

# Auszténites és ferrites feltöltő varratok ultrahangos vizsgálata atomerőműi szerkezetek gyártásakor

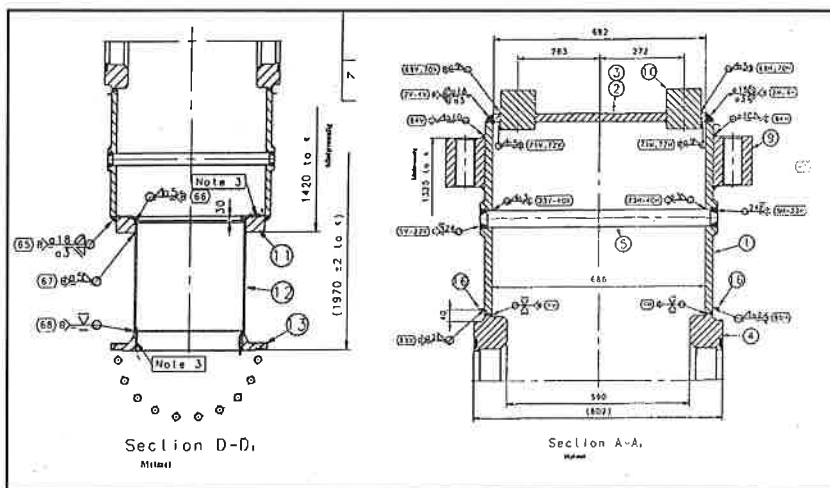
Széll László\*

Az ALSTOM Power Hungária Rt. (korábban Láng Gépgyár) erőműi berendezések, gőzturbinák turbinakomponensek és különféle hegesztett szerkezetek: tartályok, hőcserélők, előmelegítők gyártásával, szervizelésével foglalkozik. Gyártmányainak jelentős része az Európai Unión belül talál vásárlóra.

## Felrakó hegesztéssel készült varratok vizsgálata

Az Oskarshamn svéd atomerőműi projekt keretén belül megrendeltek egy hegesztett radiál ház legyártását. A gyártás megkezdését a részletes ultrahangos eljárás elfogadásától tette függővé a megrendelő. A részletes ultrahangos eljárást (detailed ultrasonic procedure – DUP) a svéd Atomerőművi Ellenőrző Hatósághoz (SAQ) kellett benyújtani elfogadásra.

A radiál ház hegesztési rajzának két részlete az 1. ábrán látható.



1. ábra. A radiál ház két hegesztési részlete (ferrites és auszténites varratok)

A rajzon látható, hogy a szerkezet többféle geometriájú hegesztési varratot tartalmaz. A ferrites tompavarratokat MSZ EN 1712, MSZ EN 1714 szerint kellett vizsgálni, ez nem kíván különösebb magyarázatot. A felrakó hegesztések vizsgálatához a KBM EP 3-5-23 előírást adta meg a megrendelő.

A ferrit-perlites szövetszerkezetű P265GH alapanyagra az egyik feltöltő hegesztést a ferrit-martenzites szövetszerkezetű CN 13/4 hozaganyaggal végeztük, míg a másik feltöltő hegesztés az auszténites szövetszerkezetű eredményező, CN 23/12Mo-FD hozaganyaggal készült. Az alapanyag névleges és a hegesztőanyagok tipikus kémiai összetételét az 1. táblázat foglalja össze.

1. táblázat. Az alap- és hegesztőanyagok kémiai összetétele

	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	V
	%	%	%	%	%	%	%
	max.	max.					
P265GH	0,2	0,4	0,5-1,4	-	-	-	-
CN13/4	0,03	0,3	0,6	12,5	4,5	0,5	-
CN23/12Mo-7D	0,02	0,7		23	12-13	2,5	-

\*ALSTOM Power Hungária Rt.

## A KBM-EP 3-5-23 előírás összefoglalása

A felrakó hegesztésben esetleg előforduló kötési hibák, térfogatos hibák és repedések kimutatását kell megoldani.

Az elvégzendő ultrahangos vizsgálatok technológiája, kiterjedtsége függ az ömledék repedésérzékenységtől, mivel a térfogati és repedés-szerű hibák nem ismerhetők fel egyidejűleg. A hegesztés repedés-érzékenysége meghatározására az alábbi képletet szolgál, a hivatkozott előírás szerint:

$$G = Cr + 3,3.Mo + (8,1.V) - 2$$

Ha  $G > 0$ , akkor a hegesztést repedésre érzékenynek kell tekinteni, és 70°-os osztott adóvevő szögfejjel kell vizsgálni.

A vizsgálóberendezés érzékenysége és referencia szintje kalibráló egy referencia testtel, melyben egy 2 mm átmérőjű furat van a hegesztési varrat és az alapanyag átmeneti zónájában. Erre az  $\varnothing 2$  mm-es furatra a szabvány nem tér ki, így nem tudni,

hogy merőleges hengeres furatról vagy körtárcsa reflektorról van-e szó. A referenciaszint az  $\varnothing 2$  mm-es furat. Minden olyan reflektor, amely ezt a referenciaszintet 50%-kal meghaladja értékelendő, és tisztázandó az oka függetlenül a hiba hosszától. Repedések és repedés jellegű hibák nem megengedettek.

Olyan térfogatos hibák, amelyek nagyobbak a referenciaszintnél, nem megengedettek. Azon térfogatos hibák, amelyek a referenciaszint 50-100%-val megegyezők, és ha a hosszuk kisebb, mint 25 mm, elfogadhatók, ha számuk nem haladja meg a 15 db/m<sup>2</sup> értéket.

A kivonatban ismertetett előírás több érdekességet is tartalmaz. Látható, hogy az ASME elveire épül, és a lehető legegyszerűbben fogalmazza meg a vizsgálat végrehajtását és az elfogadási kritériumokat. Nem írja elő, például az alkalmazandó vizsgálati frekvenciát, a folytonos-

sági hiányok közelállóságát, nem alkalmaz anyagcsoportokat, falvastagsági különbségeket stb.

## Vizsgálófej kiválasztása az auszténites feltöltő varrat vizsgálatához

Az alapanyag – a képletből kiszámolva – nem érzékeny repedésre ( $G \cong -2$ ), míg az ömledéket, illetve az átmeneti zónát repedésre érzékenynek kell tekinteni ( $G \cong 12$  illetve  $G \cong 20$ ). A vizsgálatokat a ferrit-martenzites feltöltő varratokra éppen úgy el kell végezni, mint az auszténitesekre, de az előbbi ultrahangos szempontból nem jelent különösebb gondot, mivel az alapanyagban és a varratban a hang terjedési sebessége és gyengülése közel azonos.

Az SAQ hatósághoz elfogadásra kiküldött, a feltöltő varratok ultrahangos vizsgálatának részletes eljárása a következő négy pontban foglalható össze:

- 1.) A ferrites feltöltő varratok, illetve
- 2.) az auszténites feltöltő varratok vizsgálata a térfogatos hibák, a kötési hibák és a repedések kimutatására.
- 3.) A vizsgálófejek kiválasztása
- 4.) Az ellenőrző testek

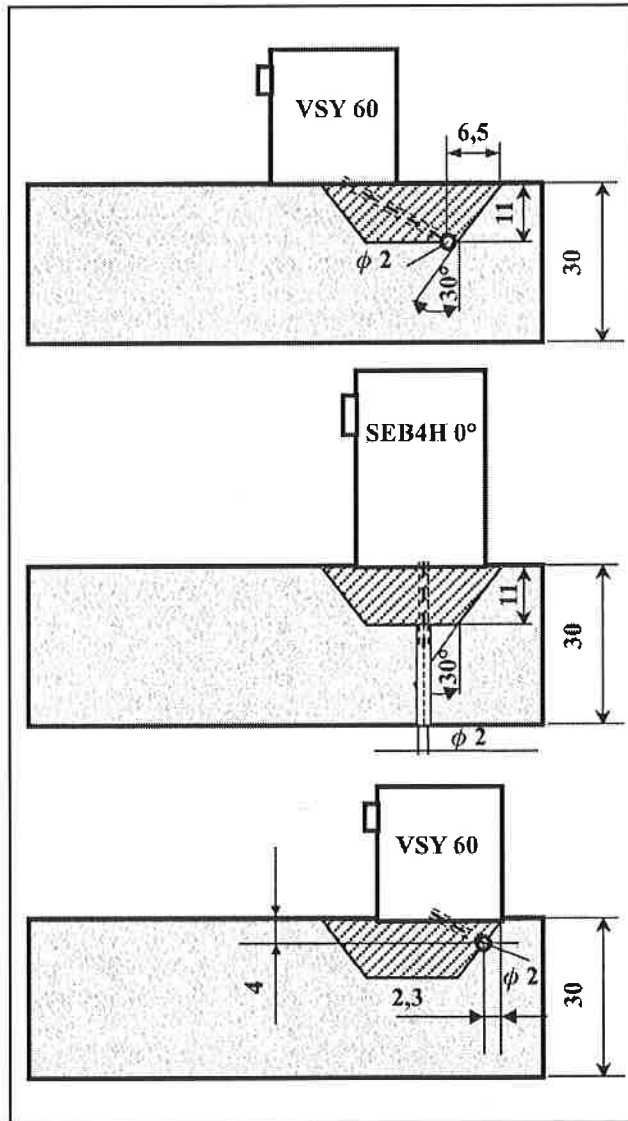
A vizsgálófejek kiválasztását jelen esetben három szempont döntötte el:

- a vizsgálati előírás,
- a szóba jöhető vizsgálófejek paraméterei és
- a varrat geometriája.

A vizsgálati előírás meghatározza az Ø 2 mm-es furat vizsgálati érzékenységét, osztott adóvevő fej alkalmazását. A vizsgálófej paramétereinél a fő szempont az ultrahang hatótávolsága és a vizsgálófej mérete. Az 2. táblázatban láthatók a szóba jöhető vizsgálófejek.

2. táblázat. Segéd táblázat a Krautkrämer fejek kiválasztásához

Típus	Méret a x b (mm)	Frekvencia f (MHz)	Szög $\beta$ (°)	Hatástávolság min. (mm)	Hatástávolság max. (mm)
VRY45	10x22	1.8	45	21	150
VRY60	10x22	1.8	60	20	120
VRY70	10x22	1.8	70	15	100
VSY45-2	5x10	2	45	4	30
VSY60-2	5x10	2	60	4	30
VSY70-2	5x10	2	70	5	25
VSY45	5x10	4	45	3	40
VSY60	5x10	4	60	3	40
VSY70	5x10	4	70	4	35



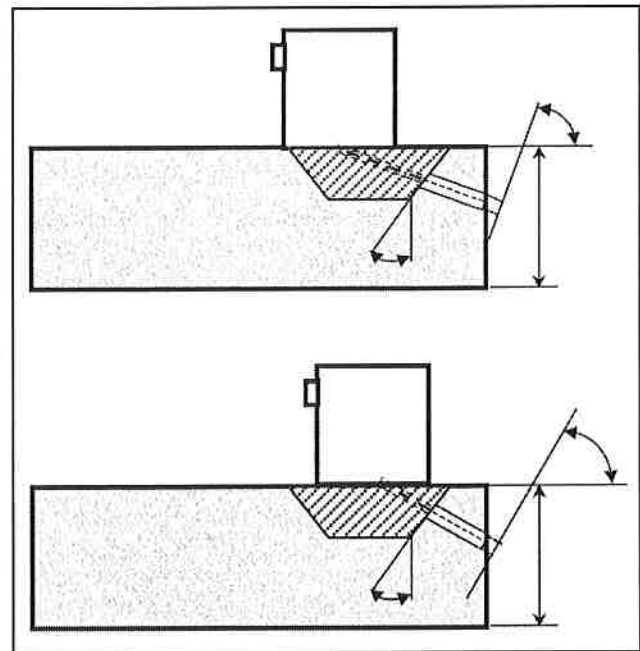
2. ábra. Az ET 8 ellenőrző test

A varratgeometria ismeretében kiválasztható a táblázatból az alkalmas vizsgálófej. A VRY típusú vizsgálófejek sem méretük, sem pedig hatástávolságuk miatt nem felelnek meg. A VSY 2 típusú vizsgálófejek közül a VSY 70-2 a kis hatótávolság miatt nem alkalmas az adott feladatra. Az említett szempontok alapján a gyártási rajz szerinti varratok vizsgálatához a VSY 60 és a VSY 70 típusú vizsgálófejek alkalmazhatók. Az ausztenites alapanyag és az átmeneti zóna vizsgálatához pedig a SEB 4H 0° vizsgálófejet választottuk.

**Az ellenőrző testek elkészítése**

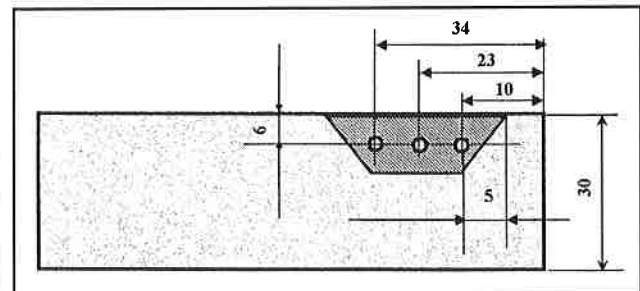
A gyártási rajz szerinti varratoknak megfelelő ellenőrző testeket kellett megtervezni úgy, hogy kielégítsék a már ismertett követelményeket. A 2. ábrán látható ET 8 jelű ellenőrző test a kötési- és a térfogati hibák vizsgálatának a kalibrálásához készült. A kötéshibák elsősorban az alapanyag és a feltöltő hegesztés találkozásánál várhatók. Vizsgálati szempontból az eset szerencsés, mert mind a VSY 60, mind a SEB 4H 0° fejjel a varrat-alapanyag zóna teljes biztonsággal vizsgálható és a térfogati hibák is ellenőrizhetők. A vizsgálatot, hasonló elrendezésben, a 70°-os fejjel is elvégeztük.

A repedések vizsgálatához az ET 9 jelű ellenőrző test készült, vázlat a 3. ábrán látható.



3. ábra. Az ET 9 ellenőrző test

Az előírás 70°-os szög-vizsgálófejet ír elő. Első ránézésre a két ellenőrző testtel a vizsgálat megoldható, de, mint az a 3. ábrán látható, ha a vizsgálófejet X irányban mozgatjuk, a fősugár átlép a varrat-alapanyag határfelületen. Az ultrahang a hangút egy részét a ferrites alapanyagban, egy másik részét az ausztenites töltővarratban teszi meg. A két anyagban mind a terjedési sebesség, mind a hanggyengülés erősen



4. ábra. A háromfuratos ellenőrző test (ET 3)

eltér egymástól. Ezért mind az esetleges hibahely meghatározásához, mind az előíráshoz viszonyított hibanagyság meghatározásához ez a két ellenőrző test nem elégséges.

A megoldást az ET 1-től az ET 6-ig terjedő ellenőrző testek alkalmazása jelentette. Ezeknél a feltöltő hegesztési varratba – különböző mélységekben – 2 illetve 3 referencia furatot munkáltattunk ki. Erre mutat egy példát a 4. ábra.

### Összefoglalás

A részletes ultrahangos eljárás (DUP) kidolgozását megelőzően, papíron számos vizsgálati lehetőséget modelleztünk kiszámítva a lehetséges minimális és maximális hangutakat, ami alapján kiválasztottuk a meglévő készülékhez alkalmas fejeket. Az UH-fejek beszerzésével egyidejűleg elkészült a 12 darab **ellenőrző test**, amelyek alkalmazásával egyértelműen behatárolható volt az a zóna, ahol mind a repedés, mind pedig a térfogati hibák kimutathatók. Az ellenőrző testek egyrésztől

igazolták, hogy a választott fejekkel és az ultrahangos vizsgálattechnikai megoldásokkal a kívánt térfogatok biztonságosan ellenőrizhetők, illetve a hibakimutathatóság is elfogadható.

A nagyszámú, a konkrét gyártmányhoz igazodó ellenőrző test elkészítése és bevizsgálása egyrésztől biztosította, hogy a svéd SAQ hivatal minden megjegyzés nélkül elfogadta a DUP-ot, valamint a tényleges gyártmányon elvégzett vizsgálatok eredményeit.

Ahhoz, hogy a gyártmánnyal szemben támasztott minőségi követelmények miatt az ultrahangos vizsgálatokat megbízhatóan, megfelelő hiba-kimutathatósággal el lehessen végezni, gyakran több ellenőrző testet kell elkészíteni. Ennek időigényét és többletköltségét figyelembe kell venni ahhoz, hogy a DUP kidolgozásának a cikkben csak nagy vonalakban ismertetett módját ne csak a nagyobb értékű termékeknél lehessen alkalmazható.

Az ALSTOM Power Hungária Rt. megkapta a megbízást és a hegesztett radiál házat legyártotta.

## Hasonló érzékenységű ipari röntgenfilmek összehasonlítása

Varga Géza\*

A hazai iparban egyre nagyobb jelentősége van a roncsolásmentes vizsgálatoknak. Ezekben belül az ipari radiográfia az egyik legelterjedtebb vizsgálati módszer, ugyanis a hegesztett kötésekről, vagy a munkadarabról készült radiográfiai felvétel még mindig a legjobban archiválható és perdöntő dokumentum.

Az ipari radiográfia részére különböző minőségű és árú filmeket és vegyszereket állítanak elő a vegyiparban, határon innen és túl, de leginkább túl. A film- és vegyszergyártók anonimitását szem előtt tartva végeztünk összehasonlítást azonos, vagy közel azonos minőségű filmek (Agfa, Foma és Fuji), valamint a gyártók által hozzájuk ajánlott vegyszerek között, végsőként a feketedésbeli és felbonásbeli különbségek kimutatását kitűzve.

### Az összehasonlító vizsgálat jellemzői

A vizsgálatot laboratóriumi körülmények között folytattuk le.

A sugárforrás egy Seifert Eresco típusú, 200 kV/8 mA-es készülék volt. A röntgencső az RVK 1 típusú vizsgálószekrényben helyezkedett el.

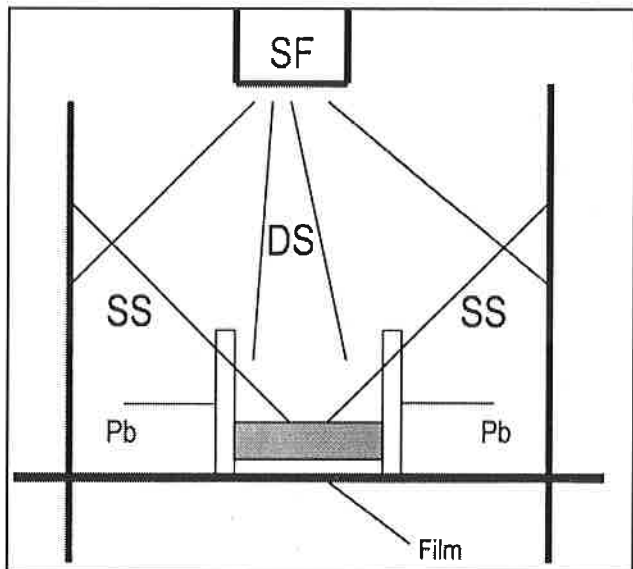
A vizsgálatok megkezdése előtt ellenőriztük a szórt és háttérsugárzást (SS) az alábbi módon:

A tárgyasztalra helyezett filmet egy ugyanolyan méretű acéllemezzel betakartuk, melyet majd a későbbiekben vizsgálni fogunk. A film szemközti oldalai mellé, a filmmel párhuzamosan L profilra hajtott ólomlemez csíkokat állítottunk, amelyeknek magassága 47 mm, szélessége 6 mm és vastagsága 1 mm volt (1. ábra).

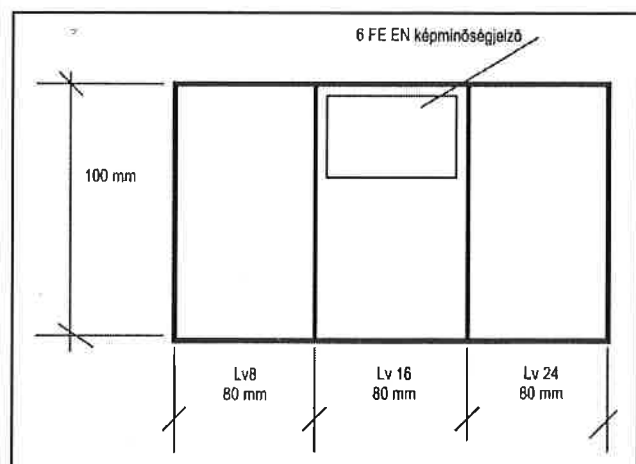
A szórt sugárzás, ha van, filmfeketedés-különbséget eredményez a film melletti ólomlemezcsíkok vetületének árnyéka.

Az 1. ábra szerinti elrendezésben készített filmfelvételeket a laborálást követően kiértékeljük. Szórt sugárzásra utaló feketedés-különbség nem volt tapasztalható.

Ezt követően, a megfelelően bemelegített röntgenkészülékkel egy ultrahangos lépcsős etalonról (L.E.) és egy durva lépcsős etalonról (D.L.E.) készítettünk felvételeket ugyanazon beállítással (gyorsító feszültség, mA, film-fókusz távolság, megvilágítási idő).



1. ábra. A szórt sugárzás vizsgálatának összeállítása. SF: sugárforrás, DS: direkt sugárzás, SS: szórt sugárzás



2. ábra. A durva lépcsős etalon

\* okl. gépészmérnök, MBVTI – Műszaki Biztonsági Vizsgáló és Tanúsító Intézet Kft.