

# STN EN ISO 17636-2

## jednoduchá cesta prechodu od filmovej k digitálnej rádiografii pri kontrole zvarov



Ing. Pavol Kučík

## Najdôležitejšie parametre, ktoré sú upravené touto normou:

- I. Minimálny počet viditeľných drôtikov alebo otvorov mierok kvality obrazu v závislosti na skúšobnej technike (podobne aj v ASME)
- II. Maximálne požiadavky na neostrosť ( $SR_b$  = Základné priestorové rozlíšenie sa určuje pomocou duplexných mierok)
- III. Voľba prežarovacieho napätia alebo zdroja gama v závislosti na zložení objektu, danej hrúbke a detektore
- IV. Požiadavky na minimálny normalizovaný odstup signálu od šumu ( $SNR_N$ )
  - Určenie SNR (Signal-to-Noise Ratio) a  $SR_b$
  - Typ filtra a jeho hrúbky
  - Požiadavky na vzdialenosť zdroj - detektor
  - Nové testovacie polohy
- V. Nové kompenzačné princípy – tak aby sa dosiahol dostatočný kontrast pri hodnotení

# Technológie počítačovej a digitálnej rádiografie

## Technológie nahradzujúce filmovú techniku

- **Počítačová rádiografia**  
(pomocou pamäťových IP platní)
- **Digitálna rádiografia**  
(detektor DDA - panel s poliami digitálnych detektorov)



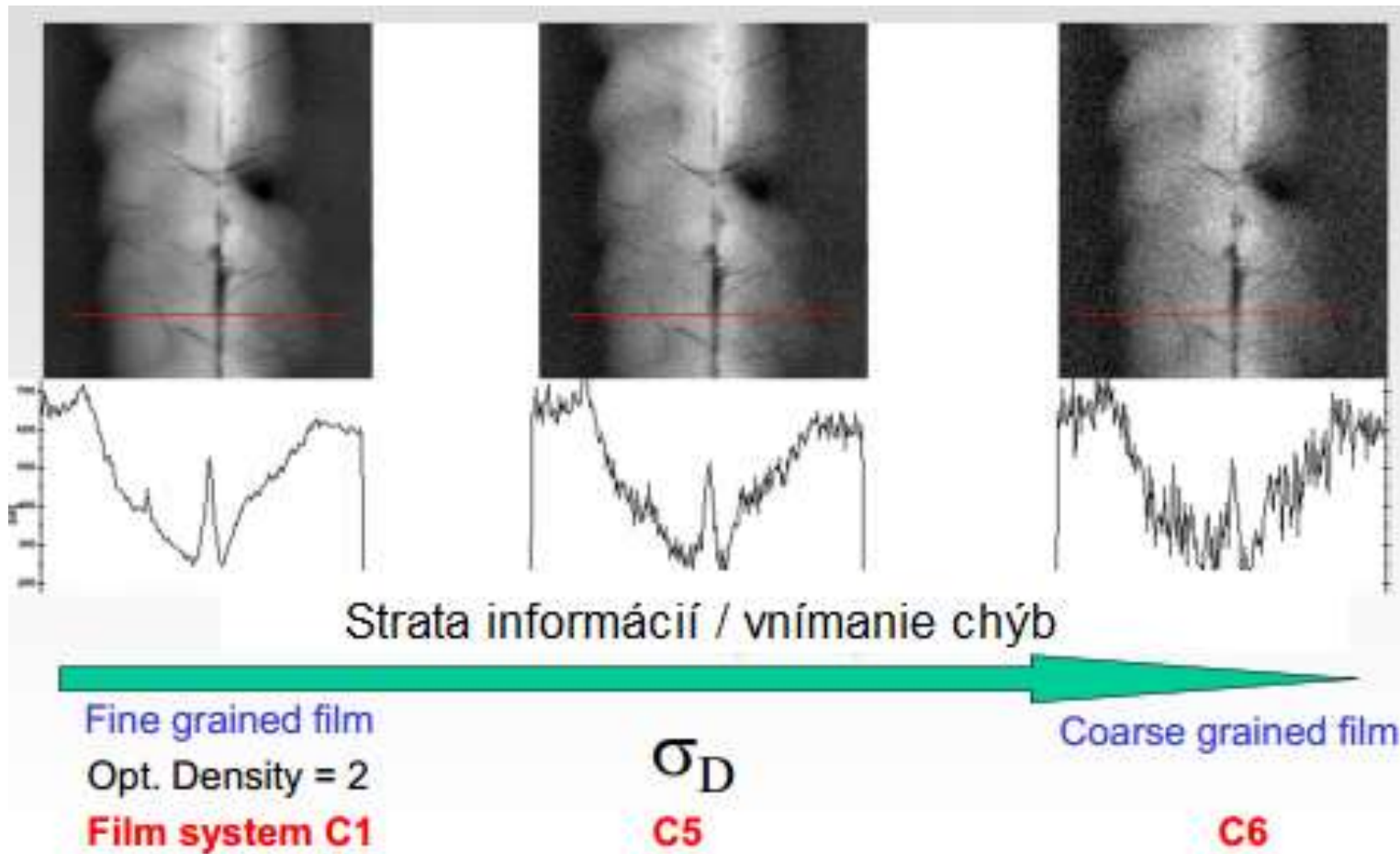
---

## Základné požiadavky pre filmovú rádiografiu v národných a medzinárodných normách sú:

- Minimálnu hodnotu optickej hustoty/ sčernania (napr.  $D > 2,0$ )
- Maximálnu triedu filmu (napr. ISO C4)
- Maximálnu neostrosť ( $< 0,1$  mm, FFD / FOD)
- Minimálnu viditeľnosť drôtika mierky (napr.  $> W14, < H3$ )




Aké sú správne podmienky pre náhradu filmov?

# Vplyv triedy filmov v rádiografii

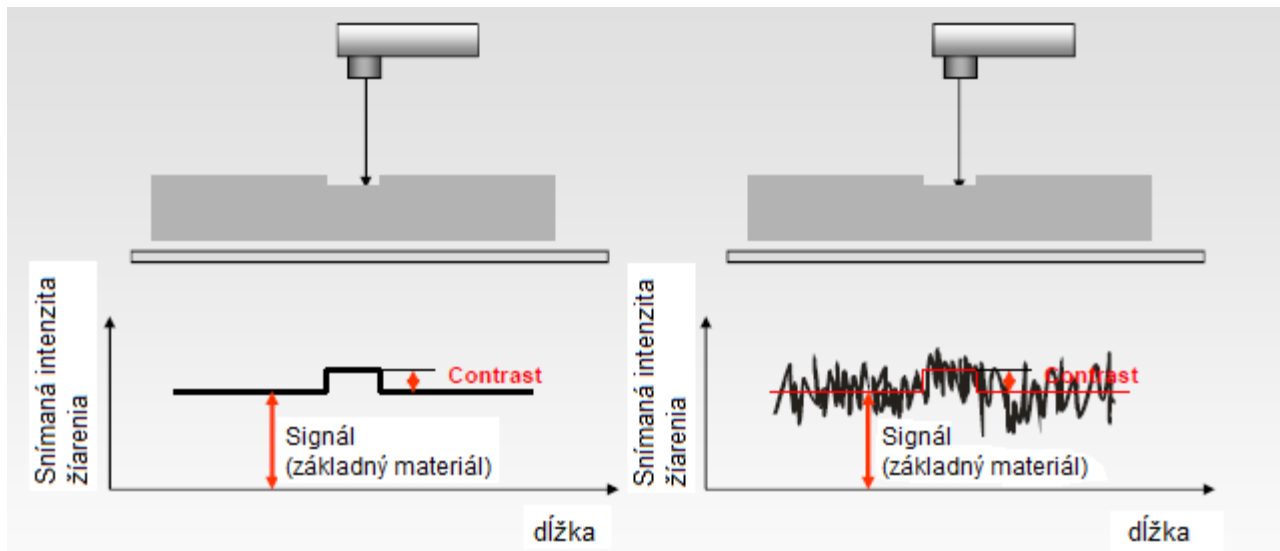


# Obrazová kvalita v digitálnej rádiografii

Tu sú dôležité 3 základné parametre:

- Odstup signálu od šumu (SNR)  **Pomer kontrast k šumu**
- Špecifický kontrast ( $\mu_{eff}$ )  **Pomer kontrast k šumu**
- Základné priestorové rozlíšenie ( $SR_b$ )  **Pomer normalizovaný signál k šumu**

# Vplyv šumu na viditeľnosť detailu



Drážka viditeľná

Pomer kontrast/šum je vysoký

Pomer signál/šum je vysoký

Drážka neidentifikovateľná

Pomer kontrast/šum je nízky

Pomer signál/šum je nízky

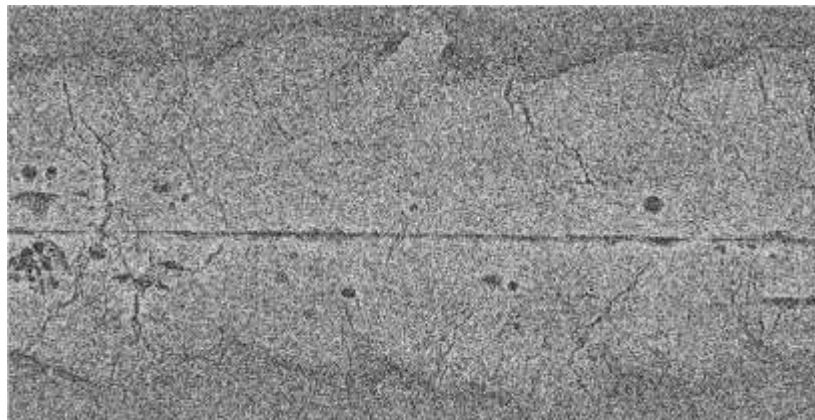
# Základný vzťah pre digitálnu rádiografiu

$$\text{—————} \quad c. \mu_{\text{eff}} \text{SNR} / \text{SR}_b$$



## Zdroje šumu v rádiografii

- Podmienky exponovania: fotónový šum – závisí od expozičnej dávky (mA.s alebo GBq.min) – toto je hlavný faktor. SNR vzrastá s vyššou expozičnou dávkou
- Čo obmedzuje dosiahnutie max. SNR:
  1. Detektor – šum od štruktúry DDA alebo IP
  2. Objekt – jeho kryštalická štruktúra a drsnosť povrchu



CNR a SNR vzrastú zvýšením expozičného času

# Hodnoty minimálnej obrazovej kvality

## Min. hodnoty drôťkových alebo otvorových mierok

- Rovnaké požiadavky na hodnotu drôťka a stupňa otvoru mierky ako sú uvedené v EN 1435 a ISO 19232-3 pre kovové materiály, v prípade iných materiálov, treba postupovať podľa ISO 19232-4
- Nové výnimky pre použitie izotopov a skúšok cez dve steny
  - $10 \text{ mm} < w \leq 25 \text{ mm}$ : citlivosť o 1 drôťok alebo stupeň otvoru menšia pre Ir192
  - $5 \text{ mm} < w \leq 12 \text{ mm}$ : citlivosť o 1 drôťok alebo stupeň otvoru menšia pre Se75

Tables B.1 and B.2 — Single wall technique; IQI on source side

Table B.1 — Wire IQI

Table B.2 — Step/hole IQI

Image quality class A

Image quality class A

Tables B.3 and B.4 — Single-wall technique; IQI on source side

Table B.3 — Wire IQI

Table B.4 — Step/hole IQI

| Image quality class B       |            |                        |  |
|-----------------------------|------------|------------------------|--|
| Nominal thickness $t$<br>mm |            | IQI value <sup>a</sup> |  |
|                             | to 1,5     | W 19                   |  |
| above                       | 1,5 to 2,5 | W 18                   |  |
| above                       | 2,5 to 4   | W 17                   |  |
| above                       | 4 to 6     | W 16                   |  |
| above                       | 6 to 8     | W 15                   |  |
| above                       | 8 to 12    | W 14                   |  |
| above                       | 12 to 20   | W 13                   |  |
| above                       | 20 to 30   | W 12                   |  |
| above                       | 30 to 35   | W 11                   |  |
| above                       | 35 to 45   | W 10                   |  |
| above                       | 45 to 65   | W 9                    |  |
| above                       | 65 to 120  | W 8                    |  |
| above                       | 120 to 200 | W 7                    |  |
| above                       | 200 to 350 | W 6                    |  |
| above                       | 350        | W 5                    |  |

| Image quality class B       |            |                        |  |
|-----------------------------|------------|------------------------|--|
| Nominal thickness $t$<br>mm |            | IQI value <sup>a</sup> |  |
|                             | to 2,5     | H 2                    |  |
| above                       | 2,5 to 4   | H 3                    |  |
| above                       | 4 to 8     | H 4                    |  |
| above                       | 8 to 12    | H 5                    |  |
| above                       | 12 to 20   | H 6                    |  |
| above                       | 20 to 30   | H 7                    |  |
| above                       | 30 to 40   | H 8                    |  |
| above                       | 40 to 60   | H 9                    |  |
| above                       | 60 to 80   | H 10                   |  |
| above                       | 80 to 100  | H 11                   |  |
| above                       | 100 to 150 | H 12                   |  |
| above                       | 150 to 200 | H 13                   |  |
| above                       | 200 to 250 | H 14                   |  |

# Návrhy usporiadania zdroj-objekt-detektor

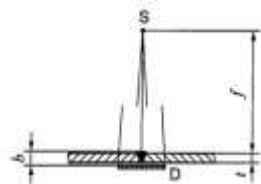
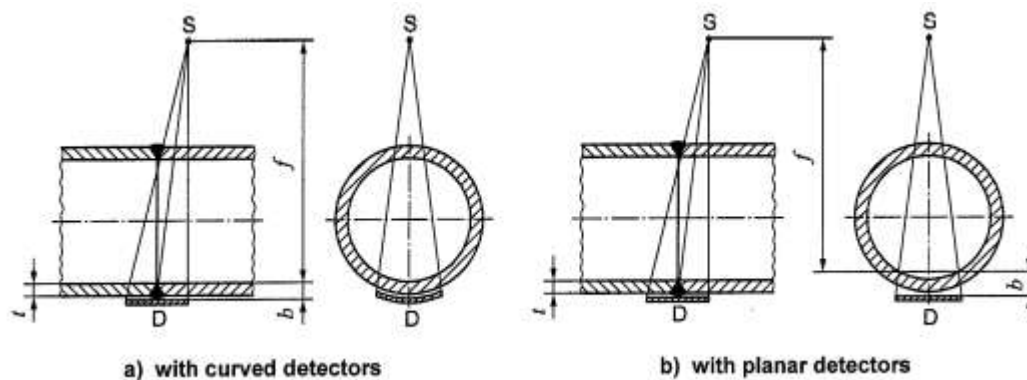
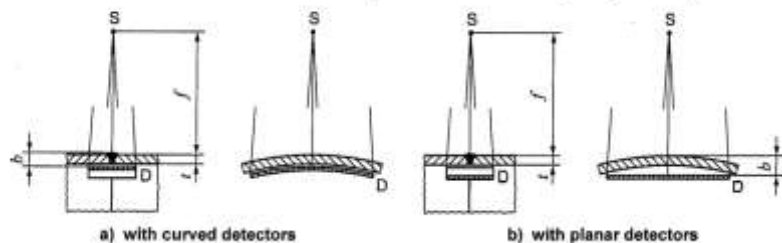


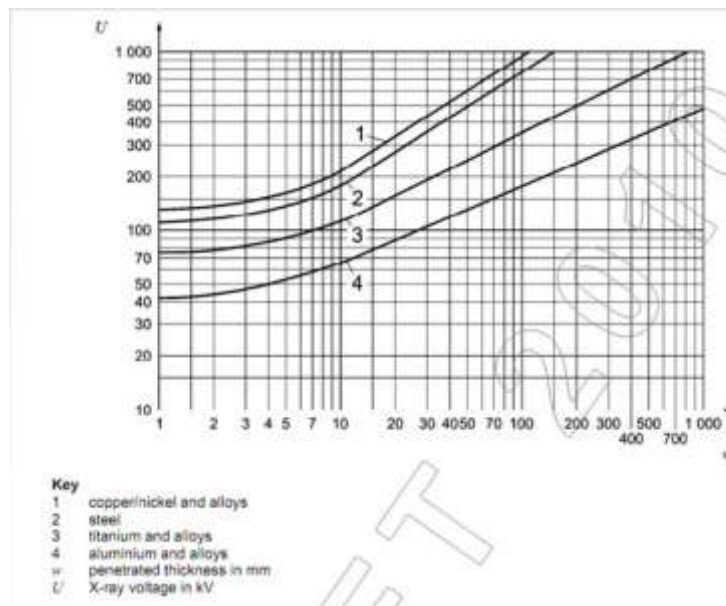
Figure 1 — Test arrangement for plane welds and single wall penetration

## 7.1.3 Radiation source located outside the object and detector inside (see Figures 2 to 4)



# Výber RTG zdrojov do 1000 kV

- Pre zachovanie dobrej citlivosti, napätie rtg lampy musí byť tak nízke, ako je to len možné. Odporúčané maximálne hodnoty prežarovacieho napätia v závislosti na hrúbke, a materiálu sú uvedené na grafe – obr.č. 20 uvedenej normy



- Pozor !!! Tieto maximálne hodnoty sú osvedčené hodnoty pre filmovú rádiografiu.
- DDA panely zabezpečujú dostatočnú kvalitu obrazu pri významne vyššom napätí.
- Pre vysoko citlivé zobrazovacie platne s vysokou hodnotou šumu od kryštálov (hrubozrná štruktúra) by mala byť použitá asi 20% nižšia energia, ako je uvedené na grafe.
- Pre platne s vysokým rozlíšením, ktoré sú exponované podobne ako rtg filmy a majú nízku úroveň šumu (jemnozrná štruktúra), môžu byť vystavené výrazne vyššej energii žiarenia, ak hodnota SNR je dostatočne vysoká.

## Minimálne hodnoty SNR

- Koncept určenia  $SNR_N$  bol prevzatý z EN14784-1 a popísaný normou ISO 16371-1.
- Meranie  $SNR_N$  je uvedené v prílohe D normy
- V prípade CR sa uvádza konverzná tabuľka prevodu  $SNR_N$  na  $SNR_{Merané}$  a následne sa určuje hodnota úrovne šedej

Table 3 — Minimum  $SNR_N$  values and metal front screens (screens for CR only) for digital radiography of steels, copper and nickel based alloys

| Radiation source                           | Penetrated material thickness<br>w<br>mm | Minimum $SNR_N$ |         | Type and thickness of metal front screens<br>mm          |
|--|--|-----------------|---------|--|
|  |  | Class A         | Class B |  |
| X-ray potentials<br>≤ 50 kV                |  | 100             | 180     | None   |
| X-ray potentials<br>> 50 kV to 150 kV      |  | 70              | 120     | 0 - 0,1 (Pb)   |
| X-ray potentials<br>> 150 kV to 250 kV     |  | 70              | 100     | 0 - 0,1 (Pb)   |
| X-ray potentials<br>> 250 kV to 350 kV     | ≤ 50                                     | 70              | 100     | 0 - 0,25 (Pb)  |
|  | > 50                                     | 70              | 70      | 0,1 - 0,3 (Pb)   |
| X-ray potentials<br>> 350 kV to 1000 kV    | ≤ 50                                     | 70              | 100     | 0,1 - 0,3 (Pb)   |
|  | > 50                                     | 70              | 70      | 0,1 - 0,3 (Pb)   |
| Yb 169                                     | ≤ 5                                      | 70              | 120     | 0 - 0,1 (Pb)   |
|  | > 5                                      | 70              | 100     | 0 - 0,1 (Pb)   |
| Ir 192, Se 75                              | ≤ 50                                     | 70              | 100     | Class A: 0,1 - 0,3 (Pb)<br>Class B: 0,3 - 0,8 (Fe or Cu) |
|  | > 50                                     | 70              | 70      | 0,1 - 0,4 (Pb)   |
| Co 60 <sup>a, b</sup>                      | ≤ 100                                    | 70              | 100     | 0,5 (Fe) + 1,5 (Pb)                                      |
|  | > 100                                    | 70              | 70      | 0,5 (Fe) + 2,0 (Pb)                                      |
| X-ray potentials <sup>a, b</sup><br>> 1 MV | ≤ 100                                    | 70              | 100     | 0,5 (Fe) + 1,5 (Pb)                                      |
|  | > 100                                    | 70              | 70      | 0,5 (Fe) + 2,0 (Pb)                                      |

<sup>a</sup> In case of multiple screens (Fe+Pb) the steel screen shall be located between the IP and the lead screen.  
<sup>b</sup> Instead of Fe or Fe+Pb also copper, tantalum or tungsten screens may be used if the image quality can be proven.

## Minimálne hodnoty hrúbok kovových fólií

- Fólie musia byť čo najbližšie detektoru (pozor pri IP môžu vzniknúť pri priamom kontakte a nízkych vyššie zosilenia energie – 20% - 100% oproti IP bez fólií)
- Čelné fólie sú redukované na maximálne hodnoty aby boli použiteľné pre vysoké hodnoty prežarovania
- Keďže IP sú citlivé aj na spätne odrazené žiarenie, doporučujú sa aj metalické fólie za IP.

Table 3 — Minimum  $SNR_N$  values and metal front screens (screens for CR only) for digital radiography of steels, copper and nickel based alloys

| Radiation source                           | Penetrated material thickness<br>w<br>mm | Minimum $SNR_N$ |         | Type and thickness of metal front screens<br>mm          |
|--|--|-----------------|---------|--|
|  |  | Class A         | Class B |  |
| X-ray potentials<br>$\leq 50$ kV           |  | 100             | 180     | None   |
| X-ray potentials<br>> 50 kV to 150 kV      |  | 70              | 120     | 0 - 0,1 (Pb)   |
| X-ray potentials<br>> 150 kV to 250 kV     |  | 70              | 100     | 0 - 0,1 (Pb)   |
| X-ray potentials<br>> 250 kV to 350 kV     | $\leq 50$                                | 70              | 100     | 0 - 0,25 (Pb)  |
|  | > 50                                     | 70              | 70      | 0,1 - 0,3 (Pb)   |
| X-ray potentials<br>> 350 kV to 1000 kV    | $\leq 50$                                | 70              | 100     | 0,1 - 0,3 (Pb)   |
|  | > 50                                     | 70              | 70      | 0,1 - 0,3 (Pb)   |
| Yb 169                                     | $\leq 5$                                 | 70              | 120     | 0 - 0,1 (Pb)   |
|  | > 5                                      | 70              | 100     | 0 - 0,1 (Pb)   |
| Ir 192, Se 75                              | $\leq 50$                                | 70              | 100     | Class A: 0,1 - 0,3 (Pb)<br>Class B: 0,3 - 0,8 (Fe or Cu) |
|  | > 50                                     | 70              | 70      | 0,1 - 0,4 (Pb)   |
| Co 60 <sup>a, b</sup>                      | $\leq 100$                               | 70              | 100     | 0,5 (Fe) + 1,5 (Pb)                                      |
|  | > 100                                    | 70              | 70      | 0,5 (Fe) + 2,0 (Pb)                                      |
| X-ray potentials <sup>a, b</sup><br>> 1 MV | $\leq 100$                               | 70              | 100     | 0,5 (Fe) + 1,5 (Pb)                                      |
|  | > 100                                    | 70              | 70      | 0,5 (Fe) + 2,0 (Pb)                                      |

<sup>a</sup> In case of multiple screens (Fe+Pb) the steel screen shall be located between the IP and the lead screen.  
<sup>b</sup> Instead of Fe or Fe+Pb also copper, tantalum or tungsten screens may be used if the image quality can be proven.

# Maximálna neostrosť detektora alebo zobrazenia ( $SR_b$ )

Table B.13 — Maximum image unsharpness for all techniques Class A

| Image Quality Class A Duplex wire ISO 19232-5 |  |  |
|---|--|--|
| Penetrated thickness $w^a$<br>mm              | Minimum IQI value and<br>Maximum unsharpness<br>(ISO 19232-5) <sup>b</sup><br>mm | Maximum basic spatial<br>resolution in mm (equivalent to<br>wire thickness and spacing) <sup>b</sup> |
| $w \leq 1,0$                                  | D 13<br>0,10   |  |
| $1,0 < w \leq 1,5$                            | D 12<br>0,125  |  |
| $1,5 < w \leq 2$                              | D 11<br>0,16   |  |
| $2 < w \leq 5$                                | D 10<br>0,20   |  |
| $5 < w \leq 10$                               | D 9<br>0,26  |  |
| $10 < w \leq 25$                              | D 8<br>0,32  |  |
| $25 < w \leq 55$                              | D 7<br>0,40  |  |
| $55 < w \leq 150$                             | D 6<br>0,50  |  |
| $150 < w \leq 250$                            | D 5<br>0,64  |  |
| $w > 250$                                     | D 4<br>0,80  |  |

<sup>a</sup> For double wall technique, single image, the nominal thickness  $t$  shall be used instead of the penetrated thickness  $w$ .

<sup>b</sup> The IQI reading for system selection (see Annex C) applies for contact radiography. If geometric magnification technique (see 7.7) is used the IQI reading shall be performed in the corresponding reference radiograph.

Table B.14 — Maximum image unsharpness for all techniques Class B

| Image Quality Class B Duplex wire ISO 19232-5 |  |  |
|---|--|--|
| Penetrated thickness $w^a$<br>mm              | Minimum IQI value and<br>maximum unsharpness<br>(ISO 19232-5) <sup>b</sup><br>mm | Maximum basic spatial<br>resolution in mm (equivalent to<br>wire thickness and spacing) <sup>b</sup> |
| $w \leq 1,5$                                  | D 13+<br>0,08  | 0,04   |
| $1,5 < w \leq 4$                              | D 13<br>0,10   | 0,050  |
| $4 < w \leq 8$                                | D 12<br>0,125  | 0,063  |
| $8 < w \leq 12$                               | D 11<br>0,16   | 0,08   |
| $12 < w \leq 40$                              | D 10<br>0,20   | 0,10   |
| $40 < w \leq 120$                             | D 9<br>0,26  | 0,13   |
| $120 < w \leq 200$                            | D 8<br>0,32  | 0,16   |
| $w > 200$                                     | D 7<br>0,40  | 0,20   |

<sup>a</sup> For double wall technique, single image, the nominal thickness  $t$  shall be used instead of the penetrated thickness  $w$ .

<sup>b</sup> The IQI reading for system selection (see Annex C) applies for contact radiography. If geometric magnification technique (see 7.7) is used the IQI reading shall be performed in the corresponding reference radiographs.

NOTE "D 13+" is achieved if the duplex wire pair D 13 is resolved with a dip larger than 20 %.

## Kompenzačný princíp I Kompenzácia zníženia kontrastu zvýšením SNR

- Vysoké prežarovacie napätie zníži kontrast
- Aby sme dosiahli dostatočné rozlíšenie pri danom napätí, musíme zvýšiť SNR a to tým, že zvýšime:
  1. Prúd mA
  2. Čas expozície

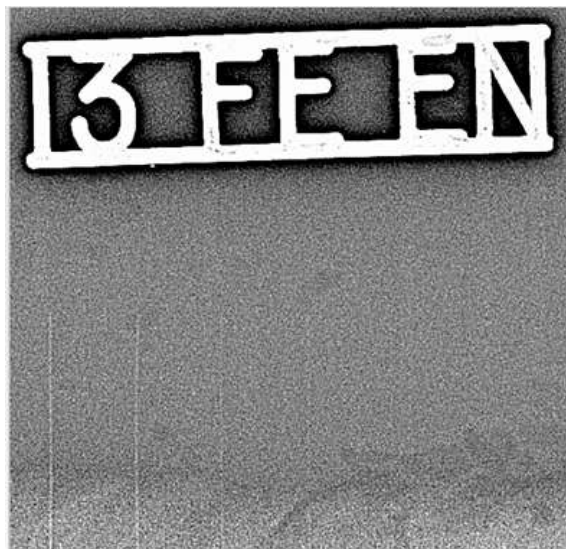


## Kompenzačný princíp II

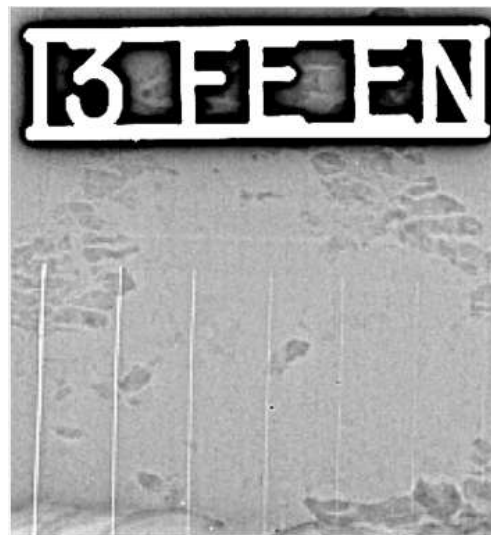
### Kompenzácia vysokej neostrosti detektora zvýšením SNR

- Digitálne systémy s vyššou neostrosťou sa môžu použiť v NDT ak sa u nich dá kompenzovať chýbajúca ostrosť zvýšením SNR (vysokopásmový filter)

Požiadavka pre Fe 8mm



C1 film – viditeľný W16



DDA (200µm pixel) : Zväčšenie 1  
viditeľný W19

## Kompenzačný princíp II

### Kompenzácia vysokej neostrosti detektora zvýšením SNR

- Nevyžaduje sa viditeľnosť učitého stupňa dvojdrôtikovej mierky, pokiaľ je viditeľný o stupeň alebo dva vyššie rozlíšenie drôtikov klasickej miery, než je uvedené v tabuľke B.1-B.12 - Ide o kompenzáciu nízkeho rozlíšenia vyššou citlivosťou drôtikovej miery

**Napr.: Požadované rozlíšenie D12 a W14**

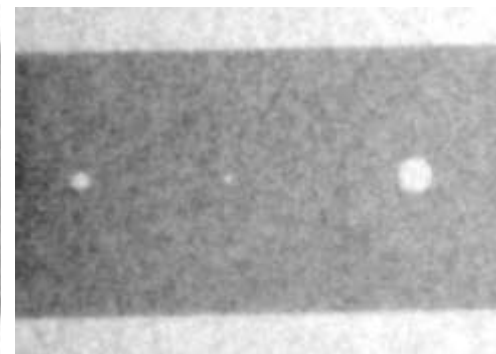
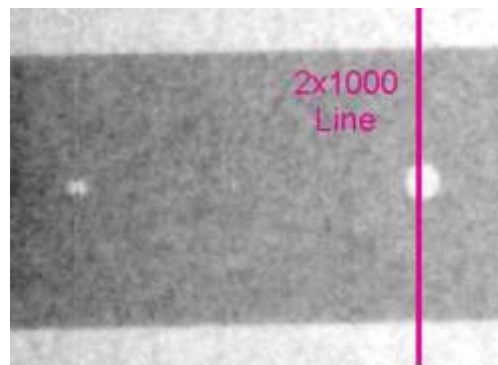
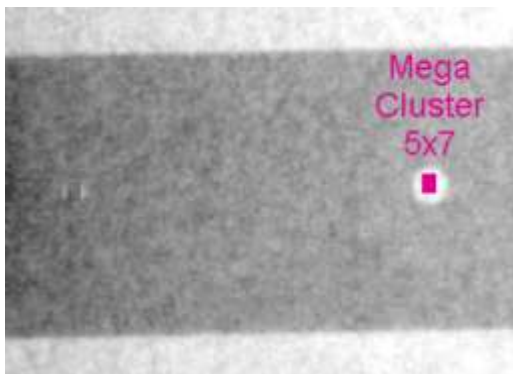
**Akceptovateľné: D11 a W15 alebo D10 a W16**

**Neakceptovateľné: D9 a W17 alebo D10 a W15**

## Kompenzačný princíp III

# Kompenzácia lokálnej neostrosti detektora korekciou zlých pixelov plochého DDA zvýšením SNR

- Chybné pixely vyplývajú z procesnej nestability pri výrobe. Preto musia byť DDA pravidelne kalibrované so žiarením (radičná dávka alebo napätie by malo byť 2x vyššie ako hodnoty pri prežarovaní vzoriek) a bez žiarenia.
- Detektor je mapovaný na chybné pixely a korekcia pre každý chybný pixel je daná priemerovaním hodnôt intenzity z dobrých okolitých pixelov.
- Väčšina jednotlivých chybných pixelov DDA je nepodstatných ale zhluky by nemali byť súčasťou hodnotenej plochy.
- Skupina vadných pixelov nazýva klastre – zhluk vadných pixelov.
- Maximálny počet defektných pixelov a zhlukov je uvedený vždy výrobcom PE.



## Nízka hustota a optimálne rozdelenie vadných pixelov

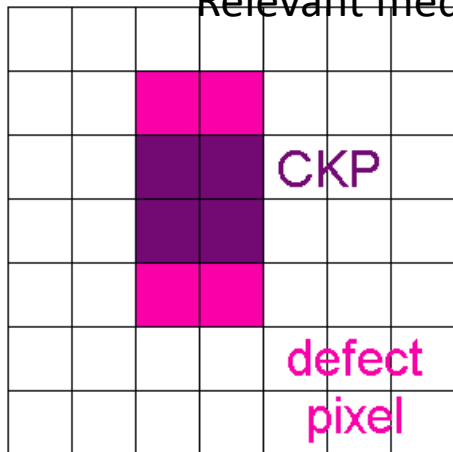
Pre triedu DDA - je daná limitná hodnota pre "**Pixel Cluster Kernel**" (CKP).

CKP je definované ako vada pixelov v zhluke, ktorý je tvorený menej ako 5 príľahlými obrazovými pixelmi s dobrou kvalitou.

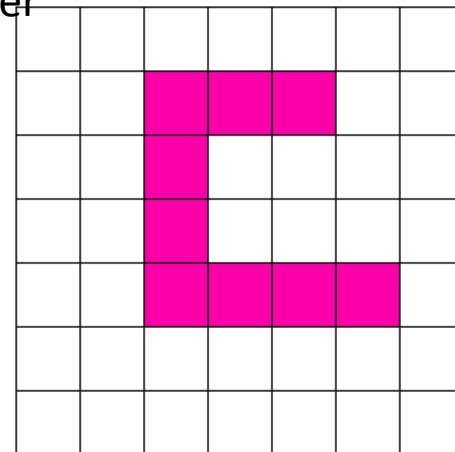
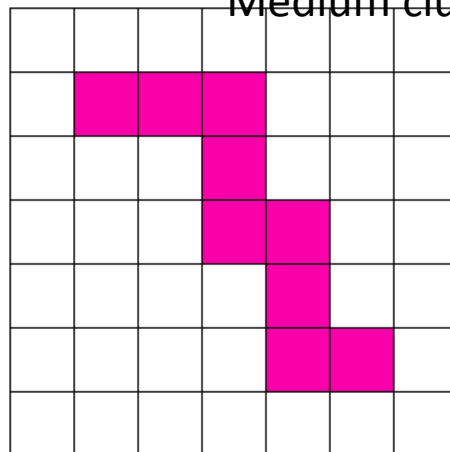
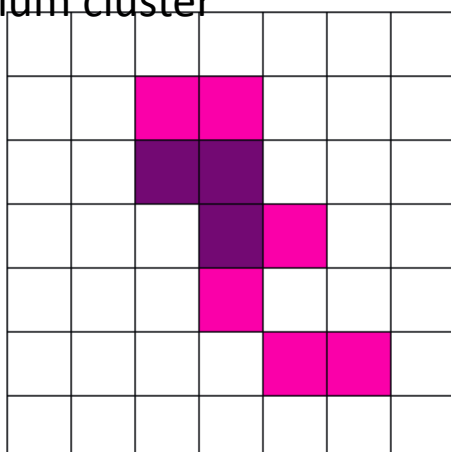
Iba pixely s dobrou kvalitou môžu byť použité pre korekciu úrovne šedosti. Zhluky s CKP sú veľmi rušivé a sú nazývané „podstatné -relevantné“ zhluky.

# Príklady chybných zhlukov pixelov

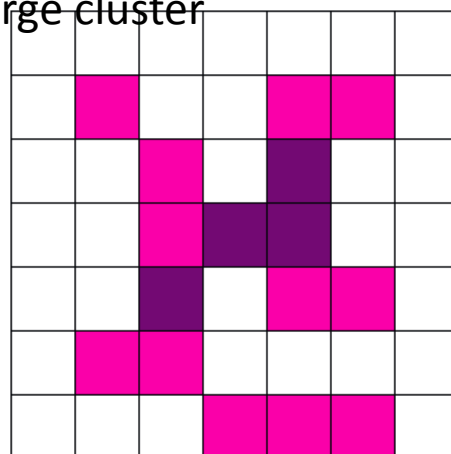
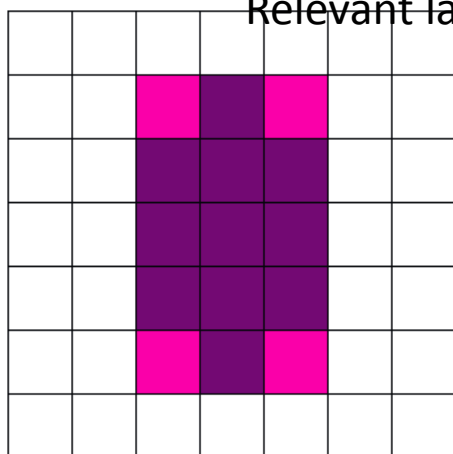
Relevant medium cluster



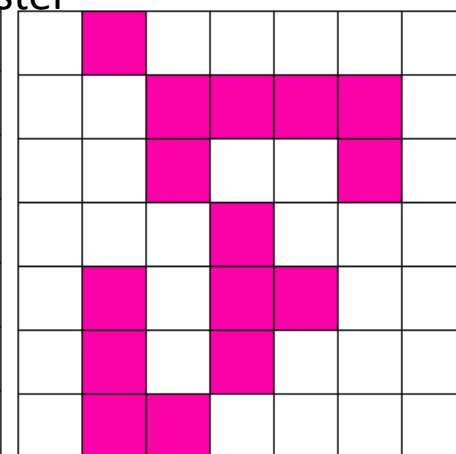
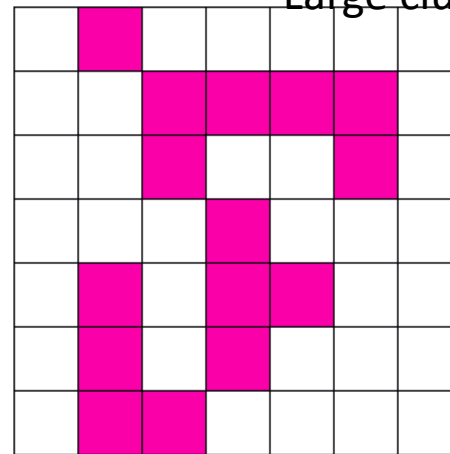
Medium cluster



Relevant large cluster



Large cluster



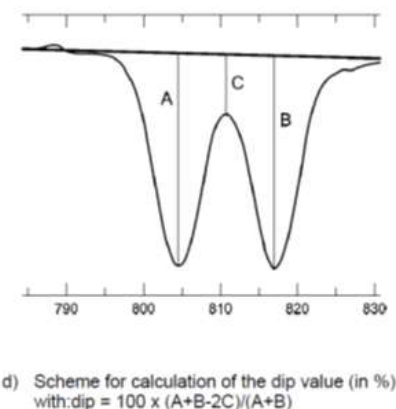
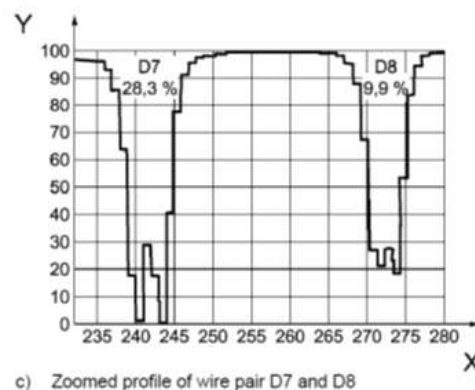
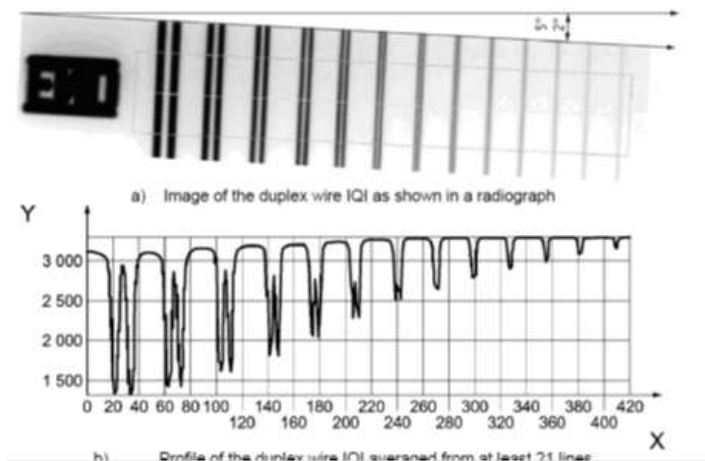
## Určenie základného priestorového rozlíšenia $SR_b$

- Úroveň šedosti na obrazovke je vždy pomerná hodnote expozície
- Lineárna závislosť odtienov šedej je predpokladom pre meranie správnych hodnôt základného priestorového rozlíšenia.
- Duplexná mierka IQI musí byť umiestnená priamo na detektore alebo povrchu kazety IP platne a rozlíšenie musí byť určené v súlade s normou ISO 19232-5 pre stanovenie základného priestorového rozlíšenia detektora.

| Číslo drôtikovej mierky | Vlastná neostrosť | Priemer drôtika a vzdialenosť medzi nimi<br>d | Tolerancie |
|-------------------------|-------------------|---|------------|
| D13                     | 0,10              | 0,050   | ± 0,005    |
| D12                     | 0,13              | 0,063   |            |
| D11                     | 0,16              | 0,080   |            |
| D10                     | 0,20              | 0,100   |            |
| D9                      | 0,26              | 0,130   |            |
| D8                      | 0,32              | 0,160   | ± 0,01     |
| D7                      | 0,40              | 0,200   |            |
| D6                      | 0,50              | 0,250   |            |
| D5                      | 0,64              | 0,320   |            |
| D4                      | 0,80              | 0,400   |            |
| D3                      | 1,00              | 0,500   |            |
| D2                      | 1,26              | 0,630   |            |
| D1                      | 1,60              | 0,800   |            |

## Určenie základného priestorového rozlíšenia $SR_b$

- Určenie základného priestorového rozlíšenia digitálneho detekčného systému by mala byť vykonaná podľa nasledovných podmienok bez vzorky:
  - A. kontrola ľahkých zliatin – 90 kV, platňa 1 mm Al ako filter
  - B. kontrola ocele a Cu zliatin  $\leq 20\text{mm}$  – 160 kV, platňa 1 mm Cu ako filter
  - C. kontrola ocele a Cu zliatin  $> 20\text{mm}$  – 220 kV, platňa 2 mm Cu ako filter
  - D. Zdroj gamma alebo rtg  $> 1\text{MV}$  - platňa 2 mm Cu alebo 4 mm oceľ ako filter pre Se-75, Ir 192 a 4 mm Cu alečbo 8 mm oceľ prer Co60 a rtg  $> 1\text{MV}$



## Určenie základného priestorového rozlíšenia $SR_b$

Meranie SNR je zvyčajne určené z okna o veľkosti 20x55 pixelov (ROI – oblasť záujmu)

Pre všetky hodnoty  $SNR_N$  platí vzťah:

$$SNR_N = SNR_{Namerane} \times 88,6 \mu\text{m} / SR_b$$

Poznámka:  $SNR_N$  je udávaná sv výrobcu

Norma uvádza konverznú tabuľku pre vybrané CR systémy, kde základné priestorové rozlíšenie  $SR_b$  je ekvivalentom SRN



## Určenie základného priestorového rozlíšenia $SR_b$

Meranie SNR je zvyčajne určené z okna o veľkosti 20x55 pixelov (ROI – oblasť záujmu)

Pre všetky hodnoty  $SNR_N$  platí vzťah:

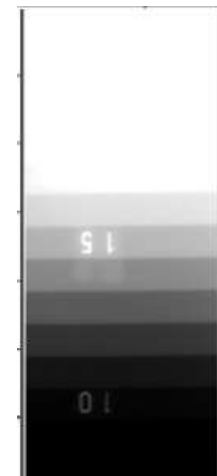
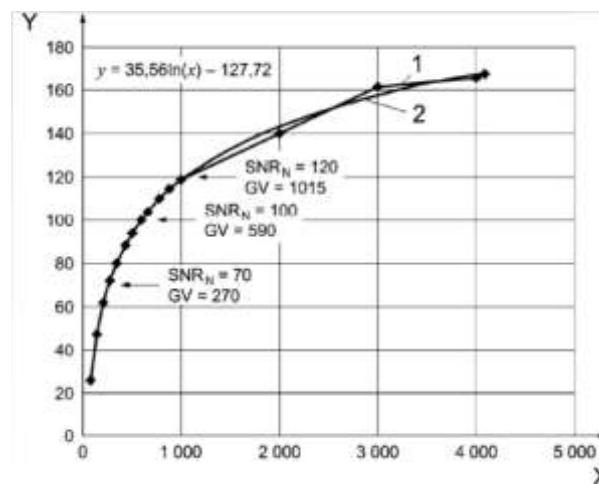
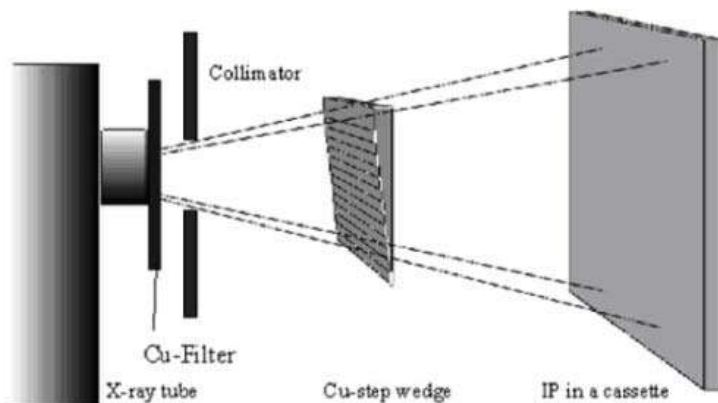
$$SNR_N = SNR_{Namerane} \times 88,6 \mu\text{m} / SR_b$$

Poznámka:  $SNR_N$  je udávaná sv výrobcu

Norma uvádza konverznú tabuľku pre vybrané CR systémy, kde základné priestorové rozlíšenie  $SR_b$  je ekvivalentom SRN

## Určenie minimálnej úrovne šedosti pre CR

- Použitie hodnôt minimálnej úrovne šedosti na nehomogénnych materiáloch môže byť viac preferované ako nárok minimálnej hodnoty  $SNR_N$  – **meranie totiž vyžaduje oblasť s homogénnou úrovňou šedosti.**
- Úroveň šedej na obraze je ekvivalentom expozície – je pre každý systém vlastná a preto si vyžaduje každá zmena nastavenia skenera – zmena veľkosti pixla, skenovacia rýchlosť, intenzita laserového lúča .... Určenie novej minimálnej hodnoty úrovne šedej v pomere k vyžadovanému  $SNR_N$
- Meranie sa vykonáva na stupňovitej mierke a je následne zostavená tabuľka



## CR rádiografia - Dávka v pomere k úrovni šedosti

- Operátor definuje minimálnu úroveň šedosti , čo je ekvivalent optickej hustote vo filmovej rádiografii
- Ale, optická hustota a úroveň šedosti nemôžu byť porovnávané bez vzťahu k obrazovej kvalite
- Úroveň šedej závisí na:
  - *Hĺbke bitu*
  - *Zosilení skenera*
  - *Prevodníka napätia*
  - *Zobrazovacej účinnosti IP*
  - *Intenzite laserového lúča skenera*
  - *Expozičných podmienkach(kV, mA·min, vzdialenosť, tienenie, filtrov).*
- Kvalita obrazu môže byť meraná pomocou drôťkových mierok, otvorových mierok alebo zmeraním základného parametra ako je SNR

# Zhodnotenie

- Digitálna rádiografia prostredníctvom CR a DDAs nahradí klasickú filmovú rádiografiu ako v prípade fototechniky
- Kvalita obrazu závisí na špecifickom kontraste  $\mu_{eff}$ , dosiahnutom SNR a základnom priestorovom rozlíšení SRb.
- SNR vzrastá s expozičným časom ale nedosiahne maximálnych hodnôt, to je ovplyvnené výrobou IP platní a kalibráciou DDA detektorov. Operátor zvýši kontrast vyšším expozičným časom a tečúcim prúdom rtg lampy.
- DDA detektor dosahuje jednoznačne vyššiu kontrastnú citlivosť pri správnej kalibrácii ako je to u filmovej rádiografie
- Z praktických skúšok systémov CR a DR bola následne navrhnutá a schválená norma ISO 17636-2.
- SNR alebo uroveň šedej sú použité ako ekvivalentné hodnoty použitia triedy filmov a hustoty sčernania
- Pre výber a kvalifikáciu systémov je povinné použitie duplexných drôťkových mierok.
- Povinné používanie duplexných mierok je nutné iba pre techniky so zväčšením (magnification).
- Použitie plochých kaziet s IP a DDA detektormi na zakrivených objektoch je spojené s novými vzťahmi pre výpočet vzdialenosti zdroja a detektora
- Nové tabuľky s hodnotami neostrosti slúžia pre správny výber hardvéru.
- Norma obsahuje významné 3 kompenzačné princípy (3. je len pre DDA), ktoré hovoria o možnom zlepšení obrazovej kvality a zlepšení akceptačných kritérií.

# Produkty CR a DR rádiografie budú zanedlho absolútnym štandardom v NDT

