

# NDT - LT A VODNÝ ZÁKON. POŽIADAVKY A REALITA

SEMINÁR PIEŠŤANY, MÁJ 2005

## MINULOSŤ, SÚČASNOSŤ A BUDÚCNOSŤ DEFEKTOSKOPIE

Ing. Václav Jandura, ATG s.r.o., ČR


### OBSAH :

<b>1. Minulost, současnost a budoucnost defektoskopie</b> .....	<b>1</b>
1.1 Ultrazvuková metoda – UT.....	2
1.2 Radiografická metoda – RT .....	3
1.3 Vizuální metoda – VT .....	4
1.4 Elektromagnetické metody zkoušení – ET.....	5
1.5 Kapilární metoda – PT, magnetická metoda prášková - MT .....	6
1.6 Ostatní NDT metody .....	7
<b>2. Provádění NDT zkoušek – obecné požadavky</b> .....	<b>7</b>
2.1 Písemný postup – procedura .....	8
2.1.1 Odborná způsobilost pro tvorbu písemného postupu.....	8
2.1.2 Podklady pro tvorbu písemných postupů.....	8
<b>3. EN normy a jednotlivé NDT metody</b> .....	<b>10</b>
3.1 EN normy pro radiografickou metodu – RT.....	10
3.2 EN normy pro ultrazvukovou metodu – UT .....	11
3.3 EN normy pro magnetickou metodu práškovou – MT.....	12
3.4 EN normy pro kapilární metodu - PT .....	13
3.5 EN normy pro vizuální metodu – VT .....	14
<b>4. Shrnutí – závěr</b> .....	<b>17</b>
<b>5. Použitá literatura</b> .....	<b>17</b>

## 1. Minulost, současnost a budoucnost defektoskopie

Odborný seminář „**NDT – LT a vodní zákon. Požadavky a reality**“ je střetnutím defektoskopických pracovníků zaměřených hlavně na **metodu zkoušení netěsností – LT**. Pracovníci, kteří provádějí posuzování technického stavu objektů na nebezpečné látky, inspektoři a přímo defektoskopičtí pracovníci ovšem nezbytně potřebují kromě LT i podporu a využití dalších NDT metod. Nepochybně sem patří všeobecně vyžadovaná **vizuální kontrola, ultrazvuk, radiografie, elektromagnetické metody zkoušení a další**.

V první části tohoto příspěvku je popsán současný stav v provádění NDT zkoušek, ohlédneme se i za minulostí a předcházejícím vývojem. Dále se pokusíme naznačit i pokrokové trendy a prognózu dalšího vývoje.

 ČR - SR © 2 005	* <b>NDT - LT A VODNÝ ZÁKON. POŽIADAVKY A REALITA</b> * SEMINÁR PIEŠŤANY, MÁJ 2005 – PRÍSPEVOK ING. VÁCLAV JANDURA <b>MINULOSŤ, SÚČASNOSŤ A BUDÚCNOSŤ DEFEKTOSKOPIE</b>	POČET LISTOV : [ 17 ]
	* ŠKOLIACE A KONZULTAČNÉ STREDISKO NDT PRE ODBOR NETESNOSTÍ PIEŠŤANY *	LIST Č. : [ 1 ]

## 1.1 Ultrazvuková metoda – UT

Ultrazvuková metoda – UT zkoušení polotovarů a výrobků pochopitelně vždy patřila a patří k základním metodám nedestruktivního zkoušení a je široce využitelná i pro kontrolu nádrží, potrubí, tanků. Připomeňme např. široce využívané specializované měření tlouštěk stěn ultrazvukovým tloušťkoměrem.

Historický vývoj UT metody souvisel s vývojem oboru akustiky.

Významným mezníkem byla práce **lorda Rayleigha „The Theory of Sound“**, publikovaná v r. 1877, která položila základ vědecké akustiky. Základní význam má rovněž Joulův objev magnetostrikce, publikovaný v r. 1847 a **objev piezoelectricity bratrů Curiových** v r. 1880.

Postupné zavádění ultrazvukové metody do průmyslové praxe však umožnil až rozvoj elektroniky ve 40. letech a vývoj nových piezoelektrických keramických materiálů pro měniče ultrazvukových sond.

Dalším nezbytným předpokladem pro rozvoj metody (a nejen této) bylo zpracování teoretických fyzikálních základů a metodických postupů pro zkoušení a hodnocení vad pro různé typy polotovarů a výrobků. V tomto směru má zásadní význam práce bratrů **J. a H. Krautkrämerových: „Ultrasonic Testing of Materials“** z 50. let. Tito pánové jsou zároveň autory metody hodnocení velikosti vad podle amplitudy vadového echa, využívající teoreticky vytvořené soustavy křivek, vyjadřujících závislost amplitudy echa na vzdálenosti pro různé náhradní velikosti vad /průměry plochého dna/. Tento tzv. **AVG diagram** v obecném tvaru byl patentován v r. 1959 a je dodnes celosvětově využíván pro svoji jednoduchost, protože k hodnocení

velikosti vady není nutno používat speciální měrky s uměle vytvořenými vadami.

Ultrazvuková metoda zkoušení se od 60. let začíná stále více uplatňovat ve všech průmyslových odvětvích, zejména při kontrole tvářených polotovarů velkých tlouštěk, kde nelze pro detekci vad jinou nedestruktivní metodu použít.

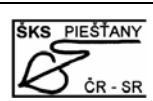
V této době začaly vznikat rovněž první automatizované zkušební linky.

Prudký rozvoj elektroniky a počítačové techniky v 80. a 90. letech přinesl zásadní změny v konstrukci přístrojů pro ultrazvukové zkoušení. Přejít k digitálním přístrojům a počítačovému zpracování dat umožnil konstrukci podstatně menších a lehčích přístrojů a především přesnější a dokonalejší vyhodnocování zjištěných vad. V posledních letech byly vyvinuty mnohokanálové automatizované systémy, umožňující plnit velmi náročné úkoly, jako např. kontrolu nádob jaderných reaktorů, plynovodních potrubí apod. Využívá se zde např. skupinových měničů („**Phased Array**“), umožňujících elektronické řízení a tvarování ultrazvukového pole a kontrolu tvarově složitých komponent.

Počítačově řízené systémy rovněž výrazně zkvalitňují hodnocení nálezů z hlediska určení geometrie a orientace vady. Je to zejména i u nás využívaná technika **TOFD („Time of Flight Diffraction Technique“)**, založená na detekci difrakčních signálů vznikajících na vrcholech trhliny.

Pro zkoušení potrubních systémů pak bylo vyvinuto zařízení na principu „circular array“, kde jsou měniče uspořádány na válcovém nosiči, který se pohybuje uvnitř potrubí a umožňuje detekci vad ve stěně potrubí nebo korozního poškození.

Přínosem pro techniku zkoušení ultrazvukem je rovněž vyvinutí sond typu **EMAT**, využívajících pro buzení ultrazvukových vln elektromagnetických principů.

 © 2 005	* <b>NDT - LT A VODNÝ ZÁKON. POŽIADAVKY A REALITA *</b> SEMINÁR PIEŠŤANY, MÁJ 2005 – PRÍSPEVOK ING. VÁCLAV JANDURA <b>MINULOSŤ, SÚČASNOSŤ A BUDÚCNOSŤ DEFEKTOSKOPIE</b>	POČET LISTOV : [ 17 ]
	* ŠKOLIACE A KONZULTAČNÉ STREDISKO NDT PRE ODBOR NETESNOSTÍ PIEŠŤANY *	LIST Č. : [ 2 ]

Výhodou tohoto typu sond je, že pracují bezkontaktně a mohou být využity i pro zkoušení na povrchu s vysokou teplotou, jako jsou horkovody apod. Nevýhodou je nižší citlivost v porovnání s klasickou ultrazvukovou metodou a možnost využití pouze na vodivých feromagnetických materiálech.

Velký význam mají aplikace ultrazvukové metody při kontrole leteckých komponent, jako jsou lepené spoje, voštinové konstrukce a kompozitní díly. Vzhledem k tvarové složitosti leteckých komponent se pro skenování povrchu využívají počítačem řízené manipulátory.

Ultrazvukové metody zkoušení se uplatňují nejen pro detekci vad v kovových a nekovových materiálech, ale i při hodnocení struktury a mechanických vlastností na základě změn akustických vlastností (rychlosti šíření a útlumu ultrazvukových vln).

## 1.2 Radiografická metoda – RT

Radiografická metoda – RT (prozařování) je další ze základních, uznávaných a široce využívaných metod nedestruktivního zkoušení. Je určena pro široké spektrum materiálů a výrobků a zaměřena zejména na zjišťování vnitřních objemových vad, či necelistvostí. RT metoda je založena na využití vlastností ionizujícího záření (rentgenova záření a záření gama).

Rentgenovo (X) záření a záření gama spadají do oblasti elektromagnetického záření - vlnění (stejně tak jako například světlo), Jeho vlnová délka je však velmi krátká ( $10^{-9}$  -  $10^{-12}$  m).

Toto záření má obecně výraznou schopnost pronikat materiálem a při pronikání se zeslabuje jeho intenzita. Velikost zeslabení je tím větší, čím hustším a silnějším materiálem záření proniká. Princip radiografie spočívá v detekci (zviditelnění) rozdílně velkých intenzit prošlého záření způsobených rozdílnou tloušťkou stěn výrobku, nebo vnitřní vadou.


Zdroje záření:

- a) **rentgenky, urychlovače - rentgenovo záření** (záření X)
- b) **radioaktivní izotopy – selen Se<sup>75</sup>, iridium Ir<sup>192</sup>, kobalt Co<sup>60</sup>** - záření gama

Od objevu záření X, **Wilhelmem Conradem Röntgenem na konci 19. století** (datováno na večer 8.11.1895), kdy se stydlivé Viktoriánské dámy koupaly ve vanách oblečené, protože se obávaly pohledů prostopášných učenců skrze zdi, a od objevu přirozených a umělých radioizotopů, se změnilo mnoho.

Pro možnost využití kontroly mimo laboratoře byly vedle stacionárních rentgenových přístrojů vyvinuty **přenosné aparatury**. Ke snížení hmotnosti přispěla změna klasické rentgenky (skleněné) na **rentgenky kovokeramické**. Pro zkoušení velkých tlouštěk byly zkonstruovány různé druhy urychlovačů, které produkují vysokoenergetické záření.

V poslední době se také využívají rentgenky s ohniskem o několik řádů menším než mají klasické rentgenky. Jsou to tzv. **miniohniskové** (0,1 – 0,4 mm) a **mikroohniskové** (0,005 – 0,1 mm) **rentgenky**. Tyto přístroje se využívají pro

 ČR - SR © 2 005	<b>* NDT - LT A VODNÝ ZÁKON. POŽIADAVKY A REALITA *</b> SEMINÁR PIEŠŤANY, MÁJ 2005 – PRÍSPEVOK ING. VÁCLAV JANDURA <b>MINULOSŤ, SÚČASNOSŤ A BUDÚCNOSŤ DEFEKTOSKOPIE</b>	POČET LISTOV : [ 17 ]
	* ŠKOLIACE A KONZULTAČNÉ STREDISKO NDT PRE ODBOR NETESNOSTÍ PIEŠŤANY *	LIST Č. : [ 3 ]

speciální aplikace, jako je zkoušení tištěných spojů, nebo v případech, kdy je třeba využít geometrického zvětšení – až dvacetinásobného.

S možností využívání **ochuzeného uranu** jako materiálu pro **kryty radioizotopů** místo olova, se výrazně zmenšila i jejich hmotnost. Pro **kontrolu dálkových potrubí** slouží tzv. **mloky**, které automaticky projíždějí potrubím, na stanovené místě na povel zastaví a prozáří požadovanou část, například svar.

Jako detektory záření se v běžné praxi používaly a i nadále používají **stínítka, štíty a filmy** různé citlivosti. Na rozdíl od toho, **radioskopie** umožňuje okamžité pozorování prozařovaného objektu a to **i za pohybu**. Místo radiografického filmu se jako záznamové médium používá obrazovka (prostřednictvím konvertorů).

Co je novinkou z nejčerstvějších - **zkoušení pomocí nepřímé radiografie**, která využívá **paměťové fotoluminiscenční fólie**, pomocí nichž **je záznam přímo digitalizován**. Fólie lze používat mnohonásobně, řádově stovky použití).

Další přístroje, zařízení a pomůcky nezbytné pro RT : negatoskopy na prohlížení radiogramů., denzitometry pro měření zčernání radiogramů, zařízení na laboratorní zpracování exponovaných filmů (ruční nebo automatické), radiografické měrky, filmy, zesilovací fólie, olověné značky, měřiče dávky a dávkového příkonu, prozařovací kobky, stínění .....

Poslední dobou se klade stále větší důraz na posuzování filmových systémů a na kontrolu negativního procesu v NDT zkušebně.

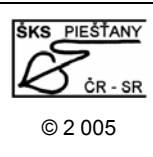
Filmový systém je kombinací filmu a doporučeného způsobu zpracování. Touto problematikou se zabývá norma EN 584.

### 1.3 Vizuální metoda – VT

Vizuální metoda je metodou, která je nám všem určitě jednou z nejbližších. S ohledem na to, že podrobná přednáška zaměřená do oblasti jejího využití při zkoušení nádrží, potrubí a dalších zařízení byly již přednesena na předešlém semináři v minulém roce a s ohledem na následující přednášku Ing. Ščasného se pouze trochu ohlédneme zpět a vrátíme k současnosti.

Historický základ vizuální metody je velmi starý, pravdou ale je, že vizuální metoda v minulosti **nebyla považována za jednu z metod nedestruktivního zkoušení**.

V Americe se začalo otevřeně mluvit o vizuální metodě jako plnohodnotné metodě nedestruktivního zkoušení až v době kolem roku **1988**, kdy ve vydání doporučené praxe **SNT-TC-1A** se poprvé objevila v seznamu NDT metod. V Evropě nám to trvalo ještě mnohem déle – vzpomeňte, v prvním vydání velice populární normy EN 473, týkající se kvalifikace a certifikace NDT personálu, které vyšlo v roce 1993, vizuální metoda chyběla mezi základními metodami. Objevila se jen „pod čarou“ jako další možná. Teprve v novém revidovaném vydání **EN 473 v roce 2000** se VT zařadila mezi základní seznam norem.

 © 2 005	* <b>NDT - LT A VODNÝ ZÁKON. POŽIADAVKY A REALITA</b> * SEMINÁR PIEŠŤANY, MÁJ 2005 – PRÍSPEVOK ING. VÁCLAV JANDURA <b>MINULOSŤ, SÚČASNOSŤ A BUDÚCNOSŤ DEFEKTOSKOPIE</b>	POČET LISTOV : [ 17 ]
	* ŠKOLIACE A KONZULTAČNÉ STREDISKO NDT PRE ODBOR NETESNOSTÍ PIEŠŤANY *	LIST Č. : [ 4 ]

V průběhu těchto předešlých 17 let lze pozorovat stále rostoucí význam této metody a hlavně výrazné rozšíření do nejrůznějších technických aplikací při kontrole součástí, materiálů a výrobků.

Další vývoj VT kontroly je a určitě i bude spjat s dalším rozvojem techniky – přístrojů, zařízení, vybavení a software. Endoskopie je dnes považována za přirozenou součást vizuální kontroly v podnicích.

#### 1.4 Elektromagnetické metody zkoušení – ET

Metoda vířivých proudů (Eddy Current), která patří k nejrozšířenějším, patří právě do skupiny elektromagnetických metod. Její princip je založen na jevu elektromagnetické indukce. Změny v chemickém složení, struktuře a přítomnost vad ve zkoušeném elektricky vodivém materiálu se projeví jako změna indukovaného napětí na snímači – cívce.

Základy metody položil již v 19. století Anglický fyzik **Michael Faraday**. Vířivé proudy jako zkušební metoda se začala rozvíjet v 50-tých letech 20. století. O její rozvoj se zasloužil především **Dr. Friedrich Foerster**, který provedl velké množství pokusů a měření a vytvořil teorii, ze které se vychází dodnes. První zkušební aparatury tvořily vlastně pouze snímače ve formě cívky, generátor frekvencí a měřič napětí.

Postupně se přístrojová technika vyvinula do dnešní podoby velice sofistikovaných mikroprocesorových zařízení s mnoha funkcemi, které umožňují ze signálu získat maximální množství informací.

Metoda vířivých proudů se dnes používá v různých oblastech jako výroba hutních polotovarů, letectví, automobilový průmysl a v neposlední řadě chemický průmysl a energetika, což je právě oblast aplikací, která by vás mohla zajímat.

Výhodou je, že metoda se dá snadno automatizovat (například při zkoušení trubek).

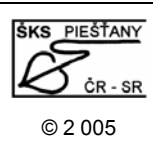
Další výhodou je, že lze hledat povrchové vady i přes vrstvu barvy nebo jiný elektricky nevodivý povlak. Metoda je používána zejména k hledání povrchových a těsně podpovrchových vad, ale také k třídění materiálů, měření tloušťek nevodivých povlaků, měření elektrické vodivosti atd. Metodou vířivých proudů lze nahradit zkoušku těsnosti trubek, používá se ke kontrole korozního úbytku tloušťky stěny na trubkách tepelných výměníků nebo ke kontrole svarů na tlakových nádobách jaderných reaktorů.

Jak již bylo naznačeno v UT, v současnosti se stávají hitem tzv. „array“ sondy, které umožňují v ET vytvořit plastický obraz zkoušeného povrchu.

Další vývoj metody a technik zkoušení je jako u předešlých metod opět spjat s vývojem techniky.

Z pohledu špičkových novinek lze charakterizovat současné nejmodernější přístroje jako multifrekvenční a multikanálové (běžně 8, 16, 24 i více), komunikace s PC, archivace dat, specializované software, vytváření C-scanů. Stále častější je i zavádění komunikací přístrojů s PC (inteligentní volby, ..).

Co je dále zajímavé, stále výrazněji se projevuje snaha rozdělení, či rozčlenění metody na další metody, či techniky. Podobně, jako metoda LT se dělí na

 <p>ŠKS PIEŠŤANY ČR - SR © 2 005</p>	<p>* NDT - LT A VODNÝ ZÁKON. POŽIADAVKY A REALITA * SEMINÁR PIEŠŤANY, MÁJ 2005 – PRÍSPEVOK ING. VÁCLAV JANDURA MINULOSŤ, SÚČASNOSŤ A BUDÚCNOSŤ DEFEKTOSKOPIE * ŠKOLIACE A KONZULTAČNÉ STREDISKO NDT PRE ODBOR NETESNOSTÍ PIEŠŤANY *</p>	POČET LISTOV : [ 17 ]
		LIST Č. : [ 5 ]

přetlakovou, bublinkovou, či zkoušení stopovým plynem i zde se objevují nové tendence v dělení ET.

V nejnovějším draftu vydání **SNT-TC-1A Ed. 2005** se objevilo dělení elektromagnetických metod na :

- vířivé proudy (Eddy Current)
- měření pole střídavým proudem (Alternating Current Field Measurement)
- magnetické rozptylové toky (Magnetic Flux Leakage)
- zkoušení vzdáleným polem (Remote Field Testing)


### 1.5 Kapilární metoda – PT, magnetická metoda prášková - MT

Každý pracovník, který provádí kapilární metodu – PT ví , že historická minulost je spojena s využíváním **plavené křidy a petroleje**, naproti tomu dnes se používají vysoce specializované jednocelové kapilární prostředky s vysokou citlivostí a specifickými vlastnostmi nezbytnými pro provádění jednotlivých zavedených a využívaných technik zkoušení.

U magnetické práškové metody je vývoj obdobný – od používání **metalisaného oleje a primitivního zařízení** (od permanentních magnetů dále) a vybavení až k dnešním lehkým petrolejovým frakcím a speciálnímu zařízení a vybavení. Lepší přehled vytvoří Tabulka č. 1

Tabulka č. 1 – Historie a současnost v MT

Původní metodika	Současná metodika	Komentář
„Metalisovaný olej“ nebo směs petrolej + trafoolej	Lehké ropné frakce, bod vzplanutí > 100 °C, nízká viskozita	
	Vodné suspenze, inhibitory koroze, až 72 hod. ochrana	
Nízká izolační pevnost elektrické výbavy, papírová izolace	Vysoká izolační pevnost elektrické výbavy, soulad s EN	Bezpečnost pro NDT personál (otevřené elektrické obvody)
Klasické systémy nebyly příliš odolné zátěži, zejména ohřevu	Nové konstrukce + nové magnetické obvody pro transformátory, vysoký výkon, malý ohřev	
Mechanické, max. elektromechanické upínání do stacionárních zařízení	Pneumatické upínání	Zrychlení procesu, vyšší produktivita
Bez řízení konstantního proudu	Regulační smyčka řízení konstantního proudu	Stroj garantuje dodržení parametrů; pokud nejsou dodrženy, stroj zastaví proces a informuje obsluhu
Nutnost odečítání parametrů při zkoušce	Nastavené zkušební parametry hlídá PLC (elektronika)	NDT personál se může soustředit na inspekci, nemusí sledovat parametry
Zdlouhavé přestavení zkušebních parametrů	Paměti pro víceparametrové nastavení procesu, rychlé automatické přestavení	Šetří čas
Vysokotlaké UV výbojky, vysoká teplota, dlouhá doba startu	Nízkoobjemové výbojky, nízká teplota, rychlý start	Šetří čas a energii

 © 2 005	<b>* NDT - LT A VODNÝ ZÁKON. POŽIADAVKY A REALITA *</b> SEMINÁR PIEŠŤANY, MÁJ 2005 – PRÍSPEVOK ING. VÁCLAV JANDURA <b>MINULOSŤ, SÚČASNOSŤ A BUDÚCNOSŤ DEFEKTOSKOPIE</b> * ŠKOLIACE A KONZULTAČNÉ STREDISKO NDT PRE ODBOR NETESNOSTÍ PIEŠŤANY *	POČET LISTOV : [ 17 ]
		LIST Č. : [ 6 ]

Další výraznou změnou ve vývoji metodických zásad provádění zkoušek u obou metod NDT (MT i PT) je **požadavek na ověřování citlivosti procesu zkoušení, ověřování parametrů procesu a požadavky na kalibraci a ověřování způsobilosti NDT zařízení a vybavení**. Nejpokrokovější, resp. nejnáročnější jsou z tohoto pohledu normy ASTM E1444 (MT) a ASTM E 1417 (PT).

Z pohledu špičkových novinek lze současné MT procesy charakterizovat **zaváděním automatického vyhodnocování** přes kameru, tj. bez účasti člověka (náročný software). **Řízení** zkušebního procesu může být prováděno bez analogových modulů **prostřednictvím PLC** (programové logické řízení) nebo přímo PC s **výstupem výsledků do firemního informačního systému**.

## 1.6 Ostatní NDT metody

O dané problematice by sedalo dlouze hovořit a psát, ale bohužel, čas a prostor je omezený. Vzhledem k tomu, že seminář je určen právě pro odborníky na metodu **zkoušení netěsností – LT**, považuji za bezpředmětné a zbytečné popisovat její vývoj a současný stav odborníkům z nejpovolanějších, určitě jej dobře znáte.

Ostatní, v předcházející části neuvedené, NDT metody (např. akustická emise, infračervená termografie a další), mohou být a v řadě případů i bývají pro zkoušení nádrží a potrubí významné. V přednášce se jim však již dále nevěnuji.


## 2. Provádění NDT zkoušek – obecné požadavky

**Nedestruktivní zkoušky** materiálů a výrobků, tedy i nádrží a potrubí **musí být** jednotlivých podnicích a firmách, které se této aktivitě věnují, **prováděny podle definované, či zavedené metodiky zkoušení**. Tato metodika zpravidla vychází z historických zvyklostí daných zkušenostmi pracovníků a zavedeným přístupem. Tento přístup je většinou historicky ovlivněn, či přímo dán obsahem starších, ve většině případů již zrušených, ČSN norem, které u nás byly prakticky jedinými rozšířenými nositeli těchto informací a navíc - byly závazné. Kromě těchto národních norem většinou neexistoval jiný dokument, který by v písemné formě definoval jak mají být zkoušky prováděny, jak se má postupovat, či co všechno se má dodržet.

Situace se v předešlém období výrazně změnila, bylo potřeba přizpůsobit se podmínkám a potřebám trhu. Do našich firem přišli, v daleko větší míře, zahraniční zákazníci.

V předcházejících letech byly vydány celé soubory nových evropských norem, z nichž stovky se týkají nedestruktivního zkoušení.

Běžné naše české a slovenské podniky, či firmy, které provádějí NDT zkoušky musí být připraveny na provádění zkoušek podle evropských norem týkajících se jednotlivých NDT metod. Dále, chtějí-li uspět, měly by být připraveny i na vstup zahraničních zákazníků a zkoušení podle norem amerických (ASME Code, API, AWS, ASTM, ....) a dalších ve světě zavedených norem a předpisů (AD Merkblatt, DIN, SEP, MIL, ..... ) v daném průmyslovém sektoru a ve vztahu k druhu vyráběných a zkoušených součástí a materiálů.

 <p>© 2 005</p>	<p><b>* NDT - LT A VODNÝ ZÁKON. POŽIADAVKY A REALITA *</b>          SEMINÁR PIEŠŤANY, MÁJ 2005 – PRÍSPEVOK</p> <p>ING. VÁCLAV JANDURA</p> <p><b>MINULOSŤ, SÚČASNOSŤ A BUDÚCNOSŤ DEFEKTOSKOPIE</b></p> <p>* ŠKOLIACE A KONZULTAČNÉ STREDISKO NDT PRE ODBOR NETESNOSTÍ PIEŠŤANY *</p>	POČET LISTOV : [ 17 ]
		LIST Č. : [ 7 ]

## 2.1 Písenný postup – procedura

S ohledem na realitu, že předpisy a normy se od sebe výrazně liší ve svých požadavcích na metodiku provádění zkoušek a kritériích přípustnosti, nezbyvá, než vypracovat písenné postupy navázané na konkrétní standardy a specifikace tak, aby bylo zabezpečeno splnění požadavků vždy pro danou oblast a rozsah zkoušení.

Existence písenného postupu, neboli procedury byla dříve jen ojedinělou skutečností, dnes se však stává nutností.

**Písenný postup - procedura je základní, obecně** (v daném regionu - nejčastěji v podniku, či firmě, či v oblasti zkoušení – např. právě oblast „vodního zákona“) platný dokument, který zpravidla vychází z normativních dokumentů nebo předpisů a popisuje všechny základní parametry a opatření, které se musí dodržet při nedestruktivním zkoušení za použití určité metody, případně techniky zkoušení.

Při tvorbě tohoto dokumentu si musíme uvědomit, že by měl být obecný, dostatečně obsáhlý a hlavně, měl by zahrnovat všechny potřebné, všeobecně platné údaje, informace a zásady.

Požadavek na tvorbu písenných postupů vychází z požadavků norem, předpisů, kodexů, specifikací, vychází z požadavků zákazníků, auditorů, ale hlavně, tvoříme jej i sami pro sebe!

Pro zabezpečení jakosti provádění NDT zkoušek musíme mít nadefinovány podmínky („mantinely“), které jsou při provádění NDT prací závazné.

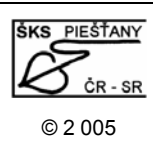
V návaznosti na jednotlivé NDT metody se jedná např. o techniky zkoušení, schválené zařízení a prostředky, povolené rozsahy teplot, požadavky na min. intenzitu osvětlení, intenzitu zdroje UV záření, tlaky a teploty oplachové vody (PT), hodnoty intenzity mag. pole a požadavky na demagnetizaci (MT), požadavky na min. zčernání, druhy a polohy měrek (RT), techniky prozvučování, sondy, srovnávací měrky (UT) a pod.. Výše uvedené příklady jsou jen zlomky z celkového souboru požadavků a uvedeny byly důvodu, abychom si uvědomili, že při provádění NDT zkoušek musíme dodržet obecně platné metodické zásady, jejichž cílem je **vytvořit takové podmínky, aby bylo dosaženo požadované citlivosti zkoušky.**

### 2.1.1 Odborná způsobilost pro tvorbu písenného postupu

#### Kdo smí, může, či je způsobilý písenný postup – proceduru vytvořit ?

Za tvorbu písenných postupů je zodpovědný pracovník třetího kvalifikačního stupně - NDT Level 3. Tento pracovník je certifikován buď nezávislým certifikačním orgánem (např. EN 473) nebo zaměstnavatelem dle kvalifikačního a certifikačního předpisu zaměstnavatele (např. zpracovaného v návaznosti na SNT-TC-1A nebo obdobných předpisech). Pokud podnik (firma) nemá pracovníka, certifikovaného ve třetím stupni, může využít služeb vnější agentury (OUTSIDE AGENCY), která disponuje pracovníky v této kvalifikaci.

### 2.1.2 Podklady pro tvorbu písenných postupů

 © 2 005	* NDT - LT A VODNÝ ZÁKON. POŽIADAVKY A REALITA * SEMINÁR PIEŠŤANY, MÁJ 2005 – PRÍSPEVOK ING. VÁCLAV JANDURA MINULOSŤ, SÚČASNOSŤ A BUDÚCNOSŤ DEFEKTOSKOPIE * ŠKOLIACE A KONZULTAČNÉ STREDISKO NDT PRE ODBOR NETESNOSTÍ PIEŠŤANY *	POČET LISTOV : [ 17 ]
		LIST Č. : [ 8 ]



## Podle čeho se písemný postup tvoří ?

Jak již bylo výše popsáno, písemné postupy jsou tvořeny v závislosti na zvolených normativech. Těmito normativy mohou být americké normy a předpisy (ASME Code, standardy ASTM, AWS, ..) případně AD Merkblatt HP 5/3, normy DIN, vydané evropské normy nebo přímo dokumenty zákazníka, či další předpisy.

Pracovník, tvořící uvedený postup, musí zvážit, který, případně které z uvedených dokumentů jsou pro daný podnik nejvýznamnější. Při posuzování se zpravidla vychází z požadavků zákazníků, přičemž limitní jsou pochopitelně požadavky od významných, zejména zahraničních zákazníků. Pravdou je, že se požadavky jednotlivých zákazníků často výrazně liší, někdy jsou i v rozporu, či protikladu. Obdobné rozdíly lze nalézt i ve zmíněných dokumentech.

Krajním řešením, při snaze uspokojit více zákazníků s odlišnými požadavky, je vytvoření více (2, 3) postupů pro jednu konkrétní metodu nebo vytvořit v návaznosti na jednom obecném postupu konkrétní specifikace, které respektují individuální požadavky.

Bereme-li např. v úvahu konkrétní podnik, ve kterém se provádí NDT zkoušení ve 4 NDT metodách, vychází nám logicky potřeba vytvoření minimálně 4 (pro každou metodu jeden) písemných postupů. Realitou je skutečnost, že s jedním postupem pro danou NDT metodu nevystačíme.

Nutno podotknout, že vytvořený písemný postup má vždy subjektivní charakter a nese „rasy svého tvůrce“. Existují určité odlišnosti v názorech na strukturu, obsah i rozsah těchto dokumentů, pravdou však je, že závažné, podstatné údaje, které jsou pro provádění zkoušky limitující, zde musíme najít.

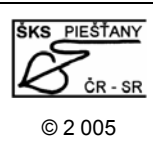
## **Jaký význam mají v současnosti nově zaváděné a zavedené evropské normy ?**

Jedním z důležitých cílů každého dodavatele, tedy i dodavatele NDT prací je získat zájem odběratele. Vzhledem k tomu, že žijeme a pracujeme ve středu Evropy, bývá po nás obecně nejčastěji požadováno provádět zkoušky právě podle požadavků evropských norem.

Po desítky let používané, v myslí pracovníků a podnikových dokumentů hluboce zakořeněné, požadavky na zkoušení podle bývalých ČSN norem jsou v současné době již minulostí. Ve většině případů jsou tyto normy zrušeny a nahrazeny novými EN normami.

Naším všeobecným zájmem i povinností tedy je v co největší míře využívat harmonizované ČSN EN normy.

*Pozn. : Výhodou, při zavádění evropských a mezinárodních norem je to, že na základě Vídeňské dohody došlo k úzké spolupráci mezi technickými komisemi CEN a ISO. Tyto komise pak buď přebírají hotové normy, zpracované v komisi druhé nebo návrhy norem zpracovávají společně.*

	* NDT - LT A VODNÝ ZÁKON. POŽIADAVKY A REALITA * SEMINÁR PIEŠŤANY, MÁJ 2005 – PRÍSPEVOK ING. VÁCLAV JANDURA <b>MINULOSŤ, SÚČASNOSŤ A BUDÚCNOSŤ DEFECTOSKOPIE</b>	POČET LISTOV : [ 17 ]
	* ŠKOLIACE A KONZULTAČNÉ STREDISKO NDT PRE ODBOR NETESNOSTÍ PIEŠŤANY *	LIST Č. : [ 9 ]

### 3. EN normy a jednotlivé NDT metody

Které evropské normy jsou významné v návaznosti na jednotlivé NDT metody a co nám přinášejí ?

Z celého širokého souboru EN norem je převážná část již vydána. Některé z norem však ještě zůstávají ve formě návrhu, některé jsou právě zpracovávány, či připraveny k vydání, řada norem prochází revizí, či změnovým řízením. Jsou již i případy zrušených norem jako např. velice známá a širice využívaná norma EN 25817, která byla nahrazena normou EN ISO 5817.

Z pohledu EN norem se v následující části příspěvku zaměřím na 5 velice často využívaných NDT metod - metody RT, UT, MT, PT a VT.

Účelem je naznačit základní charakter a přístup těchto norem.

#### 3.1 EN normy pro radiografickou metodu – RT

Bývalá stará norma ČSN 01 5010 je již delší čas nahrazena normou **EN 444** + další normy týkající se jakosti radiogramů vydané v **EN 462-1 až 462 – 5**.

Způsoby prozařování svarů, které byly obsahem bývalé ČSN 05 1150 jsou nahrazeny **EN 1435**.

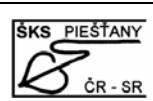
Vyhodnocování svarů, které jsme tolik let prováděli dle ČSN 05 1305 se dnes provádí dle **EN 12517** a souvisejícími normami jsou **EN ISO 5817**, **EN 12 062** a **EN ISO 6520-1**.

Pro filmové systémy využíváme **EN 584-1** a **EN 584-2**. Požadavky na negatoskopy jsou uvedeny v **EN 25 580**.

Dále jen ve stručnosti nejzajímavější zásady a přístupy :

Metodická norma EN 444 definuje dvě radiografické techniky (Třída A - základní techniky, Třída B - citlivější techniky). Norma nezná jakost radiogramu v procentech a třídu C (informativní způsob prozařování). Volba energie zůstává, ale je rozšířena na 4 typy materiálů (Al, Ti, Fe, Cu) pro RTG záření, u izotopů je i Yb 169 a Tm 170. Měrky použít dle EN 462-1 až 5, naše staré drátkové měrky přestaly platit, měly jiné rozměry drátků. Volba film - folie se provádí dle podrobných tabulek v závislosti na materiálu, energii a třídě prozařování. Značení filmů písmeny C1 až C5. Pro kontrolu množství rozptýleného záření dopadajícího na zadní stranu kazety se používá olověné „B“. Je nadefinována oblast pro jednu expozici a minimální hodnota zčernání je stanovena na 2D (pro třídu A) a 2,3 D (pro třídu B). Minimální ohnisková vzdálenost je opět ve formě vzorce nebo nomogramu. Norma končí návrhem protokolu.

Navazující normy EN 462-1 až 5 doplňují skutečnosti o nových měrkách v prozařování. Drátkové měrky - řady z 19 drátků různého průměru, rozdělených do 4 skupin po 7 drátcích, jsou označeny W1 až W19. Rozlišitelný drátek musí být v oblasti rovnoměrného zčernání zjistitelný v délce nejméně 10 mm.

 ČR - SR © 2 005	* <b>NDT - LT A VODNÝ ZÁKON. POŽIADAVKY A REALITA</b> * SEMINÁR PIEŠŤANY, MÁJ 2005 – PRÍSPEVOK ING. VÁCLAV JANDURA <b>MINULOSŤ, SÚČASNOSŤ A BUDÚCNOSŤ DEFEKTOSKOPIE</b>	POČET LISTOV : [ 17 ]
	* ŠKOLIACE A KONZULTAČNÉ STREDISKO NDT PRE ODBOR NETESNOSTÍ PIEŠŤANY *	LIST Č. : [ 10 ]

Měrky s otvory - průměr otvorů odpovídá tloušťce stupně měrky. 18 stupňů je označeno H1 až H18, rozděleny do 4 skupin. Poloha měrek na straně filmu se značí „F“. Dvoudrátková měrka - používá se pro stanovení celkové neostrosti radiogramu (13 dvojic drátků z wolframu nebo platiny). Pro praxi důležitou změnou je zcela nové stanovení minimální hodnoty jakosti obrazu pro dvě třídy prozařování (A a B) v závislosti na způsobu prozařování a tloušťce materiálu.

Způsoby prozařování svarů – jsou definovány v normě EN 1435. Tato norma účelně spojuje požadavky EN 444 a EN 462-3 v jeden dokument. Obecně jsou zde shrnuta základní doporučení z EN 444. Nově jsou zde uvedena i kritéria pro volbu energie, filmy, folie, minimální FFD, zčernání radiogramů. a nomogramy pro stanovení počtů úseků u zakřivených i přímých svarů.

Vyhodnocení radiogramů - norma EN 12 062 zavádí 3 stupně jakosti (B, C a D dle dnes již zrušení „EN 25 817“, čili nově dle EN ISO 5817 nebo EN 30 042), 3 třídy a techniky zkoušení dle EN 1435 (B, B<sup>1</sup>, A) a tři klasifikační stupně (1, 2, 3 dle EN 12 517).

Vlastní vyhodnocení dle EN 12 517 - pro klasifikaci, či určení klasifikačního stupně jsou rozhodující kritéria délky vady a součtu délek jednotlivých vad na definovaném úseku radiogramu. Obrázková příloha vyobrazených typů vad zde uvedena není.

### **3.2 EN normy pro ultrazvukovou metodu – UT**

Pro zkoušení a hodnocení svarů ultrazvukem jsou využívány tři souvisejících normy zahrnujících problematiku zkoušení (metodické zásady) i hodnocení svarových spojů. Jedná se o normy **EN 1712, 1713 a 1714**, které nahradily původní staré ČSN 05 1171, 05 1172 a 05 1173. Tyto normy mají, podobně jako u RT, přímou návaznost na normy **EN 12062 a EN ISO 5817**.

Použité postupy zkoušení a hodnocení vad podle těchto EN norem lze shrnout do následujících bodů:


Jsou nadefinovány čtyři úrovně zkoušení (A, B, C (dohoda), D (spec. aplikace)), lišící se počtem směrů prozvučování. Z toho vyplývají rozdíly v době zkoušení a v pravděpodobnosti detekce vady.

Pro hodnocení indikací a kalibraci citlivosti se využívají dva postupy : metoda AVG nebo měrky s bočními vývrty (průměr 3 mm).

Přípustnost, či nepřípustnost indikovaných vad se hodnotí podle délky a amplitudy vadového echa. Přípustná délka je vztažena k tloušťce svaru.

Jsou nadefinovány dvě třídy přípustnosti (stupeň 2, 3).

Na základě dohody smluvních stran se vyhodnocuje charakteristika indikace podle kritérií uvedených v EN 1713, umožňujících klasifikovat vady na plošné nebo objemové. Přístup k charakterizování indikací použitý v EN 1713 je zcela nový. Při hodnocení se používá „kaskádový“ postup obsahující 5 kroků. V každém kroku jsou uvedena kritéria pro hodnocení amplitudy nebo dynamiky echa. Pokud je v některém kroku příslušné kritérium splněno, je indikace hodnocena jako plošná. Není-li

 ČR - SR © 2 005	* <b>NDT-LT A VODNÝ ZÁKON. POŽIADAVKY A REALITA</b> * SEMINÁR PIEŠŤANY, MÁJ 2005 – PRÍSPEVOK ING. VÁCLAV JANDURA <b>MINULOSŤ, SÚČASNOSŤ A BUDÚCNOSŤ DEFEKTOSKOPIE</b>	POČET LISTOV : [ 17 ]
	* ŠKOLIACE A KONZULTAČNÉ STREDISKO NDT PRE ODBOR NETESNOSTÍ PIEŠŤANY *	LIST Č. : [ 11 ]

splněno, následuje další krok. Systém lze využít i pro počítačové vyhodnocování. Uvedené normy jsou určeny pro svary od tloušťky 8 mm. Zahnují jak zkoušení tupých svarových spojů, tak i dalších typů spojů (T-spoje, rohové, atd. ).

Vy výčtu EN norem pro zkoušení metodou UT můžeme dále pokračovat.

Zkoušení ocelových plochých výrobků o tloušťce 6 až 200 mm je uvedeno v **EN 10160**. Norma je určena jak pro ruční, tak automatizované zkoušení. Zkouší se kolmým prozvučováním přímými nebo dvojitými sondami. Rozsah zkoušení zahrnuje jak plošné zkoušení, tak i zkoušení okrajů. Kritéria přípustnosti jsou uvedena v samostatných tabulkách.

Zkoušení výkovků z feritických nebo martenzitických ocelí metodou UT lze provádět dle **EN 10228-3**. Norma je orientována na ruční zkoušení (po dohodě i mechanizované zkoušení). Platí pro 4 typy výkovků rozdělených podle tvaru a způsobu výroby. Rozsah normy nezahrnuje zápuskové výkovky a výkovky rotorů turbín. Norma ve svých odkazech vychází z dalších souvisejících norem jako např. : **EN 583-2** (podmínky pro přizpůsobení sondy) nebo **EN 12668-3** (nastavování a ověřování zkušebního zařízení), či **EN 583-5** (charakterizace a stanovení velikosti vad).

Pro zkoušení trubek ultrazvukem máme k dispozici řadu norem **EN 10246- část 6 až 9, část 13 a část 14 až 17**. Norma EN 10246 – 6 definuje metodické zásady a kritéria pro automatické zkoušení bezešvých ocelových trubek pro zjišťování příčných necelistvostí, norma EN 10246-7 pro automatické zkoušení bezešvých a svařovaných ocelových trubek pro zjišťování podélných necelistvostí. Ostatní normy této řady jsou určeny pro další způsoby svařování, např. EN 10246-8 pro elektricky odporově a indukčně svařované, pro pásy/plechy ( EN 10246-15), pro oblastí přilehlých ke svarovým spojům (EN 10246-16) a pro zkoušení dvojitostí (EN 10246-17).

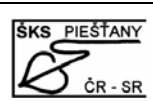
### **3.3 EN normy pro magnetickou metodu práškovou – MT**

Nejvýznamnějšími normami pro zkoušení svarů jsou **EN 1290**, která určuje metodiku provádění zkoušek MT a **EN 1291**, která definuje stupně přípustnosti.

V souvislosti s těmito normami bychom neměli opět zapomínat na související **EN 12 062**, dále **EN ISO 5817** a podmínky pozorování, které se vztahují i na metodu PT a jsou definovány v normě **EN ISO 3059**. Tato norma požaduje mimo jiné intenzitu UV záření 1000  $\mu\text{m}/\text{cm}^2$  a intenzitu bílého světla min 500 lx.).

K normám EN 1290 a EN 1291 :

Metodická norma požaduje kvalifikaci pracovníků dle EN 473 nebo ekvivalentní, definuje stav povrchu pro zkoušku, mag. zařízení (střídavá jha, zdroje proudu s elektrodami, příložné vodiče a cívky). Požadovaná intenzita mag. pole (2 kA/m až 6 kA/m - ověření pomocí součásti, měřením, výpočtem, jinými metodami (měrkou)). Je zde uveden popis technik a vzorce pro výpočet proudů. Dále uvedena řada zásad a postupů pro ověřování. Provádí se celkové ověřování citlivosti zkoušky (díly s vadami nebo měrky - indikátory). Dále záznamy indikací a co má obsahovat protokol.

 ČR - SR © 2 005	* <b>NDT - LT A VODNÝ ZÁKON. POŽIADAVKY A REALITA</b> * SEMINÁR PIEŠŤANY, MÁJ 2005 – PRÍSPEVOK ING. VÁCLAV JANDURA <b>MINULOSŤ, SÚČASNOSŤ A BUDÚCNOSŤ DEFEKTOSKOPIE</b>	POČET LISTOV : [ 17 ]
	* ŠKOLIACE A KONZULTAČNÉ STREDISKO NDT PRE ODBOR NETESNOSTÍ PIEŠŤANY *	LIST Č. : [ 12 ]

Stupně přípustnosti- rozlišujeme lineární a nelineární indikace a tři stupně přípustnosti (1, 2 a 3). Maximální velikost přípustných indikací je pro 1 (L =1,5 NL=2), pro 2 (L=3 NL=3), pro 3 (L=6 NL=4).

Všeobecně platné normy, definující metodické zásady zkoušení metodou MT (nejen pro svary) jsou tvořeny skupinou norem : **EN ISO 9934-1** (Všeobecné zásady), **EN ISO 9934-2** (Zkušební prostředky a **EN ISO 9934-4** (Přístroje).

Zkoušení odlitků se provádí podle **EN 1369**. Tato norma staví na obecných metodických zásadách a požadavcích norem EN ISO 9934 a dále je rozpracovává pro oblast odlitků. Stupně přípustnosti a jednotlivá kritéria jsou rozpracována v tabulkách (v návaznosti na jednotlivých typech indikací). Příloha obsahuje referenční obrazce, které jsou vodítkem pro vyhodnocování a vlastní vyhodnocování usnadňují. Jedná se o obrazce referenčních povrchů s nelineárními a lineárními indikacemi pro jednotlivé klasifikační stupně jakosti.

Pro zkoušení trubek se používá norma z řady norem zmíněných v UT, pro MT se jedná o **EN 10246-1**. Tato norma je určena pro automatické elektromagnetické zkoušení bezešvých i svařovaných trubek z feromagnetických ocelí. Druhou využívanou normou pro ocelové trubky je **EN 10246-12**. Tato norma je zaměřená na zkoušení bezešvých a svařovaných trubek z feromagnetických ocelí a pro zjišťování povrchových necelistvostí.

Ve výčtu nesmíme zapomenout na zkoušení výkovků, pro než je vypracována norma **EN 10228-1**. Obdobně jako u zkoušení odlitků i zde je základem využití obecných metodických zásad a požadavků norem EN ISO 9934. Třídy jakosti, úrovně registrace a kritéria přípustnosti jsou stanovena v návaznosti na jednotlivých třídách jakosti (4 třídy) přímo v příložené tabulce.

### **3.4 EN normy pro kapilární metodu - PT**

Nejvýznamnější evropskou normou pro PT je zřejmě **EN 571-1**, která určuje obecnou metodiku provádění zkoušek PT.

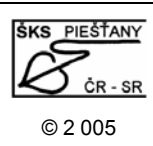
Kritéria, či stupně přípustnosti pro svary jsou uvedeny v **EN 1289**.

V souvislosti s těmito normami se musím opět zmínit o související normě **EN 12 062**, dále **EN ISO 5817** a podmínkách pozorování, které již byly uvedeny v metodě MT - norma **EN ISO 3059**.

Velice důležitou návaznost normy EN 571-1 tvoří následující tři normy :

- **EN ISO 3452-2** - definují podmínky a zásady kontroly kapilárních prostředků
- **EN ISO 3452-3** - definují kontrolní měřky
- **EN ISO 3452-4** - definují požadavky na vybavení

K normám týkajících se svarů (EN 571-1 a EN 1289):

 © 2 005	<b>* NDT - LT A VODNÝ ZÁKON. POŽIADAVKY A REALITA *</b> SEMINÁR PIEŠŤANY, MÁJ 2005 – PRÍSPEVOK ING. VÁCLAV JANDURA <b>MINULOSŤ, SÚČASNOSŤ A BUDÚCNOSŤ DEFEKTOSKOPIE</b>	POČET LISTOV : [ 17 ]
	* ŠKOLIACE A KONZULTAČNÉ STREDISKO NDT PRE ODBOR NETESNOSTÍ PIEŠŤANY *	LIST Č. : [ 13 ]

Metodická norma požaduje opět kvalifikaci pracovníků dle EN 473 nebo dle dohody, definuje metodický postup zkoušek, zkušební systémy (typ I, II a III dle použitého penetrantu, metodu A až E podle odstranění přebytku penetrantu a druh a až e dle použité vývojky. Ověřování citlivosti se provádí pomocí měřky. Teplota standardně 10° C až 50° C. Penetrační čas 5 až 60 min, vyvolávací 10 až 30 min. Požadavek na intenzitu UV záření 1000 μm/cm<sup>2</sup>, bílé světlo min 500 Lx. Dále záznamy indikací a co má obsahovat protokol.

Stupně přípustnosti - rozlišujeme lineární a nelineární indikace a tři stupně přípustnosti (1, 2 a 3). Maximální velikost přípustných indikací je pro 1 (L =2 NL=5), pro 2 (L=4 NL=6), pro 3 (L=8 NL=8).

Zkoušení odlitků se provádí podle **EN 1371-1**, která je zaměřena na odlitky odlévané do pískových forem, do trvalých forem gravitačně a pod nízkým tlakem a na velice podobnou **EN 1371-2** určenou pro přesné lití. Ve své struktuře tyto normy staví na metodických zásadách uvedených v EN 571-1 a ve zmíněných normách EN ISO 3452. Dále rozpracovávají metodické zásady pro PT zkoušení uvedených typů odlitků. Stupně přípustnosti a jednotlivá kritéria jsou rozpracována tradičně v tabulkách (v návaznosti na jednotlivých typech indikací). Příloha normy EN 1371-1 opět (jako u MT) obsahuje referenční obrazce, které jsou vodítkem pro vyhodnocování indikací.

Zkoušení výkovek metodou PT se provádí podle normy **EN 10228-2**. Obdobně, jak již bývá tradiční, je i zde základem využití norem EN 571-1 a EN ISO 3452. Třídy jakosti, úrovně registrace a kritéria přípustnosti jsou stanovena v návaznosti na jednotlivých třídách jakosti (4 třídy) přímo v přiložené tabulce.

Pro zkoušení povrchů trubek metodou PT je určena norma **EN 10246-11**.

### **3.5 EN normy pro vizuální metodu – VT**

Vzhledem k tomu, že toto téma je náplní dalšího příspěvku tak jen zkráceně a z důvodu kompletnosti :

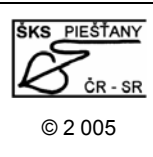
#### **3.5.1 Obecně platné**

- **EN 1330-10** - NDT Terminologie - VT

V této názvoslovné normě jsou zajímavé následující definice :

Přímá vizuální kontrola (zkouška) - Vizuální zkoušení, kde je nepřerušená optická cesta mezi okem pozorovatele a zkoušeným povrchem. Může se provádět jak bez pomůcek tak s pomocnými prostředky jako jsou zrcadla, čočky, endoskopy nebo vláknová optika.

Nepřímá vizuální kontrola (zkouška) - Vizuální zkoušení, kde je přerušená optická cesta mezi okem pozorovatele a zkoušeným povrchem. Toto zkoušení zahrnuje použití fotografie, video systémů, automatizovaných systémů a robotů.

 ŠKS PIEŠŤANY ČR - SR © 2 005	* NDT - LT A VODNÝ ZÁKON. POŽIADAVKY A REALITA * SEMINÁR PIEŠŤANY, MÁJ 2005 – PRÍSPEVOK ING. VÁCLAV JANDURA MINULOSŤ, SÚČASNOSŤ A BUDÚCNOSŤ DEFECTOSKOPIE * ŠKOLIACE A KONZULTAČNÉ STREDISKO NDT PRE ODBOR NETESNOSTÍ PIEŠŤANY *	POČET LISTOV : [ 17 ]
		LIST Č. : [ 14 ]

- **EN 13018** - NDT - VT - Všeobecné zásady

Tato norma stanoví pravidla pro provádění přímé i nepřímé VT (definice jako ve výše uvedené EN1330-10), která se provádí pro určení souladu výrobku se specifikovanými požadavky. Nepoužívá se pro vizuální činnosti spojené s použitím jiné nedestruktivní nebo destruktivní zkušební metody.

Norma vyžaduje písemnou návodku, a v případě požadavku kontraktu nebo výrobní normy i psaný postup, a stanoví minimální požadavky na obsah těchto dokumentů.

U přímé VT určuje podmínky pro tzv. místní (local) VT - do 600 mm, min. 30° , min. 500 Lx a pro tzv. obecnou (viz 1330-10) - může nad 600 mm, min. 160 Lx

Vyhodnocení VT musí být prováděno ve smyslu kontraktu, nebo výrobních norem.

- **EN 12062** - NDT svarů - obecná pravidla pro kovové materiály

Tato v přednášce několikrát zmíněná norma zahrnuje směrnice pro výběr metod NDT svarů a pro hodnocení svarového spoje pro účely kontroly jakosti na základě požadavku na jakost, materiál, tloušťku, postup svařování a rozsah zkoušení.

### **3.5.2 Specifické normy**

- **EN 970** - NDT tavných svarů - VT

Norma stanoví podmínky pro VT tavných svarů kovových materiálů po jejich dokončení, ale i přípravy spoje a kontroly během svařování. Jedná se o základní, velice často používanou normu.

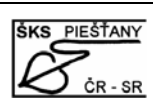
Pro zajímavost – pro přímou VT - min. 350 Lx, doporučeno 500 Lx, max. vzdálenost pozorování 600 mm, úhel pozorování min. 30° vzhledem ke zkoušenému povrchu.

Norma zahrnuje jak VT zkoušení před svařováním, tak během svařování i po svaření (dokončených svarových spojů). Pro dokončené svarové spoje mohou být použita kritéria – normy pro přípustnost např. EN ISO 5817, EN 30042, ... nebo odkazem na EN 12062, EN 13445, EN 13480, EN 12952, ...)

- **EN ISO 5817** - Svarové spoje oceli, Ni,Ti a jejich slitin zhotovené tavným svařováním (mimo elektronového a laserového svařování) – Určování stupňů jakosti

Tato norma nahradila široce používanou normu EN 25817.

Norma platí pro stanovení stupňů jakosti (B - vysoký C - střední D - nízký) ve svarových spojích ocelí, niklu, titanu a jejich slitin zhotovených tavným svařováním. Stupně se vztahují na kvalitu výroby a ne na vhodnost použití hotového výrobku.

 ČR - SR © 2 005	* <b>NDT - LT A VODNÝ ZÁKON. POŽIADAVKY A REALITA</b> * SEMINÁR PIEŠŤANY, MÁJ 2005 – PRÍSPEVOK ING. VÁCLAV JANDURA <b>MINULOSŤ, SÚČASNOSŤ A BUDÚCNOSŤ DEFEKTOSKOPIE</b>	POČET LISTOV : [ 17 ]
	* ŠKOLIACE A KONZULTAČNÉ STREDISKO NDT PRE ODBOR NETESNOSTÍ PIEŠŤANY *	LIST Č. : [ 15 ]

Hodnocení svarů se provádí podle tabulky uvedené v normě, jsou zde uvedeny mezní hodnoty pro jednotlivé vady (pro stupně B, C a D) pro jejich skutečné velikosti. Název vady a číslo vady v tabulce 1 je podle ISO 6520-1.

Soustavné vady jsou přípustné pouze ve stupni D (při splnění ostatních podmínek)

U svarového spoje se obvykle hodnotí vady odděleně – mimo „vícenásobné vady“.

Jakékoli dvě sousedící vady, oddělené od sebe vzdáleností menší než je hlavní rozměr menší z nich, musí být posuzovány jako jedna vada.

- **EN ISO 13919** - Svarové spoje zhotovené elektronovým a laserovým svařováním –  
Určování stupňů jakosti – Část 1: Ocel

Část 2: Hliník a jeho slitiny

Obdoba normy EN ISO 5817.

- **EN 1370** - Slévárenství - Hodnocení drsnosti povrchu vizuálně pomocí srovnávacích etalonů

Tato norma je použitelná pro všechny druhy odlitků (kromě tlakově litých) vyrobených z jakýchkoli materiálů na odlitky.

Protože je nedestruktivní zkoušení ovlivněno kvalitou povrchu (UT, PT, ...), může být vizuální hodnocení povrchů odlitků použito jako pomocný prostředek pro následující NDT zkoušku.

Tato norma není určena pro hodnocení vad povrchů odlitků vizuální metodou. (vady jsou hodnoceny dle EN 12454).

- **EN 12454** - Slévárenství - Vizuální kontrola povrchových vad - Ocelové odlitky odlévané do písku

Tato norma stanoví metodu pro VT povrchových vad ocelových odlitků odlévaných do běžných pískových forem. Neplatí pro ocelové odlitky odlévané do skořepinových forem nebo metodami přesného lití.

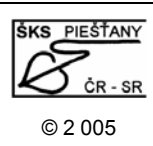
- **EN 10163-1, 2 a 3** Dodací podmínky pro jakost povrchu ocelových výrobků válcovaných za tepla. Plechy, široká ocel a tyče tvarové

Část 1: Všeobecné požadavky

Část 2: Plechy a široká ocel

Část 3: Tyče tvarové

Tato norma obsahuje všeobecné požadavky na jakost povrchu (Část 1) ocelových plechů, široké oceli (Část 2) a tvarových tyčí válcovaných za tepla (Část 3).

 © 2 005	* <b>NDT - LT A VODNÝ ZÁKON. POŽIADAVKY A REALITA</b> * SEMINÁR PIEŠŤANY, MÁJ 2005 – PRÍSPEVOK ING. VÁCLAV JANDURA <b>MINULOSŤ, SÚČASNOSŤ A BUDÚCNOSŤ DEFECTOSKOPIE</b>	POČET LISTOV : [ 17 ]
	* ŠKOLIACE A KONZULTAČNÉ STREDISKO NDT PRE ODBOR NETESNOSTÍ PIEŠŤANY *	LIST Č. : [ 16 ]



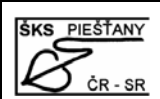
## 4. Shrnutí – závěr

Účelem a cílem předneseného téma bylo naznačit význam a historický vývoj metod nedestruktivního zkoušení, nejvýznamnější změny a současný stav v oblasti zkoušení podle EN norem.

Velice nutné je zpracování písemného postupu pro definování obecných metodických zásad provádění NDT zkoušky, jejich rozpracování v písemných instrukcích a definování kritérií přípustnosti pro jednotlivé zkoušené výrobky - nádrže a potrubí. .

## 5. Použitá literatura

- nosnou část tvořily soubory citovaných EN norem v textu

 © 2 005	<b>* NDT - LT A VODNÝ ZÁKON. POŽIADAVKY A REALITA *</b> SEMINÁR PIEŠŤANY, MÁJ 2005 – PRÍSPEVOK ING. VÁCLAV JANDURA <b>MINULOSŤ, SÚČASNOSŤ A BUDÚCNOSŤ DEFEKTOSKOPIE</b>	POČET LISTOV : [ 17 ]
	* ŠKOLIACE A KONZULTAČNÉ STREDISKO NDT PRE ODBOR NETESNOSTÍ PIEŠŤANY *	LIST Č. : [ 17 ]