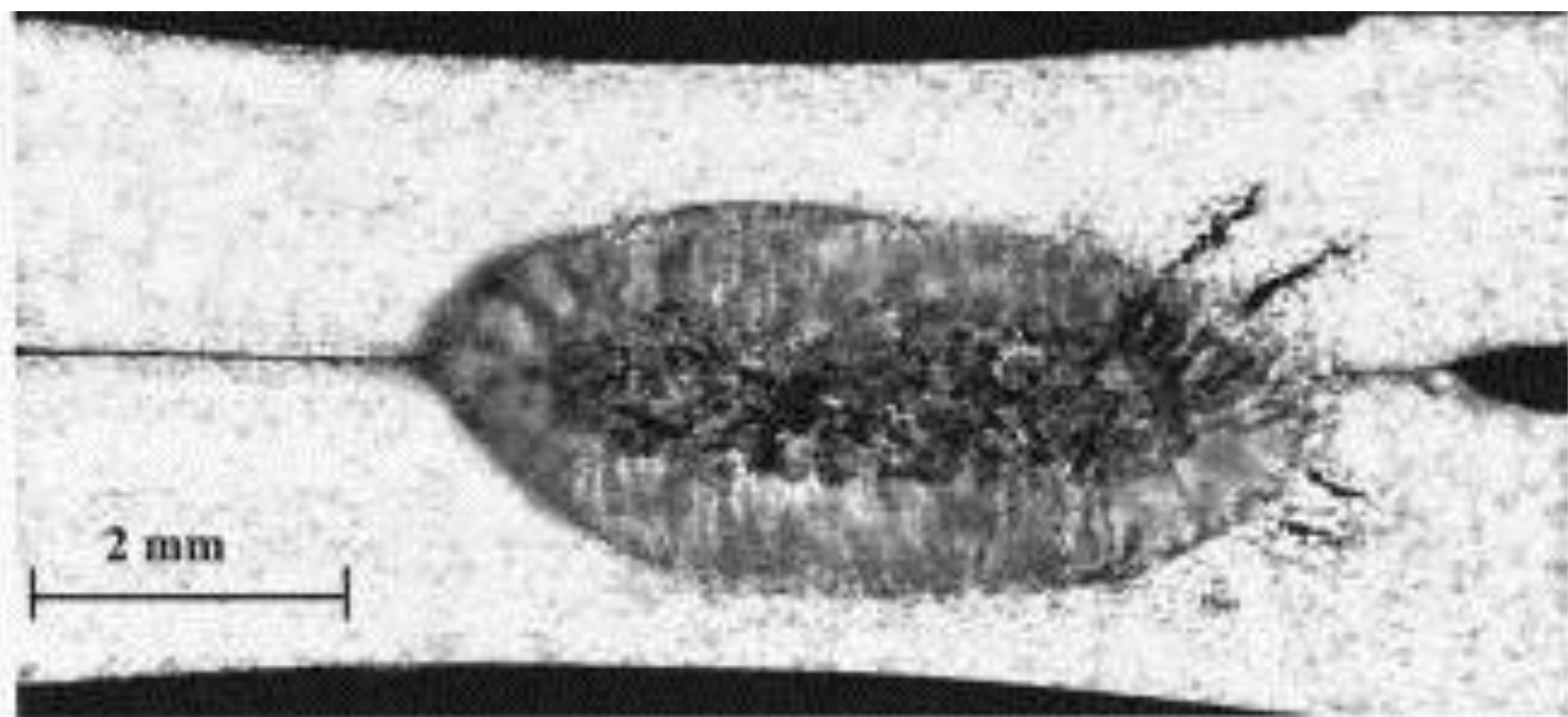
**P4 – Studené spoje**

**P5 – Vady tvaru a rozměru**


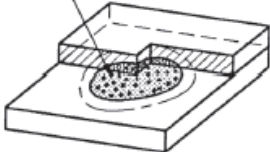
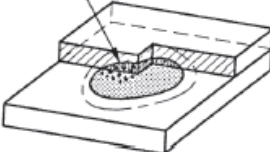
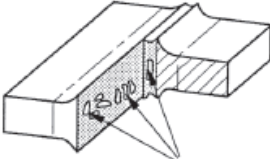
**P6 – Ostatní vady nezahrnuté do skupin P1 až P5.**

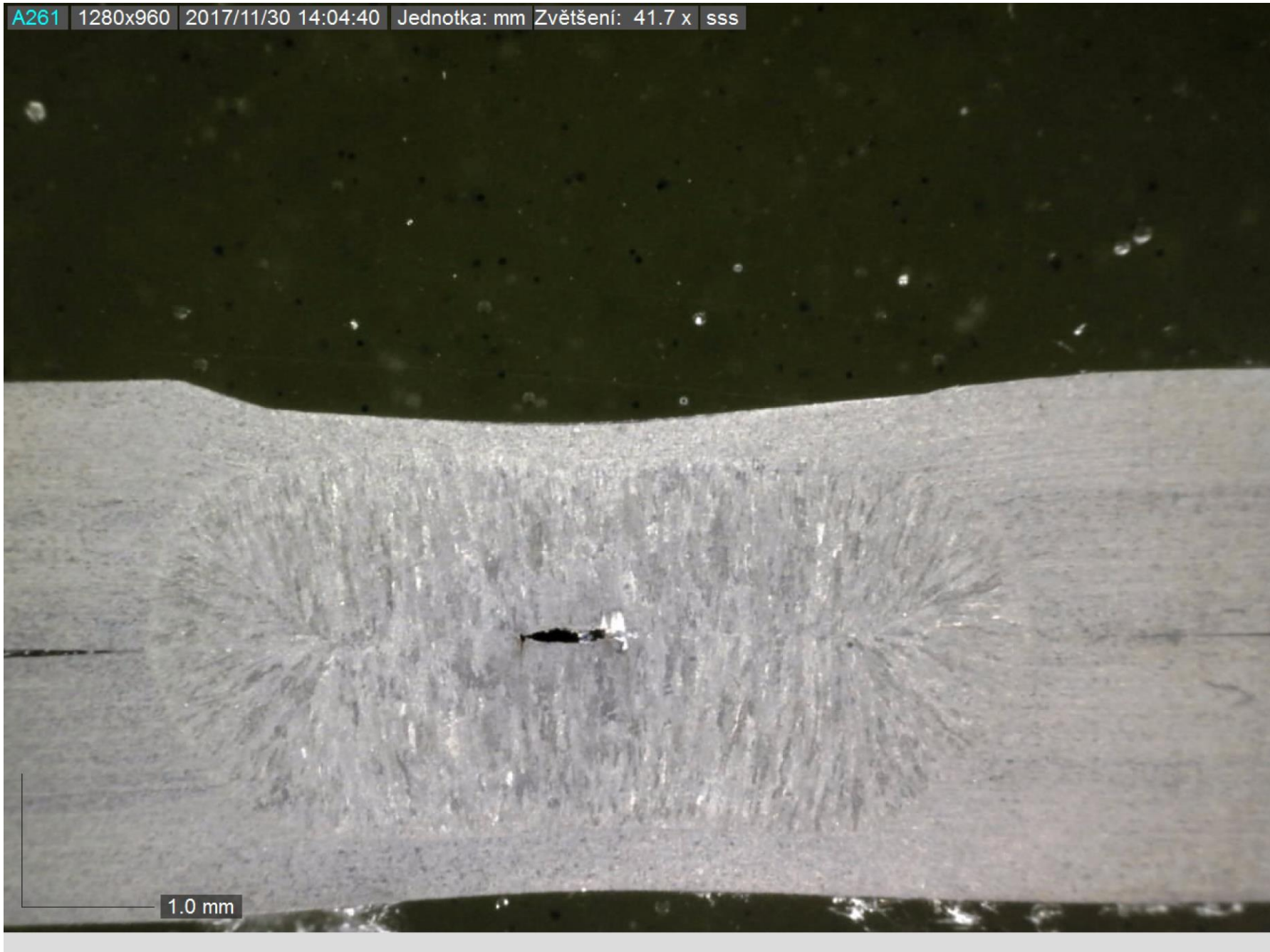
Ref. číslo Reference Référence Nummer	Označení Designation Désignation Benennung	Vysvětlení Čeština	Explanation English	Commentaires Français	Erklärung Deutsch	Vyobrazení Illustrations Illustrations Darstellung
1	2	–	3	4	5	6
<b>Skupina 1 – Trhliny; Group 1 – Cracks; Groupe n° 1 – Fissures; Gruppe 1 – Risse</b>						
P 100	Trhlina Crack Fissure Riß	Vada způsobená místním porušením, které může vzniknout vlivem ochlazování nebo napětí.	A discontinuity arising from the effect of cooling or stresses.	Discontinuité pouvant se produire en cours de refroidissement ou sous l'effet de contraintes.	Örtliche Werkstofftrennung, die durch Vorgänge beim Abkühlen oder durch Spannungen entstehen kann.	
P 1001	Mikrotrhlina Micro-crack Microfissure Mikroriß	Trhlina obvykle pozorovatelná pouze pod mikroskopem.	A crack usually only visible under a microscope.	Fissure généralement visible seulement au microscope.	Ein Riß, der üblicherweise nur unter einem Mikroskop sichtbar ist.	
P 101	Podélná trhlina Longitudinal crack Fissure longitudinale Längsriß	Trhliny probíhající převážně rovnoběžně s osou svaru. Může se vyskytovat:	A crack substantially parallel to the axis of the weld. It can be situated:	Fissure sensiblement parallèle à l'axe de la soudure. Il peut se situer:	Riß in Richtung der Schweißnaht verlaufend. Er kann liegen:	
P 1011		– ve svaru;	– in the weld;	dans la soudure;	– in der Schweißnaht;	
P 1013		– v tepelně ovlivněné oblasti (HAZ (TOO));	– in the heat affected zone (HAZ);	dans la zone affectée thermiquement (ZAT);	– in der Wärmeinflußzone (WEZ);	
P 1014		– v neovlivněném základním materiálu.	– in the unaffected parent metal.	dans le métal de base.	– im unbeeinflussten Grundwerkstoff.	





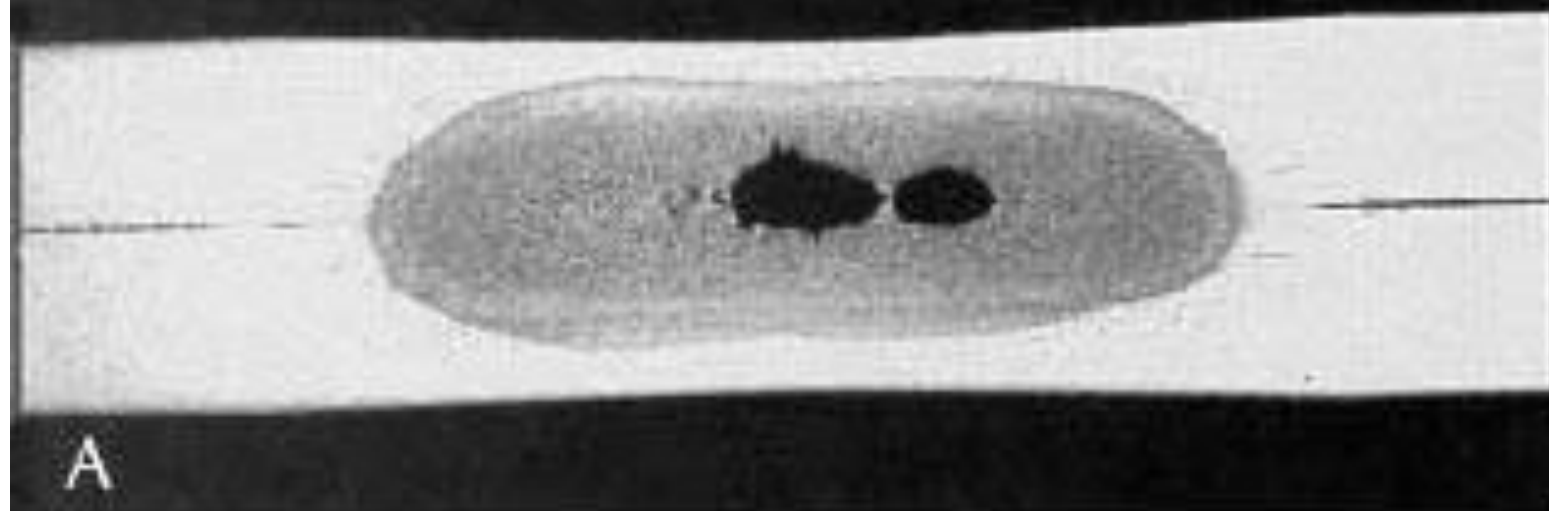


Ref. číslo Reference Référence Nummer	Označení Designation Désignation Benennung	Vysvětlení Čeština	Explanation English	Commentaires Français	Erklärung Deutsch	Vyobrazení Illustrations Illustrations Darstellung
1	2	–	3	4	5	6
<b>Skupina 2 – Dutiny; Group 2 – Cavities; Groupe no 2 – Cavités; Gruppe 2 – Risse</b>						
P 2011	Bublina Gas pore Soufflure sphéroïdale Gaspore	Plynová dutina převážně kulovitěho tvaru.	A gas cavity of essentially spherical form.	Soufflure de forme sensiblement sphérique.	Kugelförmiger Gaseinschluß.	
P 2012	Rovnoměrná pórovitost Uniformly distributed porosity Soufflures sphéroïdales uniformément réparties Gleichmäßig verteilte Porosität	Četné plynové bubliny rovnoměrně rozložené ve svarovém kovu.	A number of gas pores distributed in a substantially uniform manner throughout the weld metal.	Soufflures sphéroïdales essentiellement distribuées de façon régulière dans le métal fondu.	Zahlreiche, gleichmäßig verteilte Poren im Schweißgut.	
P 2013	Shluk pórů Localized (clustered) porosity Nid de soufflures Porennest	Rovnoměrně rozložená skupina pórů (místní pórovitost).	Evenly distributed group of pores.	Groupe de soufflures réparties de manière quelconque.	Örtlich gehäufte Poren.	
P 2016	Červovitý pór Worm-hole Soufflure vermiculaire Schlauchpore	Kanálková dutina ve svarovém kovu. Červovité póry jsou obecně seskupeny ve shlucích a rozmístěny ve tvaru rybí kostry.	A tubular cavity in the weld metal, generally grouped in clusters and distributed in a herringbone formation.	Soufflure en forme de galerie de ver dans le métal fondu. Ces soufflures sont généralement groupées et disposées en arête de poisson.	Ein röhrenförmiger Hohlraum im Schweißgut. Schlauchporen sind im allgemeinen zu Nestern gruppiert und wie Krähenfüße verteilt.	



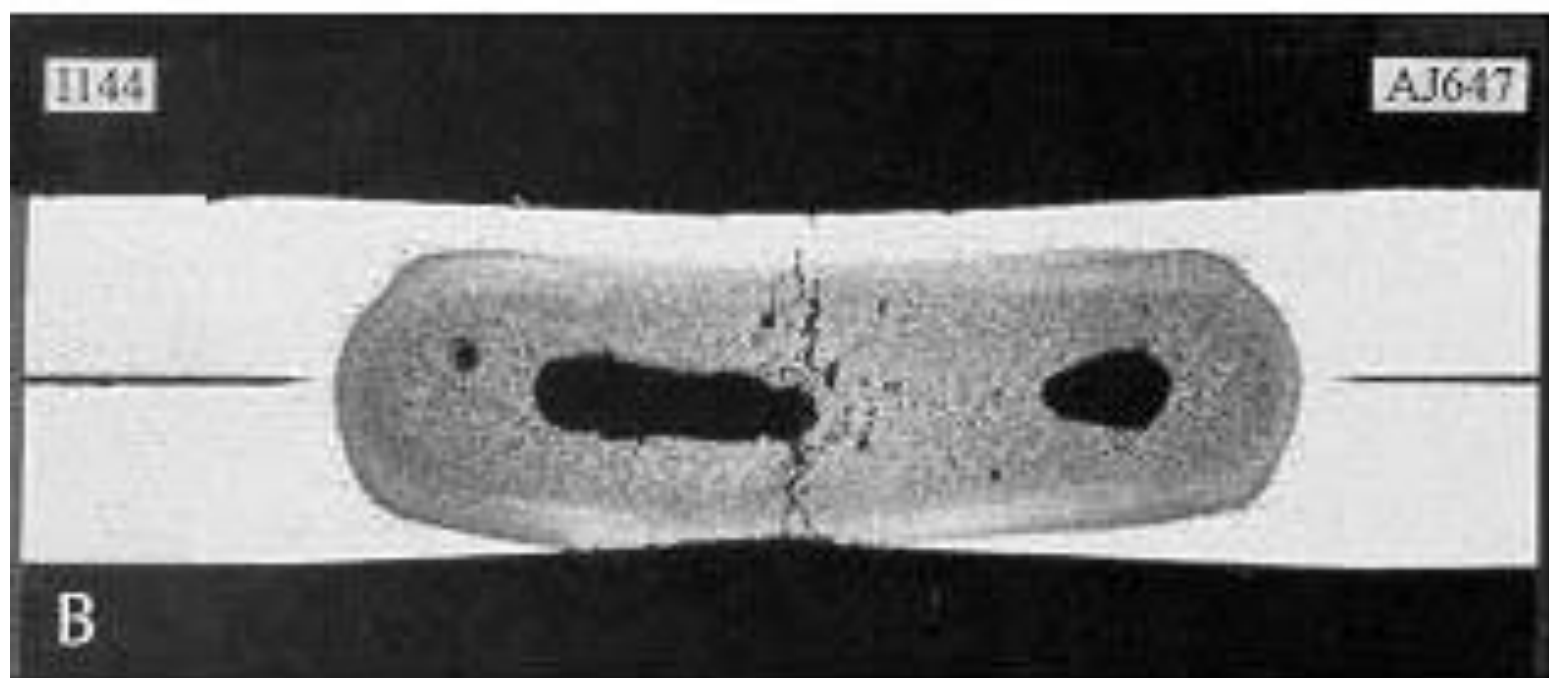
H13

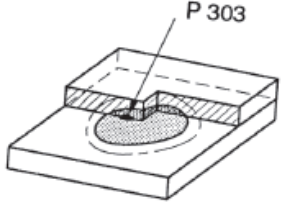
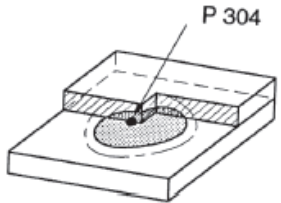
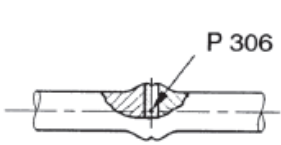
AJ643

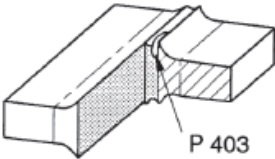
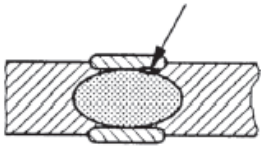


H144

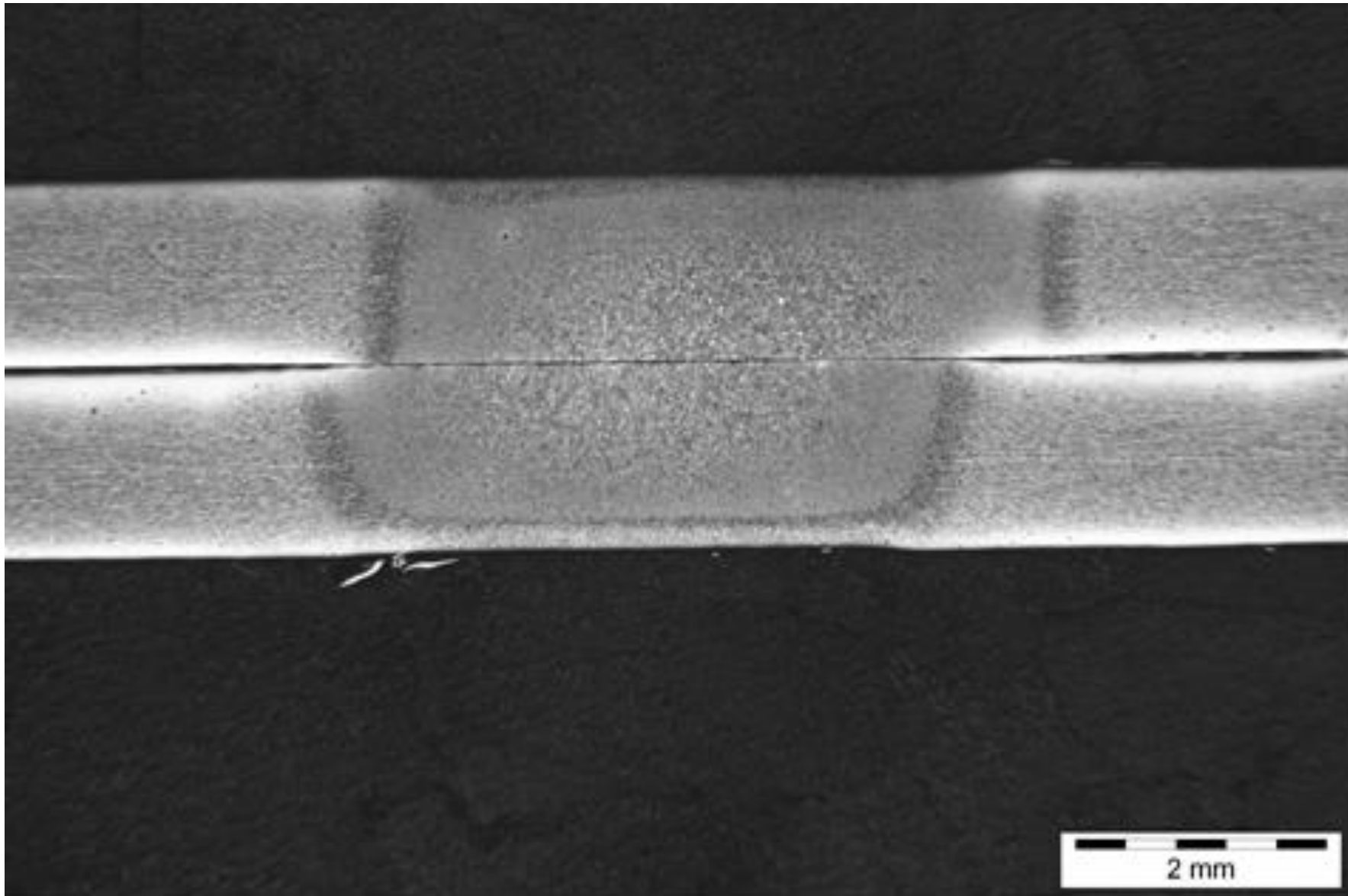
AJ647





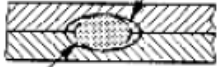
Ref. číslo Reference Référence Nummer	Označení Designation Désignation Benennung	Vysvětlení Čeština	Explanation English	Commentaires Français	Erklärung Deutsch	Vyobrazení Illustrations Illustrations Darstellung
1	2	—	3	4	5	6
<b>Skupina 3 – Pevné vměstky; Group 3 – Solid inclusions; Groupe no 3 – Inclusions solides; Gruppe 3 – Feste Einschlüsse</b>						
P 303	Oxidický vměstek Oxide inclusion Inclusion d'oxyde Oxideinschluß	Tenké vměstky oxidu kovu ve svaru (izolované nebo ve shlucích).	Thin metallic oxide inclusions in the weld (isolated or clustered).	Fine inclusion d'oxyde métallique dans la soudure. Les inclusions d'oxyde peuvent être isolées ou en nid.	Dünne Einlagerungen von Metalloxiden in der Schweißverbindung; einzeln oder gehäuft auftretend.	
P 304	Kovový vměstek Metallic inclusion Inclusion métallique Fremdmetalleinschluß	Částice cizího kovu uzavřená ve svarovém kovu.	A particle of foreign metal trapped in the weld metal.	Particule de métal étranger emprisonnée dans le métal fondu.	Einlagerung eines Fremdmetall-teilchens im Schweißgut.	
P 306	Vměstek nečistoty Inclusion of cast metal Inclusion de métal fondu résiduel Restschmelzen einschluß	Ztuhlý zbytek roztaveného materiálu s nečistotami, uzavřenými ve svaru.	Solidified residual molten material enclosed in the joint including impurities.	Métal fondu résiduel emprisonné, avec des impuretés, dans la soudure.	In der Schweißverbindung ein-geschlossene erstarrte Restschmelze mit Verunreinigungen.	

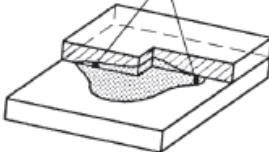
Ref. číslo Reference Référence Nummer	Označení Designation Désignation Benennung	Vysvětlení Čeština	Explanation English	Commentaires Français	Erklärung Deutsch	Vyobrazení Illustrations Illustrations Darstellung
1	2	–	3	4	5	6
<b>Skupina 4 – Studené spoje; Group 4 – Lack of fusion; Groupe no 4 – Manque de fusion; Gruppe 4 – Bindefehler</b>						
P 400	Studený spoj Lack of fusion Collage (manque de fusion) Bindefehler	Nedostatečné natavení ve spoji.	Incomplete fusion in the joint.	Fusion incomplète.	Teilweise fehlende Bindung.	
P 401	Žádné spojení No weld Absence de fusion Keine Bindung	Stykové plochy nejsou spojeny.	The faying surfaces are not joined.	Absence de liaison entre les faces à souder.	Die Werkstücke sind nicht miteinander vereinigt.	
P 403	Nedostatečné spojení Insufficient fusion (stuck weld) Fusion incomplète (joint collé) Unvollständige Bindung	Stykové plochy jsou pouze částečně nebo nedostatečně spojeny.	The faying surfaces are only partly or insufficiently joined.	Liaison partielle ou insuffisante entre les faces à souder.	Die Werkstücke sind nur teilweise oder unzureichend verbunden.	
P 404	Neúplné spojení páskou Insufficiently welded foil Manque de liaison du feuillard Unvollständig verbundene Folie	Spojení mezi dílci a pásky je nedostatečné.	The fusion between the workpieces and the foils is insufficient.	Fusion insuffisante entre la pièce et le feuillard.	Die Bindung zwischen Werkstück und Folie ist unzureichend.	





2 mm

Ref. číslo Reference Référence Nummer	Označení Designation Désignation Benennung	Vysvětlení Čeština	Explanation English	Commentaires Français	Erklärung Deutsch	Vyobrazení Illustrations Illustrations Darstellung
1	2	–	3	4	5	6
<b>Skupina 5 – Vady tvaru a rozměru; Group 5 – Imperfect shape and dimensions; Groupe no 5 Défauts de forme et défauts dimensionnels; Gruppe 5 – Form- und Maßabweichung</b>						
P 5212	Nadměrná tloušťka čočky Excessive nugget thickness Épaisseur excessive du noyau Überrmäßige Linsendicke	Tloušťka čočky je větší než je požadováno.	The nugget is thicker than required.	Épaisseur du noyau supérieure à la valeur spécifiée.	Linsendicke ist größer als das Sollmaß.	<p>P 5212</p>  <p>Předepsaný rozměr Nominal dimension Dimension nominale Sollmaß</p>
P 5213	Průměr čočky je příliš malý Nugget diameter too small Diamètre insuffisant du noyau Linsendurchmesser zu klein	Průměr čočky je menší než je požadováno.	The nugget diameter is smaller than that required.	Diamètre du noyau inférieur à la valeur spécifiée.	Linsendurchmesser ist kleiner als das Sollmaß.	<p>P 5213</p>  <p>Předepsaný rozměr Nominal dimension Dimension nominale Sollmaß</p>
P 5214	Průměr čočky je příliš velký Nugget diameter too large Diamètre excessif du noyau Linsendurchmesser zu groß	Průměr čočky je větší než je požadováno.	The nugget diameter is greater than that required.	Diamètre du noyau supérieur à la valeur spécifiée.	Linsendurchmesser ist größer als das Sollmaß.	<p>P 5214</p>  <p>Předepsaný rozměr Nominal dimension Dimension nominale Sollmaß</p>

Ref. číslo Reference Référence Nummer	Označení Designation Désignation Benennung	Vysvětlení Čeština	Explanation English	Commentaires Français	Erklärung Deutsch	Vyobrazení Illustrations Illustrations Darstellung
1	2	–	3	4	5	6
<b>Skupina 6 – Různé vady; Group 6 – Miscellaneous imperfections; Groupe no 6 – Défauts divers; Gruppe 6 – Sonstige Unregelmäßigkeiten</b>						
P 600	Různé vady Miscellaneous imperfections Défauts divers Sonstige Unregel- mäßigkeiten	Všechny vady, které nemohou být zařazeny do skupin 1 až 5.	All imperfections which cannot be included in groups 1 to 5.	Tout défaut n'entrant pas dans les groupes 1 à 5.	Alle Unregelmäßigkeiten, die nicht in die Gruppen 1 bis 5 eingeordnet werden können.	
P 602	Rozstřík Spatter Projection (perles) Spritzer	Kapky kovu, které ulpívají na povrchu svařovaného dílu.	Globules of metal adhering to the surface of the welded workpiece.	Éclaboussure de métal adhérant à la surface de la pièce soudée.	Auf der Werkstückoberfläche festhaftende Werkstofftropfen.	
P 6011	Náběhové zbarvení (viditelný oxidický povrch) Temper colour (visible oxide film) Couleurs de revenu Anlauffarben	Zkorodovaný povrch v oblasti bodového svaru nebo svarového švu.	Surface oxidized in the area of the weld spot or seam.	Oxydation de la surface dans la région du point de soudure ou de la soudure.	Oxidierter Oberfläche im Bereich des Schweißpunkts oder der Schweißnaht.	
P 612	Výstřik roztaveného kovu Material extrusion (splash weld) Expulsion de métal (point craché) Werkstoffauspressung	Roztavený kov je vytlačen do oblasti mezi díly, včetně rozstříku.	Molten metal expelled from the weld area including spatter or weld splash.	Présence entre les pièces de métal fondu expulsé y compris des projections.	Zwischen den Werkstücken ausgepreßter Werkstoff, einschließlich Spritzer.	

# Požadavky EN

**15005 2**  
Tabulka F.2 – Jakostní požadavky

Pořadové číslo	Ref. číslo k EN ISO 6520-2	Požadavky	Třída provedení svaru CP C1 a CP C2	Třída provedení svaru CP C3	Třída provedení svaru CP D
<b>Požadavky na jakost, vnější posouzení</b>					
9	P 100	Trhlina	Není přípustné		
10	P 2011 P 2012 P 2013	Bublina Rovnoměrná pórovitost Shluk pórů	Není přípustné		Přípustné, pokud jsou odsouhlaseny mezi smluvními stranami
11	P 602 P 612	Rozstřík Vyteklý materiál	Přípustné, pokud jsou odsouhlaseny mezi smluvními stranami		Přípustné, pokud jsou odsouhlaseny mezi smluvními stranami
12	P 526	Povrchová vada	Kvalita povrchu 2 a 3 v tabulce F.3 je přípustná		Kvalita povrchu 2, 3 a 4 podle tabulky F.3 je přípustná
13	P 522	Propalování z jedné strany	Není přípustné		Přípustné
14	P 5263	Přilepování materiálu elektrody	Není přípustné		Přípustné, pokud jsou odsouhlaseny mezi smluvními stranami

# Požadavky EN

**15005 2**  
Tabulka F.2 – Jakostní požadavky

Pořadové číslo	Ref. číslo k EN ISO 6520-2	Požadavky	Třída provedení svaru CP C1 a CP C2	Třída provedení svaru CP C3	Třída provedení svaru CP D
<b>Požadavky na jakost, vnitřní posouzení</b>					
15	P 5216	Nedostatečná hloubka provaření svarové čochy	Minimálně 30 %, max. 90 % konkrétní tloušťky kovového plechu	Žádné požadavky	
16	P 100	Trhlina	Přípustné pro 21 a 22 ve středu prostoru svařovacích čoch (nejvíce polovina průměru)  Není přípustné pro 22		
17	P 2011 P 300	Bublina Pevný materiálový vměstek	Přípustné pro 21 a 23 ve středu poloviny průměru svařovacích čoch		
18	P 2012  P 2013	Rovnoměrně rozložená pórovitost  Shluk pórů	Pro 22: $A \leq 2\%$ $d \leq 0,4t_1^a$		Pro 22: $A \leq 4\%$  $d \leq 0,5t_1$
19	P 400 P 401	Studený spoj Žádný svar	Není přípustné		
20	P 525	Nadměrný odstup plechu	Bezprostředně vedle svarového bodu: $h \leq 0,1(t_1 + t_2)$		Přípustné



# Požadavky EN

Zkoušení a dokumentace				
21		Vizuální zkouška <sup>b</sup>	100 %	
22		Zjednodušená výrobní zkouška svaru (SWPT) <sup>c</sup>	<ul style="list-style-type: none"><li>– denně před započítím práce</li><li>– při změně WPS</li><li>– při úpravě nástroje</li></ul>	
23		Běžná výrobní zkouška svaru (NWPT) <sup>d</sup>	<ul style="list-style-type: none"><li>– pro ověření WPS</li><li>– pro ověření jakosti ve výrobě v pravidelných intervalech, v závislosti na objemu svařování a třídě provedení svarů</li></ul>	Nepožaduje se
24		Dokumentace	<ul style="list-style-type: none"><li>– NWPT 100 %</li></ul> Postup kontroly 100 %	<ul style="list-style-type: none"><li>– NWPT nezbytné</li></ul> Nepožaduje se

<sup>a</sup> A = prostor vady, d = rozměr jednotlivé vady (například délka, šířka, průměr).

<sup>b</sup> Zkoušení svařovaných celků a vnější zhodnocení bez použití optických přístrojů.

<sup>c</sup> SWPT: Zkouška odlupovací, zkouška sekáčová podle ISO 10447 nebo zjednodušená torsní zkouška (předvýrobní zkouška svaru) podle EN ISO 17653.

<sup>d</sup> NWPT: pro 21 a 23: zkouška těsnosti podle EN ISO 15614-12 makrografickým snímkem a pro 22: NDT, zkouška těsnosti podle EN ISO 15641-12 makrografickým snímkem.

# Požadavky EN

## 15085-3

Tabulka F.3 – Jakost povrchu

Jakost povrchu	Požadavky	Použití
1	Musí být odsouhlaseny mezi výrobcem a zákazníkem.	Musí být odsouhlaseno mezi výrobcem a zákazníkem.
2	<p>Povrchy, kde svarové stopy (vtisk elektrody, vznik kruhově tvarovaného zesílení, vady, deformace teplem atd.) nevytvářejí více než 10 % tloušťky konkrétního jednotlivého kovového plechu.</p> <p>Poznámka: Pokud je to požadováno, může být vliv modelován.</p>	Pro povrchy s estetickými požadavky (například boční stěny, čelní stěny a střechy osobních vlaků).
3	Povrchy, kde svarové stopy nevytvářejí více než 25 % tloušťky konkrétního jednotlivého kovového plechu. V tomto prostoru jsou také dovoleny přilepené kovové rozstříky od svařování, pokud výkresy nepožadují, že musí být bez otřepů a rozstříků.	Povrchy s neestetickými požadavky (například nákladní vagony, přepravní kontejnery, plechové podlahy).
4	Bez jakostních požadavků.	Pro jednoduché části podřadného významu bez estetických požadavků.

# Požadavky EN

## 1 EN 905 2

Tabulka F.4 – Minimální smykové síly pro odporové bodové svary pro třídy provedení svaru CP C1, CP C2 a CP C3

$t_1$ (mm)	$d_L$ (mm)	Pevnost v tahu $R_m$ základního materiálu [MPa]		
		$\leq 360$	$> 360$ až $< 510$	$510$ až $< 620$
		Minimální smyková síla bodového odporového svaru (kN)		
0,8	4,5	3,5	4,5	6,0
1,0	5,0	4,7	6,0	8,0
1,25	5,5	5,9	7,5	10,0
1,5	6,0	7,1	9,0	12,0
1,75	6,5	8,5	10,9	14,5
2,0	7,0	10,0	12,8	17,0
2,5	8,0	12,9	16,5	22,0
3,0	8,5	16,5	21,0	28,0

Tyto hodnoty jsou platné pro nelegované a legované oceli, také pro jejich kombinace. Pro kombinaci základních materiálů s různou tahovou pevností musí být vybrán materiál s nižší hodnotou.

# Požadavky EN

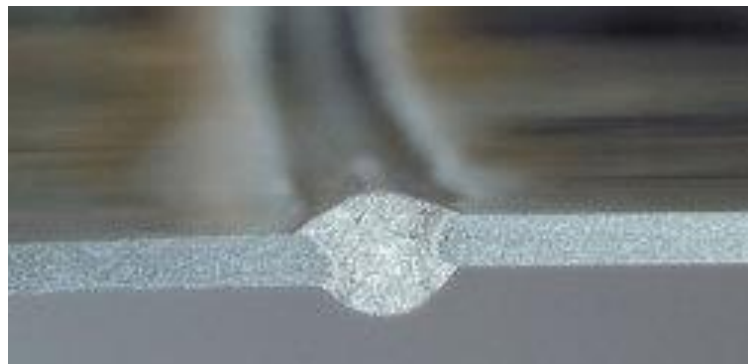
## 15085-3

**Tabulka F.5 – Minimální smykové síly pro odporové bodové svary spojů hliníku a slitin pro třídy provedení svaru CP C1, CP C2 a CP C3**

$t_1$ (mm)	$d_L$ (mm)	Pevnost v tahu $R_m$ základního materiálu [MPa]		
		$\leq 240$	$> 240$ až 300	$> 300$ až 350
		Minimální smyková síla bodového odporového svaru (kN)		
0,8	4,5	1,1	1,3	1,5
1,0	5,0	1,5	1,8	2,1
1,25	5,5	2,0	2,3	2,8
1,5	6,0	2,5	2,9	3,5
2,0	7,0	3,5	4,1	4,8
2,5	8,0	4,5	5,3	6,2
3,0	8,5	5,5	6,4	7,6

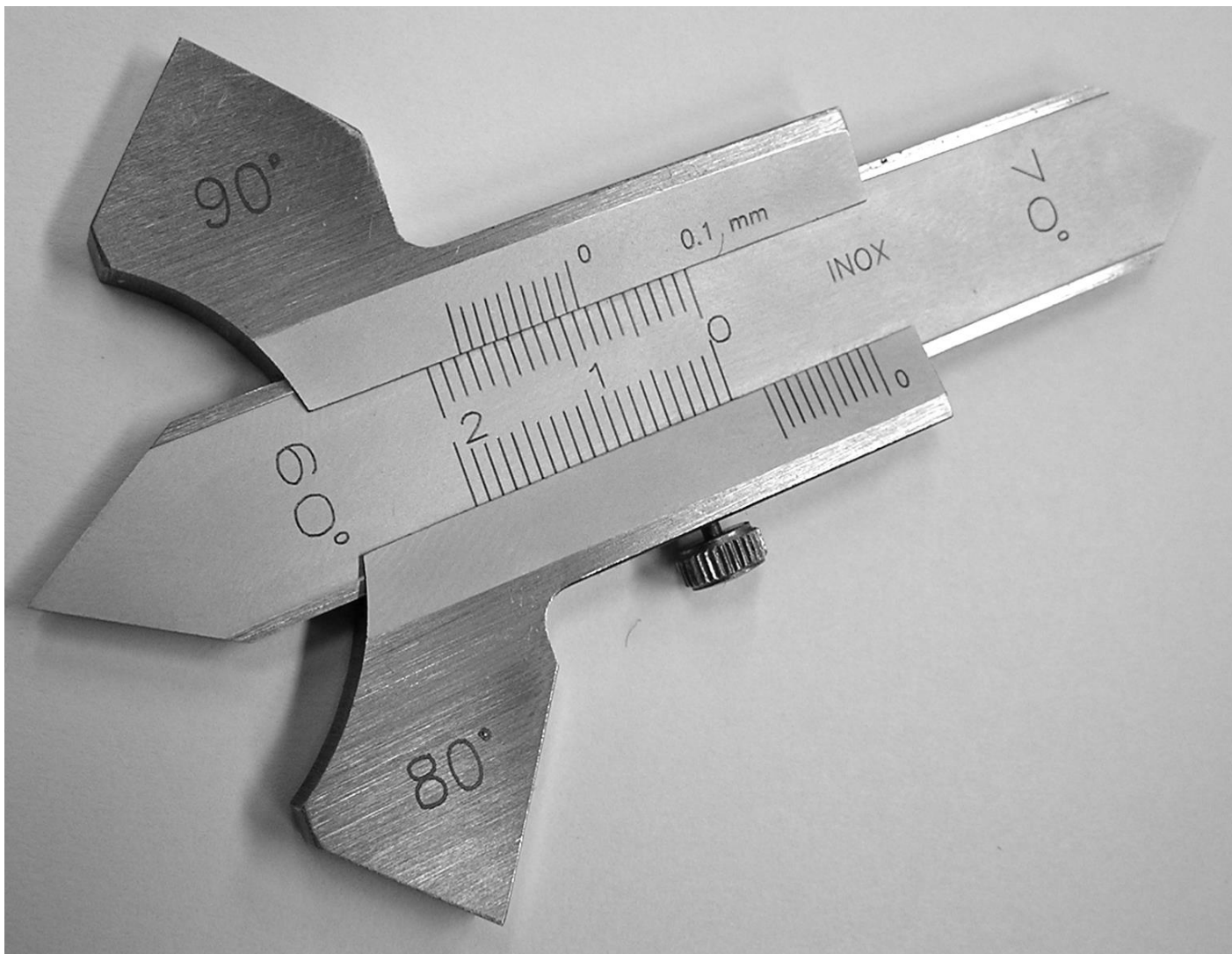
Pro základní materiály s různou pevností v tahu musí být vybrán materiál s nižší hodnotou.

# Praktická část



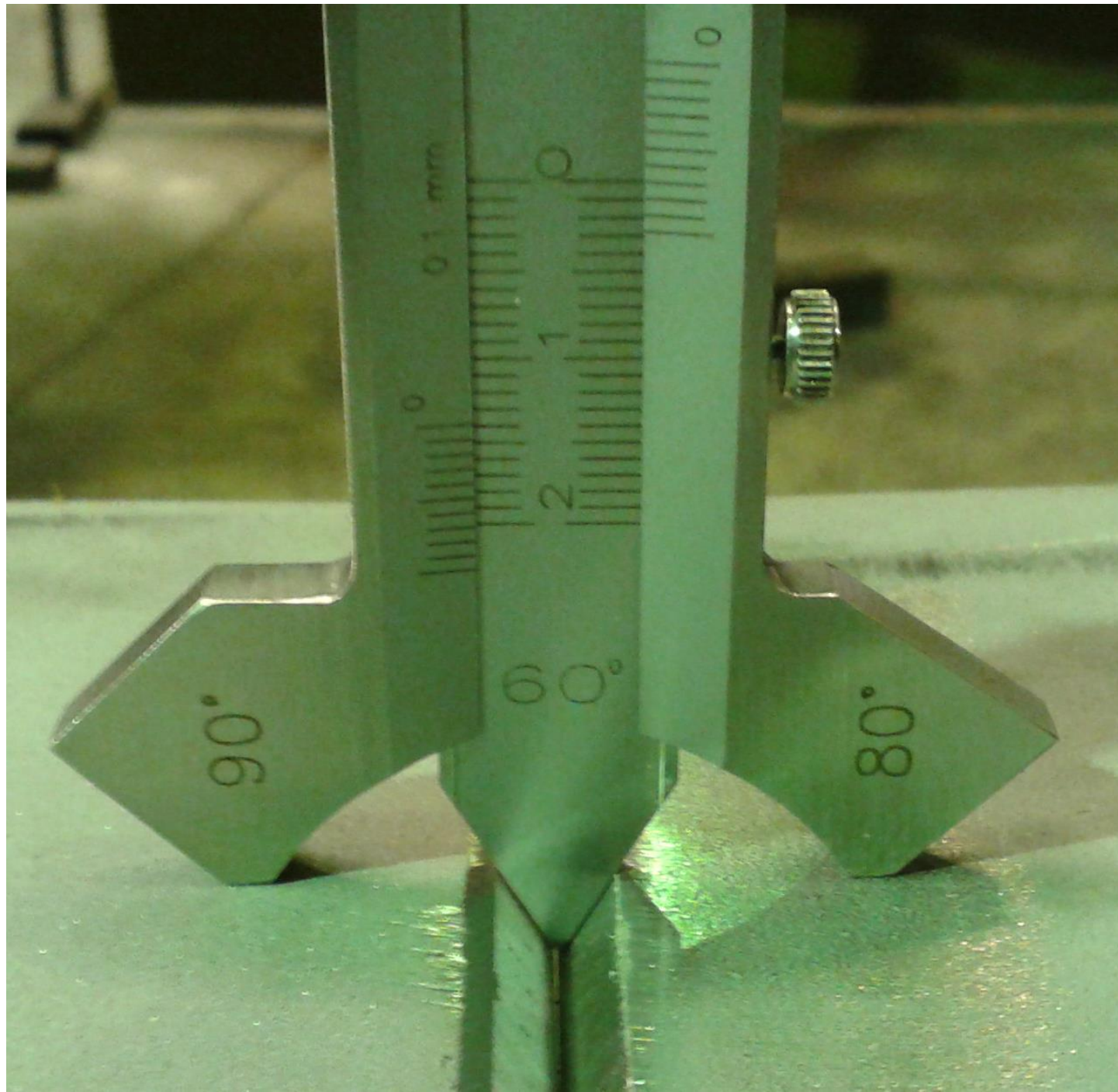


# Měřidla a měrky svaru

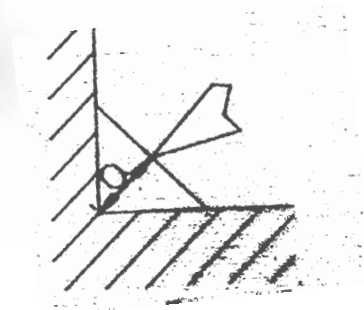
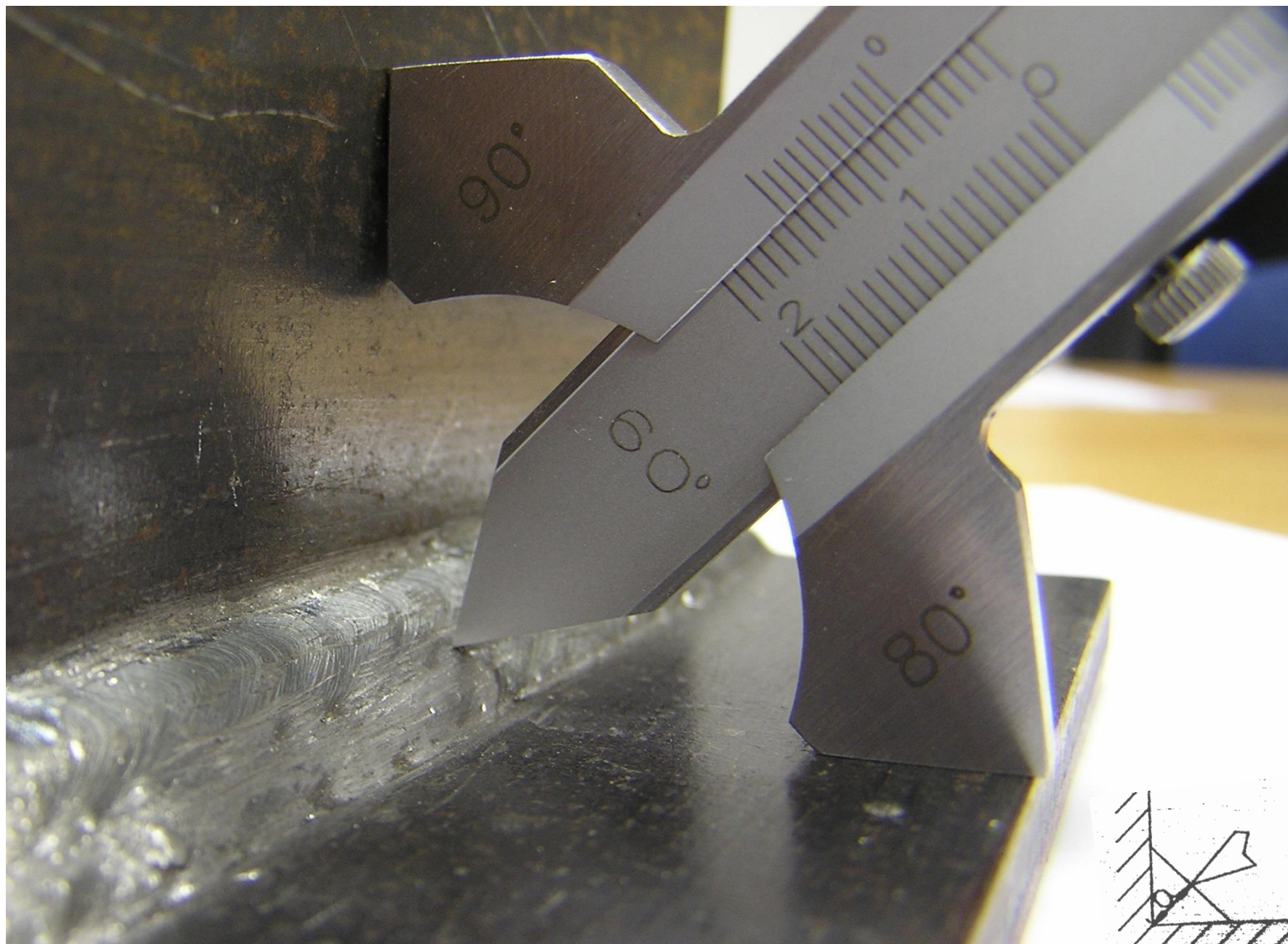


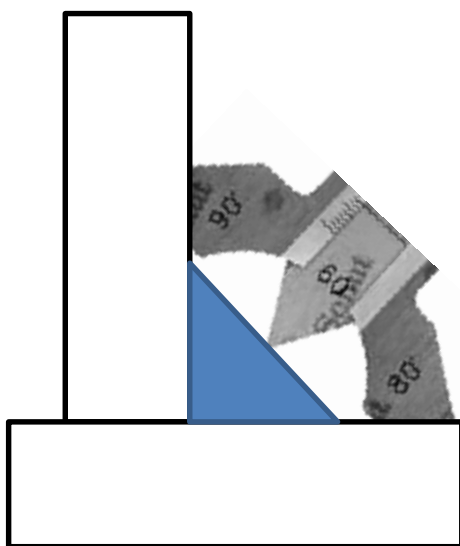
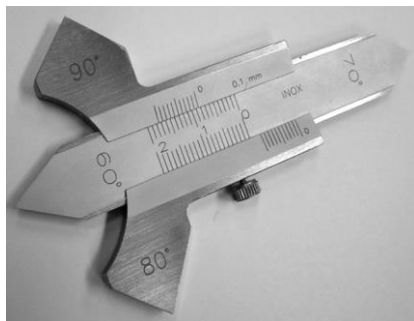
## Měrka svaru s noniem

**Použití:** měření koutových i tupých svarů, měření úhlů otevření 60°, 70°, 80° a 90°

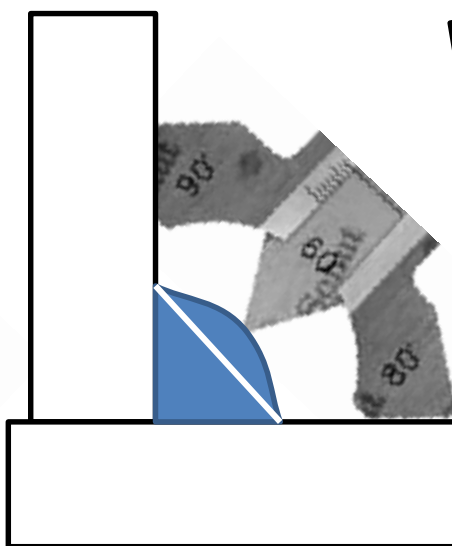




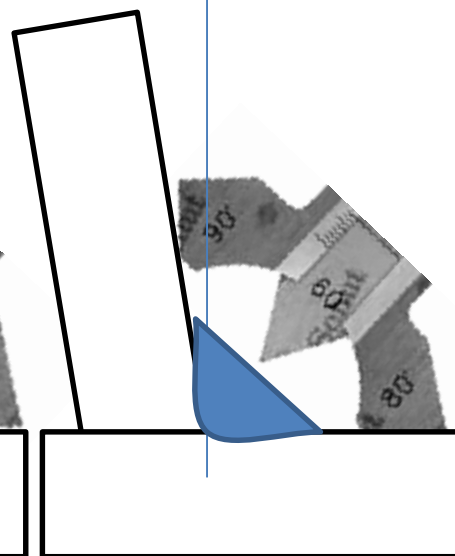




OK

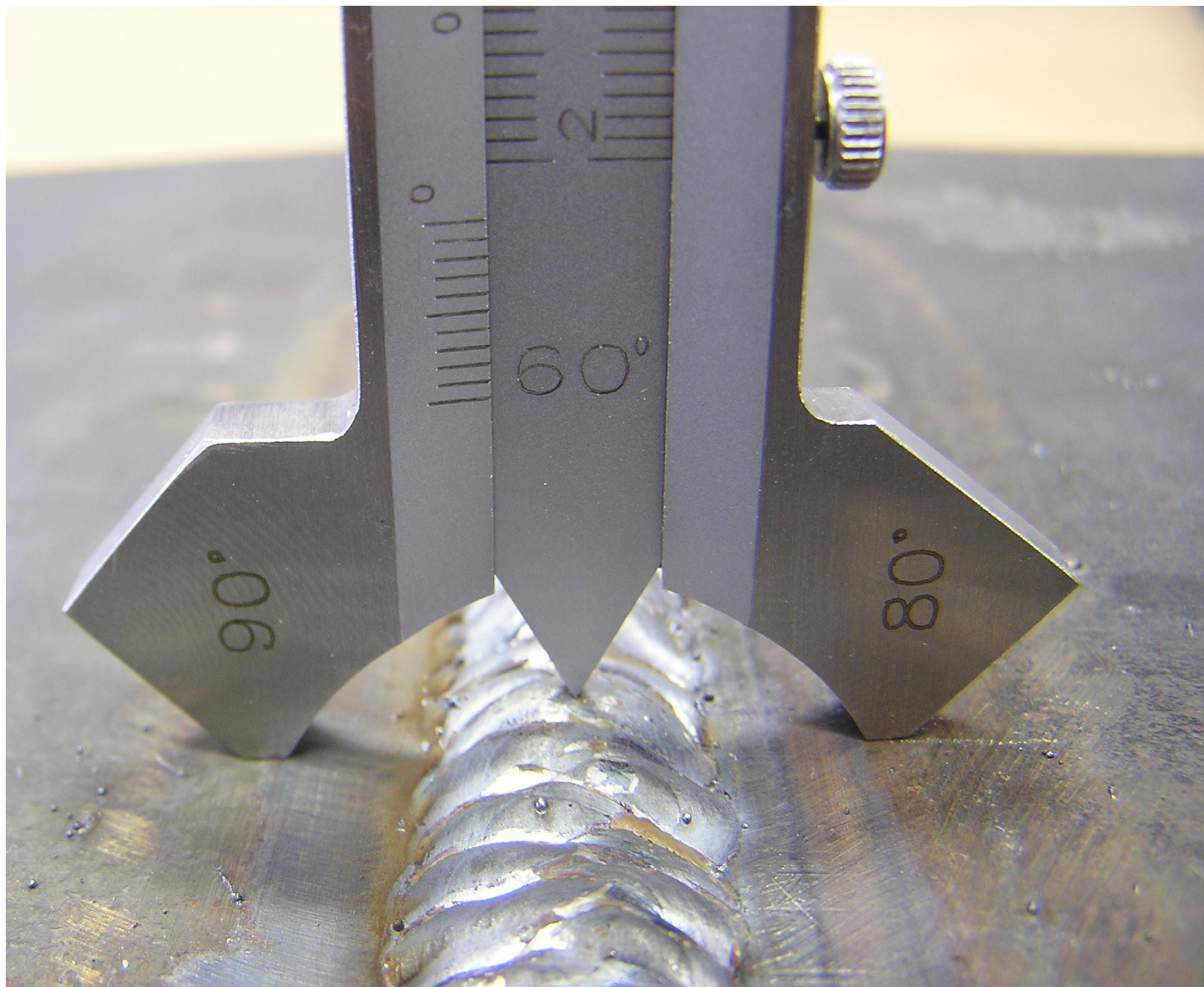


nepřípustné



nepřípustné

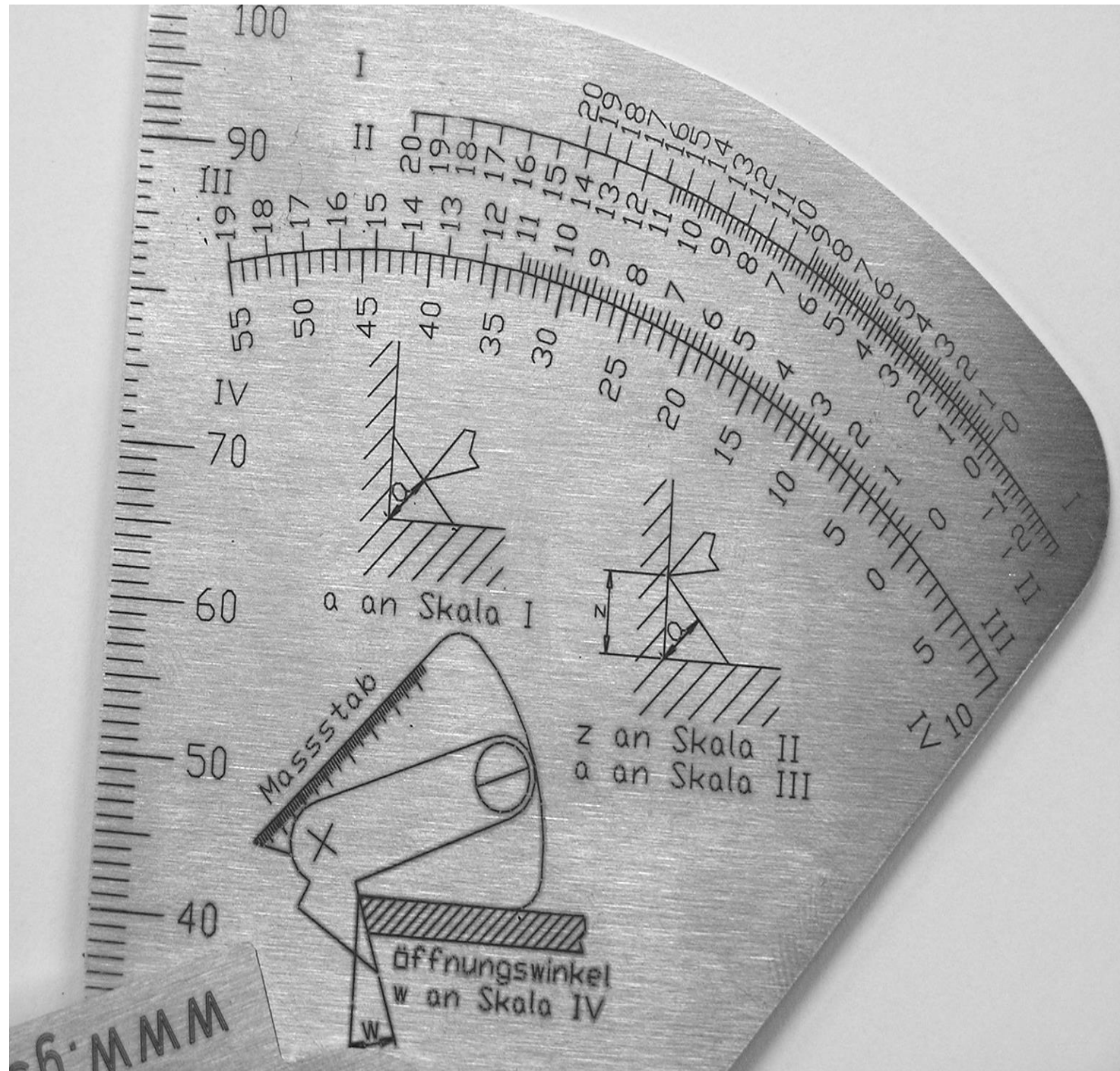






**Měrka svaru  
se třemi stupnicemi**









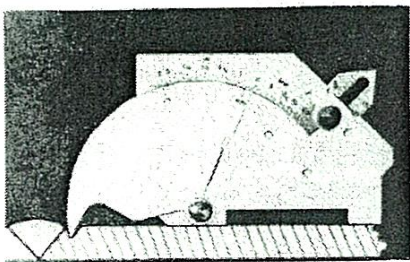
[www.gsi-mbh.de](http://www.gsi-mbh.de)



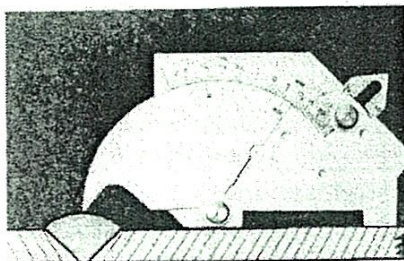
Víceúčelová měrka



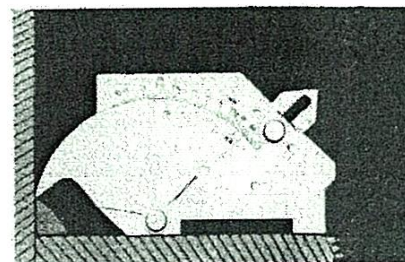




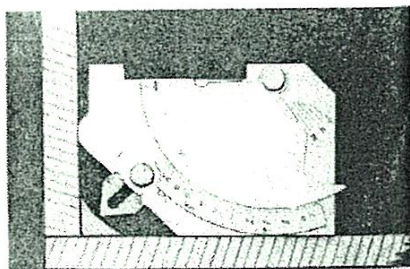
Hloubka zápalu



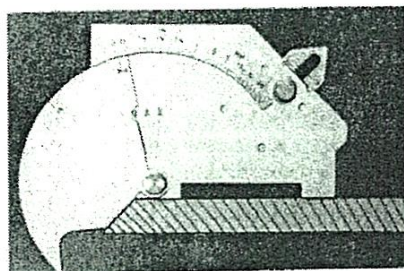
Převýšení tupého svaru



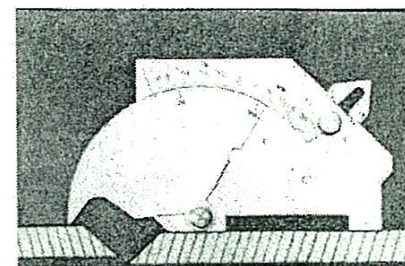
Odvěsna koutového svaru



Velikost koutového svaru

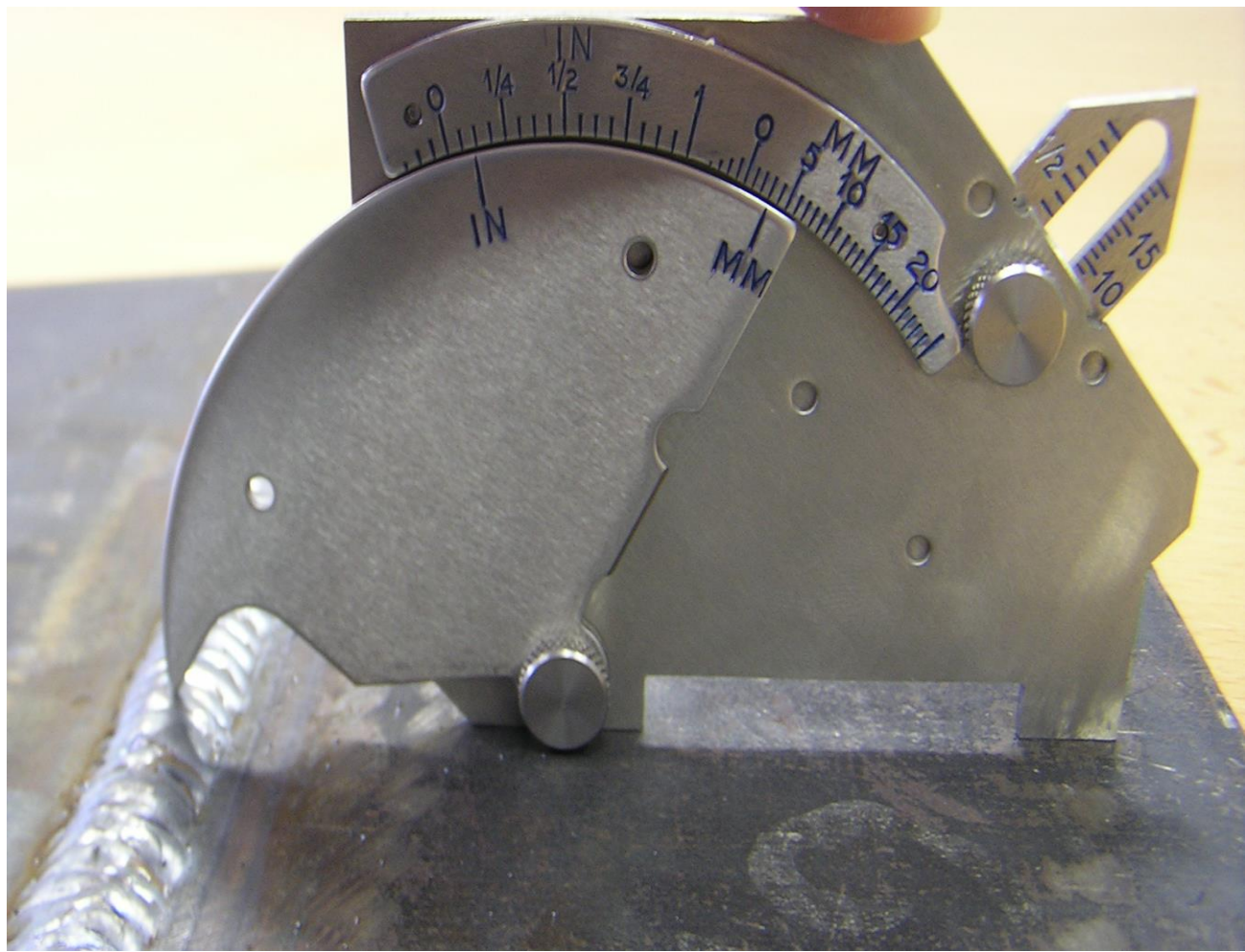


Úhel úkosu

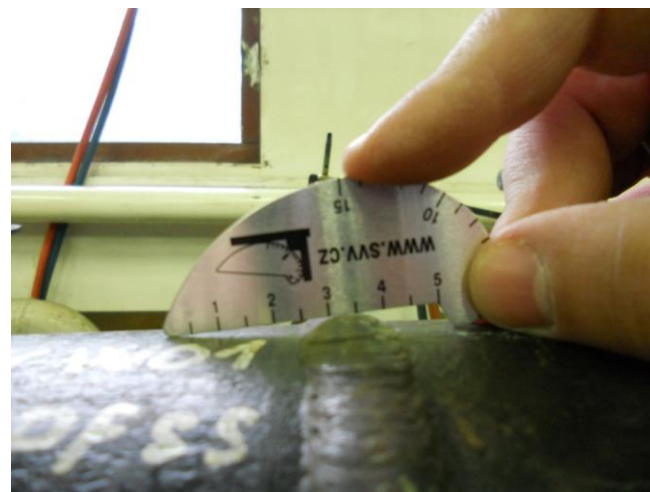
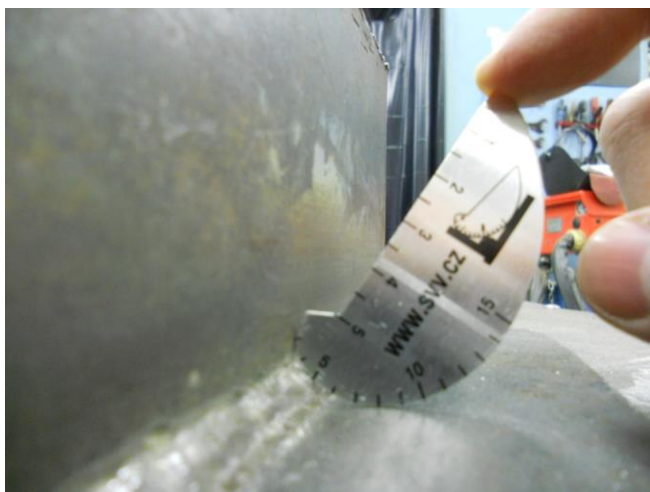
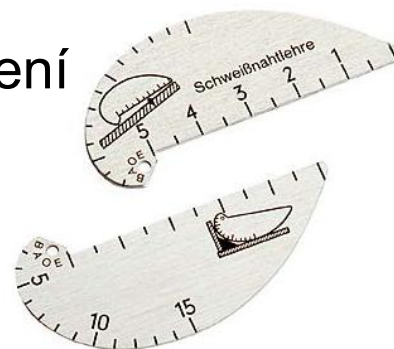


Lineární přesazení

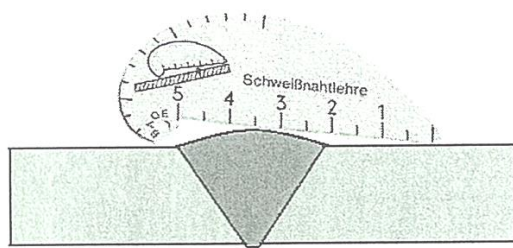




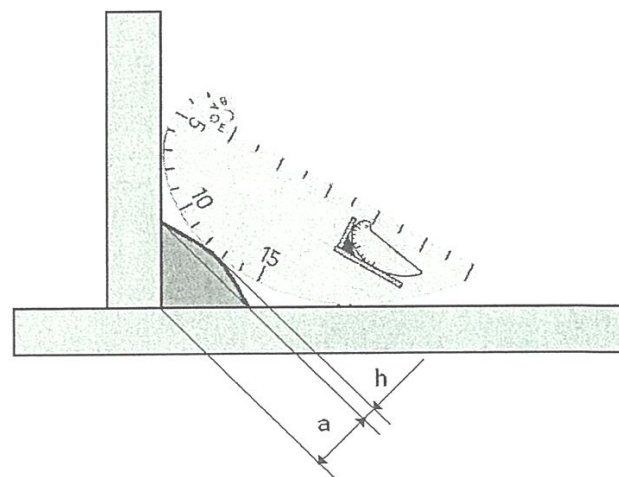
# Pomůcky svářeče pro orientační měření Jednoduchá měrka svaru (ledvinka)



## 2.1 Jednoduchá měrka svarů

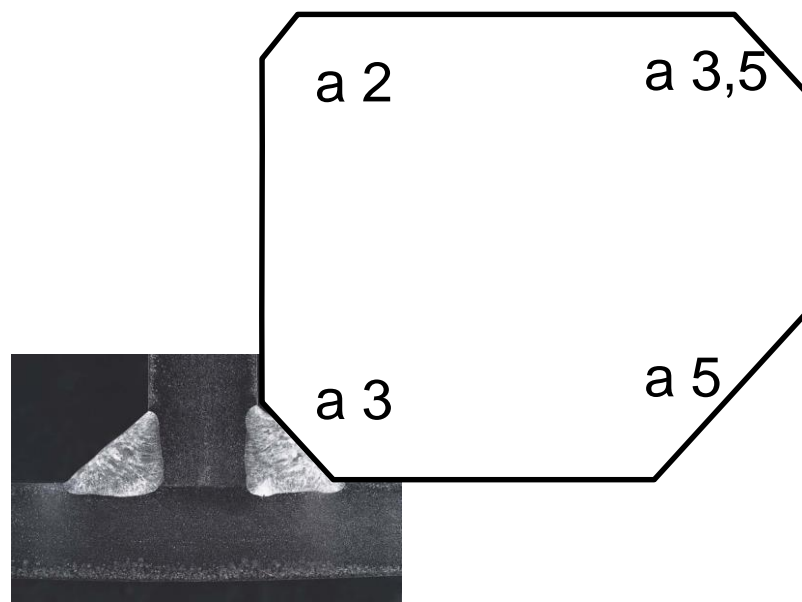


Měření převýšení tupého svaru  
( $h = 3,3 \text{ mm}$ )



Měření rozměru a koutového svaru.  
V případě převýšených koutových svarů se neměří  
převýšení, ale součet „ $a + h$ “.  
( $a+h = 12,5 \text{ mm}$ )

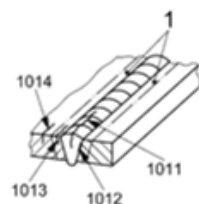
# Pomůcky svářeče pro orientační měření Šablony na koutové svary



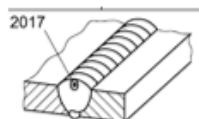
# Možné vady u zkoušky BW-plech

povrch

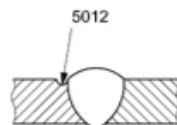
100- trhliny



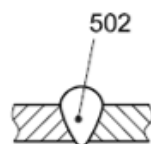
2017- povrchový  
pór



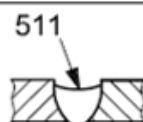
5012- nesouvislý  
zápal



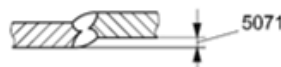
502- nadměrné  
převýšení



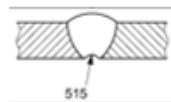
511- neúplné  
vyplnění



5071- lineární  
přesazení

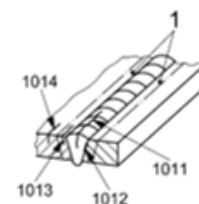


515- hubený  
kořen



kořen

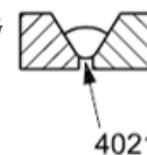
100- trhliny



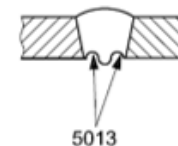
2017- povrchový  
pór



4021- neprovařený  
kořen



5013- vrub v kořeni



504- převýšený  
kořen

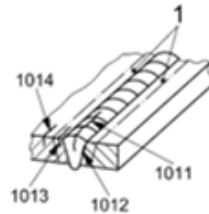




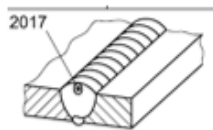
# Možné vady u zkoušky FW-plech

povrch

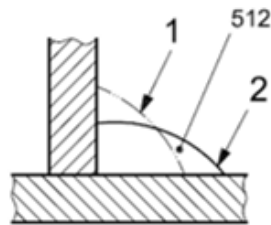
100- trhliny



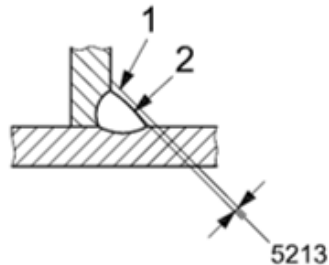
2017- povrchový pór



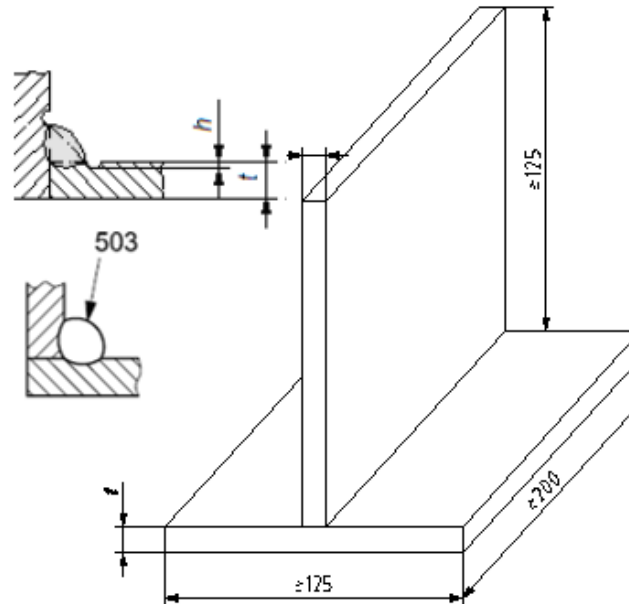
512- nadměrná asymetrie



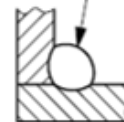
5213- překročení velikosti



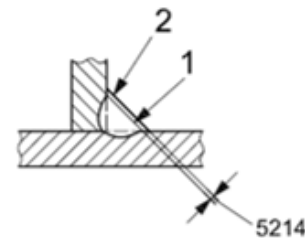
5012- nesouvislý zápal



503- nadměrné převýšení



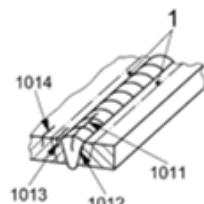
5214- překročení velikosti



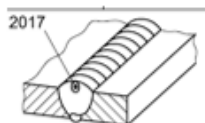
# Možné vady u zkoušky BW-trubka

povrch

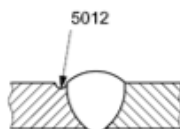
100- trhliny



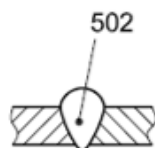
2017- povrchový pór



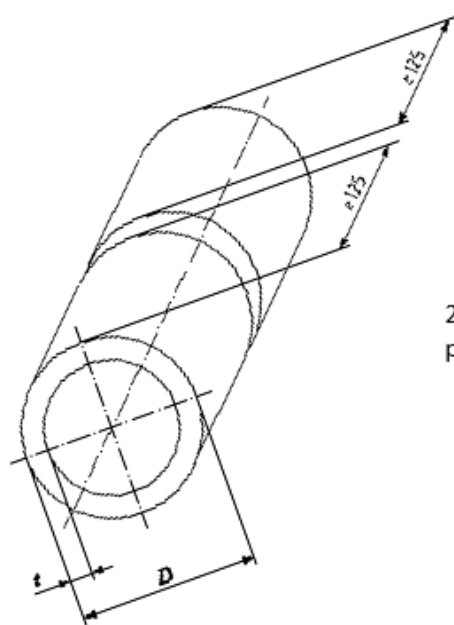
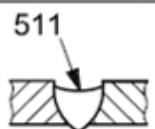
5012- nesouvislý zápal



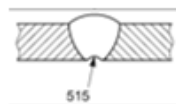
502- nadměrné převýšení



511- neúplné vyplnění

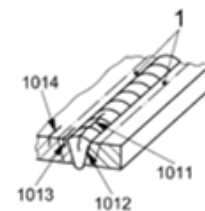


515- hubený kořen

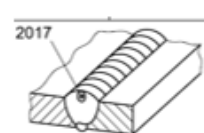


kořen

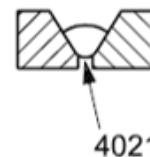
100- trhliny



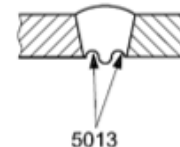
2017- povrchový pór



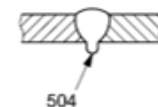
4021- neprovařený kořen



5013- vrub v kořeni



504- převýšený kořen

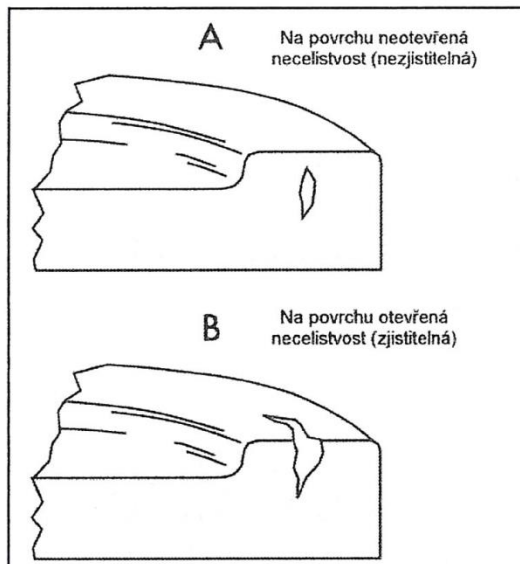


# **PENETRAČNÍ ZKOUŠENÍ PŘI HODNOCENÍ POVRCHOVÝCH VAD SVARŮ**

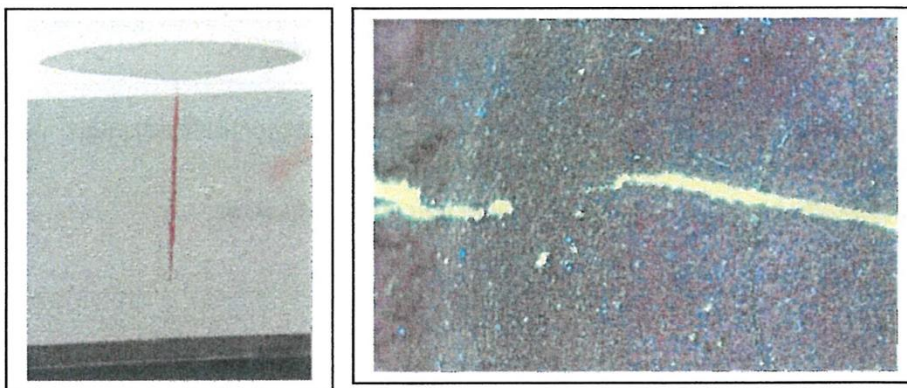


## 1.1 Princip kapilární zkoušky

Kapilární zkoušení je nedestruktivní kontrola, která indikuje přerušení materiálu (diskontinuity), jež komunikují s povrchem (jsou otevřené na povrch materiálu). Vhodné **kapalné** látky mají tu vlastnost, že smáčí povrch a vnikají do mezer a dutin. Tato schopnost se využívá, aby se zviditelnily velice úzké, pro lidské oko neviditelné, trhliny na povrchu materiálu. Pokud se tyto kapaliny obarví a vytáhnou se z těchto mezer zpátky ven prostřednictvím „píjákového efektu“, pak se nám místa, kde tyto trhliny leží, na povrchu zviditelní. Obr. 1.



Kapilární (penetrační) zkoušení je postup, při kterém se indikují přerušení materiálu, která jsou otevřená na povrch, tj. „komunikují s povrchem“.



Obr. 1: Prokazování přerušení materiálu

# Výhody

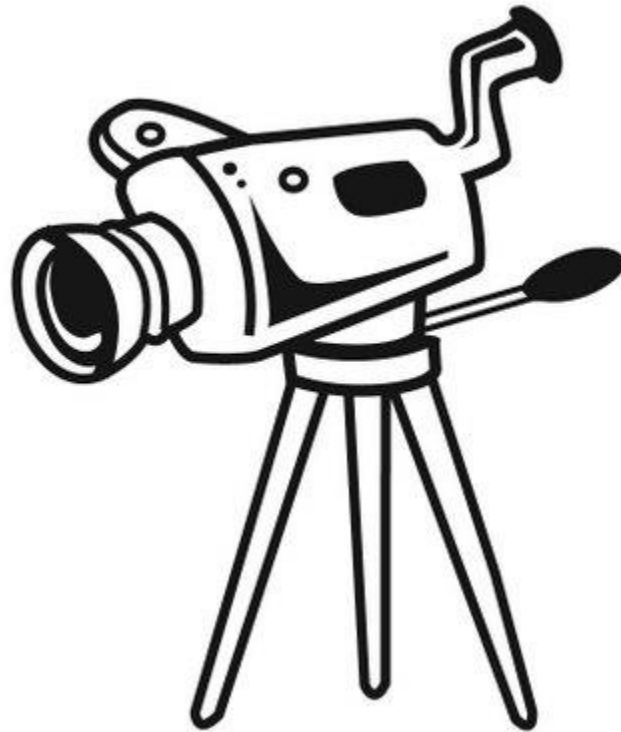
- Vysoká citlivost na malé nesouvislosti povrchu
- Malá materiálová omezení (kovy - nekovy, magnetické – nemagnetické, vodivé - nevodivé)
- Velké součásti zkoumány za nízkých nákladů
- Běžně kontrolovány součásti se složitou geometrií
- Relativně levné indikační kapaliny
- Snadno přenositelné penetranty ve spreji
- Vady zviditelněny přímo na zkoumaném povrchu



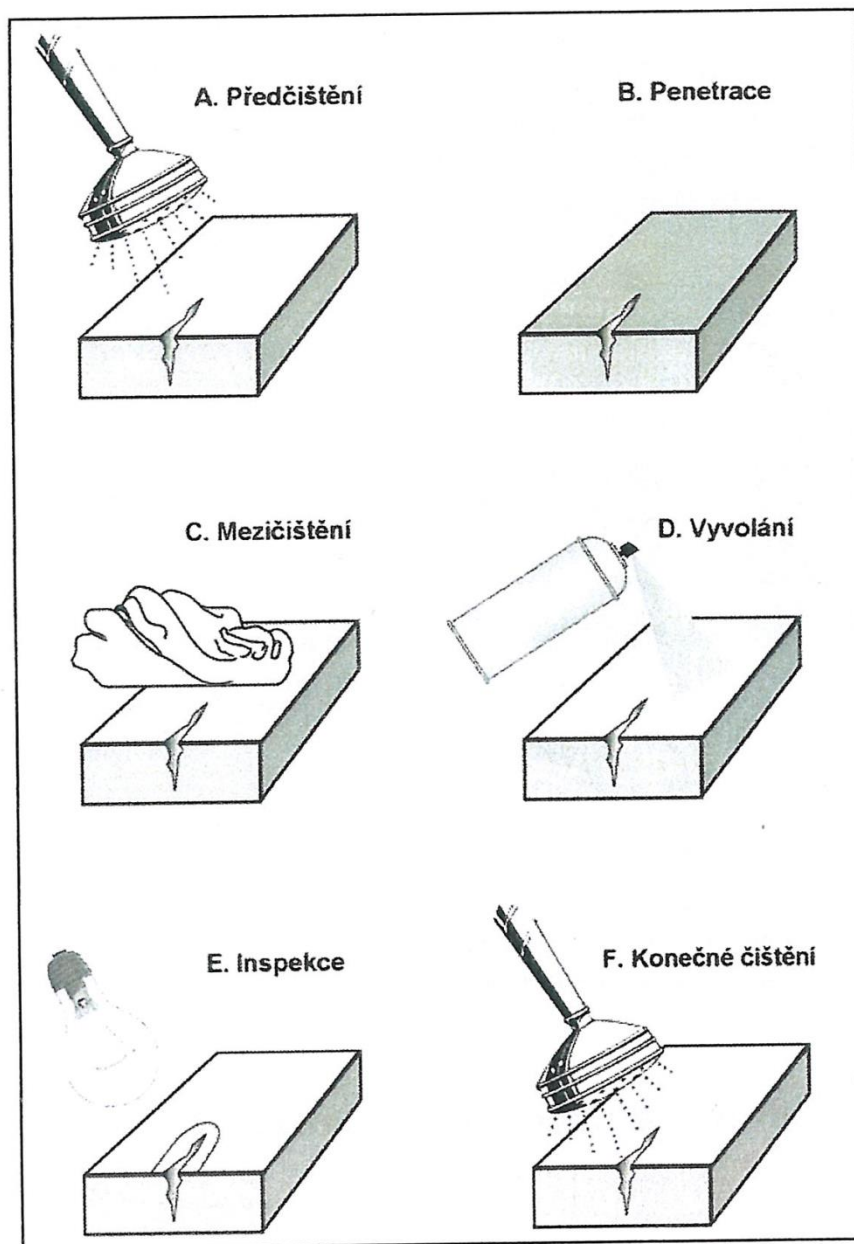
# Nevýhody

- Zjištění pouze povrchových vad
- Omezení na materiály s neporézním povrchem
- Možné skrytí defektů znečištěním povrchu
- Nutnost přímého přístupu ke zkoumanému povrchu
- Manipulace s chemickými látkami a jejich řádná likvidace
- Důkladné očištění vyhovujících částí
- Ovlivnění povrchovou úpravou a drsností

# Video PT



# Jednotlivé kroky penetračního zkoušení



# PENETRAČNÍ PROSTŘEDKY

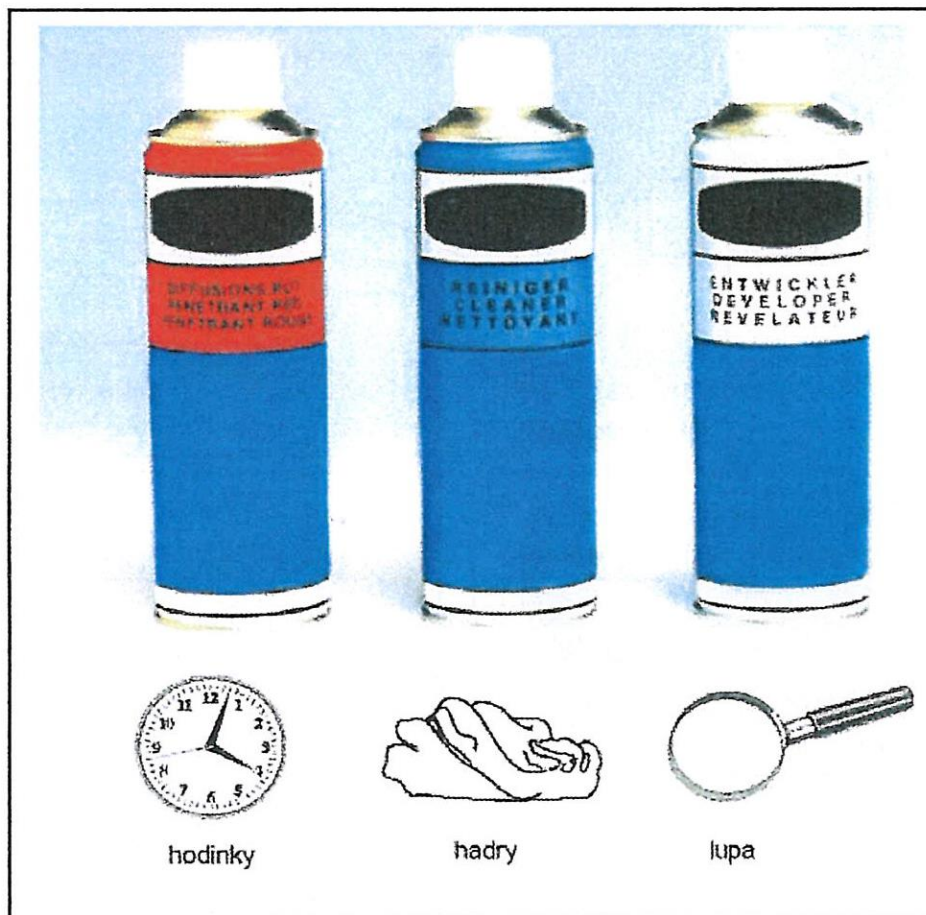
ve sprejích  
v barelech





Každá kapilární zkouška proto probíhá v následujících 6 krocích:

- *Předčištění*
- *Penetrace*
- *Mezičištění a případně následné sušení*
- *Vyvolávání*
- *Inspekce*
- *Konečné čištění*



**Obr. 3a:** Jednoduchý zkušební systém s pomocnými prostředky (systém zahrnuje penetrant, čistící prostředek a vývojku)

# KAPILÁRNÍ SET



**NORD-TEST**  
Eindringprüfsystem  
Reiniger U 87

čistič

**NORD-TEST**  
Eindringprüfsystem  
Kontrastrot U 88

penetrant

**NORD-TEST**  
Eindringprüfsystem  
Entwickler U 89

vývojka





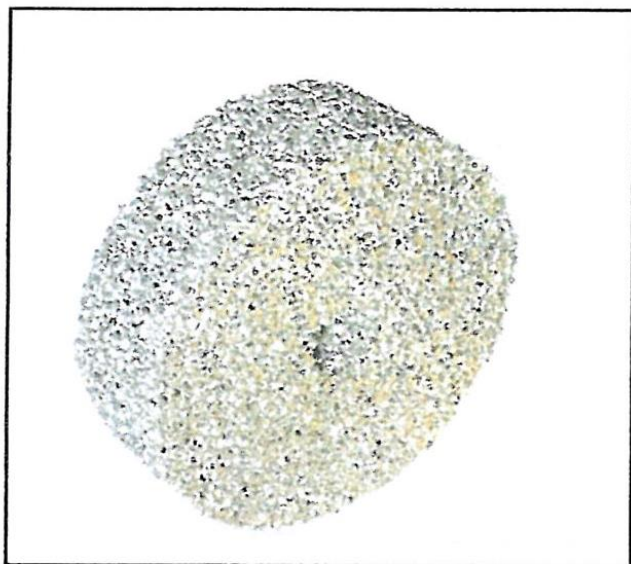
R30495/03/2016  
MHD 03.2020

č. šarže  
datum  
výroby  
datum  
expirace

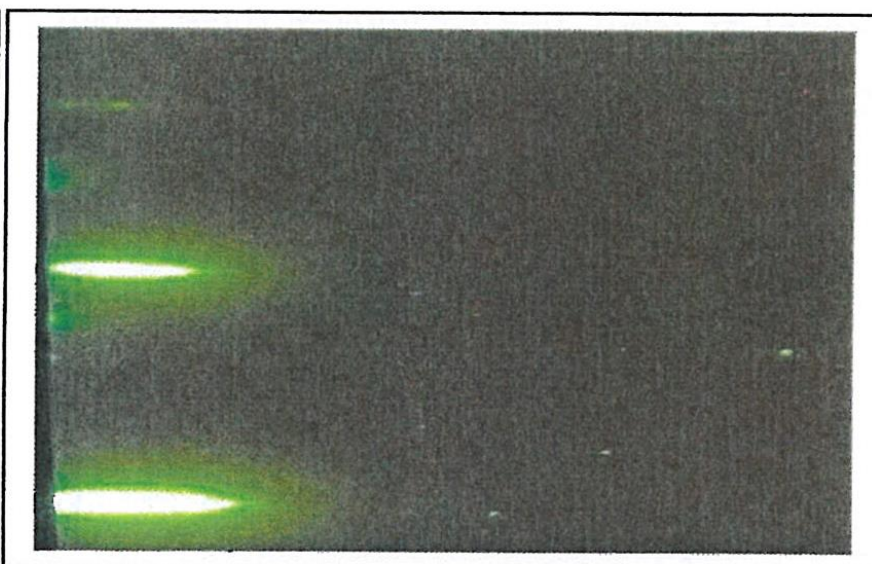


Na rozdíl od jiných povrchových metod jako je magnetická prášková metoda nebo metoda vířivých proudů, lze kapilární zkoušku aplikovat v principu na jakémkoli dílu, nezávisle na materiálu a geometrii. Hlavní oblast použití jsou metalické (kovové) materiály, ale zkoušet lze i nemetalické (nekovové) předměty. Určitá omezení jsou při zkoušení umělých hmot. Některá umělá hmota (plasty) může s ředidlem v suspenzi vývojky nebo čistícím prostředkem reagovat. Jsou-li pochybnosti, musí se v takových případech provést před použitím test tzv. kompatibility (budou-li se vzájemně snášet).

Pokud se budou zkoušet porézní materiály jako např. slinuté kovy nebo neglazovaná keramika, objeví se nespočet indikací z přirozených „pórů“, které budou překrývat indikace hledaných materiálových nespojitostí. Proto se neglazovaná keramika a slinuté kovy metodou PT zpravidla nezkouší (obr. 3b, 3c).



**Obr. 3b:** *Povrch slinutého kovu*

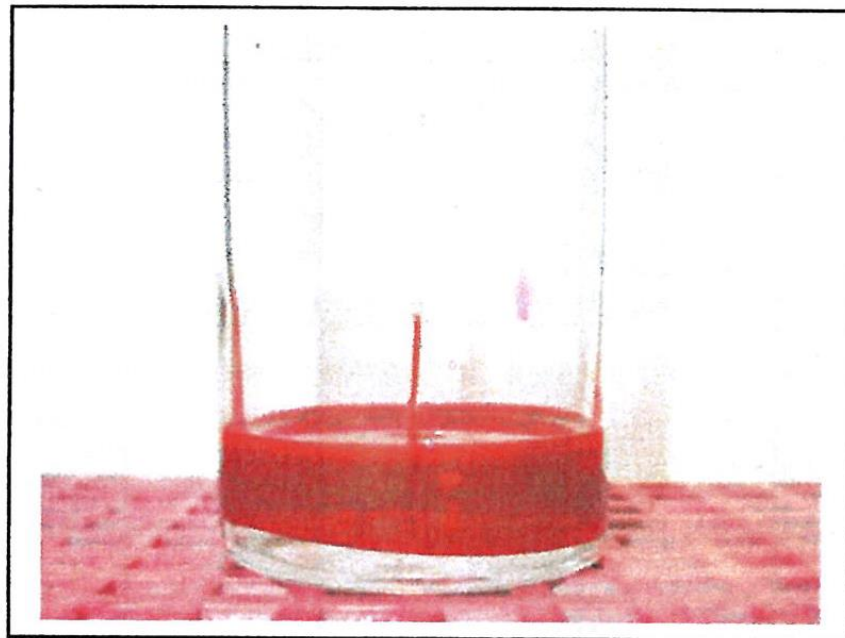
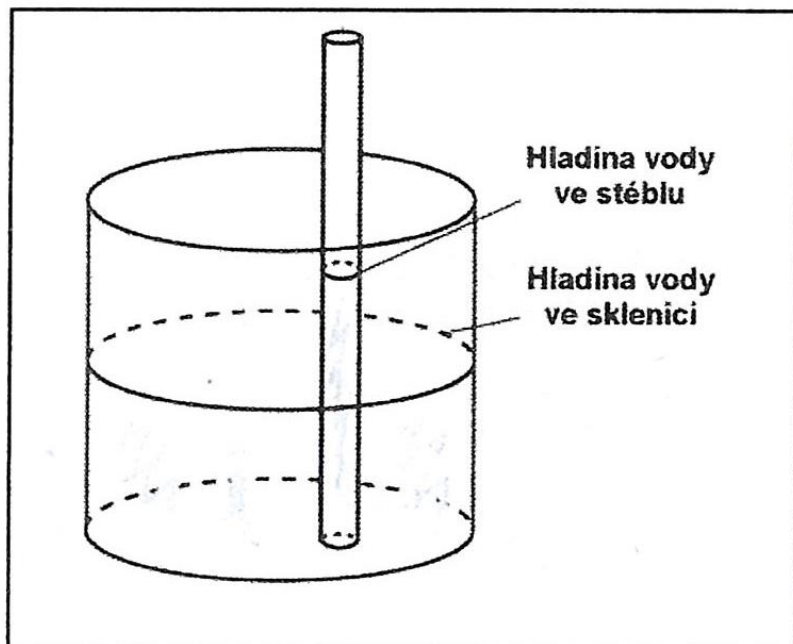


**Obr. 3c:** *Keramika, kterou lze zkoušet*

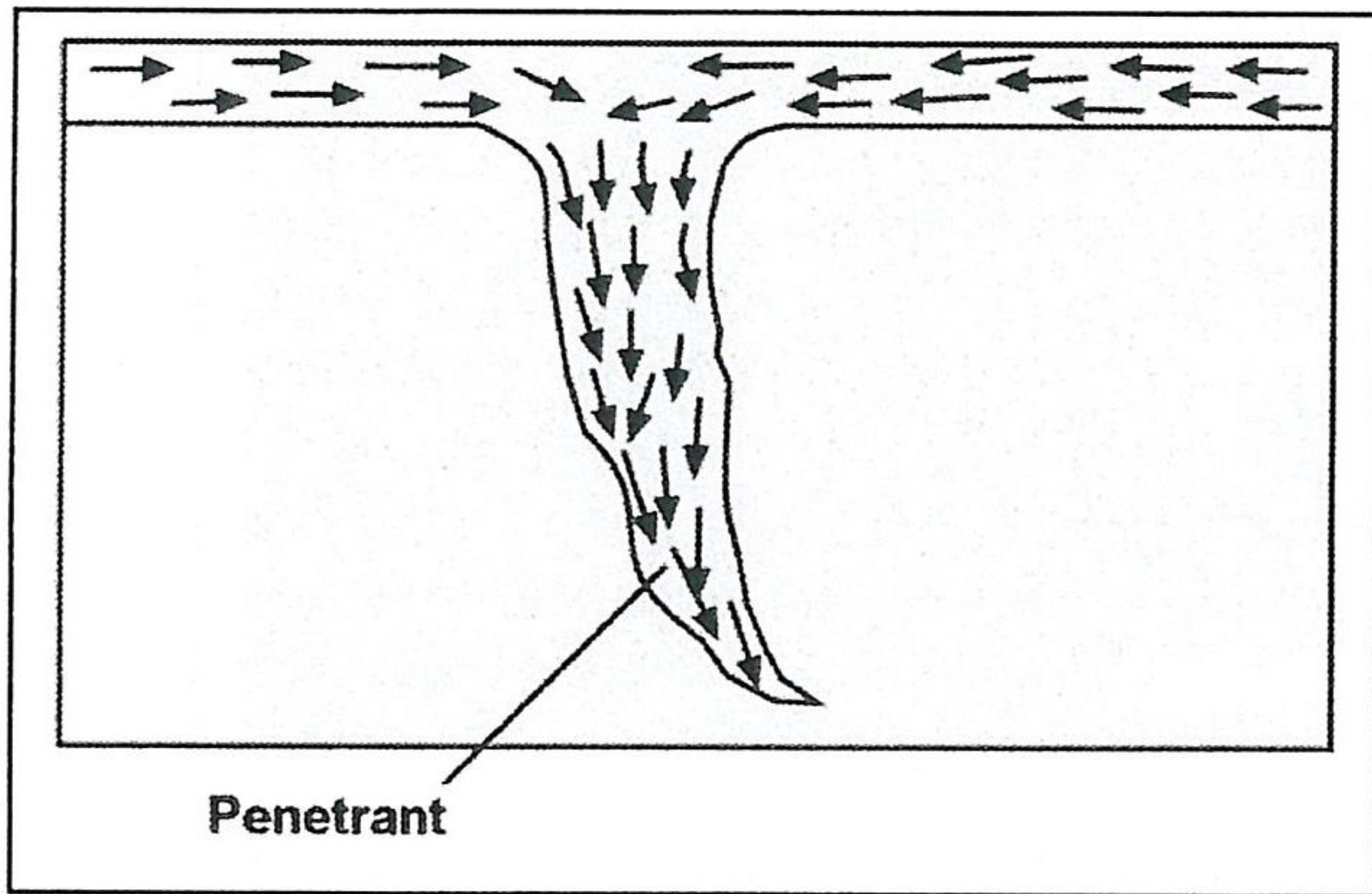


## 1.4 Kapilární jev a schopnost penetrace

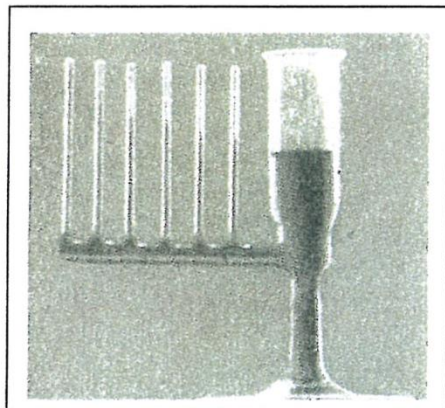
Jako model pro pronikání kapaliny do materiálové nespojitosti (diskontinuity) poslouží např. kapilára (obr. 4). Když vložíme úzkou trubičku, např. stéblo, do sklenice naplněné vodou, kapalina vystoupí ve stéblu výše, než je hladina ve sklenici. Tuto sací schopnost trubičky nazýváme také „kapilární jev“. Tento jev je vyvolán tím, že některé kapaliny mají tendenci povrchy pevných materiálů pokrývat tenkým filmem (smáčivost, přilnavost). Na vnitřním povrchu kapiláry vystoupí penetrant do výšky a naplní ji určitým množstvím kapaliny.



Obr. 4: Kapilární jev ve stéblu ve sklenici vody



Obr. 5: Kapilární jev  
při penetraci



**Obr. 7:** Kapiláry s různým průměrem

Penetrační schopnost vniknout do úzkých mezer (např. do trhliny) se fyzikálně nejlépe popíše **kapilárním jevem**. Kapilára je trubička s velmi malým průměrem (např. 0,1 mm). Vloží-li se kapiláry různých průměrů jedním koncem do kapaliny, ta bude stoupat v trubičkách o to výše, čím je **průměr kapiláry menší** (obr.7). Příčinou tohoto jevu je snaha kapaliny smocit co možná nejvíce vnitřní plochy v kapiláře. V důsledku povrchového napětí musí sebou ovšem strhnout částčky kapaliny, které nejsou v kontaktu s povrchem kapiláry, které jsou uvnitř trubičky. Hmotnost této kapaliny podléhá **gravitaci**; tzn. při určité výšce výstupu jsou síly, způsobující smáčení, a gravitační síly v rovnováze. Proces stoupání se tudíž zastaví v určité výšce **h**, která závisí na průměru kapiláry, tedy vlastně na hmotnosti vytažené kapaliny. Viz obr. 8.

Výška výstupu (h) je tedy závislá na

- *hustotě kapaliny ( $\rho$ )*
- *povrchovém napětí ( $\sigma$ )*
- *zemské přitažlivosti ( $g$ )*
- *kontaktním úhlu ( $\varphi$ ) a*
- *průměru kapiláry ( $d$ )*

Ve fyzice je to vyjádřeno rovnicí:

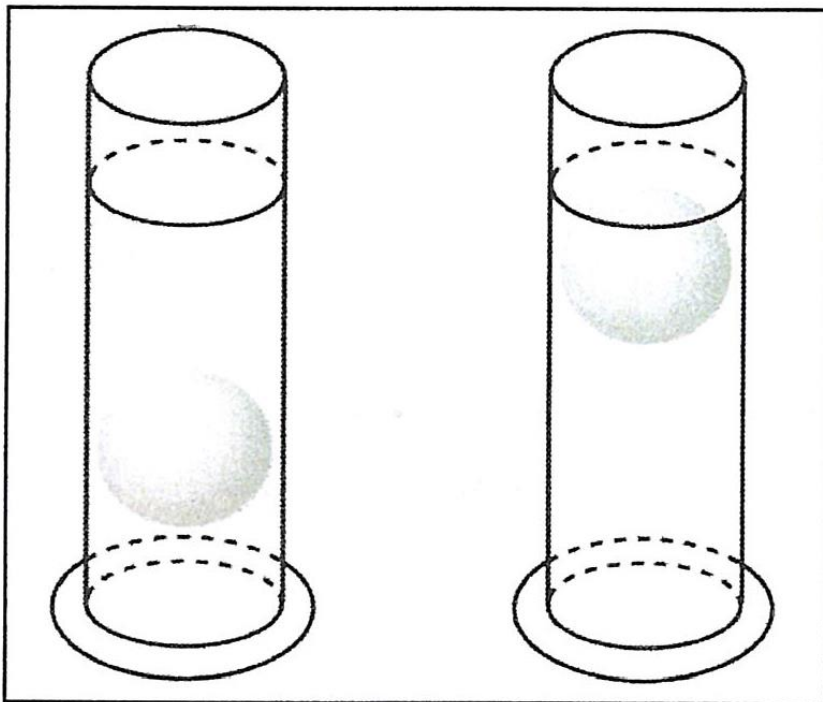
$$h = \frac{\cos \varphi \cdot \sigma}{\rho \cdot d \cdot g}$$



## 1.5 Viskozita a doba penetrace

Některé kapaliny stoupají v kapiláře velmi rychle, jiné relativně pomalu. Rychlost stoupání nemá nic společného s výškou, které se nakonec dosáhne, nýbrž závisí na vlastnostech proudění kapaliny. Podle toho se kapaliny dělí na snadno tekoucí a hůře tekoucí.

Vlastnost, že kapalina teče spíše hůře než snadno, se opisuje pojmem **viskozita**. Penetrant s vyšší viskozitou potřebuje pro výstup v kapiláře nebo vniknutí do trhliny delší čas. Viskozitu kapaliny lze určit jako rychlost klesání koule v rouře, naplněné kapalinou (obr.6).



**Obr. 6:** *Viskozita a rychlost klesání koule*

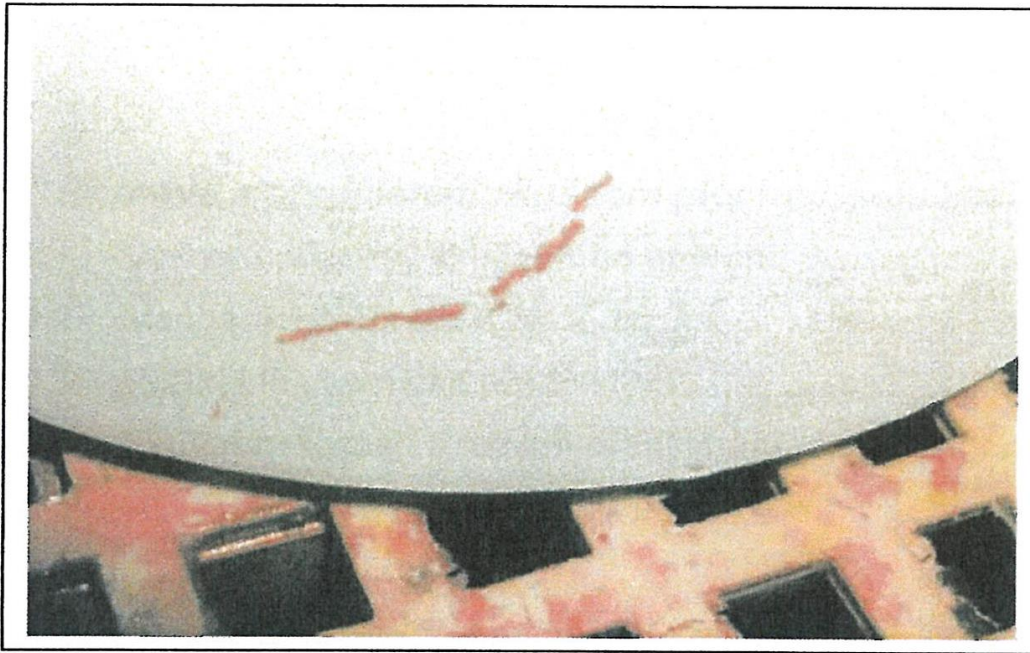
Vlevo: nízká viskozita, větší rychlost klesání)

Vpravo: vysoká viskozita, menší rychlost klesání



Jak známo viskozita nezávisí jen na druhu kapaliny, nýbrž především na teplotě. Podle typu penetrantu a teplotě bude tudíž trvat určitou dobu, než se dosáhne určité výšky v kapilare nebo až penetrant naplní trhlinu nebo jiné přerušení (doba penetrace). Objem proniklé kapaliny, vysávaný vývojkou z trhliny, bude určující pro viditelnost indikace. Pokud se z tohoto důvodu neposkytne dostatek času mezi jednotlivými pracovními kroky, kapilární jev se nemusí dostatečně projevit, a zkušební citlivost na jemné nespojitosti se sníží. Je tudíž mimořádně důležité dodržovat **doby působení**, jež jsou uvedeny ve zkušebních postupech.

Dále se musí dbát nato, aby celá zkouška proběhla při takové teplotě, na kterou je zkušební systém přizpůsoben. Tento standardní teplotní rozsah leží v rozmezí 10° až 50°C (EN 571). Jestliže se pracuje mimo tento teplotní rozsah, musí se buďto použít zvláštní penetranty, nebo se zkrátí či prodlouží časy působení. V takových případech by operátor stupeň 1 měl bezpodmínečně informovat operátora se stupněm 2, nebo by měl mít k dispozici zvláštní zkušební postup (návodku).



**Obr. 7:** Kapilární indikace po uplynutí vyvolávací doby

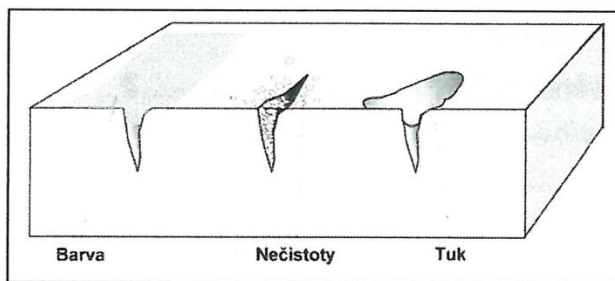
## 2. Příprava a předčištění zkušební plochy

### 2.1 Význam přípravy zkušebního povrchu

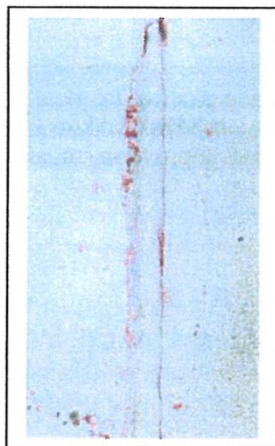
Hledané materiálové nespojitosti na povrchu se budou při kapilární zkoušce indikovat pouze tehdy, když

- *komunikují s povrchem (jsou otevřené na povrch)*
- *nejsou vyplněné nečistotami (jako mastnota, olej, špína a voda) a nejsou překryty barevným nátěrem*
- *zkoušená plocha nebo přilehlé oblasti nejsou v takovém stavu, že např. volné okraje dovolí také vnikání penetrantu (vznik falešných indikací, zmenšení kontrastu)*
- *na povrchu nejsou žádné agresivní složky (kyseliny, chromáty apod.), které by zničily penetrant v důsledku chemických reakcí nebo zhoršily jeho účinnost*

(Obrázky 1 a 1b)



Obr. 1: Zablokované (uzavřené) nespojitosti v materiálu



Obr. 1b: Špatně připravený svar

## 2.2 *Mechanická úprava*

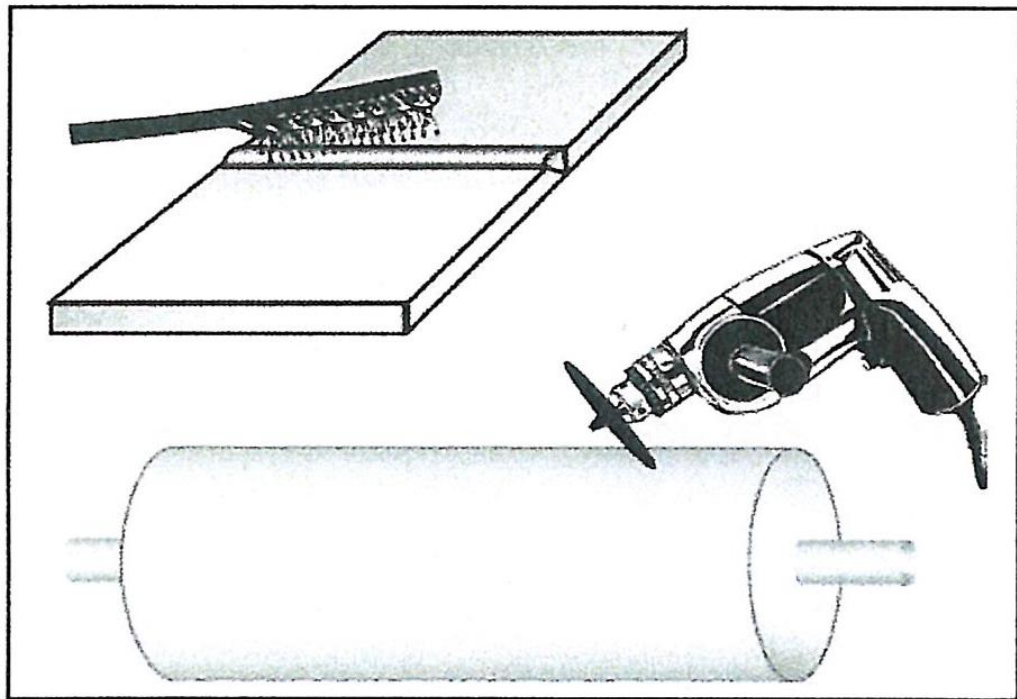
V mnoha případech jsou díly ke zkoušce po jejich dohotovení pokryty okujemi, struskou, resp. provozované části strojů nebo komponenty obsahují rez nebo jiné nánosy. V takovém stavu nelze takto postižené plochy zkoušet kapilární metodou. Povrch je nutno zbavit jakýchkoli nánosů. Během vlastní výroby jsou většinou díly mechanicky obráběné, takže časové zařazení zkoušky by mělo být až po takové mechanické operaci. Pokud se ale v okamžiku zkoušení nalézají na zkoušené ploše rez a struska, bude rozumné plochu účelově kvůli kapilární zkoušce mechanicky opracovat.

To se může provést pomocí:

- *Kartáče, brusný papír, broušení*
- *Ultrazvukové čištění*
- *Opracování s odstraňováním třísek*
- *Otryskání pískem nebo broky*



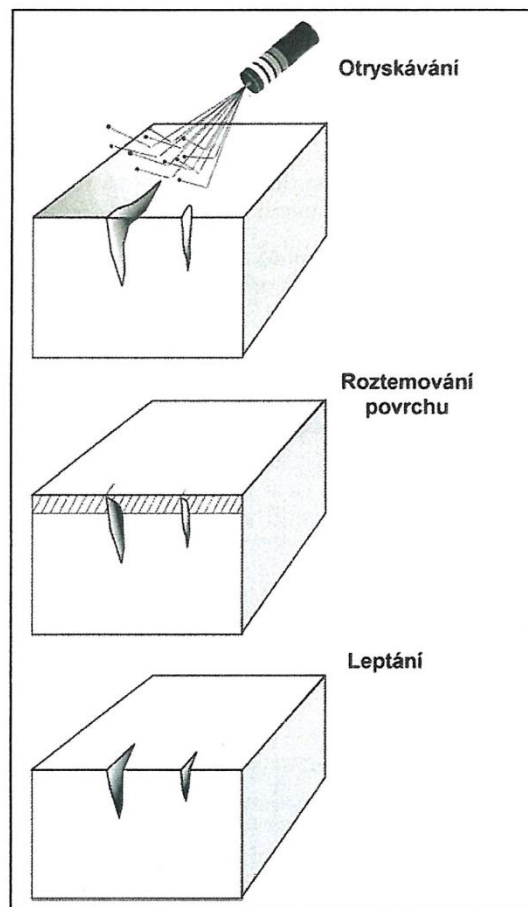
Kartáče a smirkový papír jsou relativně šetrné mechanické techniky, sloužící k odstranění nánosu volné rzi a okují a k zarovnání povrchu. Hrubé a nerovné povrchy mohou podstatně snížit zkušební citlivost tak, že obroušení se může ukázat jako nezbytný krok.



**Obr. 2:** *Kartáčování a broušení*



Při operaci s **odstraňováním třísek** („odgroťování“) nebo při **otryskávání** je třeba dávat pozor, aby se malé dutiny neznečistily nebo nezamáčkly a nestaly se tak pro penetrant nepřístupnými. Proto se zpravidla otryskávání (tlakové zatížení) jako příprava povrchu, provádí u tvárných materiálů jen opatrně nebo je vůbec nepřípustné (obr.3). Aby se dosáhlo dobrého pozadí pro citlivost zkoušky, je často nutné odstranit stopy po řezném nástroji (někde se hovoří o tzv. „pucvolové“ zkoušce, kterou se prokazuje tzv. chlupatost povrchu, která zhoršuje kvalitu pozadí). V takovém případě se musí správně zvolit nástroj pro opracování.



Obr. 3: Otryskávání pískem

## 2.3 Fyzikálně chemické předčištění

V mnoha případech se zkušební plocha pro kapilární zkoušku připravuje s čistě fyzikálními nebo chemickými prostředky. A tady se používá:

- Čistící prostředek – čistič (ředidlo) nebo
- Detergenty (chemicky účinné vodní roztoky)

Pro očištění zkušební plochy od mastnoty, oleje a barvy se používají organická rozpouštědla jako aceton, alkohol nebo uhlovodíky. Tato rozpouštědla mají společné to, že lehce vyprchají a jsou chemicky netečné. Olej, mastnota a barva se musejí odstranit, protože:

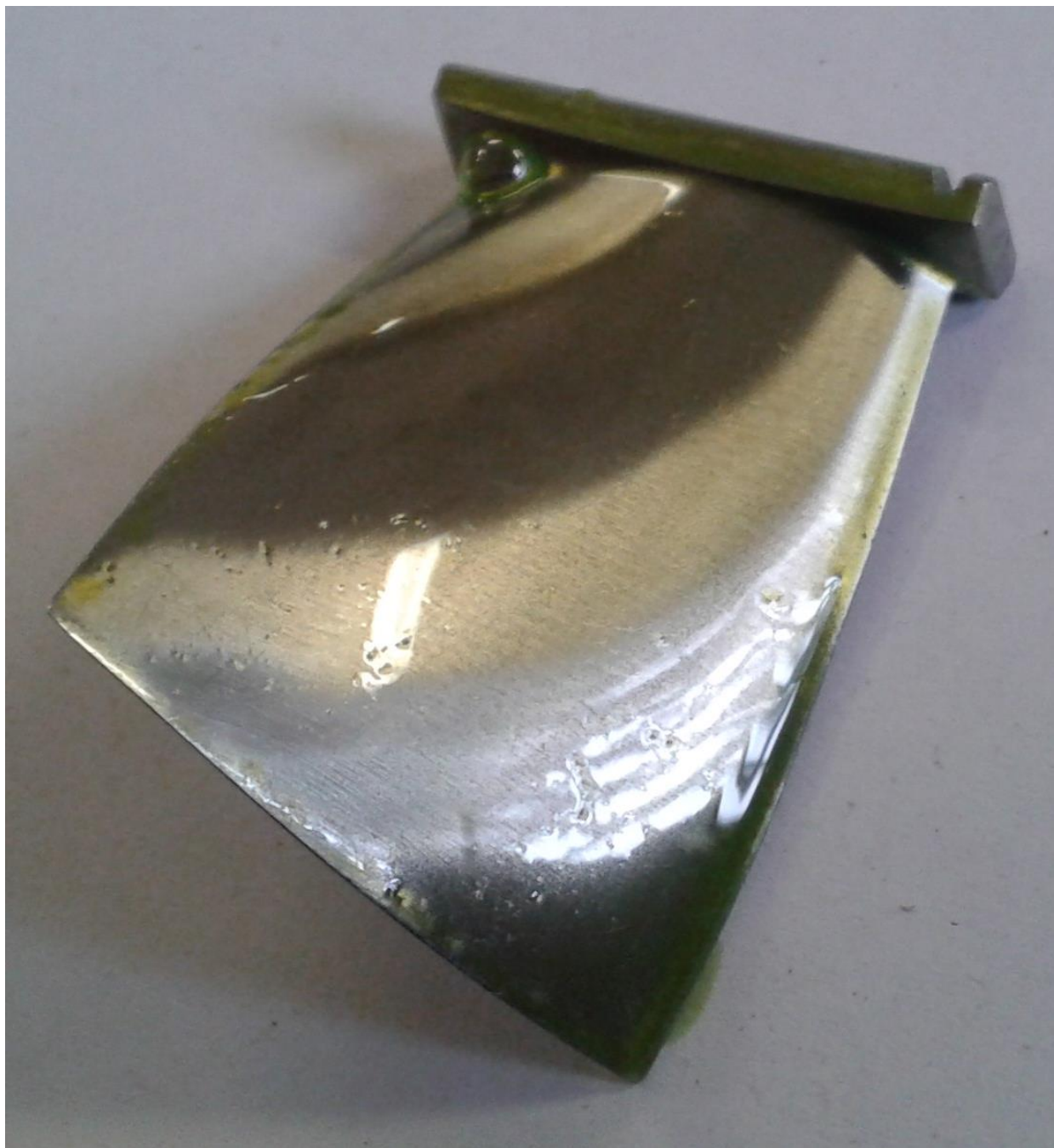
- se mohou mísit s penetrantem a měnit nepříznivě jeho vlastnosti
- mohou vyplňovat nespojitosti, kam potom penetrant nemůže vniknout











MANUFACTURE  
**SONAS**

**ATG S-19815**

LANCASTER, ENGLAND

TEL: (01524) 34991 FAX: (01524) 381488

**P 22988**

SERIAL NUMBER:

**PT**

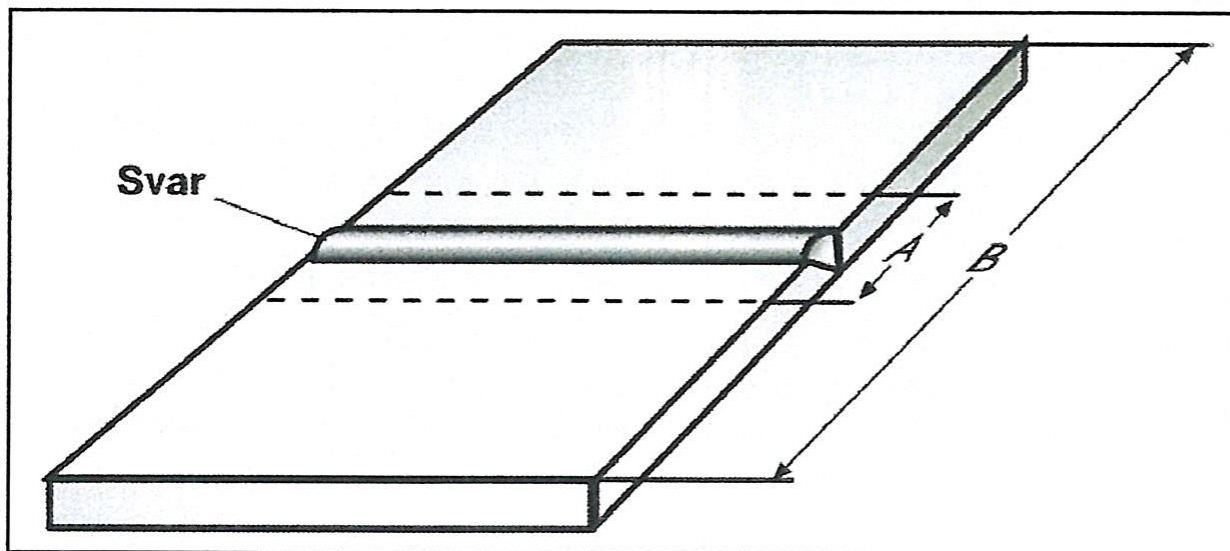
SPECIMEN TYPE:

0 1 1 0

## 2.4 Zkušební rozsah a rozsah předčištění

Mnoho zkoušených předmětů se nekontroluje ve 100% rozsahu, ale zkouší se jen určitá část dílu. Typické zkušební rozsahy jsou:

- Svarové spoje včetně tepelně ovlivněné zóny na tlakových nádobách
- Návarové konce odlitků
- Kritická místa s vrubovým účinkem na komponentech strojů a zařízení



Obr. 5: Zkušební rozsah (A) a rozsah předčištění (B)

V tomto případě se úvodní čištění neprovádí jen na zkušebním rozsahu, ale i v přilehlé oblasti (cca 50 mm) viz obr.4. Důvodem tohoto dodatečného předčištění okolí zkušebního rozsahu je zajistit, aby během vlastního zkoušení se z okolí nedostali nějaké nečistoty do oblasti zkušebního rozsahu.



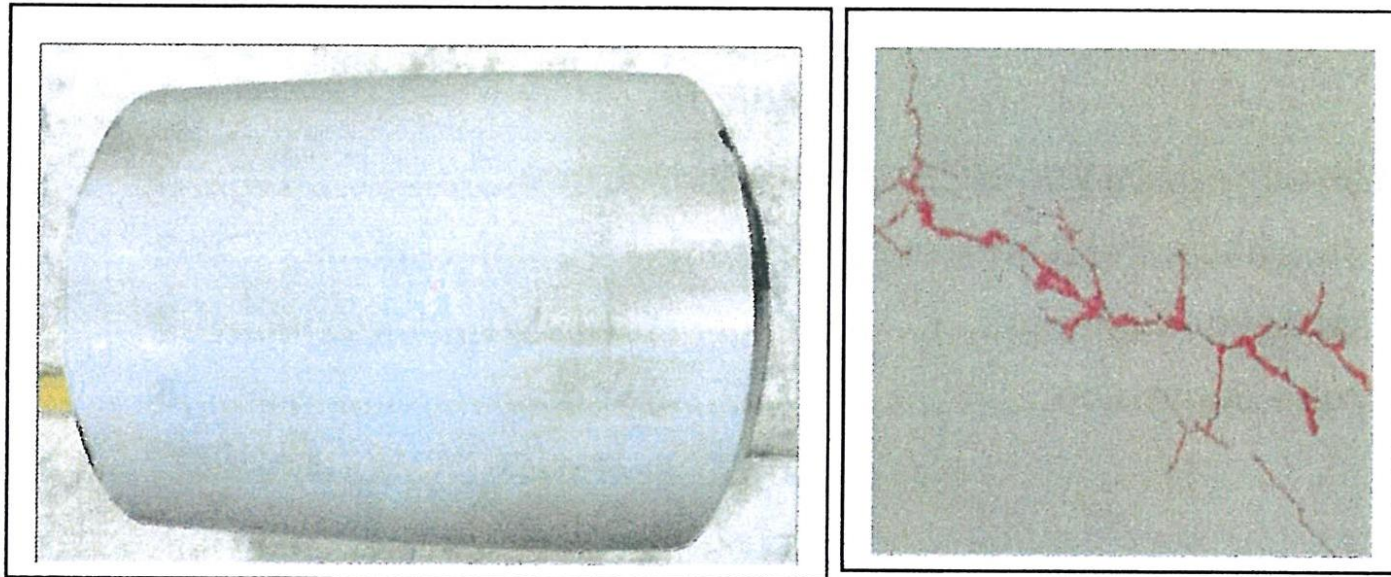
### 3. Penetrační prostředek a průběh penetrace

#### 3.1 Fluorescenční a barevný penetrant

Při kapilární zkoušce se rozlišují dva podstatně rozdílné typy penetrantů:

- Barevný penetrant a
- Fluorescenční penetrant

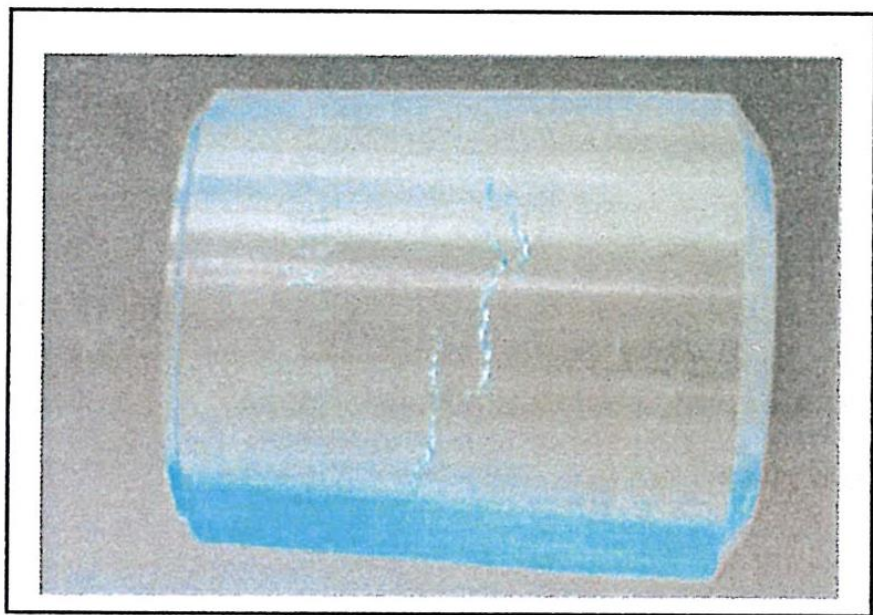
**Barevný penetrant** se prohlíží za denního nebo umělého světla. Má většinou červenou intenzivní barvu, která je při dostatečném osvětlení na bílém pozadí vývojky dobře viditelná jako **barevný kontrast** (obr. 1).



Obr. 1: Barevný penetrant

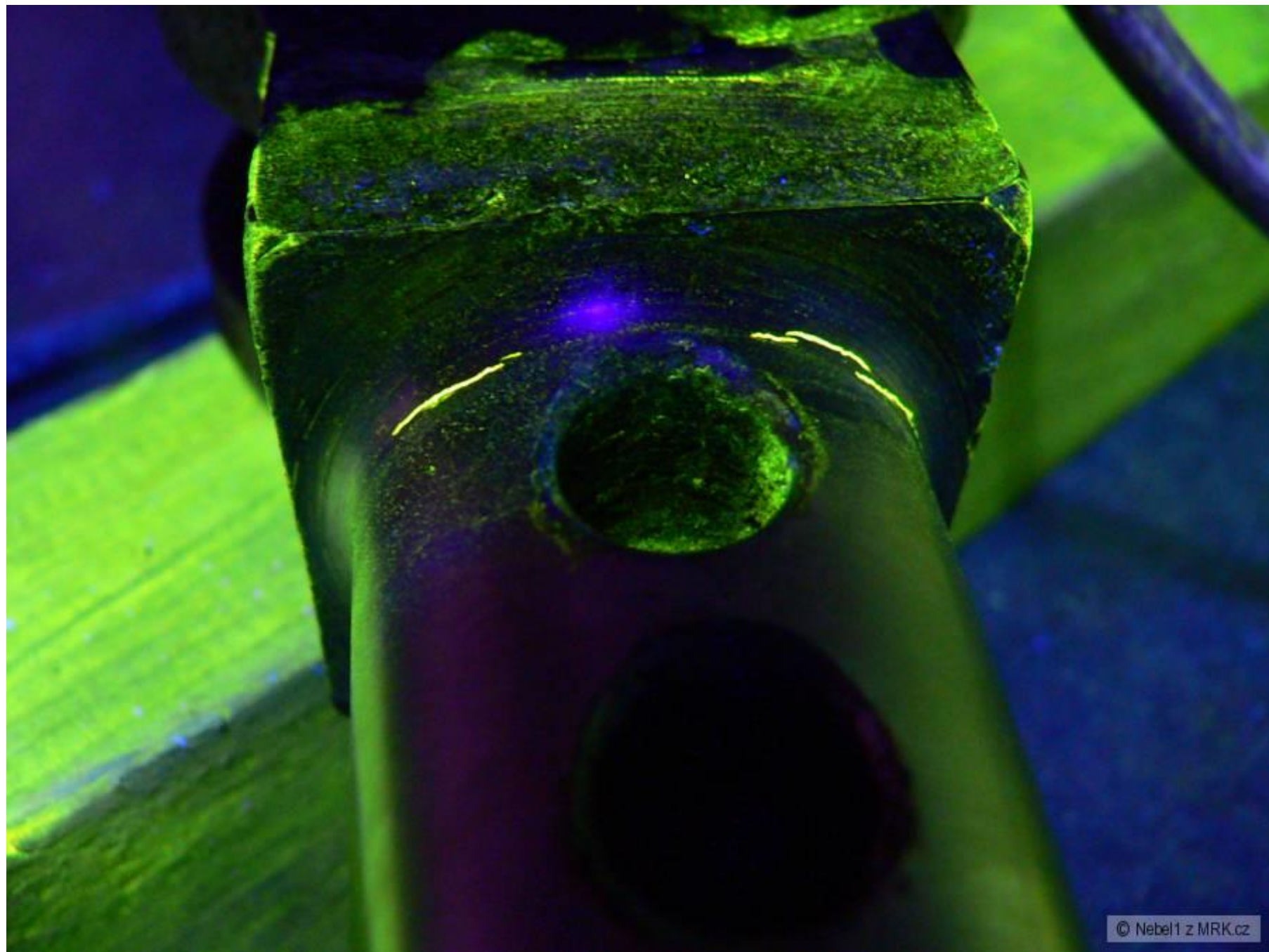


Fluorescenční penetrant obsahuje naproti tomu látku, která má schopnost proměnit neviditelné ultrafialové záření na viditelné světlo (žluté, žlutozelené, zářící). Všude tam, kde tato látka na povrchu zkoušeného předmětu ulpí, se dopadající UV záření vrací zpátky jako viditelné světlo (obr. 2 a 3). Při dostatečném zatemnění od okolního světla vystoupí pak indikace jako **kontrast světelných hustot - indikace / a okolního pozadí**. Fluorescenční indikace se zpravidla naleznou rychleji a lépe než indikace od barevného penetrantu.



Obr. 2: *Fluorescenční penetrant*







## 3.2 *Techniky nanášení*

Dovoleny jsou všechny techniky, které umožní kompletní pokrytí zkoušené plochy penetrantem. Mezi ně patří:

- *Ponořování*
- *Polévání a/nebo nanášení štětcem*
- *Stříkání sprejem*



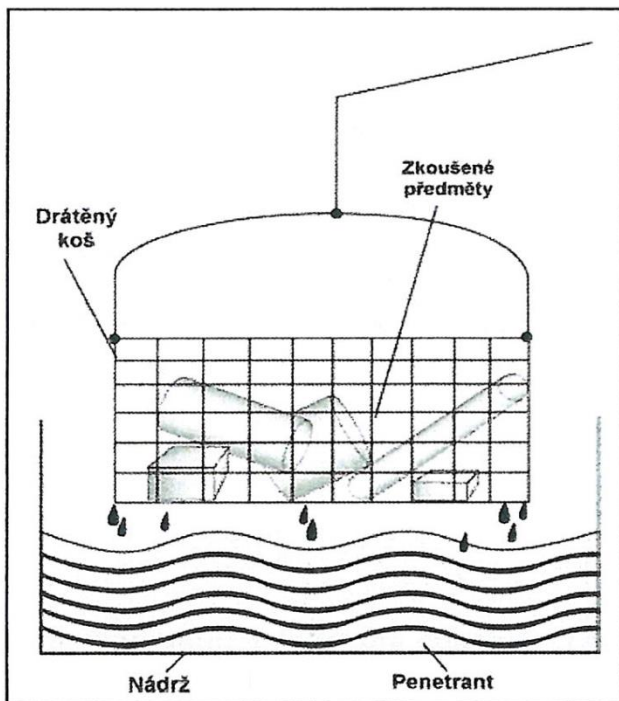






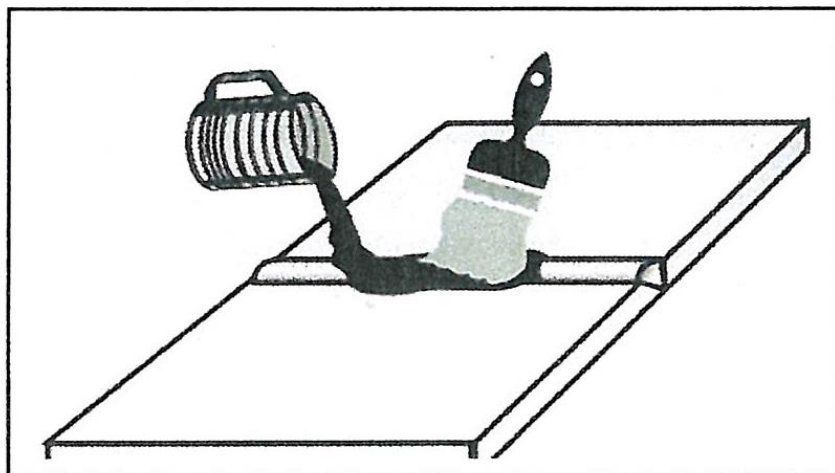
Ponoření dílů do tanků má výhodu, že lze zajistit, že zkoušená plocha je penetrantem pokryta; to je rozumné obzvláště u ploch, na které se jinak obtížně penetrant nanáší. Tato technika nanášení má svoje omezení z důvodu vahy a objemu kusu. U této techniky lze pak dále očekávat velké problémy u komplikovaných tvarů s vývrty a jinou složitou vnitřní geometrií. V jednom případě mohou vzniknout vzduchové kapsy, zabraňující smáčení, v jiném případě se zase penetrant z vývrťů a podobných prostor obtížně při mezičištění odstraňuje. Při vyvolávání tyto zásoby penetrantu silně „krvácí“ do zkoušené plochy, což pak znemožňuje vyhodnocování. Proto se mluví o tom, že „příliš tvarově složité“ objekty by se neměly zkoušet touto technikou. Dalším nebezpečím je znečištění

Běžně se doba penetrace u ponořovací techniky dělí na dobu ponoření a dobu „odkapání“. Nanejvýš polovinu doby penetrace v tomto případě musí být objekt ponořen v tanku a minimálně druhou polovinu se musí díl na roštu nad tankem nechat odkapávat. U dobře smáčitelných kusů se provede jen krátké ponoření (jen několik sekund) a většinu penetrační doby díl odkapává (obr.5).



**Obr. 5:** Ponoření předmětů do penetrantu

Nanášení štětcem se používá na malých místně ohraničených plochách a čistě manuálně. Často se povrch penetrantem napřed poleje a pak štětcem rovnoměrně roztírá (obr.6). Protože se ne vždy může použít čerstvý nový štětec a mezi vlasv zůstává starý zaschlý penetrant, může docházet k rušivým jevům v důsledku kontaminace.

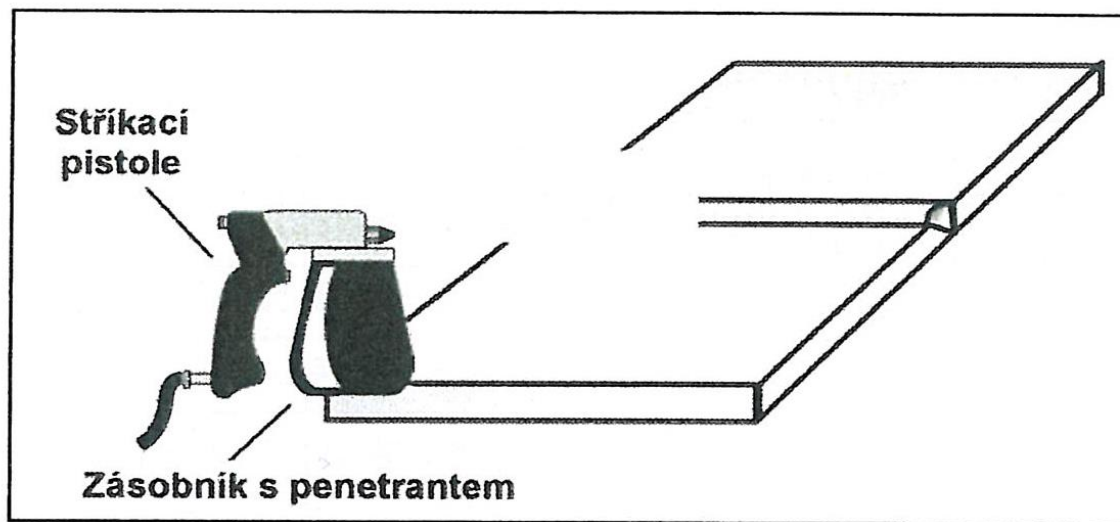


**Obr.6:** *Polévání a roztírání štětcem*



Aby se penetrant nanesl rovnoměrně, úsporně a relativně rychle na velké plochy, používá se **konvenční a elektrostatický postřik**, které jsou běžnými technikami. Při konvenčním postřiku se penetrační prostředek transportuje stlačeným vzduchem nebo nosným plynem úzkou tryskou na zkoušenou plochu jako malé kapičky (obr.7). K tomu se používá penetrant, který již výrobce naplnil do sprejových lahví nebo se dodává v otevřených obalech, z kterých se přelévá do různých nádrží s ruční pumpičkou nebo do kanystrů se stlačeným vzduchem.

Při elektrostatickém postřiku se kapkám při opouštění trysky dodává elektrický náboj, takže se vzájemně odpuzují a jemně rozptýleny dopadají na uzemněný zkoušený díl. Na kovovém povrchu dílu se dopadlé kapičky vybijí a vytvoří nakonec tenký obzvláště rovnoměrný film. Toto jemné rozptylování, provázené vzájemným odpuzováním kapiček způsobuje, že se rovnoměrně smočí i špatně přístupné vnitřní povrchy (Faradayova klec).



**Obr. 7:** Konvenční postřik





MANUFACTURE  
**SONAS**

**ATG S-19815**

LANCASTER, ENGLAND  
TEL: (01524) 34991 FAX: (01524) 381488

SERIAL NUMBER:

P 22988

SPECIMEN TYPE:

PT

0  
-V

0











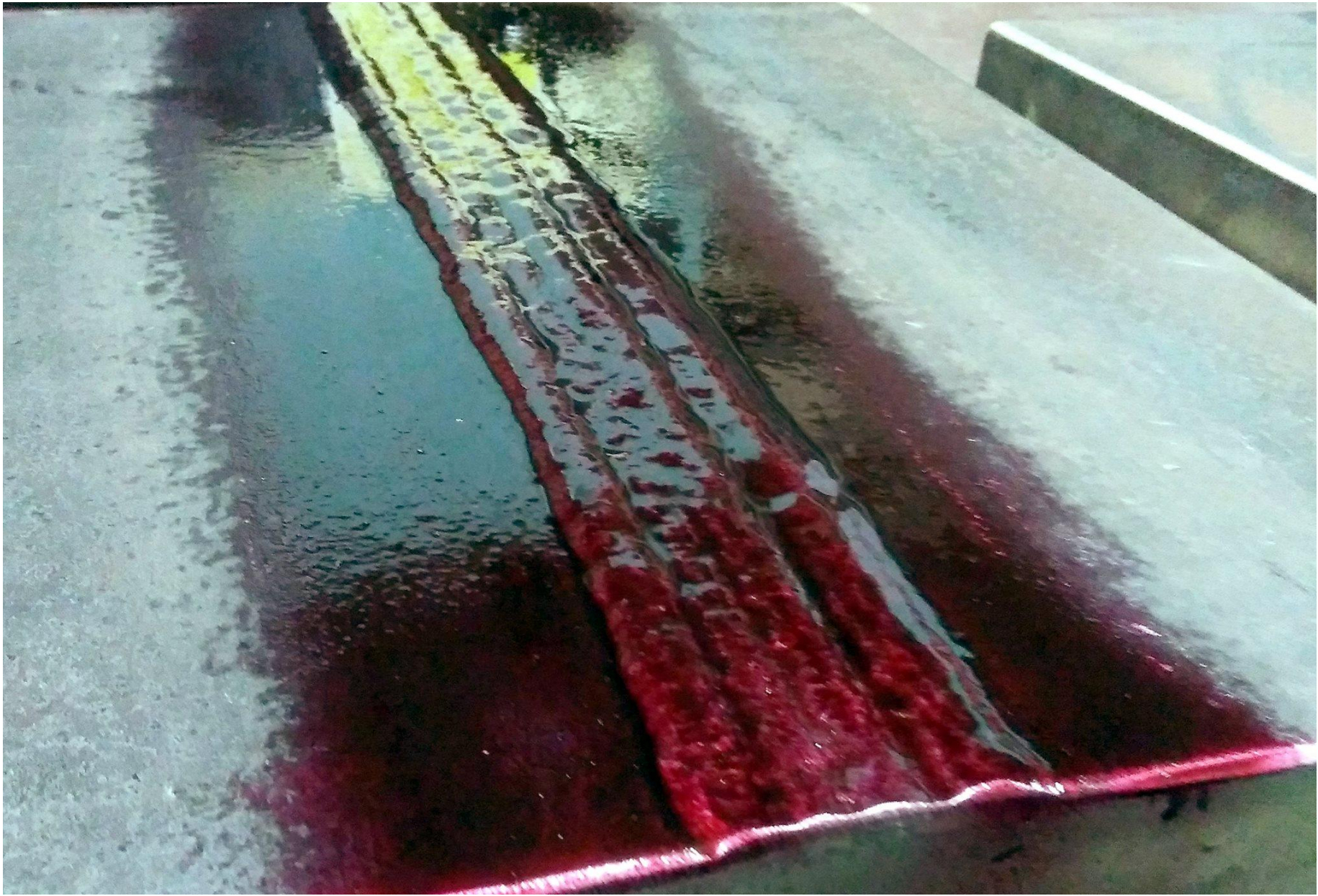














### 3.3 Doba penetrace

Časový úsek, v kterém penetrant vniká na zkoušené ploše do případné nespojitosti, se nazývá doba penetrace (penetrační čas). Protože citlivost metody závisí podstatně na tom, kolik penetrantu proniklo do nespojitosti, bude příliš krátká doba penetrace jistým rizikem. Nespojitost by se nemusela penetrantem dostatečně naplnit. To by mohlo znamenat, že v krajním případě nebude indikace trhliny dostatečně viditelná. Příliš dlouhá doba penetrace (1 hod. a více) může rovněž ovlivnit citlivost, protože následkem vypařování těkavých látek by klesla schopnost penetrace. Penetrační materiály vyžadují různě dlouhou dobu, aby pronikly do nespojitosti. Tato doba je v řádu několika minut až do 1 hodiny a závisí na:

- *Provedení výrobku a materiál*
- *Typ nespojitosti*
- *Typ penetrantu*
- *Zkušební teplota*

Normálně se nespojitosti v lehkých kovech (hliník, slitiny hořčíku) naplňují rychleji než v oceli. U zkoušených dílů ze žáruvzdorné austenitické oceli, oceli na bázi niklu, titanu a wolframu (těžké kovy) jsou naproti tomu obvyklé delší penetrační časy (obr.8).

S ohledem na typ nespojitosti se nechá prokázat, že spíše objemové vady (např. póry) se naplňují rychleji než vady plošné. Plošné vady (trhliny), které mají těsný vstup (úzké rozevření), se naplňují nejpomaleji. Při extrémních kombinacích materiálů a typů vad lze dospět k tomu, že se trhliny mohou zahříváním kusu „otvírat“, aby se ještě s únosnou

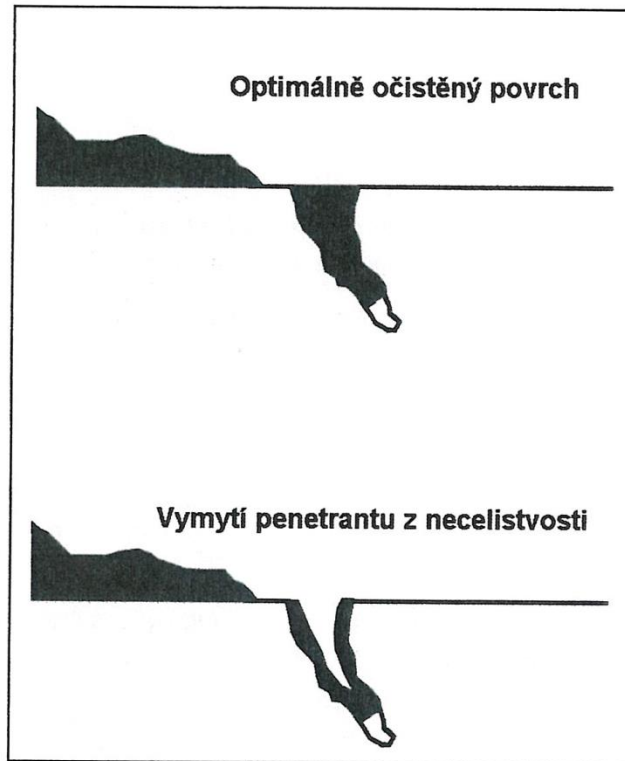
Doporučené doby penetrace [min] dle NDT příručky				
Materiál / látka	Výrobek	Vada	Typ 1*	Typ 2**
Hliník a hořčík	Odlitek	Póry	5 -15	5
	Výkovek	Přeložky	-	10
	Svarový spoj	Póry	30	5
	všechny	trhliny	30	10
Ocel a svarový spoj	Odlitek	Póry	30	10
	Výkovek	Přeložky	-	10
	Svarový spoj	Póry	15	10
	všechny	trhliny	30	20
Austenitická ocel na bázi niklu na bázi kobaltu titan	Odlitek	Póry	10	5
	Výkovek	Přeložky	-	10
	Svarový spoj	Póry	60	20
	všechny	trhliny	30	10
* = Typ 1: barevný penetrant, odstranitelný rozpouštědlem nebo vodou ** = Typ 2: fluorescenční, postemulgační				

**Obr. 8:** Typické doby penetrace (výtah z NDT-Handbook)

## 4. Mezičištění a sušení

### 4.1. Základní aspekty

Čistící prostředky se musí používat takovým způsobem, aby penetrant byl odstraněn s povrchu a naopak nesmí být odstraněn z necelistvostí. Zůstane-li zbytek penetrantu na povrchu, vývojka se na těch místech zbarví, i když pod ní žádné nespojitosti nejsou (falešné indikace), nebo se vytvoří růžové nebo fluorescenční pozadí, na kterém se indikace od nespojitostí nezvýrazní (nedostatečný kontrast). Jestliže se naproti tomu čistilo až příliš důkladně, mohl se penetrant z nespojitostí vymýt nebo zředit, takže vady po vyvolání se indikují méně zřetelně nebo vůbec ne (menší citlivost) obr. 1.

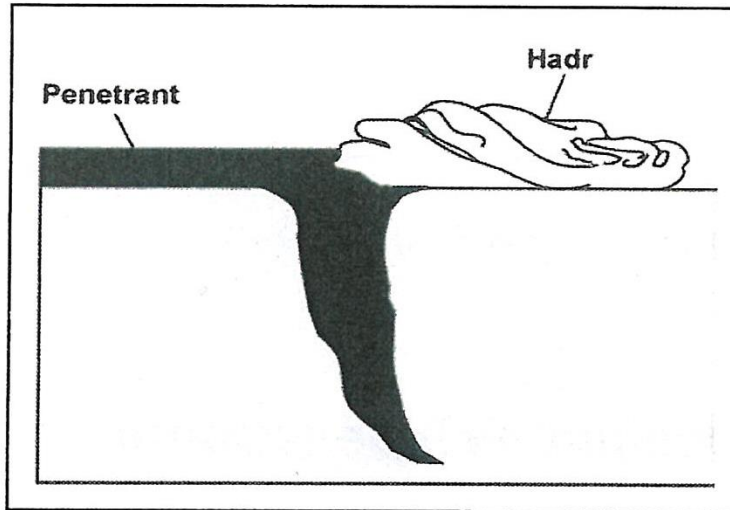


Obr. 1: Nebezpečí nadměrného mytí během mezičištění



## 4.2. Mezičištění s rozpouštědlem

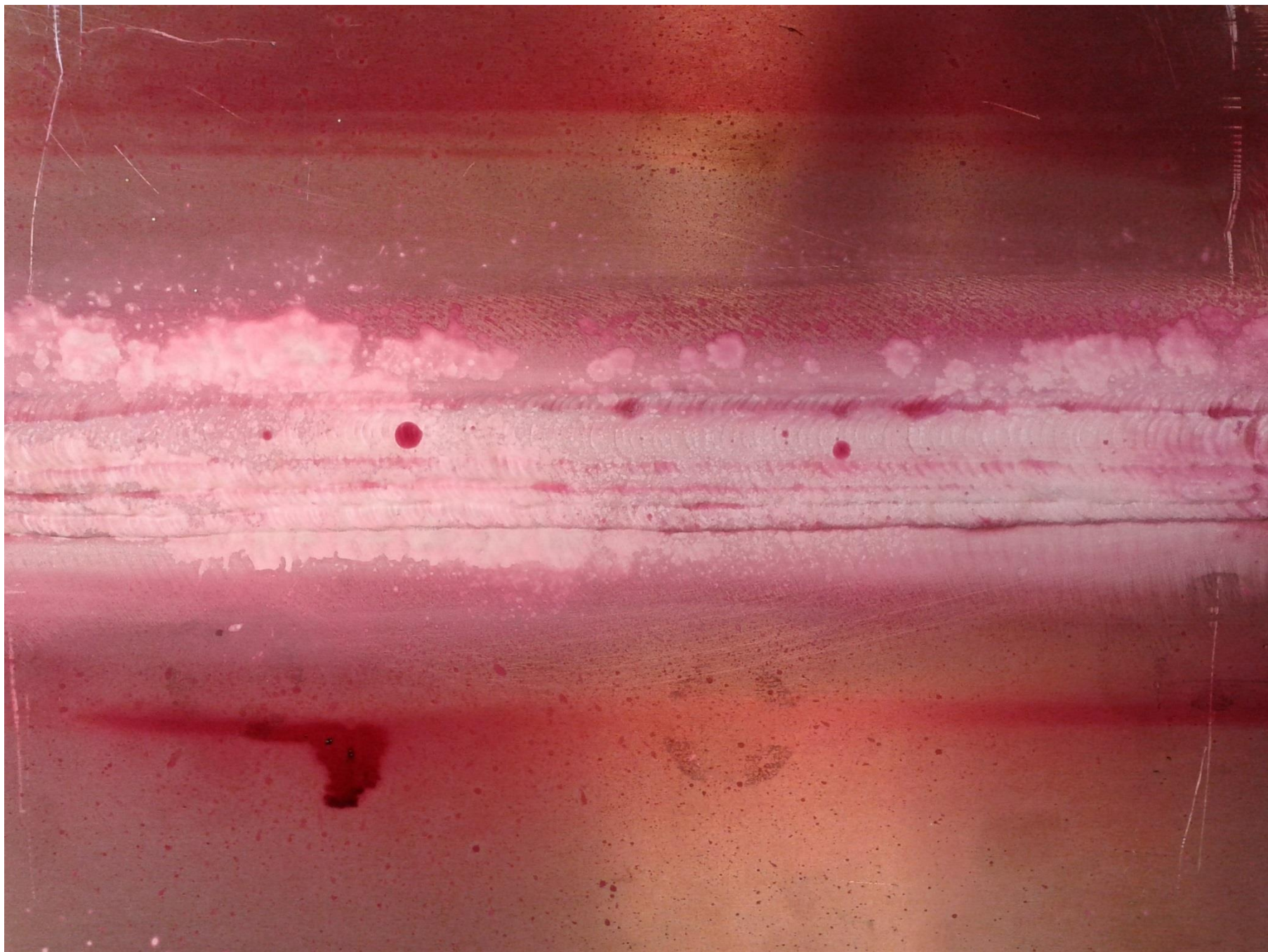
Zvlášť opatrně se musí postupovat, když se pro mezičištění použije prostředek, kterým se penetrant může zředit. Toto nebezpečí nastává, je-li čisticí prostředek na bázi rozpouštědla. V takovém případě se zpravidla čištění provádí jen s použitím hadru, který nepouští vlákna. Hadr, jen navlhčený rozpouštědlem, se použije na závěr v druhé fázi čištění k odstranění posledního rusivého pozadí (obr.2).



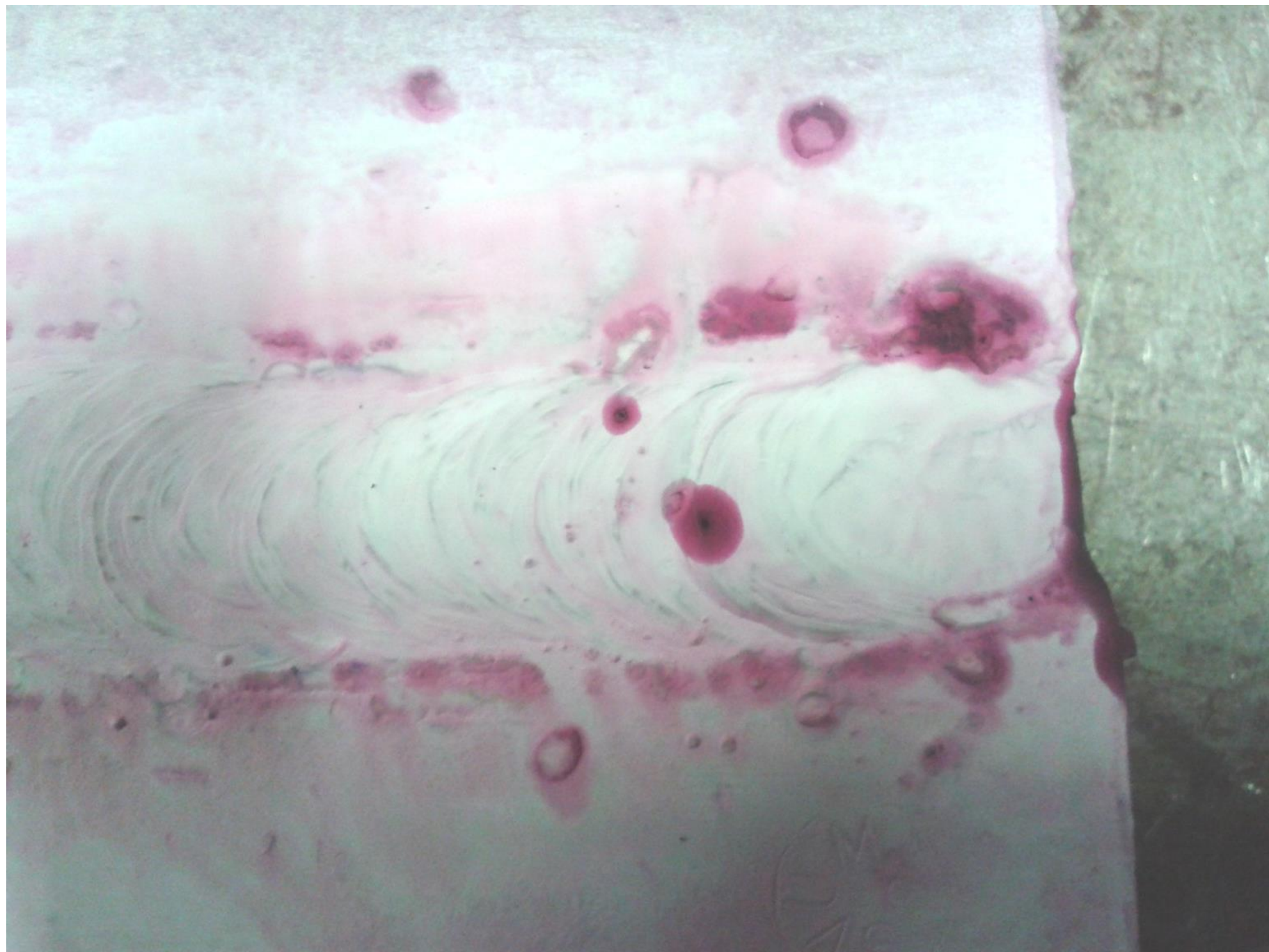
Obr.2: Mezičištění penetrantu odstranitelného rozpouštědlem

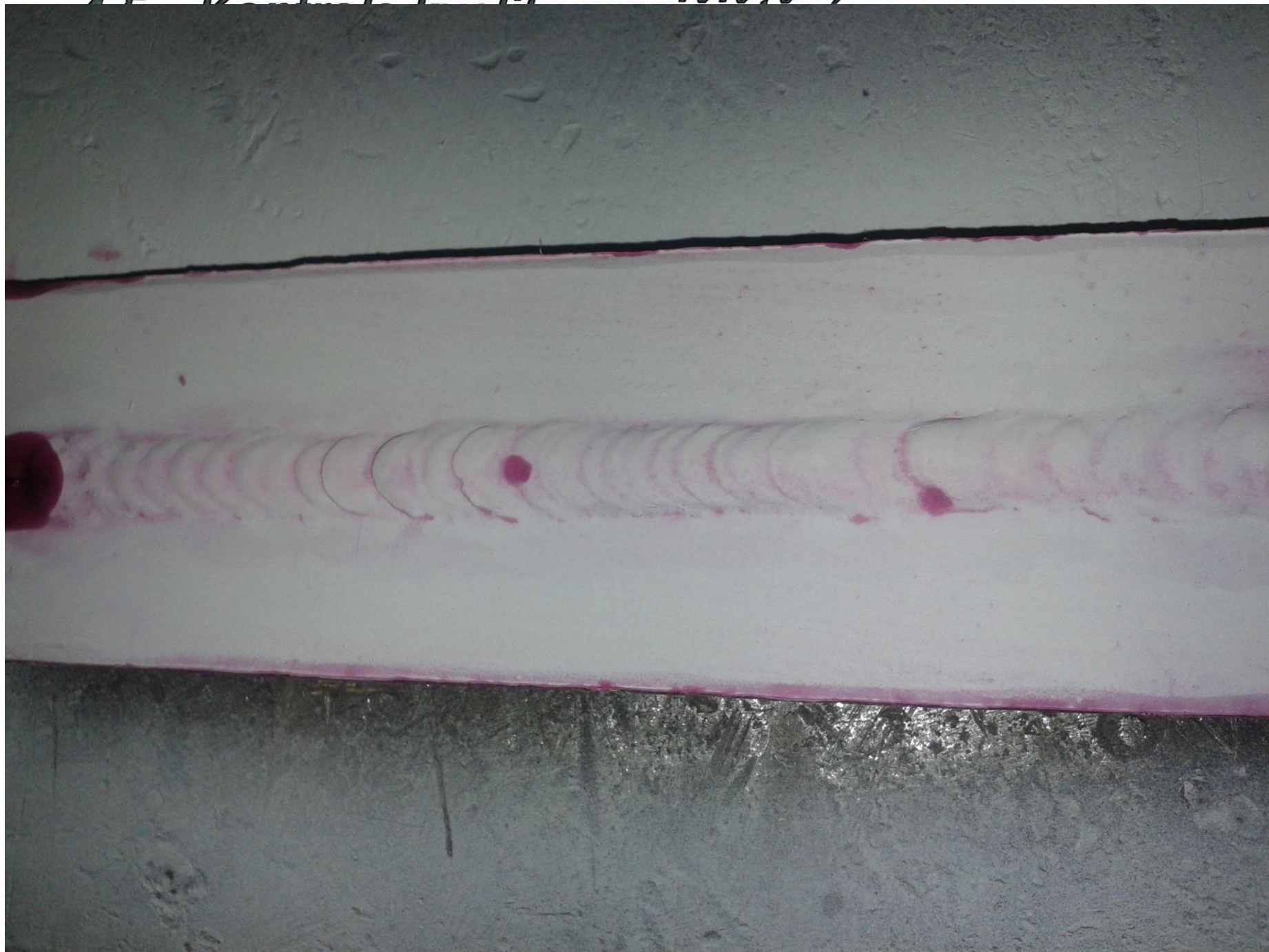
Přímou aplikaci rozpouštědla na zkoušenou plochu většina předpisů zakazuje. Prinejmenším je ale zapotřebí zvláštní dohoda mezi zúčastněnými stranami, má-li se skutečně rozpouštědlo aplikovat přímo (EN 571-1). Mezičištění s rozpouštědlem se nehodí pro velké plochy, protože by to znamenalo problém co s velkým množstvím hadrů, napuštěných penetrantem (barvou). Tyto čističe se dodávají ve sprejích a používají se při nahodilých kontrolách nebo na těžko přístupných místech při montážních pracích na stavbě. Nebo na dílech, které nesmí přijít do styku s vodou.







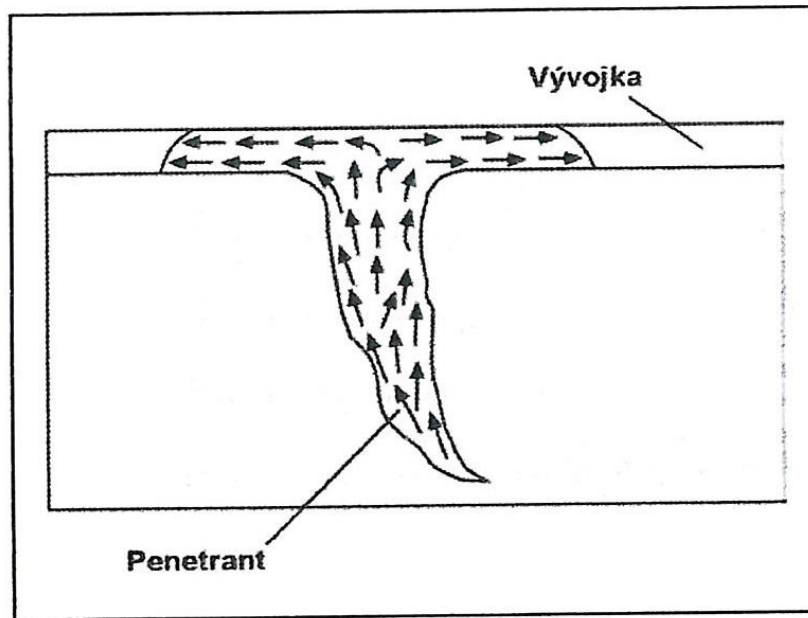






## 5.1 Funkce vývojky

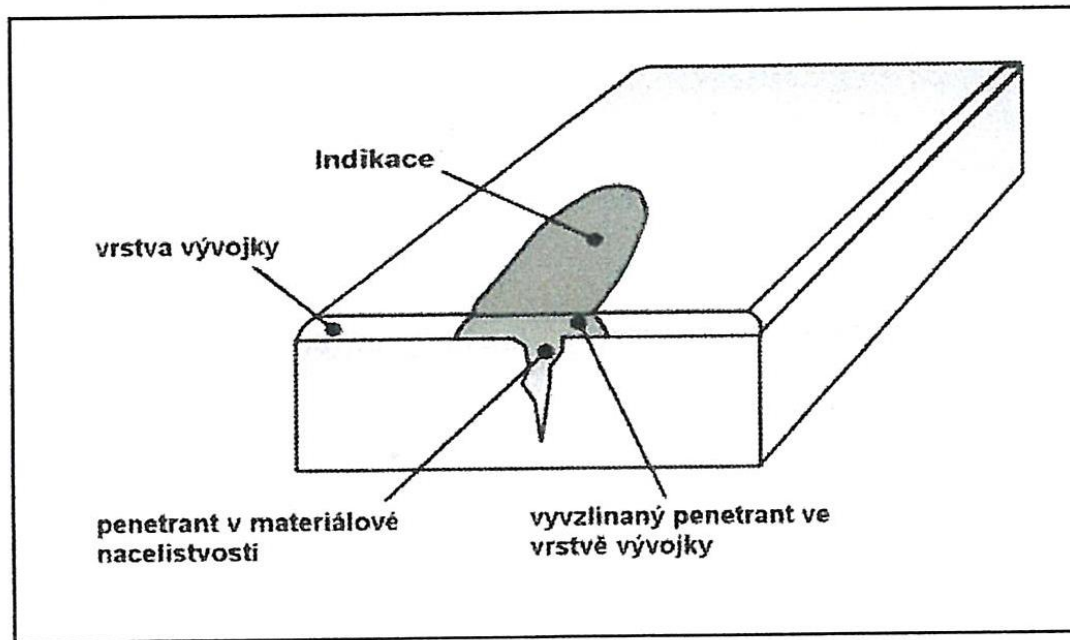
Vývojka má pro všechny typy penetrantů plnit tyto úlohy: penetrant, který se nalézá v dutinkách a nespojitostech, vysaje nahoru na zkoušenou plochu a podpoří vytvoření indikace. K tomu je vývojka přizpůsobena tím, že jak mezi jejími zrny tak i v pórovitých zrnkách samotných jsou dutinky, které jsou ještě těsnější než hledané materiálové necelistvosti. Tyto úzké „kapiláry“ mají větší sací schopnost než materiálové nespojitosti, v kterých se nalézá penetrant (viz obr.1).



**Obr.1:** *Vyvolávání pomocí kapilárního jevu; je zřejmé, že se penetrant rozšiřuje i do stran a indikace je tím větší.*



Penetrant je vysáván do zrněk a mezi zrnky vývojky na bocích z materiálových nespojitostí. Jestliže vývojka nebyla nanесena v **příliš silné vrstvě**, dostane se penetrant až na povrch vrstvy vývojky, kde vytvoří jako rozpítný a **zvětšený obraz** nespojitosti viditelnou indikaci. Bude-li vývojka nanесena **příliš řídce** obecně všude, nebo jen na některých místech (nestejnoměrně), nemůže vůbec nebo jen někde projevit svoji sací schopnost. Požadavek je, aby se vývojka nanášela v tenké vrstvě a rovnoměrně. U barevného penetrantu ještě přistupuje její funkce jako **kontrastního prostředku**. Většinou červené penetranty jsou o to víc patrné, že jsou zvýrazněny na bílém pozadí. (V zahraniční literatuře se běžně hovoří o „krvácení do vývojky“). Viz obr.2.



**Obr.2:** Proces tvorby indikace – vyronění, vyvzlínání červené skvrny („krvácení“)



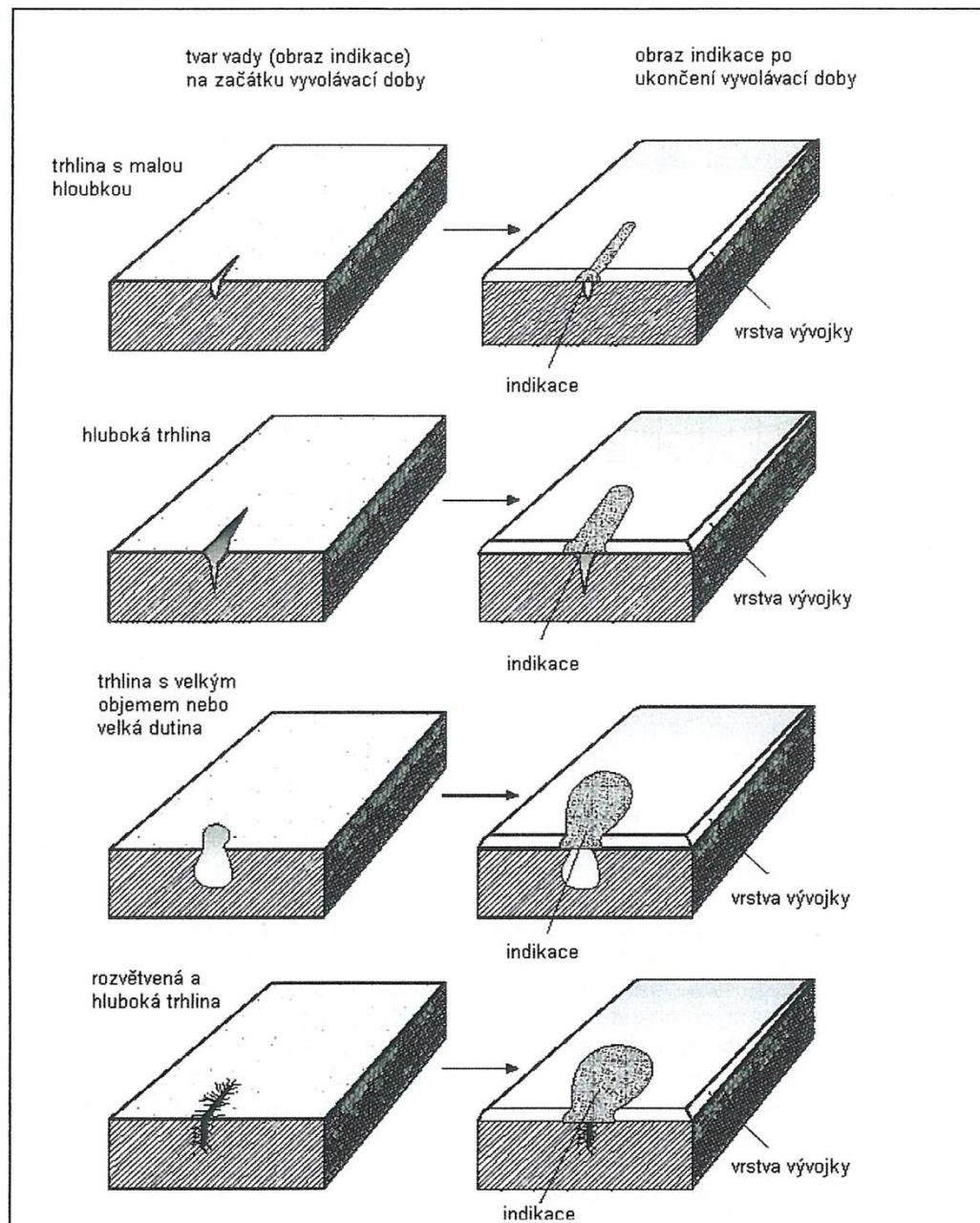
V běžné praxi se rozeznávají tři typy vývojky:

- *Suchá*
- *Mokrá na bázi rozpouštědla*
- *Mokrá na bázi vody (suspenze, roztok) – vodná vývojka*

## 5.5 Doba vyvolávání

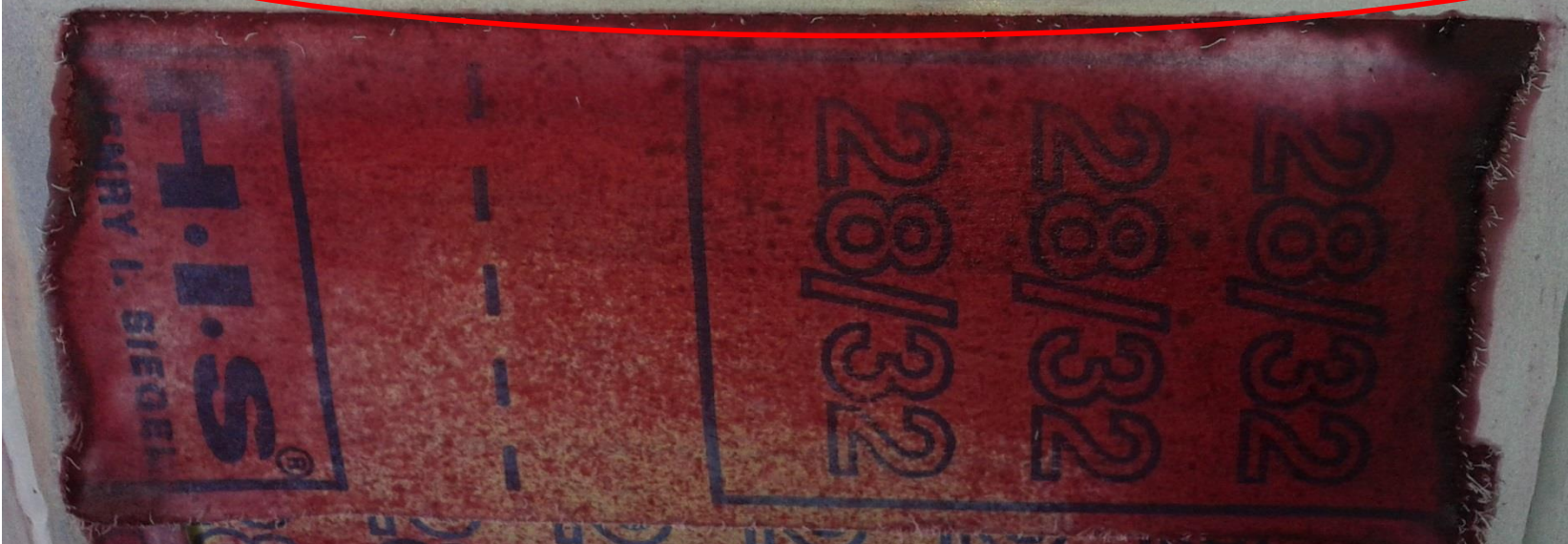
Vyvolávací čas je doba od začátku kapilárního účinku vývojky až do okamžiku, kdy vytvořená indikace již nemění svůj tvar a velikost. Doba vyvolávání tedy začíná bezprostředně po nanesení suché vývojky resp. po zaschnutí vývojky mokré. Indikace může procházet při svém vývoji řadou podob, než dosáhne konečného tvaru. Aby se o příčině indikace získalo více informací, musí se rozvoj indikace pozorovat celou vyvolávací dobu. U neznámých objektů nebo u neobvyklých indikací se jejich rozvoj musí sledovat. Obvykle ale stačí indikaci zachytit na začátku a pak ji prohlédnout až po uplynutí vyvolávací doby. U sériové výroby může stačit vyhodnotit nález až po ukončení vyvolávání. V principu jde vlastně o to, udělat závěr z velikosti, tvaru a polohy indikace s ohledem na materiálové nespojitosti a jejich vliv na použitelnost a životnost výrobku. Proto postačí, jsou-li zkušenosti s výskytem určitého typu indikací. V takovém případě se provádí jen jednorázová konečná prohlídka (viz obr. 6).





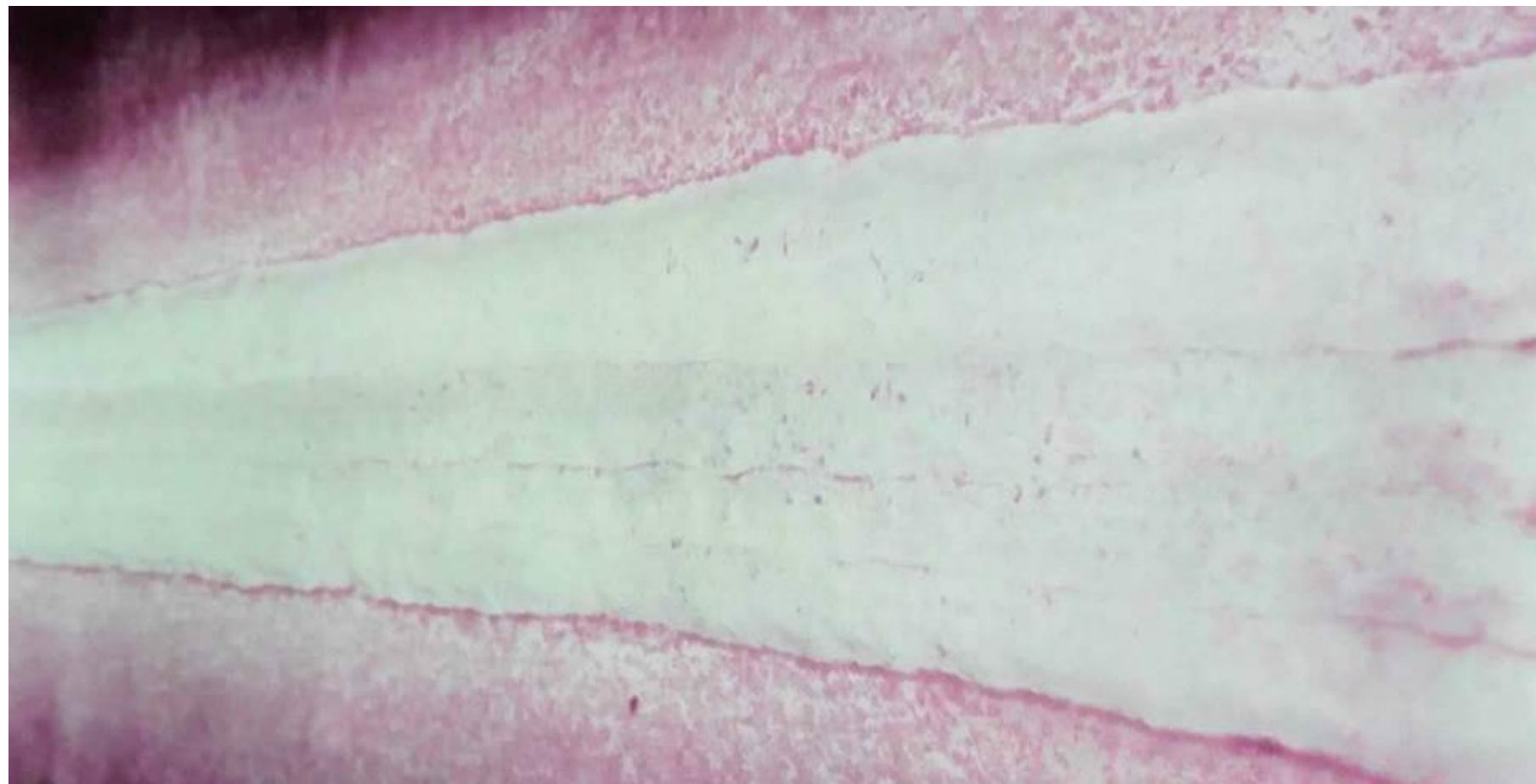
**Obr. 6:** Rozvoj indikace během vyvolávací doby











## 5.6 Konečné čištění

Protože v některých případech mohou kapilární prostředky poškodit zkoušený materiál, je nutno po zkoušce co nejrychleji povrch zbavit zbytků použitých prostředků. To se provádí podle typu vývojky a penetrantu buď vodou (ředidlo) a/nebo mechanickým způsobem kartáčem nebo čištěním v ultrazvukové lázni.. U dílů podléhajících korozi se doporučuje v případě čištění vodou aplikovat antikorozi inhibitory. Případně lze povrch naolejovat nebo použít i jinou antikorozi ochranu.





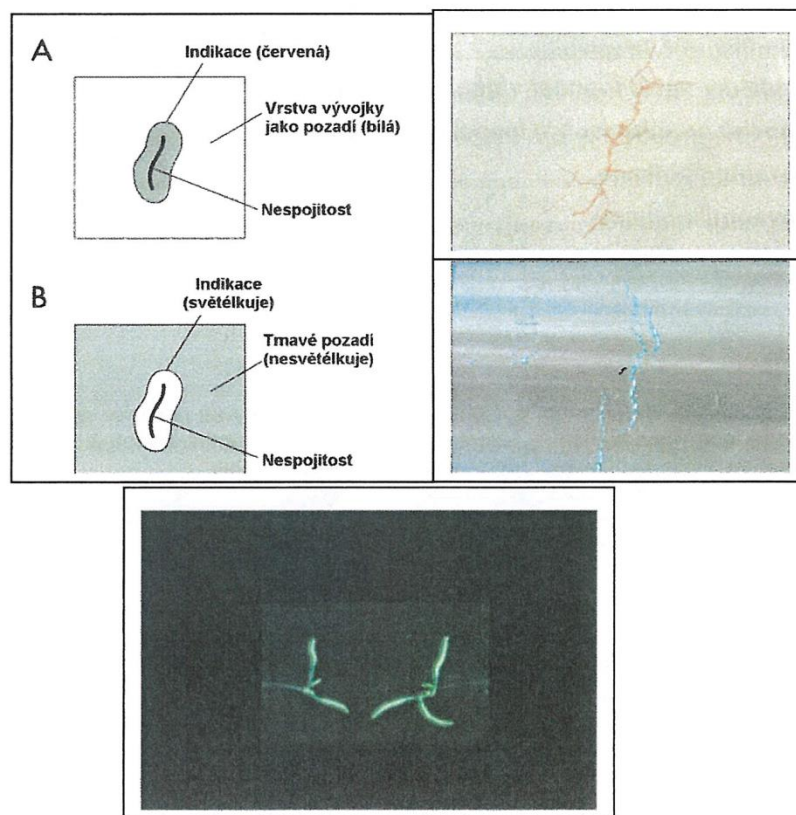
## 6.1 Účel inspekce

Při inspekci má operátor stupeň 1 úkol, indikace po kapilární zkoušce nalézt a rozhodnout, mají-li se do protokolu uvést nebo nikoli. Vyhodnocení indikací ve smyslu rozhodnutí a posouzení co dál, tj. ponechat / opravit / sešrotovat zpravidla stupni 1 nepřísluší. Ten musí jen zabezpečit správné provedení zkoušky a dodržení optimálních podmínek pro inspekci, aby v souladu s postupem (návodkou) bylo možné najít vady, které se očekávají.

## 6.2 Podmínky pro inspekci

Zcela obecně platí **pravidlo**:

*O co jsou inspekční podmínky lepší, o to je víc pravděpodobné, že se indikace najde.*

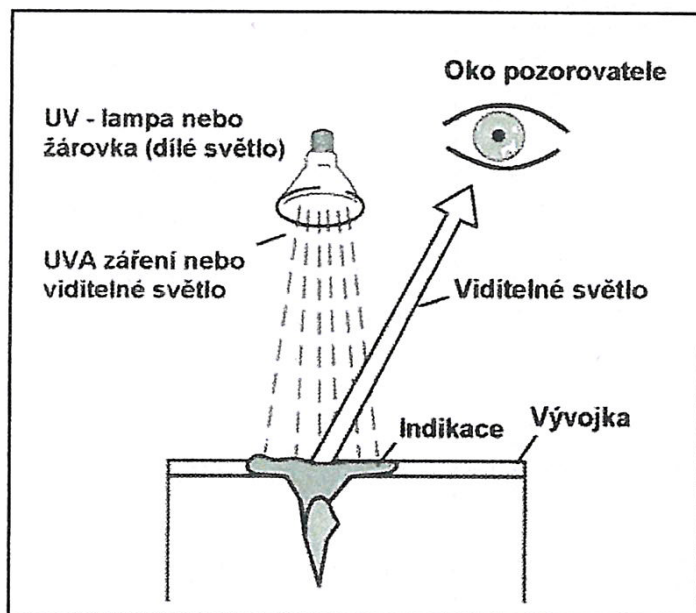


**Obr. 1:** Kontrast při kapilární zkoušce (A) barevný kontrast  
(B) kontrast světelné intenzity (intenzity světelného toku)

Barevné indikace se objeví zpravidla jako červené na bílém pozadí; jsou patrné na základě **barevného kontrastu** (obr.1A). U barevných prostředků musí být proto co největší **intenzita osvětlení** (jas – světelnost umělého nebo denního světla), ovšem bez zaclonění v důsledku zrcadlení nebo odrazů. V příslušných předpisech se stanovuje minimální osvětlení ( $E = 500 \text{ lx}$ , EN 571). Pozor, tyto hodnoty jsou v různých prepisech odlišné a mění se i časem ( viz ASME)!

Příklad zkušebního uspořádání je na obr.2.

Fluorescenční indikace jsou vnímány nikoliv v důsledku barevného kontrastu, nýbrž na základě **kontrastu hustoty světelného toku** *indikace / okolí*. Okolí zůstává tmavé, indikace svítí („světélkuje“) důsledkem fluorescence, většinou žlutozeleně. O co světlejší je indikace a o co tmavší je okolí indikace, o to víc světla vychází z indikace a o co méně viditelného světla dopadá na povrch, o to jasněji je indikace vnímána (obr.1B). Předpisy vyžadují **minimální intenzitu UV záření** (EN 571:  $E \geq 10 \text{ W/m}^2$ ) a omezují intenzitu okolního světla na velmi malé hodnoty (EN 571:  $\leq 20 \text{ lx}$ ). Fluorescenční zkouška má výhodu pouze tehdy, když se dodrží tyto požadavky.



Obr. 2: Zkušební uspořádání při inspekci

# Světlo

- ke každému zdroji se dá určit „intenzita světla“ – jednotkou intenzity světla je kandela Cd (z latinského svíčka)

$$E = \frac{I \cdot \cos \alpha}{a^2}$$

E = intenzita osvětlení (lx)

I = světelná intenzita zdroje (cd)

$\alpha$  = úhel, pod kterým světlo dopadá na plochu (°)

a = vzdálenost zdroje od osvětlené plochy (m)

•

- pro kolmý dopad světla platí vztah:

$$E = \frac{I}{a^2}$$





### B.3.19 Kalibrace luxmetru

Luxmetr musí mít platný kalibrační štítek nebo identifikaci s odkazem na **ISO 3059**.

Před použitím luxmetru musí zkoušející zkontrolovat štítky s daty „platnost do“ nebo „kalibrovat před“. Přístroj musí být kalibrován nejméně jednou za 12 měsíců.

### B.3.20 Kalibrace teploměru

Teploměry musí být kalibrovány s přesností  $\pm 1$  °C nebo lepší.

ICS 19.100

Květen 2013

## Nedestruktivní zkoušení – Zkoušení kapilární a magnetickou práškovou metodou – Podmínky prohlížení

ČSN  
EN ISO 3059

01.5050

## 8 Kalibrace

Pracovní rozsah radiometrů a luxmetrů musí být periodicky kalibrován v intervalech doporučených výrobcem používaného zařízení a systémem, který je navázán na národní, evropské nebo mezinárodní etalony. Tato perioda nesmí překročit 12 měsíců. Kalibrace radiometru musí být provedena úzkopásmovým (monochromatickým) zářením o vlnové délce 365 nm. Po údržbě nebo poškození radiometru se musí vyžadovat následná kalibrace. Pokud se používají oddělitelné snímače a indikační zařízení, musí být kalibrován celý systém (indikační zařízení a snímače).

Kalibrace musí být dokumentována kalibračním listem.



## MS-1300 VOLTcraft

Od prodejce [SOSelectronic.cz](http://SOSelectronic.cz)

Luxmetr 0,1...50 000lx  $\pm 5\%$

[Další podrobnosti na webu SOSelectronic.cz »](#)

**1 059,37 Kč**

+ doprava 163,00 Kč

[SOSelectronic.cz](http://SOSelectronic.cz)

**Do obchodu**

---

**Zákazník:** SVV Praha, s.r.o.  
U Michelského lesa 370  
140 75 Praha 4

**Kalibrované měřidlo:** Digitální luxmetr  
**Výrobce:** CEM  
**Typ:** DT-1308  
**Výrobní číslo:** 12013871

**Datum přijetí:** 19.4.2016

**Datum provedení:** 20.4.2016

**Podmínky prostředí:** Teplota  $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ , relativní vlhkost  $45\text{ \%} \pm 25\text{ \%}$ .


**Použité etalony:** Digitální luxmetr LMT B 520 v.č. 12A4181  
Etalony svítivosti č. 1/15 a 0131  
Fotometrická lavice 6 m Schmidt Haensch v.č. 19345  
Multimetr HP3455A v.č. 1622A11899  
Multimetr HP3466A v.č. 2549A28658

**Návaznost:** Etalony jsou navázány na NPL a ČMI.

**Použité metody:** Metodika kalibrace MK25


**Výsledek kalibrace:** Naměřené hodnoty jsou uvedeny na listu 2. Měřidlo bylo označeno štítkem s číslem tohoto kalibračního listu a s datem provedení kalibrace.

**Nejistota měření:** Uvedená rozšířená nejistota měření je součinem standardní nejistoty měření a koeficientu rozšíření  $k=2$ , což pro normální rozdělení odpovídá pravděpodobnosti pokrytí cca 95%. Standardní nejistota měření byla určena v souladu s dokumentem EA 4/02.

  
**Měřil:** Ing. Ladislav Hrubý



V Praze dne 22.4.2016

  
Ing. Jan Černý  
technický vedoucí laboratoře

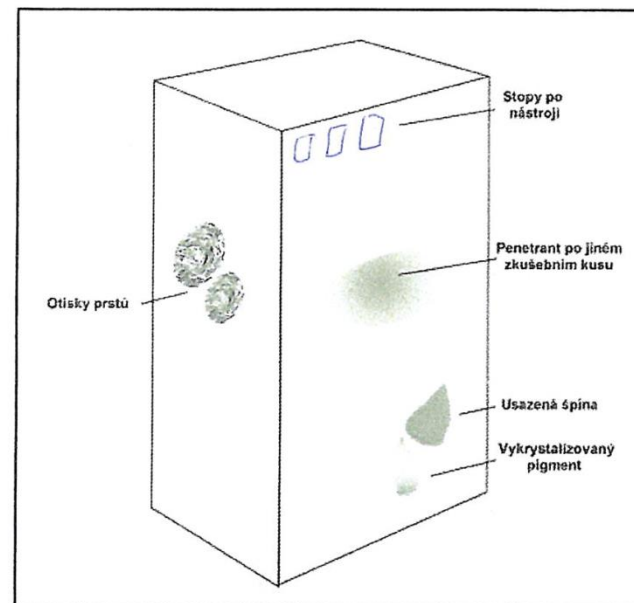
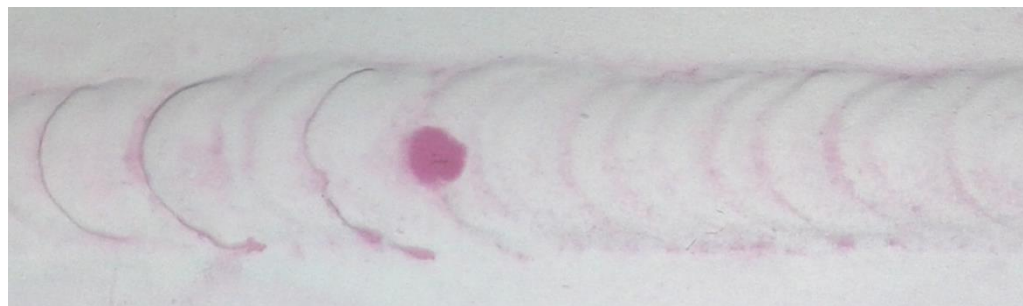
**5300 Kč bez DPH**

## 6.5 Irelevantní indikace

Cílem kapilární zkoušky je najít na zkoušené ploše materiálové nespojitosti, které ovlivní funkčnost dílu nebo které ho mohou nepříznivě ovlivnit. Zkouška ovšem nevykazuje indikace jen na takových nespojitostech. Při inspekci zkušební plochy se narazí na celou řadu různých indikací. Ne každá z nich je důležitá při posuzování kvality dílu a musí být registrována a uváděna do protokolu. Prvním krokem po inspekci je rozhodnutí, která indikace je „relevantní“ a která nikoli.

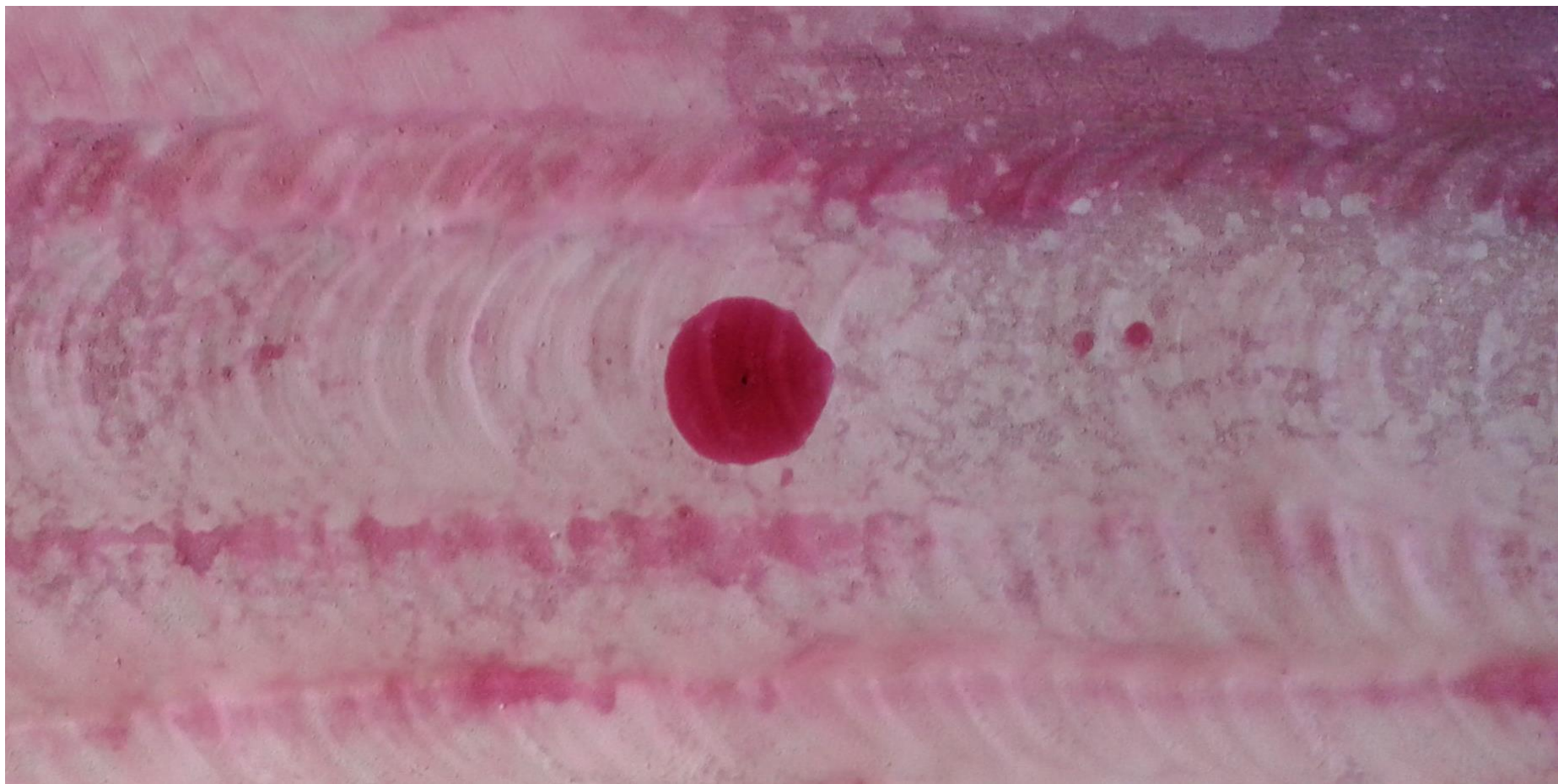
Irelevantní indikací se rozumí:

- *změny průřezu způsobené geometrií (indikace tvaru či geometrie včetně charakteru povrchu) a*
- *falešné (zdánlivé) indikace*



Obr. 5: Typické falešné indikace



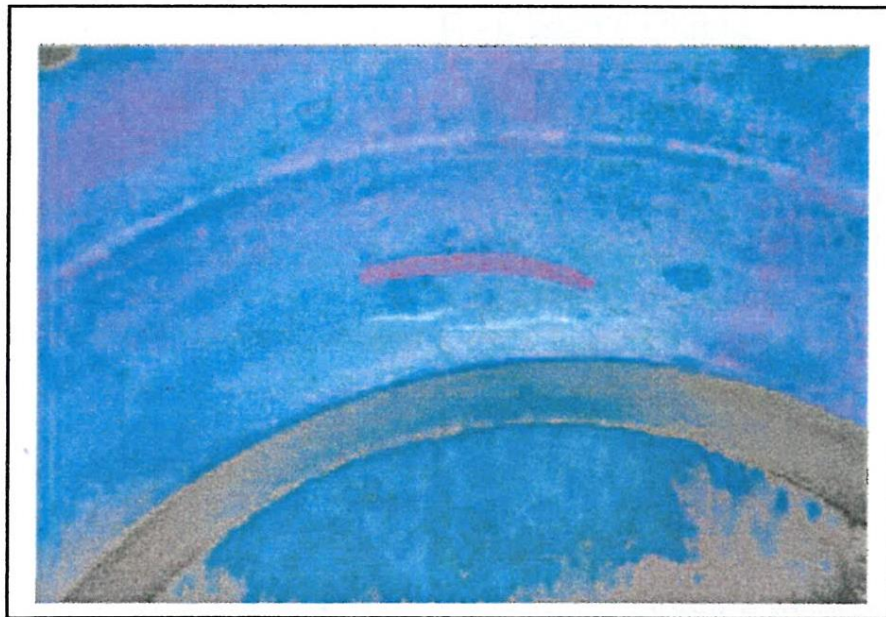


## 6.6 Relevantní indikace

Relevantní indikace jsou ty, které mají svůj původ v materiálové nespojitosti. Materiálové nespojitosti se zhruba dělí na:

- *Plošné (např. trhliny) obr.6*
- *Objemové (např.póry) obr.7*

Trhliny jsou kvůli svému vrubovému účinku obzvlášť nebezpečné pro životnost dílu resp. součásti. Operátor má především úkol koncentrovat se na trhliny. Takové indikace jsou spíše protáhlé; tzn. že mají spíše větší délku než šířku.

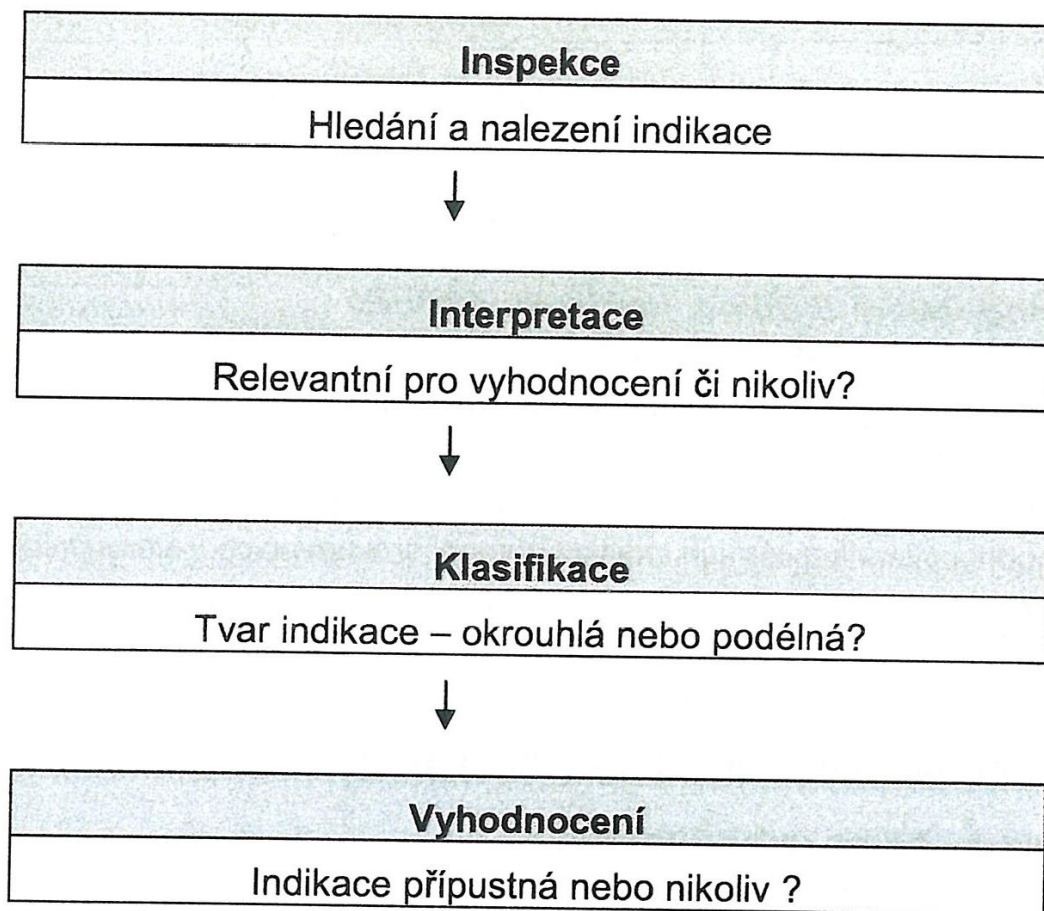


**Obr. 6:** *Indikace plošných necelistvostí (trhliny)*

## 4. Vyhodnocování indikací kapilární metody

### 4.1 Blokové schéma vyhodnocování

Vyhodnocení se může provést následujícím způsobem:

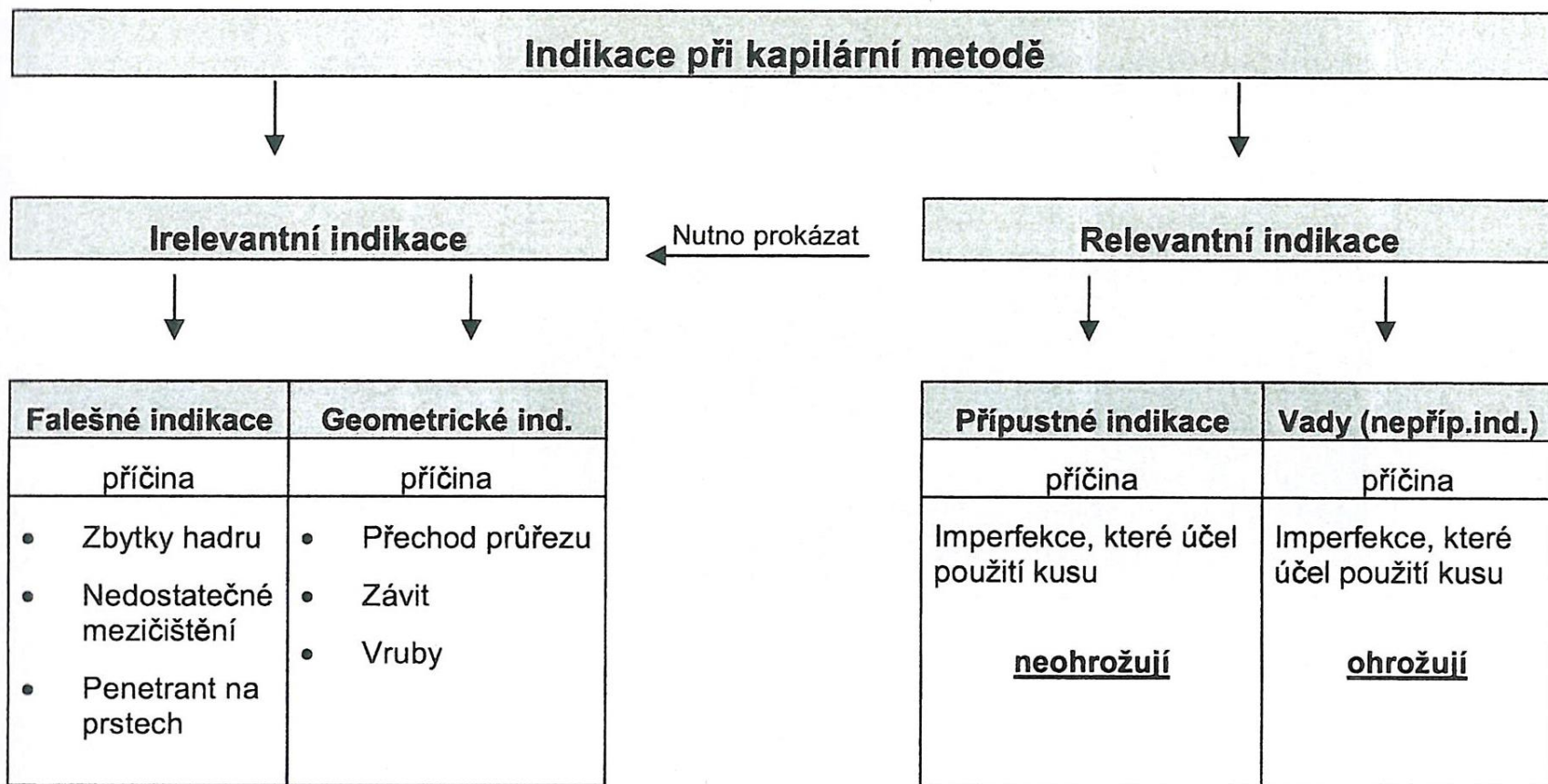


Obr. 1: Blokové schéma vyhodnocování



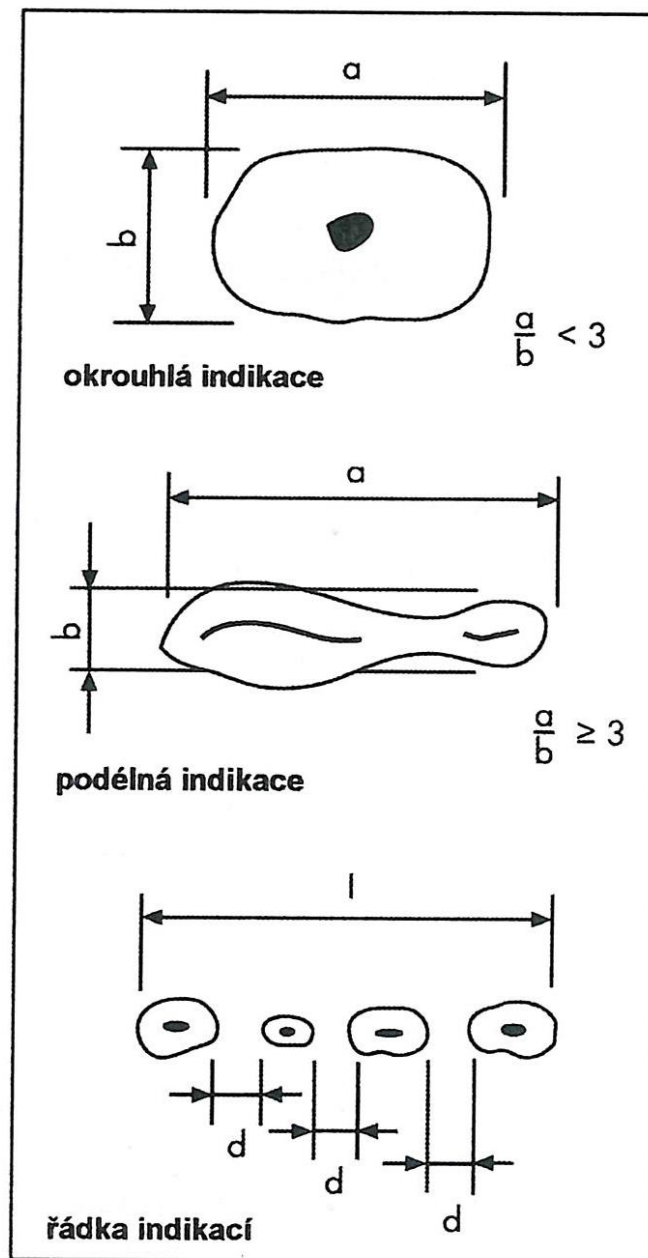
## 4.2 Interpretace: relevantní / irelevantní indikace

Obr. 2 objasňuje ještě jednu interpretaci relevance indikací:



Obr. 2: Schema interpretace





Obr. 8: Metrická klasifikace indikace

# BEZPEČNOST

- **4 Bezpečnostní opatření**
- Při kapilární zkoušce se často používají látky, které jsou zdraví škodlivé, hořlavé nebo těkavé, a proto musí být přijata bezpečnostní opatření.
- Má se zabránit dlouhodobému nebo opakovanému styku těchto látek s pokožkou nebo se sliznicí. Pracovní prostory musí být dostatečně větrány a umístěny v dostatečné vzdálenosti od zdrojů tepla, jisker a otevřeného ohně, v souladu s místními předpisy.
- Kapilární zkušební prostředky a zařízení se musí používat s pečlivostí a vždy podle instrukcí dodávaných jejich výrobcem.



# Normy potřebné ke kapilární zkoušce

**ČSN EN ISO 9712** Nedestruktivní zkoušení - Kvalifikace a certifikace pracovníků NDT

**ČSN EN ISO 17635** Nedestruktivní zkoušení svarů - Všeobecná pravidla pro kovové materiály

**ČSN EN ISO 3452-1** Nedestruktivní zkoušení - Kapilární zkouška - Část 1: Obecné zásady

**ČSN EN ISO 3452-2** Nedestruktivní zkoušení - Zkoušení kapilární metodou - Část 2: Zkoušení kapilárních prostředků

**ČSN EN ISO 3452-3** Nedestruktivní zkoušení - Kapilární zkouška - Část 3: Kontrolní měrky

**ČSN EN ISO 3452-4** Nedestruktivní zkoušení - Kapilární zkouška - Část 4: Vybavení

**ČSN EN ISO 3452-5** Nedestruktivní zkoušení - Zkoušení kapilární metodou - Část 5: Zkoušení kapilární metodou při teplotách vyšších než 50 °C

**ČSN EN ISO 3452-6** Nedestruktivní zkoušení - Zkoušení kapilární metodou - Část 6: Zkoušení kapilární metodou při teplotách nižších než 10 °C

**ČSN EN ISO 23277** Nedestruktivní zkoušení svarů - Zkoušení svarů kapilární metodou - Stupně přípustnosti



# Nedestruktivní zkoušení – Kapilární zkouška – Část 1: Obecné zásady

ČSN  
EN ISO 3452-1

01 5018

## 1 Předmět normy

Tato část ISO 3452 stanovuje zkoušení kapilární metodou používanou pro zjišťování diskontinuit na zkoušeném povrchu, jako jsou trhliny, přeložky, rýhy, póry a studené spoje, které jsou otevřené na povrch zkoušeného materiálu. Používá se především u kovových materiálů, ale může být použita i u jiných materiálů za předpokladu, že tyto materiály nejsou rozrušovány zkušebními prostředky a nejsou extrémně porézní (odlitky, výkovky, svarové spoje, keramika apod.).

Tato norma obsahuje také požadavky na procesní a kontrolní zkoušky, avšak neobsahuje žádná kritéria pro přejímku a nepodává ani informace, které se týkají vhodnosti jednotlivých zkušebních systémů pro specifické aplikace ani požadavky na zkušební zařízení.

## 4 Bezpečnostní opatření

Při kapilární zkoušce se často používají látky, které jsou zdraví škodlivé, hořlavé a/nebo těkavé, a proto musí být přijata bezpečnostní opatření.

Doporučuje se zabránit dlouhodobému nebo opakovanému styku těchto látek s pokožkou nebo se sliznicí. Pracovní prostory musí být dostatečně větrány a umístěny v dostatečné vzdálenosti od zdrojů tepla, jisker a otevřeného ohně v souladu s místními předpisy.

Kapilární zkušební prostředky a zařízení se musí používat s pečlivostí a vždy podle instrukcí dodávaných jejich výrobcem.

## 5 Obecné zásady

### 5.1 Pracovníci

Zkoušení musí být prováděno kompetentními, vhodně vyškolenými a kvalifikovanými pracovníky a tam, kde je to vhodné, musí být dozorována kompetentními pracovníky určenými zaměstnavatelem nebo inspekční organizací pro dozor nad zkouškami, delegovanou zaměstnavatelem. Pro prokázání odpovídající kvalifikace se doporučuje, aby pracovníci byli certifikováni podle ISO 9712 nebo podle ekvivalentního formalizovaného systému. Provozní autorizace pro kvalifikované pracovníky musí být vydána zaměstnavatelem v souladu s písemným postupem. Pracovní postupy NDT, pokud není jinak dohodnuto, musí být schváleny kompetentním a kvalifikovaným dozorovým pracovníkem NDT (stupeň 3 nebo ekvivalentní) schváleným zaměstnavatelem.

### 5.2 Popis metody

Před zahájením kapilární zkoušky musí být zkoušený povrch očištěn a osušen. Na zkoušenou oblast se nanáší vhodné penetranty, které vnikají do diskontinuit otevřených na zkoušený povrch. Po uplynutí příslušné penetrační doby se přebytečný penetrant ze zkoušeného povrchu odstraní a nanese se vývojka. Vývojka absorbuje penetrant, který vniknul a zůstal v diskontinuitách a může tak vytvářet jasně viditelné zvětšené indikace diskontinuity.

Jestliže se požaduje provedení dalších postupů nedestruktivního zkoušení, musí být kapilární zkouška provedena jako první, aby nedocházelo ke znečištění otevřených diskontinuit, není-li mezi smluvními stranami dohodnuto jinak. Je-li kapilární zkouška prováděna následně po jiné nedestruktivní zkoušce, musí být před aplikací penetrantu povrch pečlivě očištěn k odstranění nečistot.

### 5.3 Metodický postup

Zkoušení obvykle probíhá v následujících etapách:

- a) příprava a předčištění (viz 8.2);
- b) nanesení penetrantu (viz 8.4);
- c) odstranění přebytku penetrantu (viz 8.5);
- d) nanesení vývojky (viz 8.6);
- e) kontrola (viz 8.7);
- f) záznam (viz 8.7.4);
- g) konečné čištění (viz 8.8.1).

## 6.1 Zkušební systémy

Kapilární zkouška se provádí různými zkušebními systémy.

Zkušebním systémem se rozumí kombinace následujících prostředků pro kapilární zkoušku: penetrant, prostředek k odstranění přebytku penetrantu (s výjimkou metody A) a vývojka. Při zkoušení podle ISO 3452-2 penetrant a prostředek k odstranění penetrantu musí být od jednoho výrobce. Musí se používat pouze schválené zkušební systémy.

## 6.2 Zkušební prostředky

Prostředky používané ke zkoušení jsou uvedeny v tabulce 1.

## 6.3 Citlivost

Stupeň citlivosti zkušebního systému se určí pomocí kontrolní měrky 1 v souladu s ISO 3452-3. Stanovené stupně se vždy vztahují k metodě použité pro typovou zkoušku schváleného zkušebního systému.

## 6.4 Označení

Schválený zkušební systém pro použití kapilární zkoušky je dán označením, které pro zkušební prostředky obsahuje typ, metodu, formu, a číslici, která udává stupeň citlivosti dosažený zkouškou pomocí kontrolní měrky 1 podle ISO 3452-3.

**PŘÍKLAD** Pokud se používá ISO 3452-1 a ISO 3452-2, je schválený zkušební systém, který tvoří fluorescenční penetrant (I), voda jako prostředek k odstranění přebytečného penetrantu (A) a suchá vývojka (a) s citlivostí systému stupeň 2 dán následujícím označením: zkušební systém podle ISO 3452-2, IAa stupeň 2.

**Tabulka 1 – Zkušební prostředky**

Penetrant		Prostředek k odstranění přebytku penetrantu		Vývojka	
Typ	Označení	Metoda	Označení	Forma	Označení
I	Fluorescenční penetrant	A	Vodou smytelný	a	Suchý prášek
II	Barevný kontrastní penetrant	B	Postemulgační, lipofilní	b	Vodný roztok
III	Penetrant dvouúčelový (fluorescenční barevný kontrastní penetrant)	C	Odstranitelný rozpouštědlem: – Třída 1, halogenový – Třída 2, nehalogenový – Třída 3, speciální aplikace	c	Vodná suspenze
		D	Postemulgační, hydrofilní	d	Na bázi rozpouštědla (bezvodá pro Typ I)
		E	Odstranitelný vodou a rozpouštědlem	e	Na bázi rozpouštědla (bezvodá pro Typ II a III)
				f	Speciální aplikace

Ve specifických případech je nezbytné použití prostředků pro kapilární zkoušku v souladu se zvláštními požadavky na hořlavost, obsah síry, halogenů a sodíku a dalších kontaminantů. Viz ISO 3452-2.



### B.3.19 Kalibrace luxmetru

Luxmetr musí mít platný kalibrační štítek nebo identifikaci s odkazem na **ISO 3059**.

Před použitím luxmetru musí zkoušející zkontrolovat štítky s daty „platnost do“ nebo „kalibrovat před“. Přístroj musí být kalibrován nejméně jednou za 12 měsíců.

### B.3.20 Kalibrace teploměru

Teploměry musí být kalibrovány s přesností  $\pm 1$  °C nebo lepší.

ICS 19.100

Květen 2013

## Nedestruktivní zkoušení – Zkoušení kapilární a magnetickou práškovou metodou – Podmínky prohlížení

ČSN  
EN ISO 3059

01.5050

## 8 Kalibrace

Pracovní rozsah radiometrů a luxmetrů musí být periodicky kalibrován v intervalech doporučených výrobcem používaného zařízení a systémem, který je navázán na národní, evropské nebo mezinárodní etalony. Tato perioda nesmí překročit 12 měsíců. Kalibrace radiometru musí být provedena úzkopásmovým (monochromatickým) zářením o vlnové délce 365 nm. Po údržbě nebo poškození radiometru se musí vyžadovat následná kalibrace. Pokud se používají oddělitelné snímače a indikační zařízení, musí být kalibrován celý systém (indikační zařízení a snímače).

Kalibrace musí být dokumentována kalibračním listem.

Kalibrační list byl vydán Elektrotechnickým zkušebním ústavem, s.p., Pod Lisem 129, 171 02 Praha 8, Kalibrační laboratoři č. 2294, akreditovanou ČIA.

**Zákazník:** SVV Praha, s.r.o.  
U Michelského lesa 370  
140 75 Praha 4

**Kalibrované měřidlo:** Digitální luxmetr  
**Výrobce:** CEM  
**Typ:** DT-1308  
**Výrobní číslo:** 12013871

**Datum přijetí:** 19.4.2016

**Datum provedení:** 20.4.2016

**Podmínky prostředí:** Teplota  $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ , relativní vlhkost  $45\text{ } \% \pm 25\text{ } \%$ .

**Použité etalony:** Digitální luxmetr LMT B 520 v.č. 12A4181  
Etalony svítivosti č. 1/15 a 0131  
Fotometrická lavice 6 m Schmidt Haensch v.č. 19345  
Multimetr HP3455A v.č. 1622A11899  
Multimetr HP3466A v.č. 2549A28658

**Návaznost:** Etalony jsou navázány na NPL a ČMI.

**Použité metody:** Metodika kalibrace MK25


**Výsledek kalibrace:** Naměřené hodnoty jsou uvedeny na listu 2. Měřidlo bylo označeno štítkem s číslem tohoto kalibračního listu a s datem provedení kalibrace.

**Nejistota měření:** Uvedená rozšířená nejistota měření je součinem standardní nejistoty měření a koeficientu rozšíření  $k=2$ , což pro normální rozdělení odpovídá pravděpodobnosti pokrytí cca 95%. Standardní nejistota měření byla určena v souladu s dokumentem EA 4/02.

  
Měřil: Ing. Ladislav Hrubý

V Praze dne 22.4.2016



  
Ing. Jan Černý  
technický vedoucí laboratoře

## 9 Protokol o zkoušce

Protokol o zkoušce musí obsahovat informace s ohledem na tuto část normy ISO 3452:

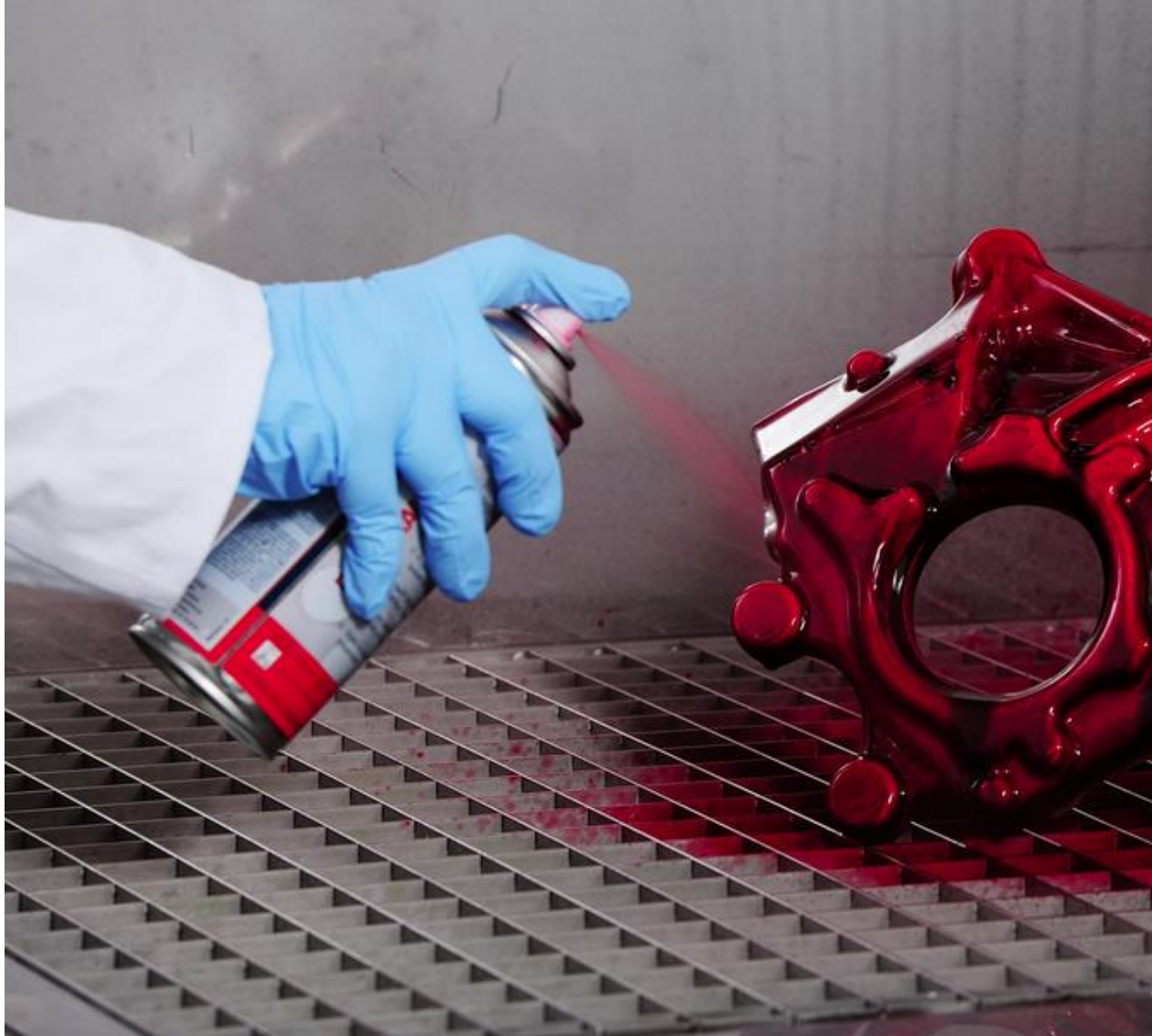
- a) údaje o zkoušené součásti;
  - 1) označení;
  - 2) rozměry;
  - 3) materiál;
  - 4) stav povrchu;
  - 5) stádium výroby;
- b) účel zkoušky;
- c) označení použitého penetračního systému podle 6.4, název výrobce, označení prostředků a také číslo šarže;
- d) zkušební instrukce;
- e) odchylky od zkušební instrukce (pokud existují);
- f) výsledky zkoušky (popis zjištěných diskontinuit);
- g) místo zkoušky, datum zkoušky, jméno zkoušejícího;
- h) jméno, kvalifikace a podpis zkušebního dozoru.

Tiskopis protokolu o zkoušce, který může být používán, je uveden v příloze C. Musí obsahovat všechny údaje týkající se metody, které jsou důležité pro vyhodnocení výsledků zkoušky, jakož i další informace týkající se zkoušených dílů, i když tyto údaje mají být vhodně modifikovány v závislosti na typu dílu. Jestliže se použije jiný tiskopis, musí obsahovat všechny údaje podrobně popsané v a) až h).

Protokol o zkoušce může být vynechán, je-li k dispozici zkušební postup podle doporučení v 8.1 a obsahuje údaje uvedené v kapitole 9 bod a) až d) a jestliže jsou vhodným způsobem dokumentovány informace uvedené v bodech e) až h).

# Protokol SVV

# Praktická část





# Nedestruktivní zkoušení svarů – Zkoušení svarů kapilární metodou – Stupně přípustnosti

ČSN  
EN ISO 23277

05 1176

## 3 Termíny a definice

Pro účely této normy platí termíny a definice uvedené v ISO/TS 18173, EN 1330-2 a ISO 12706 a následující.

### 3.1

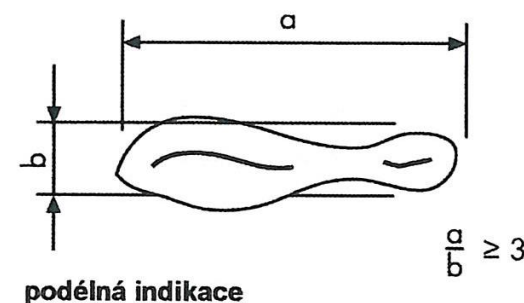
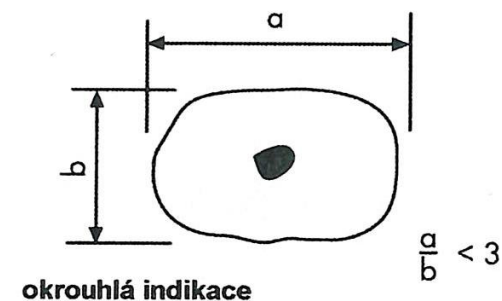
**lineární indikace** (linear indication)

indikace o délce větší než trojnásobek její šířky

### 3.2

**nelineární indikace** (non-linear indication)

indikace o délce menší nebo rovné trojnásobku její šířky



## 5 Stupně přípustnosti

### 5.1 Obecně

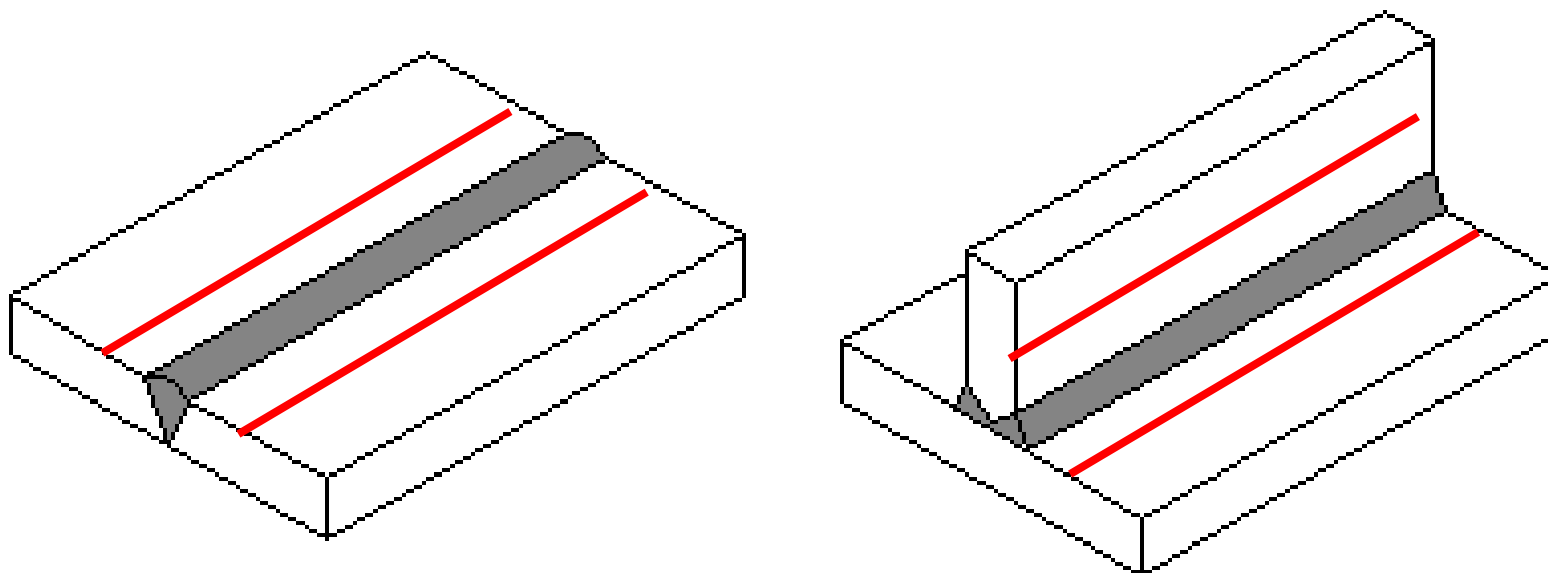
Šířka zkoušeného povrchu musí zahrnovat svarový kov a přilehlou oblast základního kovu až do vzdálenosti 10 mm na každou stranu.

Indikace vytvořené při kapilární zkoušce nemusí obvykle vykazovat stejnou velikost a tvarové charakteristiky jako vady, které jsou příčinou této indikace. Pro účely této normy má být velikost indikace porovnávána s hodnotami uvedenými v tabulce 1.

Stupně přípustnosti předepsané pro lineární indikace odpovídají úrovni pro hodnocení. Indikace menší, než zde uvedené nesmí být brány v úvahu. Přípustné indikace obvykle nemusí být zaznamenávány.

Pro zlepšení klasifikace celého zkoušeného povrchu nebo jeho části se může použít místní broušení, jestliže je to požadováno pro dosažení vyšší hranice zjištělosti, než se doporučuje pro stávající stav povrchu svaru v tabulce A1.

Stupně přípustnosti pro svary kovových materiálů jsou uvedeny v tabulce 1.



# Nedestruktivní zkoušení svarů – Všeobecná pravidla pro kovové materiály

ČSN  
EN ISO 17635

05 1170

Tabulka A.2 – Zkoušení kapilární metodou (PT)

Stupně kvality podle ISO 5817 nebo ISO 10042	Techniky zkoušení a třídy podle ISO 3452-1	Stupně přípustnosti podle ISO 23277
B	Třída není stanovena	2 X
C		2 X
D		3 X

Tabulka 1 – Stupně přípustnosti pro indikace

Rozměry v milimetrech

Typy indikací	Stupeň přípustnosti <sup>a)</sup>		
	1	2	3
Lineární indikace $l$ = délka indikace	$l \leq 2$	$l \leq 4$	$l \leq 8$
Nelineární indikace $d$ = rozměr hlavní osy	$d \leq 4$	$d \leq 6$	$d \leq 8$
<sup>a)</sup> Stupně přípustnosti 2 a 3 mohou být doplněny znakem „X“ což znamená, že všechny zjištěné lineární indikace musí být hodnoceny podle stupně 1. Avšak pravděpodobnost zjištění menších indikací, než jsou uvedené v tabulce pro původní stupně přípustnosti, může být nízká.			

## Doporučené parametry zkoušení

Doporučené parametry zkoušení pro spolehlivé zjištění malých vad jsou uvedeny v tabulce A.1.

**Tabulka A.1 – Doporučené parametry zkoušení**

Stupeň přípustnosti	Stav povrchu	Typ kapilárního systému
1	Jemný povrch <sup>a)</sup>	Fluorescenční kapilární systém, běžná citlivost nebo vyšší podle ISO 3452-2. Barevný kontrastní penetrant, vysoká citlivost podle ISO 3452-2.
2	Hladký povrch <sup>b)</sup>	Libovolný
3	Běžný povrch <sup>c)</sup>	Libovolný
<p><sup>a)</sup> Převýšení svaru a základní materiál poskytují hladké čisté povrchy se zanedbatelnými zápaly, zvlněním a rozstříkem. Kvalita povrchu je typická u svarů zhotovených automatickým svařováním TIG, svařováním pod tavidlem (plně mechanizovaným) a ručním obloukovým svařováním při použití obalené elektrody s železným práškem.</p> <p><sup>b)</sup> Převýšení svaru a základní materiál poskytují přiměřeně hladké povrchy s minimálními zápaly, zvlněním a rozstříkem. Kvalita povrchu je typická u svarů zhotovených ručním obloukovým svařováním obalenou elektrodou v poloze svislé dolů a svařováním MAG s využitím plynu bohatého na argon pro krycí svarové housenky.</p> <p><sup>c)</sup> Převýšení svaru a základní materiál jsou ve stavu po svaření. Kvalita povrchu je typická pro svary zhotovené ručním obloukovým svařováním obalenou elektrodou a svařováním MAG v jakékoliv poloze.</p>		



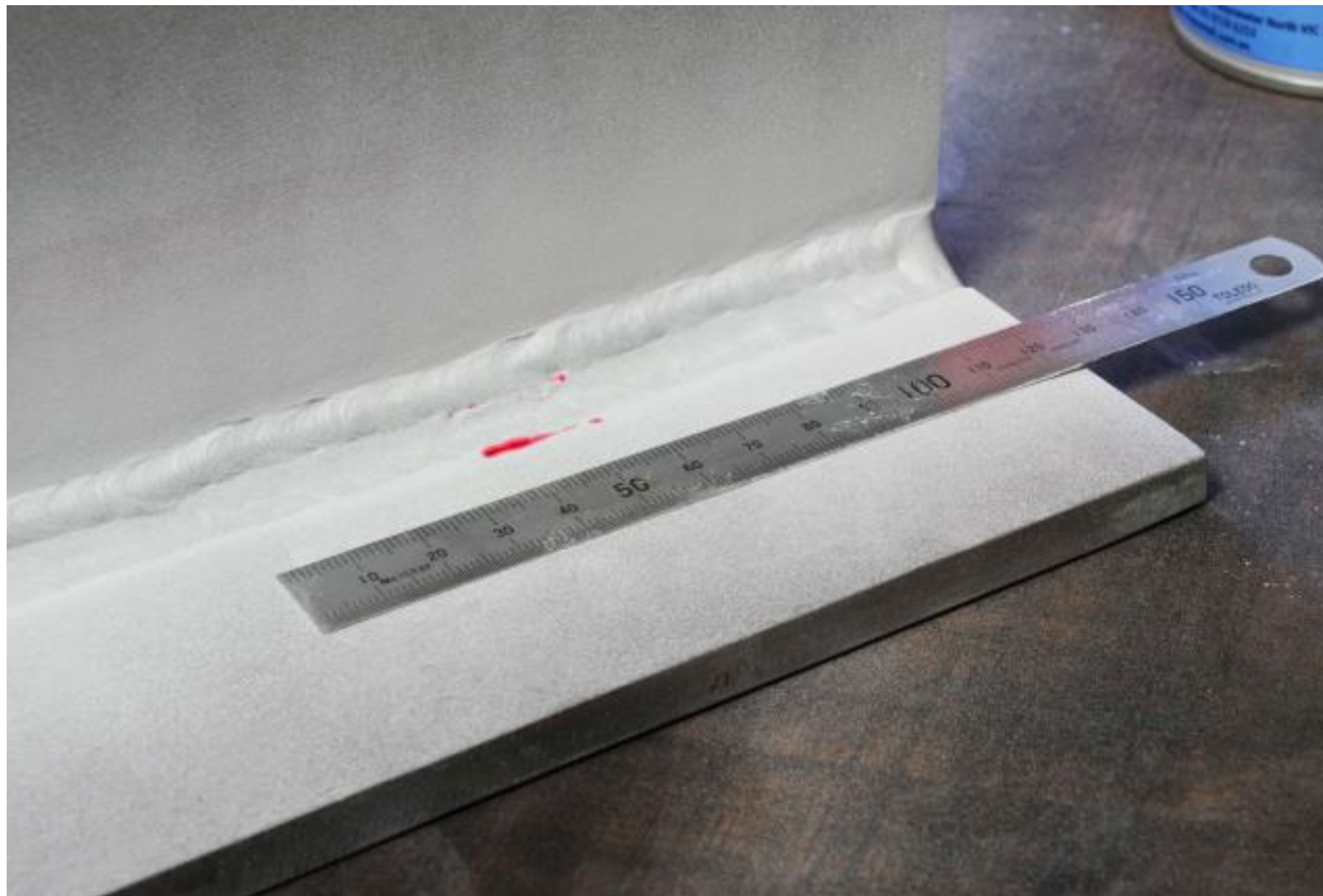
# Příklady indikací kapilárního zkoušení



# Příklady indikací kapilárního zkoušení

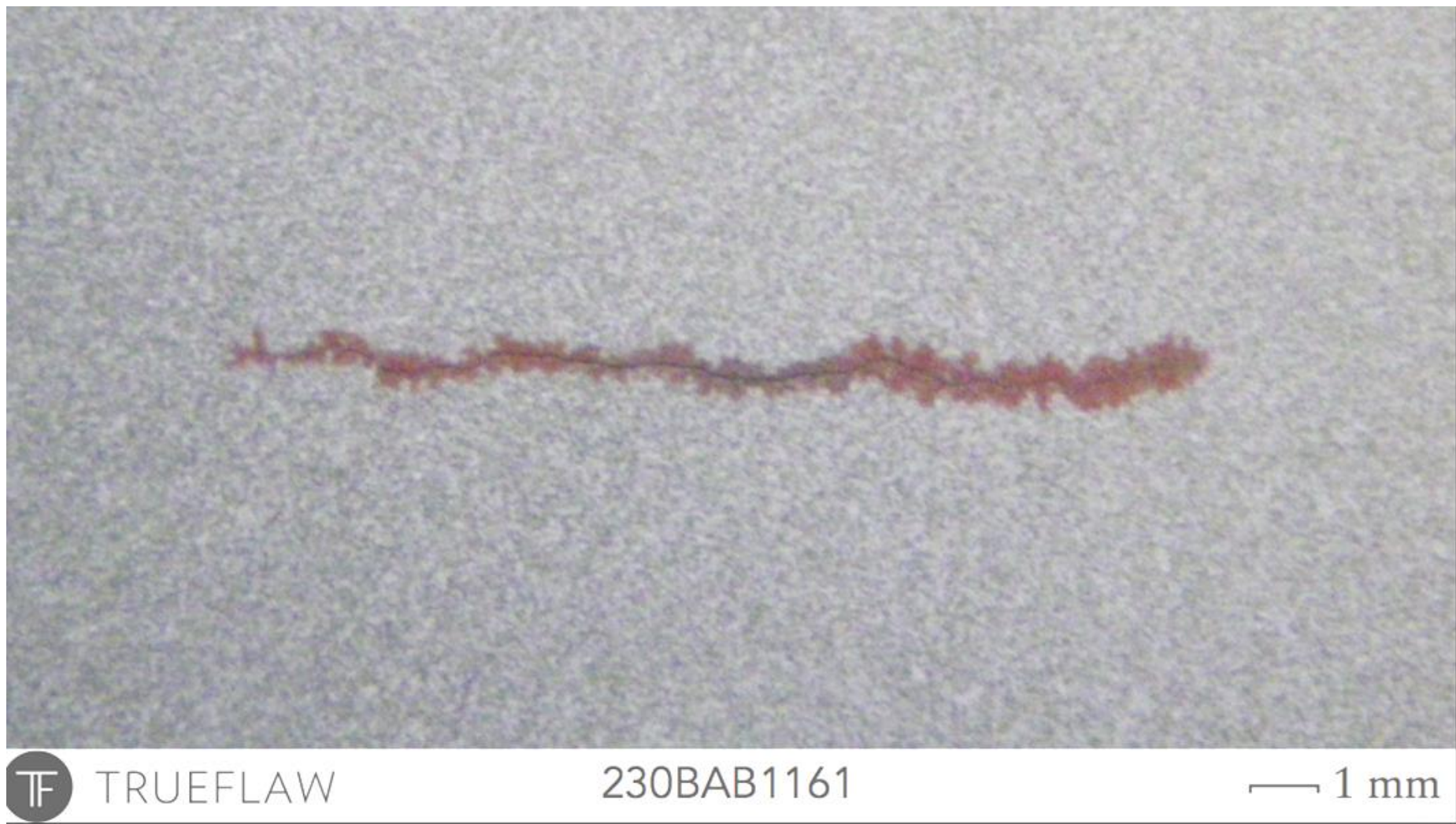


# Příklady indikací kapilárního zkoušení



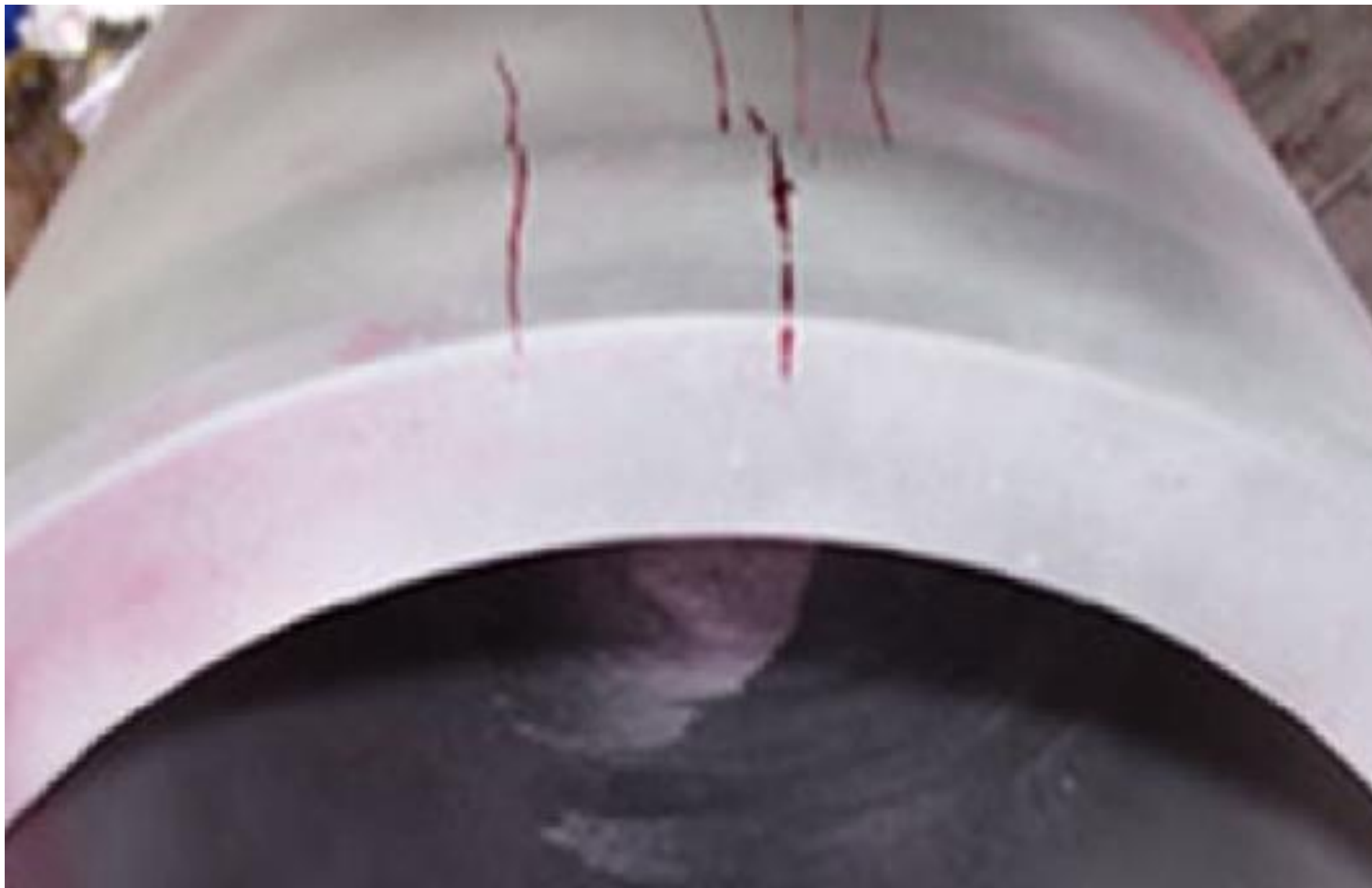


# Příklady indikací kapilárního zkoušení





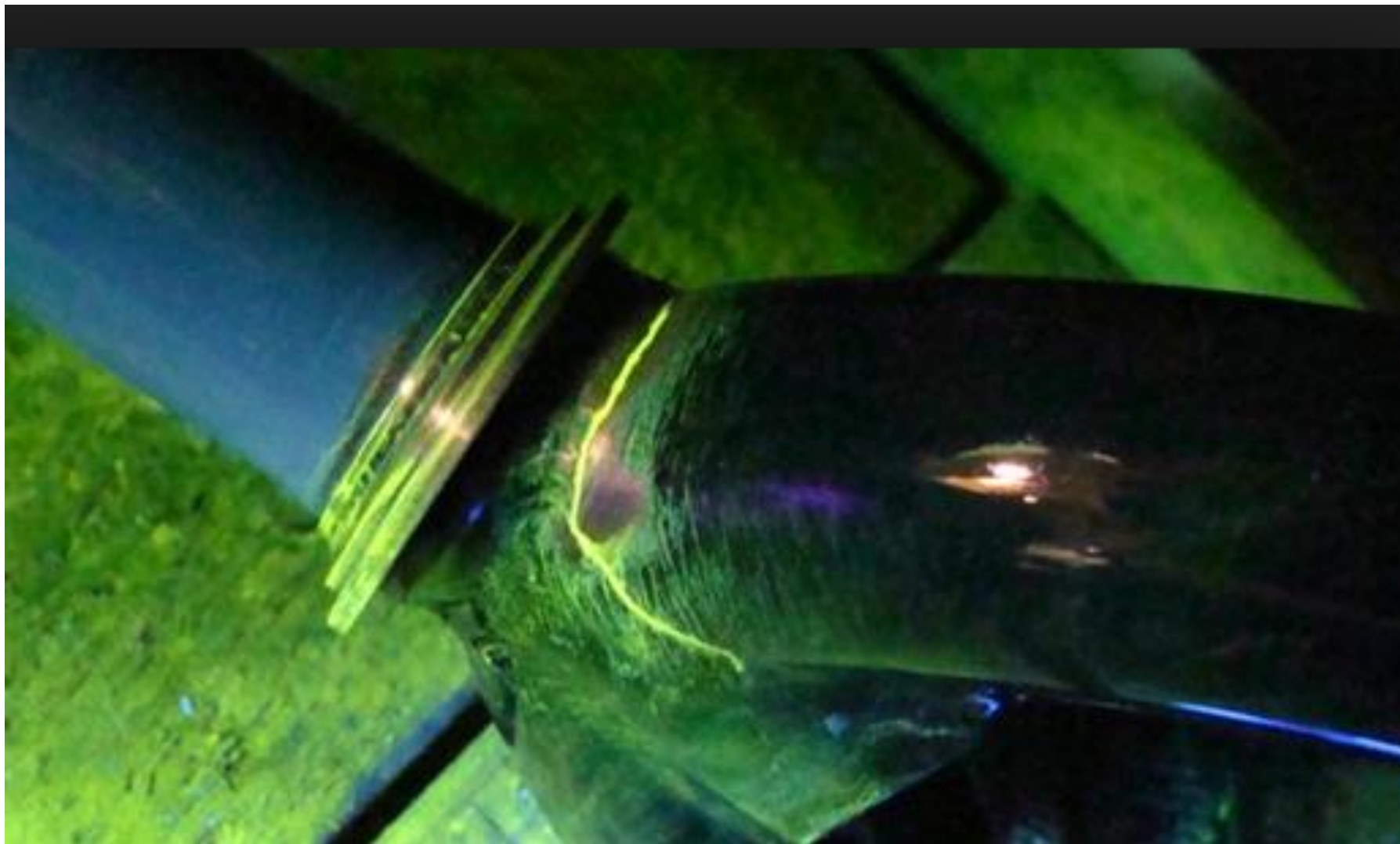
# Příklady indikací kapilárního zkoušení



# Příklady indikací kapilárního zkoušení



# Příklady indikací kapilárního zkoušení



# Příklady indikací kapilárního zkoušení





# Příklady indikací kapilárního zkoušení





# Příklady indikací kapilárního zkoušení



# Příklady indikací kapilárního zkoušení



# Příklady indikací kapilárního zkoušení

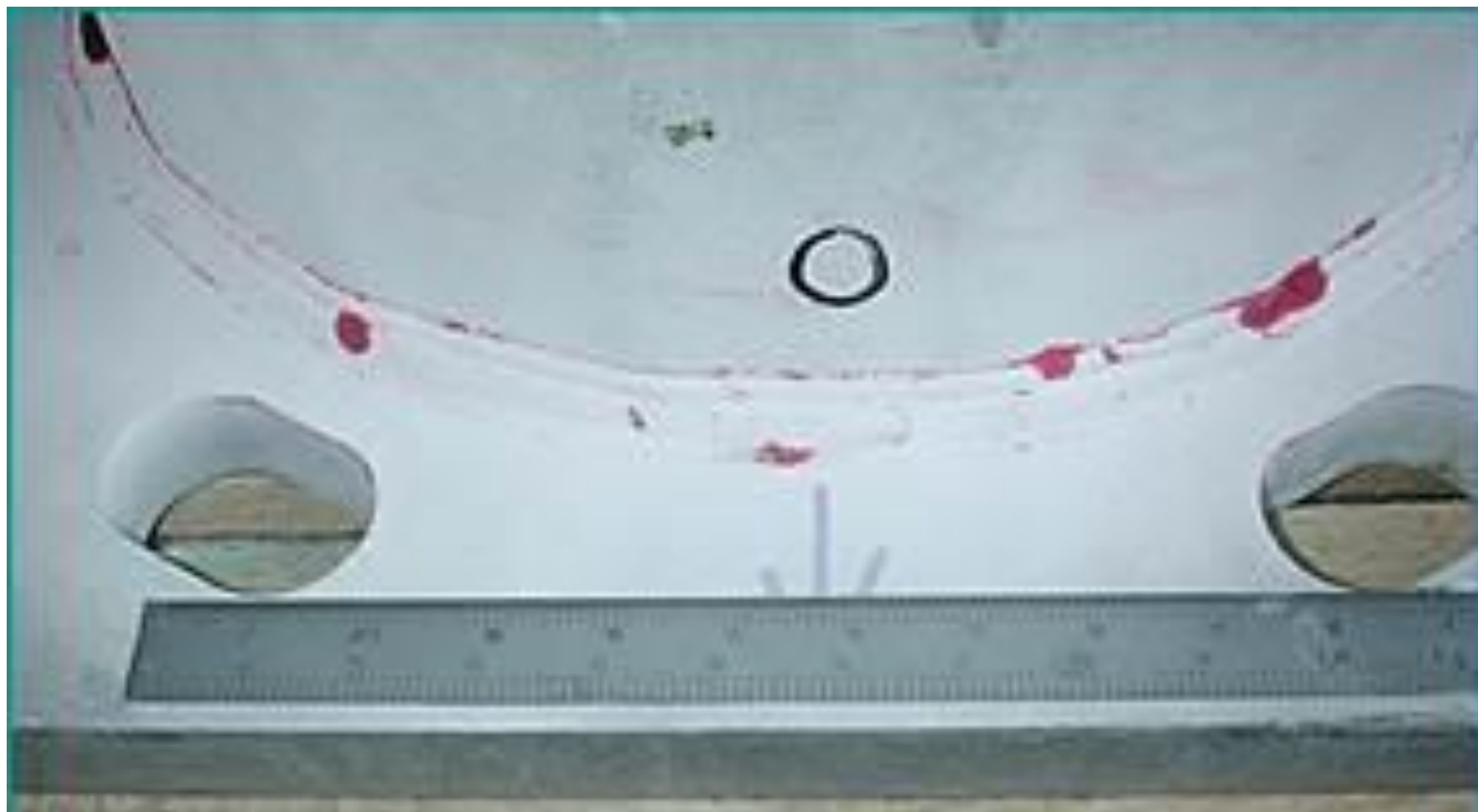




# Příklady indikací kapilárního zkoušení



# Příklady indikací kapilárního zkoušení



# Příklady indikací kapilárního zkoušení

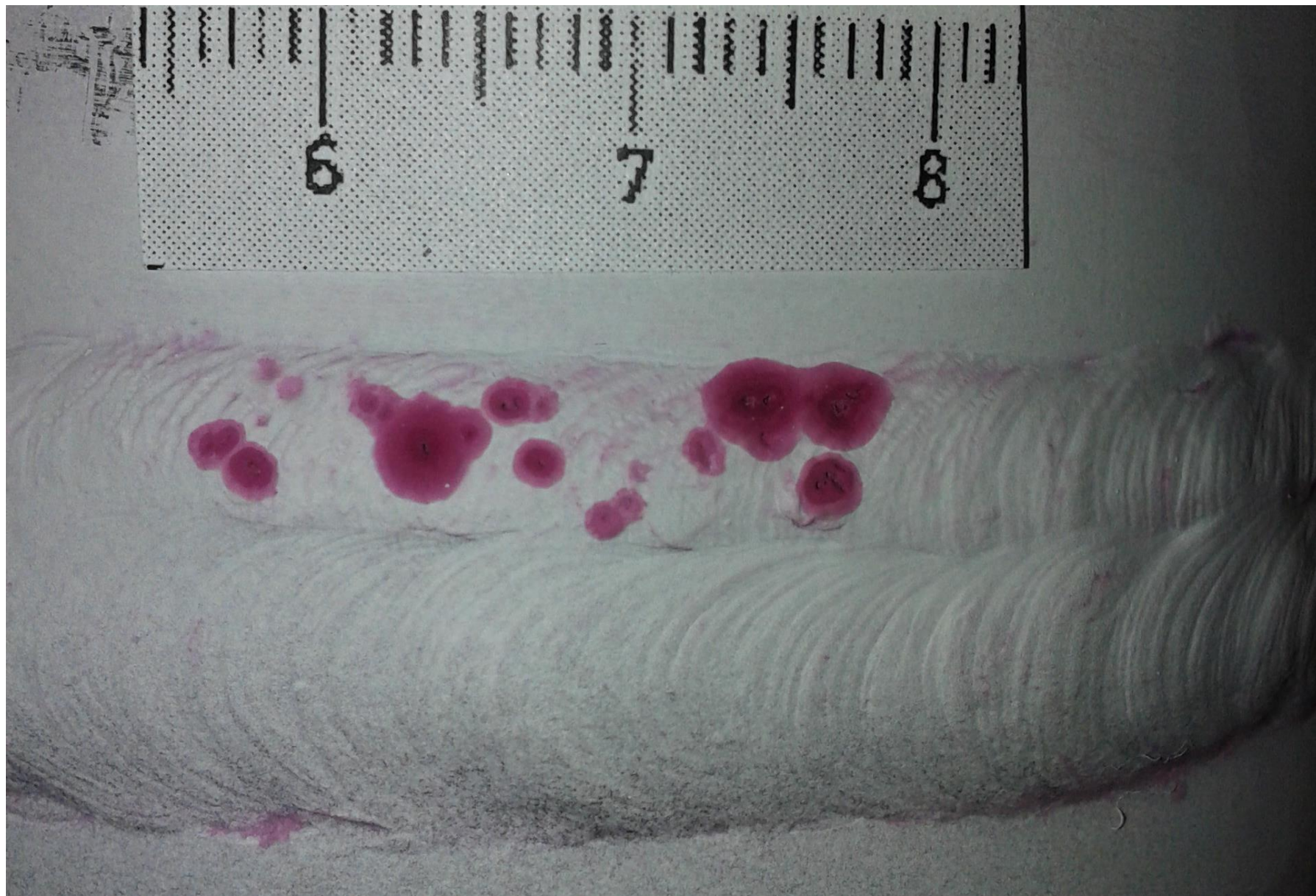


# Příklady indikací kapilárního zkoušení



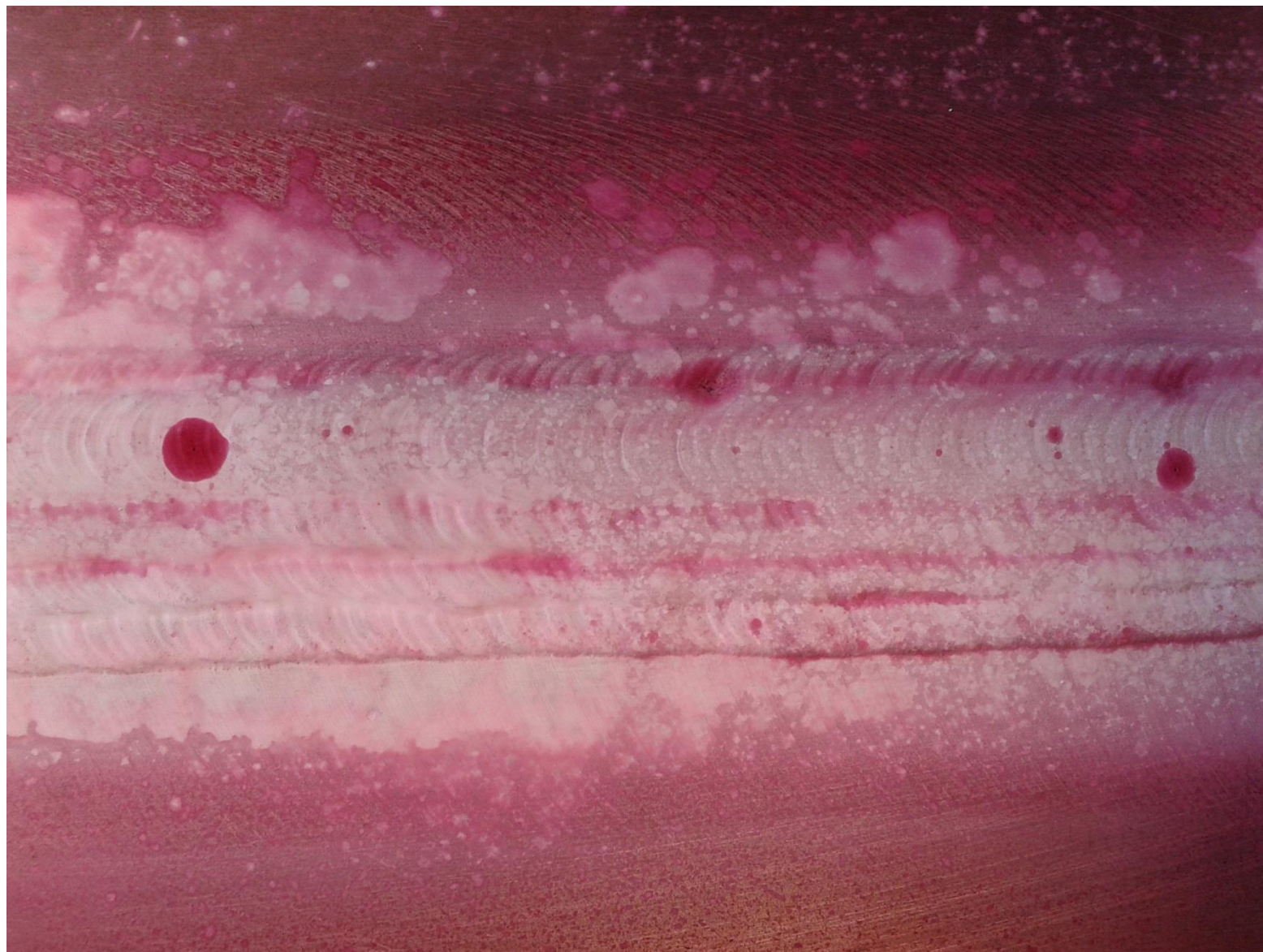


# Příklady indikací kapilárního zkoušení





# Příklady indikací kapilárního zkoušení



# Příklady indikací kapilárního zkoušení



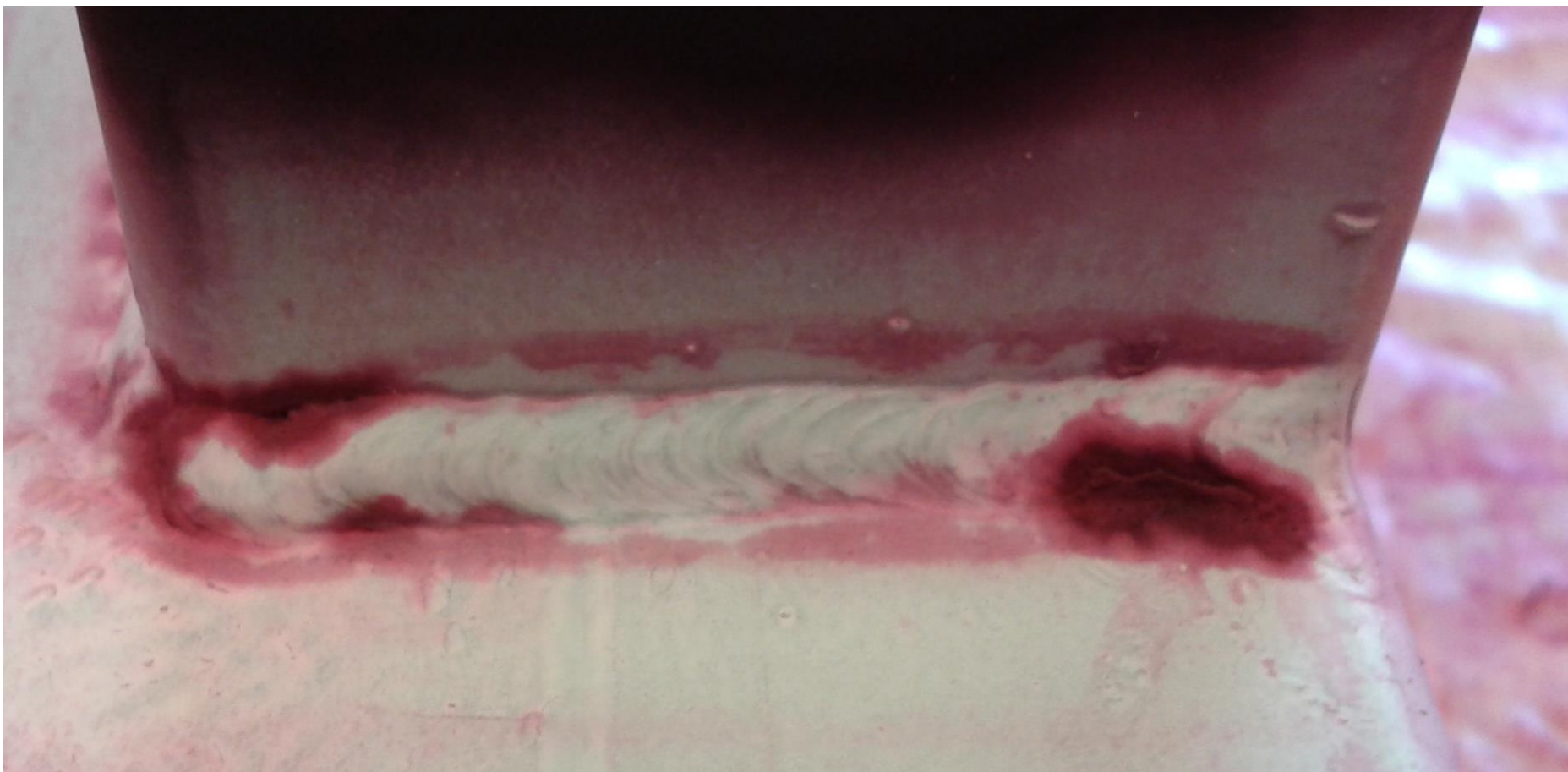


# Příklady indikací kapilárního zkoušení





# Příklady indikací kapilárního zkoušení

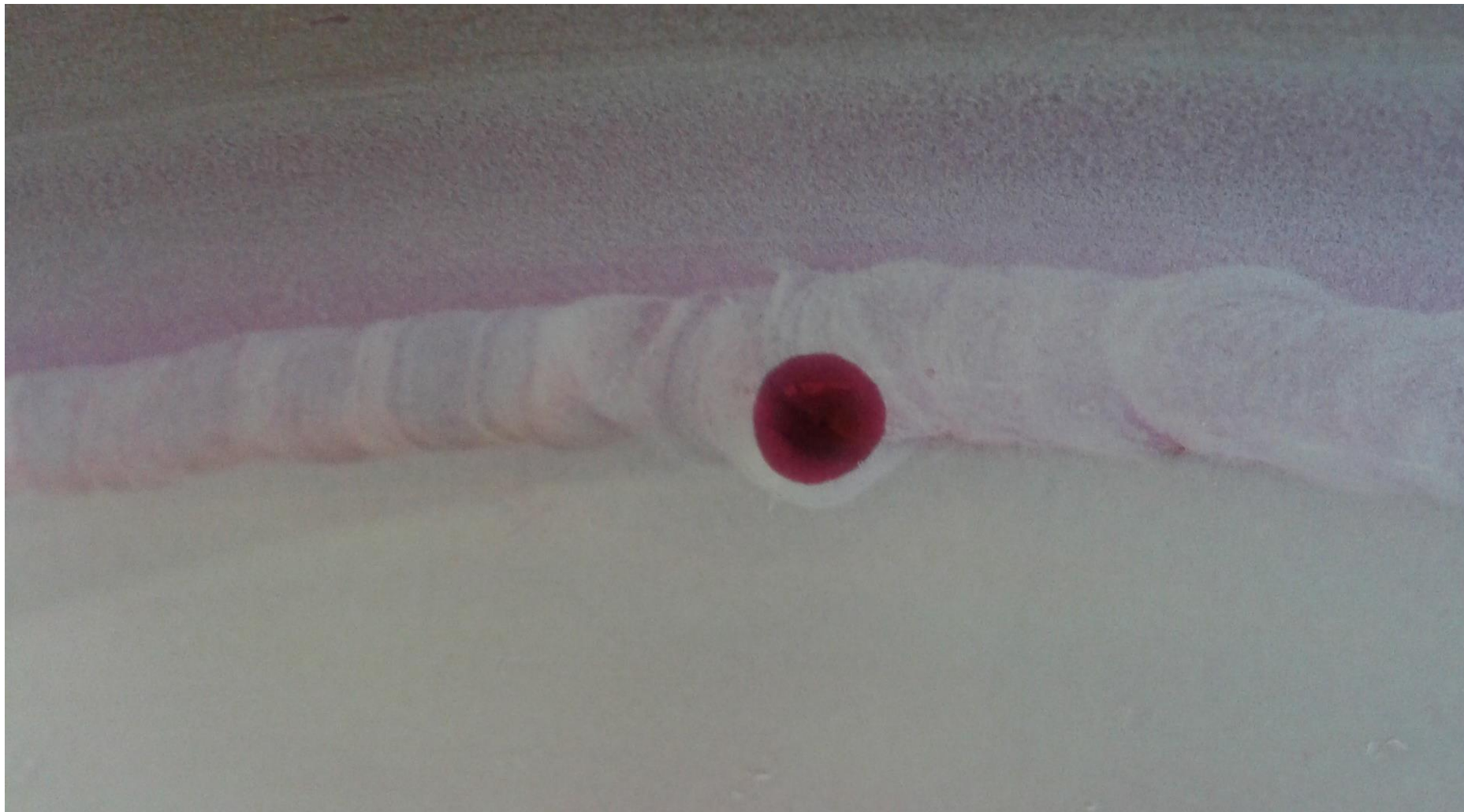


# Příklady indikací kapilárního zkoušení





# Příklady indikací kapilárního zkoušení



# Nedestruktivní zkoušení svarů – Všeobecná pravidla pro kovové materiály

ČSN  
EN ISO 17635

05 1170

**Tabulka 2 – Všeobecně uznávané metody pro zjišťování přístupných povrchových vad u všech typů svarů, včetně koutových svarů**

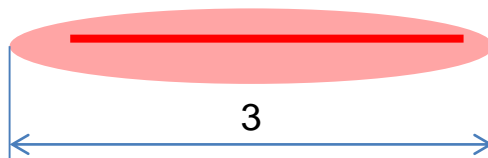
Materiál	Metoda zkoušení
Feritická ocel	VT
	VT a MT
	VT a PT
	VT a (ET)
Austenitické oceli, hliník, nikl, měď a titan	VT
	VT a PT
	VT a (ET)
POZNÁMKA Metody uvedené v závorce jsou pouze omezeně použitelné.	



**Tabulka A.2 – Zkoušení kapilární metodou (PT)**

Stupně kvality podle ISO 5817 nebo ISO 10042	Techniky zkoušení a třídy podle ISO 3452-1	Stupně přípustnosti podle ISO 23277
B	Třída není stanovena	2 X
C		2 X
D		3 X

Př. Tupý svar stupeň kvality C dle ISO 5817, byla zjištěna indikace následující indikace. Je Tato indikace přípustná?

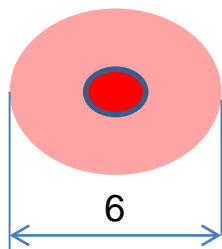


Řešení: dle tabulky A.2 je určen stupeň přípustnosti 2X. Označení X předepisuje hodnocení Lineárních indikací ve stupni 1. Naměřená hodnota je 3mm což přesahuje dovolenou přípustnost 2mm, **svarový spoj nevyhovuje!**

**Tabulka A.2 – Zkoušení kapilární metodou (PT)**

Stupně kvality podle ISO 5817 nebo ISO 10042	Techniky zkoušení a třídy podle ISO 3452-1	Stupně přípustnosti podle ISO 23277
B	Třída není stanovena	2 X
C		2 X
D		3 X

Př. Tupý svar stupeň kvality D dle ISO 5817, byla zjištěna indikace následující indikace. Je Tato indikace přípustná?



Řešení: dle tabulky A.2 je určen stupeň přípustnosti 3X. Označení X předepisuje hodnocení Lineárních indikací ve stupni 1. Naměřená hodnota je 6mm což nepřesahuje dovolenou Přípustnost 8mm, **svarový spoj vyhovuje!**

# Destruktivní zkoušky svarů kovových materiálů – Zkouška rozlomením

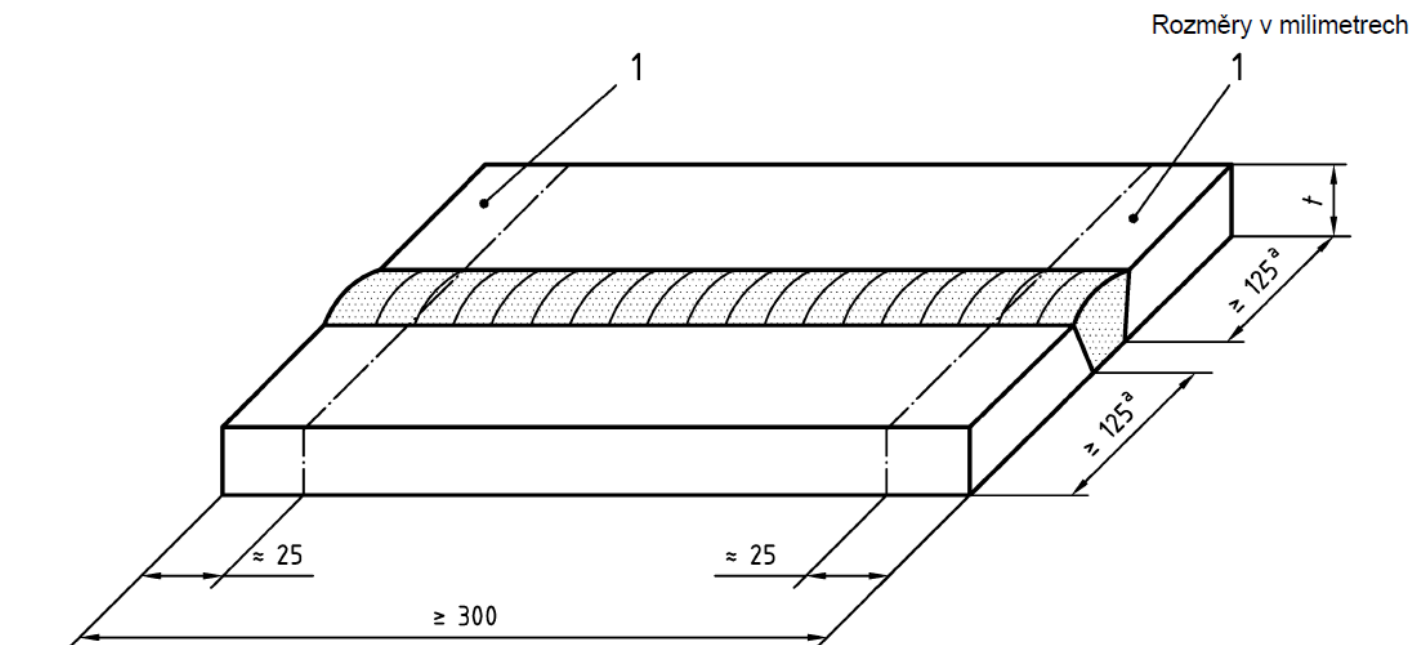
**ČSN  
EN ISO 9017**

05 1127

## 6 Rozměry zkušebního kusu

Není-li na základě výrobní normy nebo na základě dohody mezi smluvními partnery stanoveno jinak, musí být rozměry zkušebního kusu v souladu s obrázky 1 až 4. Zkušební kus musí zajistit dostatečné množství zkušebních vzorků, aby splnil požadavky na celkovou zkušební délku ( $\Sigma L_T$ ) a celkovou zkušební plochu ( $\Sigma A_T$ ).

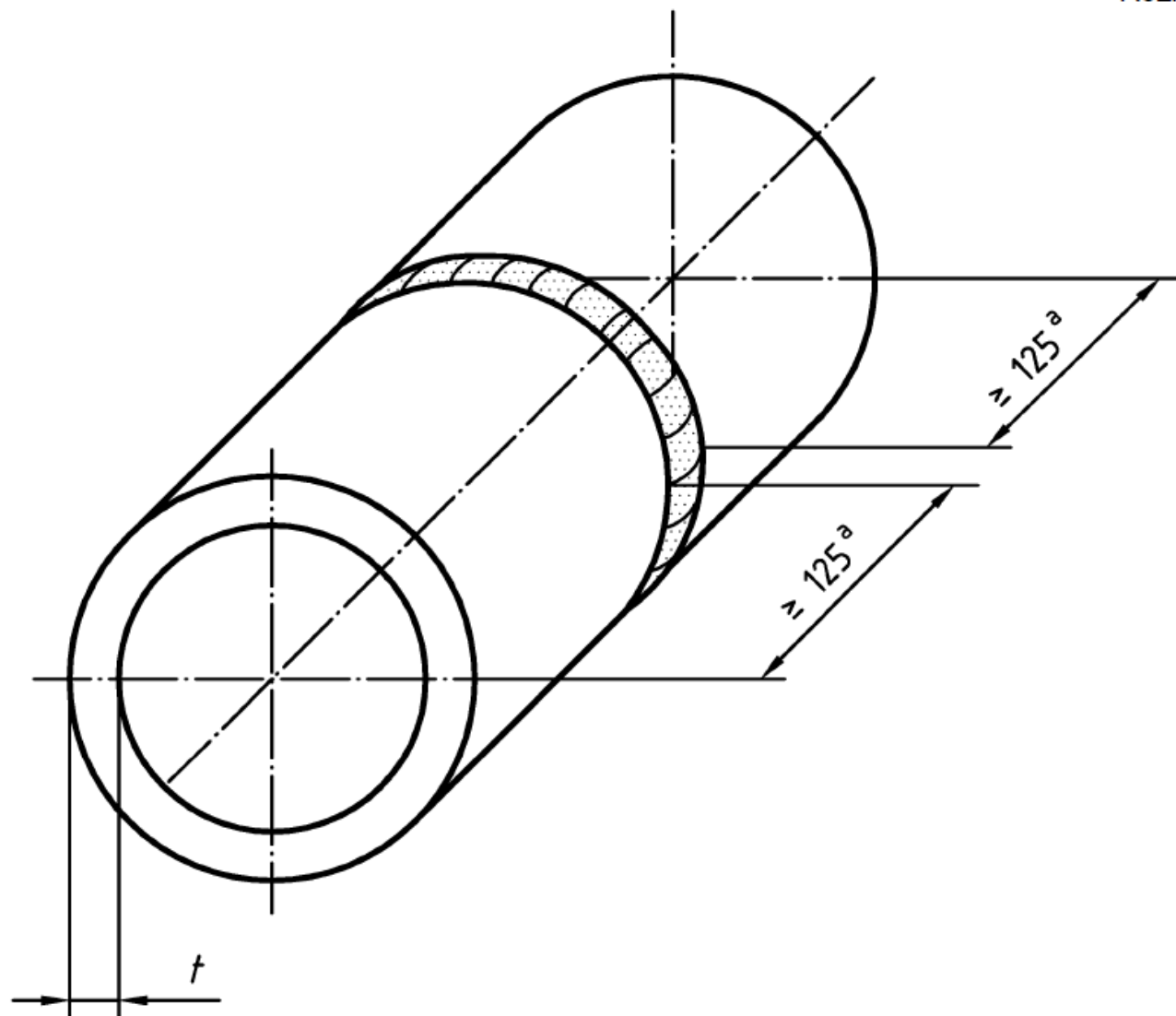
2001



### Legenda

1 Odpad

<sup>a</sup>  $\geq 150$  mm pro materiály s vysokou tepelnou vodivostí (například hliník nebo měď)**Obrázek 1 – Zkušební kus pro tupý svar na plechu**



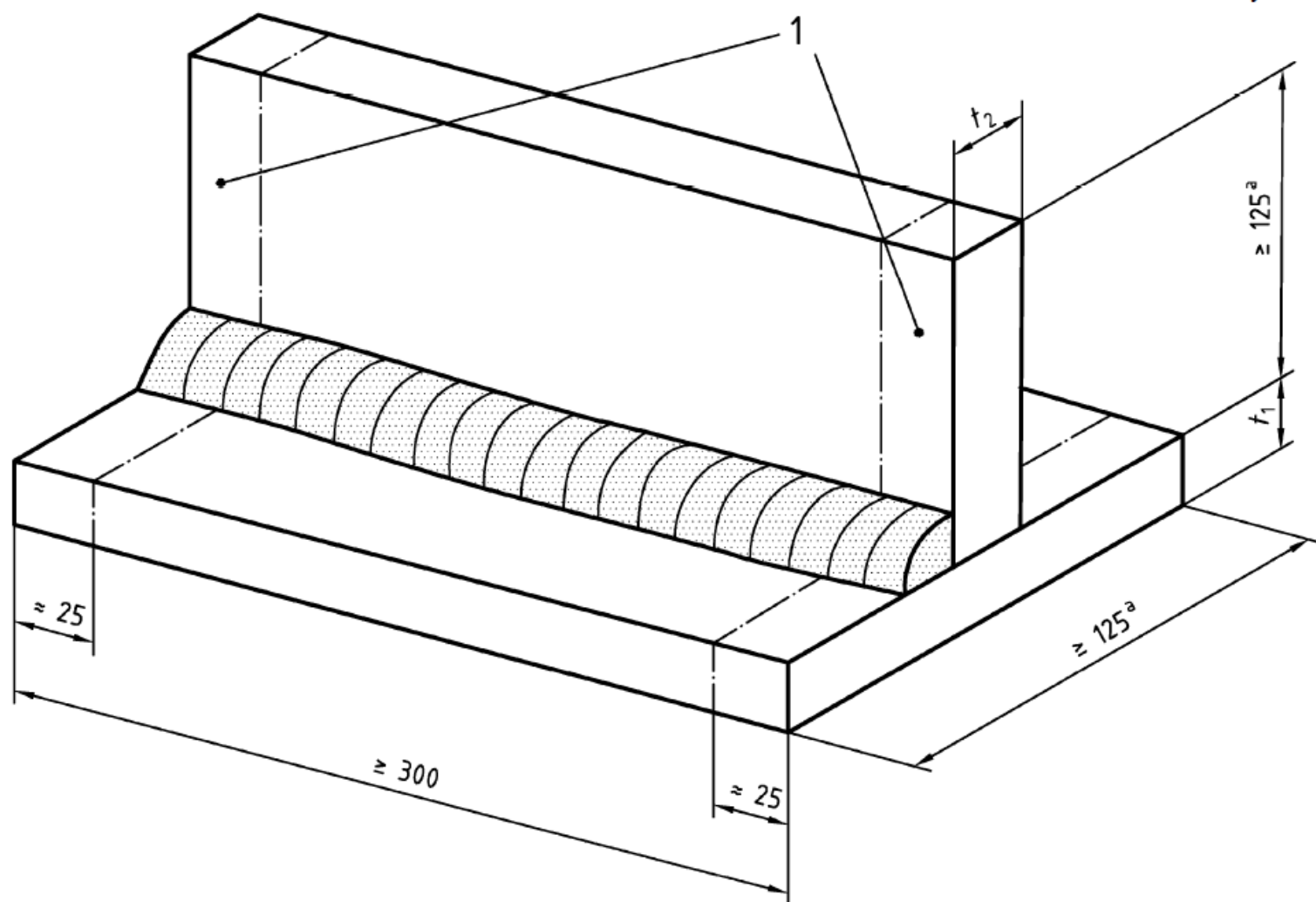
**Legenda**

<sup>a</sup> ≥ 150 mm pro materiály s vysokou tepelnou vodivostí (například hliník nebo měď)

**Obrázek 2 – Zkušební kus pro tupý svar na trubce**



Rozměry v milimetrech



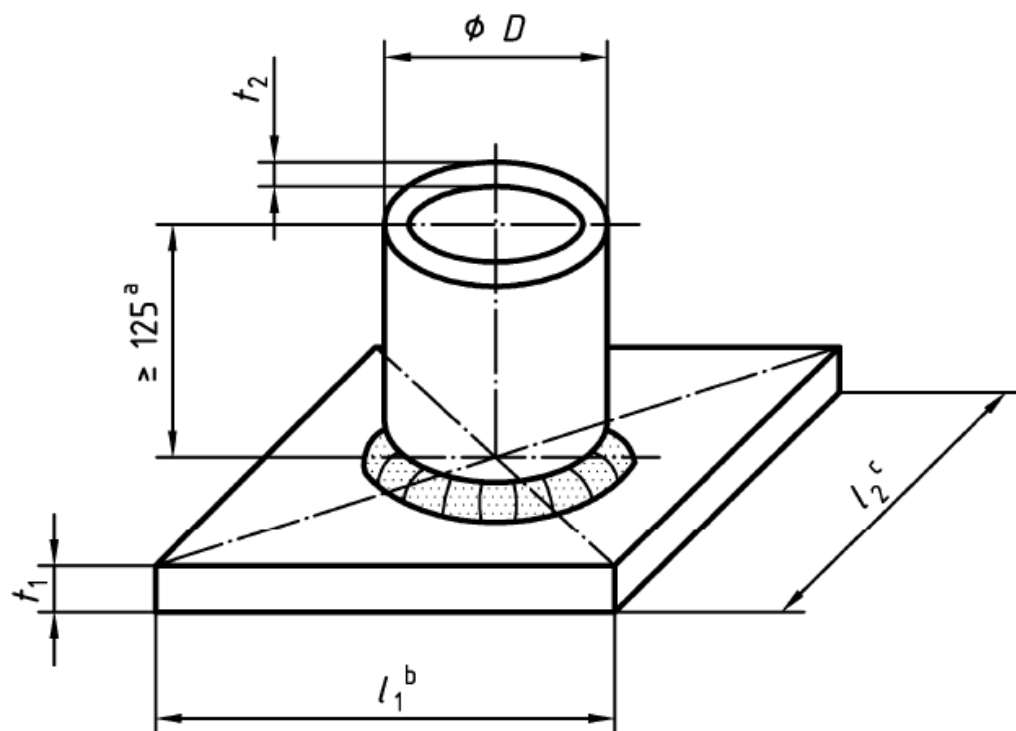
### Legenda

1 Odpad

<sup>a</sup>  $\geq 150$  mm pro materiály s vysokou tepelnou vodivostí (například hliník nebo měď)

Obrázek 3 – Zkušební kus pro koutový svar na plechu

Rozměry v milimetrech



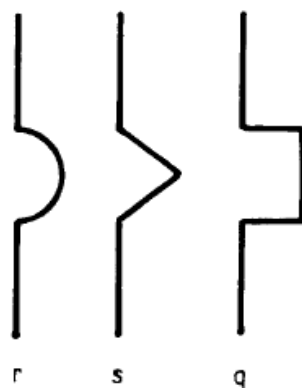
### Legenda

<sup>a</sup>  $\geq 150$  mm pro materiály s vysokou tepelnou vodivostí (například hliník nebo měď)

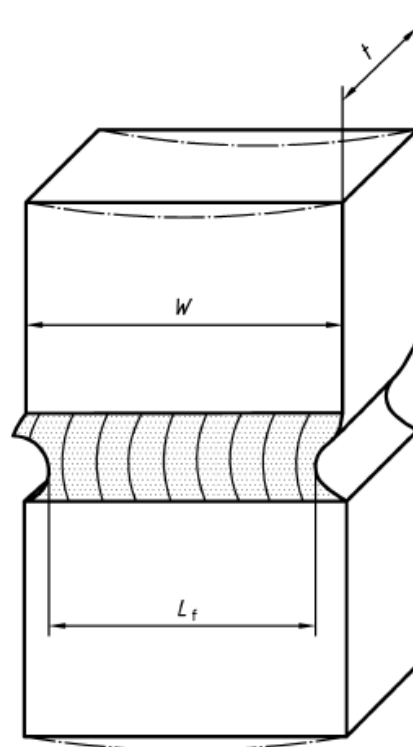
<sup>b</sup>  $l_1 \approx l_2$ ;  $l_1 \geq (D + 100)$

<sup>c</sup>  $l_2 \geq (D + 100)$

Obrázek 4 – Zkušební kus pro koutový svar na trubce

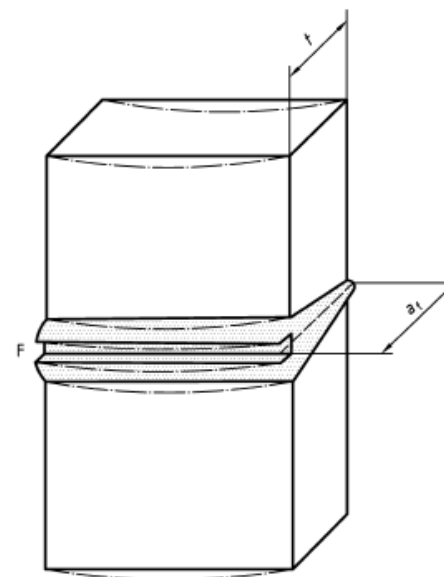


Obrázek 5 – Profily vrubů

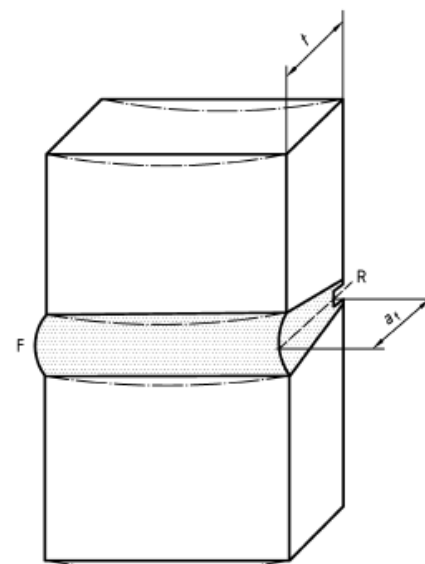


Obrázek 6 – Boční vruby

a) Lící vrub



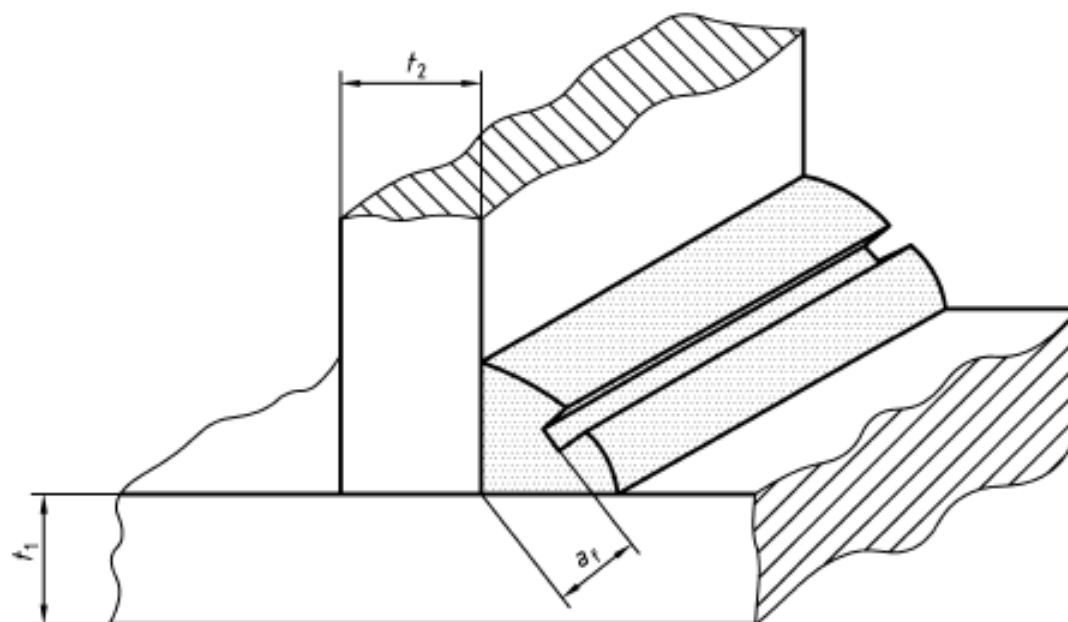
b) Kořenový vrub



POZNÁMKA Plná čára platí pro plechy; čerchovaná čára pro trubky.

Obrázek 7 – Podélné vruby u tupých svarů

POZNÁMKA Plná čára platí pro plechy; čerchovaná čára pro trubky.



Obrázek 8 – Podélný vrub u koutových svarů

## 8 Zkušební postup

### 8.1 Tupé svary

#### 8.1.1 Obecně

Zkoušky rozlomením mohou být provedeny:

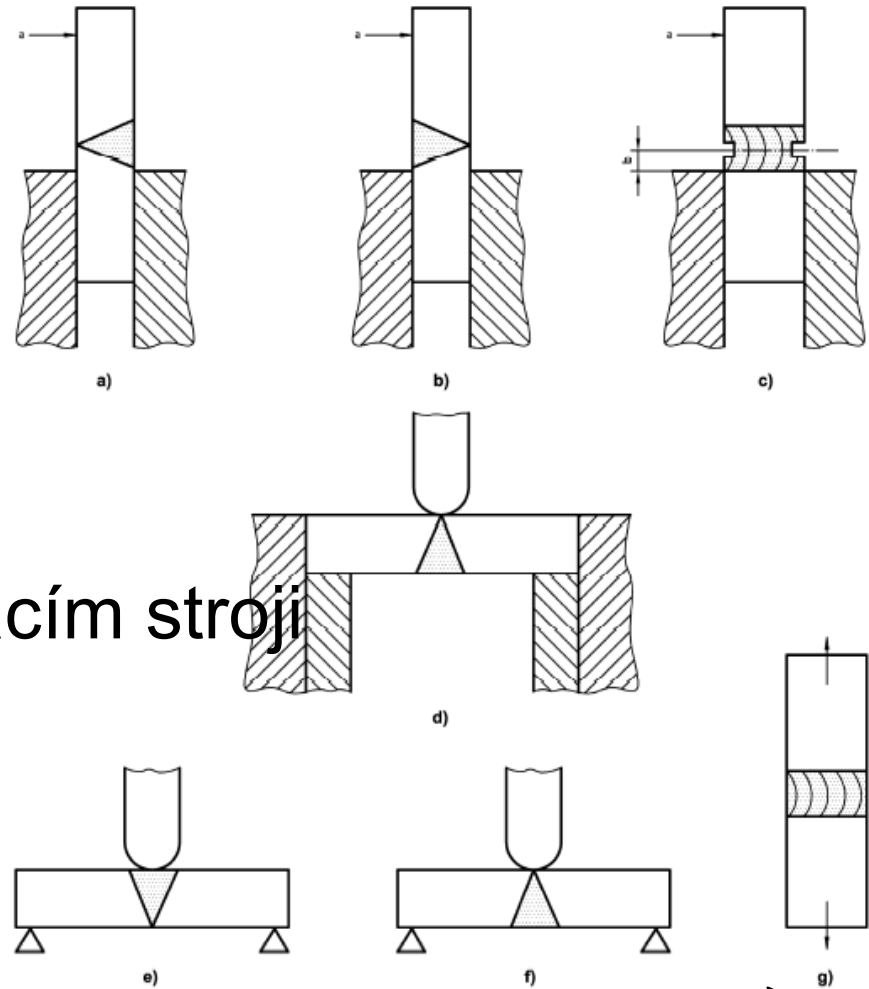
- dynamickými údery např. kladivem [viz obrázky 9a), 9b), 9c)];
- stlačením ve svěráku, v ohýbacím stroji nebo v dílenském lisu [viz obrázky 9d, 9e, 9f)];
- působením tahového zatížení [viz obrázek 9g)].

Pro houževnaté materiály může být užitečné, je-li mezi vrubem a čelistmi svěracího zařízení minimální vzdálenost [viz obrázek. 9c)].

U některých materiálů může být vhodné, aby došlo k iniciaci lomu, provádět zkoušku při nízkých teplotách.



# Dynamické údery kladivem



- a Ráz  
b Viz 8.1.1

Obrázek 9 – Příklady zkušebních metod pro tuté svary [BW]  
(s vruby podle obrázků 5 až 7)

## Stlačením ve svěráku, ohýbacím stroji

## Působením tahového zatížení

### 8.1.2 Tenký materiál

K rozlomení tenkých svarových spojů může být nutný jiný ohyb. Mezní hodnota závisí na houževnatosti materiálu. Toto se musí provést stisknutím zkušebního vzorku v upínacích čelistech v blízkosti vrubu. Nedojde-li k žádnému lomu, musí být provedeno narovnání a opakovaný ohyb.

Místo ohybu může být také použita zkouška tahem [viz obr. 9g)]. Údery kladivem se pro zkoušku rozlomení tenkých materiálů nedoporučují.

### 8.1.3 Tlustý materiál

Tlusté materiály mohou být rozlomeny úderem kladiva.

Pokud se použije ohýbací stroj, musí být zvolen takový průměr ohýbacího trnu, aby pro rozlomení tyče nebylo nutno ohyb opakovat jiným způsobem.

Ohýbání může být provedeno se svařem podél anebo napříč směru působení síly podle obrázků 9c až 9f. Pro zkoušení hliníku je přípustná nejmenší tloušťka přibližně 8 mm.

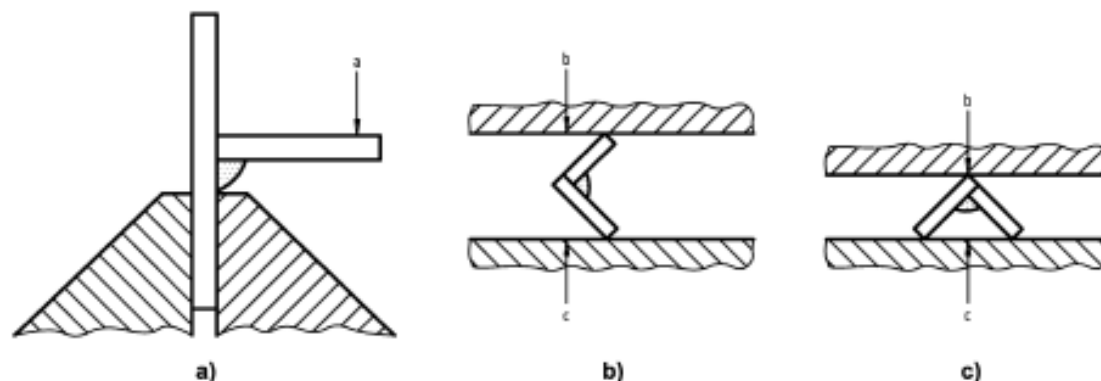
### 8.2 Koutové svary

Zkušební metody jsou podobné jako u tupých svarů (viz 8.1) s výjimkou zkoušky tahem, která není možná. Příklady jsou uvedeny na obrázku 10.

### 8.3 Zvláštní doporučení pro houževnaté svařové kovy

Jestliže se požaduje rozlomení ve svařovém kovu, může být u houževnatých svařových kovů z austenitické oceli, hliníku, mědi, niklu a jejich slitin, nutné omezit tloušťku zkušebních vzorků a velikost koutových svarů, zvětšit šířku vrubu, zmenšit poloměr vrubu, zvětšit sílu/energii úderu zkoušky.

Pro houževnaté svařové kovy, jako jsou například feritické oceli, může být nezbytné ochlazení zkušebního vzorku.



- a Úder
- b Směr pohybu
- c Pohyb, je-li použitelný

Obrázek 10 – Příklady zkušebních postupů pro koutové svary (FW) (Vruby dle obrázků 5 a 8)



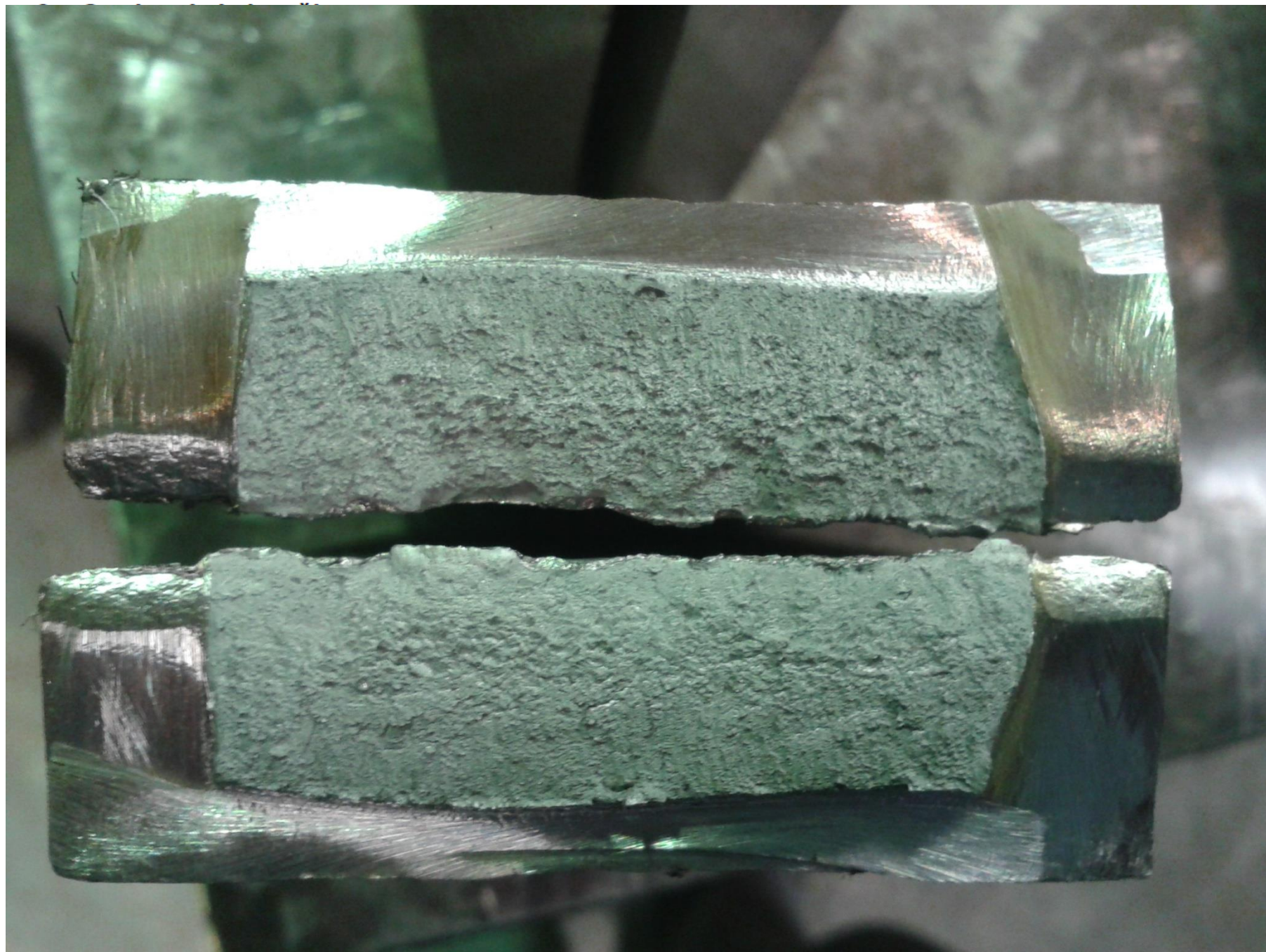






















**Děkuji za pozornost...**

**hrstka@svv.cz**