

## A film és a digitális radiográfia

Szakács Sándor \*

Az Agfa ipari röntgen üzletága 1939-ben bocsátotta útjára az első röntgenfilmet. Ez alatt a több mint hatvan év alatt az Agfa a röntgenfilmek széles skáláját fejlesztette ki, amelyek a minőség és a biztonság területén a legmesszebbmenőkig eleget tesznek a legkülönbözőbb szabványok előírásainak is.

De a fejlődés töretlen, és ennek a célnak érdekében integrálta az Agfa a digitális megoldásokat is a termékei közé.

Egy digitális radiográfiai rendszer sikeres bevezetésénél különböző tényezőket kell figyelembe venni. Ezek közé tartoznak többek között a besugárzás időtartama, a képminőség és a produktivitás.

A mindenkor alkalmazási lehetőség határozza meg a megfelelő rendszer kiválasztását az alábbiak közül.

### Digitális radiográfiai rendszerek:

- Filmdigitalizáció szkenneléssel
- Komputerezált radiográfia tárolófóliákkal
- Direktradiográfia amorf-szelén detektorral

### Filmdigitalizáció szkenneléssel

Többletinformációhoz juttat bennünket, amit már a digitalizált kép ad és hosszú időre megoldja az archiválási problémákat.

Ez a rendszer egy lézergusugár nyalábbal pixelről pixelre haladva lekapogtatja a film feketedésbeli különbségeit egészen a 4,1-es optikai denzitásig. Ezek a rendszerek nagyon dinamikusak, mert egy lépésben fogják össze a különböző feketedési értékeket.

Minden szkennelés előtt a rendszer öndiagnózist végez, hogy a készülék exakt és állandóan megismételhető méréseket végezhesen. Ennek a készüléknek az optikai rendszerét úgy alakították ki, hogy csak minimális kalibrálásra és tisztításra van szüksége.

\* Agfa-Gevaert – Délkelet-európai Régió

A rendelkezésünkre álló két típus: a Radview FD 100 és az FD 50 felbontó képessége különböző.

A szkennelhető filmméret: 9x18 cm-től 35x43 cm-ig. Az 50 µm-es szkennert is fel tudja dolgozni a 35x43 cm méretű filmet, de csak a középső 25 cm-ét.

### Komputerezált radiográfia tárolófóliákkal

Ez az eljárás film helyett a sokszor felhasználható (több, mint ezer alkalom) foszforlemez sugározza be. A látens képet már tartalmazó tárolófóliák (foszforlemez) szkenneléskor egy lézergusugár segítségével a képinformáció látható fény formájában szabadabbá válik, melyet digitalizált adathalmazzá átalakítva végül is digitális kép alakul ki.

A tárolófóliák felhasználhatók a szokványos röntgenfilm kazettákban, akár erősítő fóliákkal is, vagy anélkül. A besugárzott foszforlemez manuális úton kell az adatfeldolgozáshoz a készülékbe helyezni. A rövid időtartamú szkennelés utána, az újabb felhasználás céljából, egy speciális készülék törli az adatokat a lemezről. Ez a rendszer mobil alkalmazási lehetőséget nyújt és a vele elérhető képminőség az Agfa Structurix D7 röntgenfilmével azonos.

### Direktradiográfia amorf-szelén detektorral

A technológia lényege, hogy a röntgensugárzást egy ún. vékony rétegű amorf-szelén tranzisztor-mátrix érzékeli és direkt módon digitális jelekké alakítja át.

A 2560 x 3072 mátrixelemű érzékelő felvételezési tartománya: 35x43 cm. A behatoló röntgensugárzás a szelénréteg detector struktúráját direkt elektron-defektelektron párképzéssel módosítja. Ezeket a töltéseket a gyűjtőkondenzátorok egyenként befogják és egy speciális elektronika segítségével kiolvassák. Az eredmény egy 14 bites digitális kép, ami a monitoron azonnal megjeleníthető, és amiről akár másolat is készíthető, valamint tárolható és más felhasználókhöz elektronikus úton továbbítható. Ezzel a módszerrel már a D4-es filmminőségnek is megfelelő digitális képet lehet készíteni.

## Az acél sugárzáselnyelő képességére vonatkozó adatok meghatározása radiográfiai filmek gyári jellemző adatai alapján

Jung József\*

### Matematikai alapok

A sugárzás elnyelődésének törvényeiből könnyen levezethető, hogy egy anyag  $d_{1/2}$  felező rétegvastagsága a következő képlettel számolható ki:

$$d_{1/2} = (\ln 2) / \mu = 0,593 / \mu \quad (1)$$

ahol  $\mu$  a lineáris abszorpció együttható. Teljesen hasonlóan származtatható, hogy a sugárzás intenzitását  $N$ -ed részére csökkentő réteg vastagsága:

$$d_{1/N} = (\ln N) / \mu \quad (2)$$

(1) és (2) alkalmazásával:

$$d_{1/2} = (\ln 2) / (\ln N) \cdot d_{1/N}$$

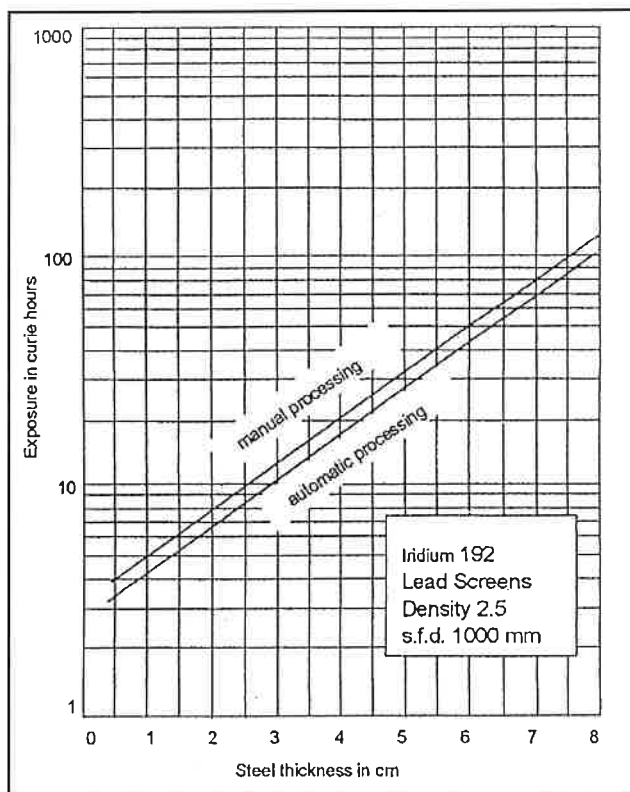
Abban az esetben tehát, ha egy radiográfiai filmet gyártó cég

expozíciós nomogramból meg tudjuk állapítani a sugárzás intenzitását  $N$ -ed részére csökkentő anyag vastagságát, abból a felező rétegvastagság kiszámítható.

### Az alkalmazott módszer

Adott fajtájú gamma-sugárforrás, egy kiválasztott film és állandó fókusz-film távolság esetén ahhoz, hogy azonos legyen a feketedés, azaz a filmben elnyelődő dózis, növekvő anyagvastagság esetén növelni kell a sugárforrás aktivitását és/vagy az expozíciós időt. Könnyő belátni, hogy mivel a sugárzás abszorpciója az anyagvastagságtól exponenciálisan függ, az aktivitás és az expozíciós idő szorzatának az azonos feketedéshez logaritmikusan kell változnia. Ez azt jelenti, hogy ha az aktivitás és az expozíciós idő szorzatát, azaz a GBq-h vagy a Ci-h értéket logaritmikus skálán ábrázoljuk, ez a szorzat az anyagvastagságnak lineáris függvénye lesz. Az egyenes helyzete a kiválasztott film érzékenységétől, illetve miként az az 1. ábrán látható, a filmkidolgozás módjától függ, a meredeksége pedig a sugárzás elnyelődésére jellemző.

\* ÁNTSZ Fővárosi Intézete



1. ábra. Minta egy expozíciós nomogramra (Kodak Industrex AA400)

Röntgen-sugárforrások esetén hasonló a helyzet, azzal a különbséggel, hogy ott az aktivitással analóg mennyiség a csőáramerősség, tehát a mA·min szorzat lesz a vizsgált anyag vastagságának lineáris függvénye.

Abban az esetben, ha két kiválasztott GBq·h (Ci·h) vagy mA·min szorzatnál leolvassuk a hozzájuk tartozó anyagvastagságokat, az előbbieket aránya megadja, hogy az utóbbiak különbségének megfelelő vastagságú anyag hanyad részére gyengíti a sugárzást. Praktikus okokból, tekintettel arra, hogy logaritmikus skálán pontatlan az interpolálás, célszerű egész számú szorzatoknál leolvasni a hozzájuk tartozó anyagvastagságokat. Elvileg és gyakorlatilag is mindegy, hogy melyik típusú film egyenesen végezzük el a fenti műveleteket. Célszerű azonban minél több leolvasásból kiszámolni a felező rétegvastagságot, mert akkor tudunk átlagolást végezni, és ezáltal pontosabb értéket kaphatunk.

## Eredmények

A szerző rendelkezésére az Agfa-Gevaert és a Kodak radiográfiai filmjeiről állnak rendelkezésre részletes expozíciós nomogramok. Az acél felező rétegvastagságára ezekből számított kerekített adatokat az 1. táblázat tartalmazza. Az eredmények relatív hibája (szórása) 1–5% között van, és ez elsősorban a leolvasási szubjektívizmus következménye.

A táblázatban két dolog a feltűnő. Az egyik az, hogy a Kodak prospektusa alapján számított felező rétegvastagságok a CO-60 kivételével szisztematikusan magasabbak az Agfa-Gevaert gyártmányismertetője alapján számítottátnál. Ez részben magyarázható például azzal, hogy a Kodak által alkalmazott röntgenberendezés esetleg olyan szűrővel volt ellátva, amely keményebbé tette a sugárzást. Ir-192 esetén az eltérésre a szerzőnek nincs magyarázata.

A másik feltűnő dolog az, hogy az adatok alapján a Se-75 sugárforrás keményebb sugárzó még a 260 kV egyenfeszültségű röntgensőnél is. (A különbség még nagyobb lenne lüktető egyenfeszültségű röntgenforrás esetén.) Az eredmény igazából nem meglepő, hiszen a Se-75 sugárforrás gamma-vonalai energiájának az intenzitásokkal súlyozott

1. táblázat: Az acél felező rétegvastagsága különböző sugárzások esetén

Röntgen sugárforrás [kV]*, illetve radionuklid	Acél felező rétegvastagság [mm]	
	Agfa-Gevaert	Kodak
100	1,4	2,4
120	2,1	
140	2,9	3,3
160	3,4	
180	4,3	4,8
200	4,9	
220	5,5	6,6
240	5,9	
260	6,5	7,6
300		8,8
Se-75	9,9	
Ir-192	12,1	15,2
Co-60	21,9	22,3

\* Egyenáramú gerjesztés

átlagos 215 keV, míg egy 260 kV egyenáramú gerjesztésű röntgenső átlagos fotonenergiája csak mintegy 170–180 keV-nek tekinthető.

## Összefoglalás

A kapott eredmények alapján a közölt módszer csak tájékoztató jelleggel alkalmas az acél, illetve bármely anyag felezőrétege vastagságának meghatározására, annál is inkább, mivel a felező rétegvastagság egzaktul csak monoenergiás sugárzásra (pl. Cs-137) definiálható. A bemutatott számítási mód inkább az egyes sugárforrások hibakimutató képességének elvi becslésére ad lehetőséget. A sugárzás elnyelődésének pontos figyelembevételéhez az egymás után következő felező rétegvastagságoknak az előző rétegvastagsághoz viszonyított arányát, azaz a sugárzásnak az elnyelődés következtében fellépő „keményedését” is ismernie kellene.

## Miért és hogyan kell megmérni az ipari röntgengépek fókuszát?

Berta László\*

A fókuszolt mérés kötelezettségéről 2000-ben jelent meg magyar szabvány. Az eljárást az MSZ EN 12543 számú szabvány 1-5 része szabályozza. Ezzel egyidejűleg életbe lépett az MSZ EN 12544 számú szabvány 1-3 része is, amely a röntgenberendezések csőfeszültségének mérését és értékelését szabályozza. Ez a két szabvány újabb feladatokat ró a vizsgáló-laboratóriumokra és a szervizekre.

A Ke-Tech Kft-ben felkészültünk arra, hogy az általunk forgalmazott berendezéseken ezeket a vizsgálatokat elvégezzük.

A fókusz vagy más néven katódolt mérésére az MSZ EN 12543 öt eljárást sorol fel:

- 1) Páztázó eljárás
- 2) Furatkamera
- 3) Réskamera
- 4) Élmódszer
- 5) Kis- és mikrofókuszú készülék

Meg kell jegyezni, hogy bármilyen egyszerűnek látszik az eljárás, mégsem az. A különböző adapterek, csatlakozók és kamerák külső méreteit 0,1, míg a belső méreteit 0,01 mm pontosan kell elkészíteni.

Az elkészült felvételeket a mérési eljárástól függően kell kiértékelni, az effektív fókuszot megadni.

Az általunk alkalmazott lyukkamerás eljáráshoz AGFA röntgenfilmet kell használni, és 0,1 mm osztású mérőháló nagyítóval kell értékelni a felvételt.

\* Ke-Tech Kft. Budapest