

# RONCSOLÁSMENTES VIZSGÁLATOK

A darab belsejében lévő eltérések  
kimutatására alkalmas módszerek

# Ultrahangos vizsgálat

**Elve:** a nagyfrekvenciájú hanghullámok (ultrahang ) a fémekben alig gyengülve, mint irányított sugarak haladnak, azonban határfelülethez érve visszaverődnek. Határfelületnek minősül minden akusztikailag más keménységű közeg, pl. a darab belsejében lévő hibák és a darab hátlapja.

# Ultrahangos vizsgálat

## Alapfogalmak

- Az ultrahangos anyagvizsgálatban használatos frekvencia tartománya 0,25 MHz - 15 MHz között van.
- Az ultrahang terjedési sebessége ( $v$ ) homogén anyagon belül állandó és az anyag rugalmas jellemzőitől függ.

# Ultrahangos vizsgálat hangsebesség

Anyag	Longitudinális hullám terjedési sebessége m/sec	Tranzverzális hullám sebessége
Ötvözetlen alumínium	6320	3120
Ötvözetlen kis karbontartalmú acél	5930	3230
Ausztenites acél	kb. 5800	
Lemezgrafitos öntöttvas	3500- 5300	
Gömbgrafitos öntöttvas	5300 - 5800	
Jég	4260	2560
Víz (20C°-os)	1483	
Levegő	333	

# Ultrahangos vizsgálat

## Alapfogalmak

- A hanghullámok esetében a frekvencia ( $f$ ), a hullámhosszúság ( $\lambda$ ) és terjedési sebesség ( $v$ ) között összefüggés van.

$$v = \lambda \cdot f$$

A hullámhosszúság ismerete lényeges, mert **ultrahanggal csak  $\lambda/2$  esetleg ideális esetben  $\lambda/3$  nagyságú hibák mutathatók ki.**

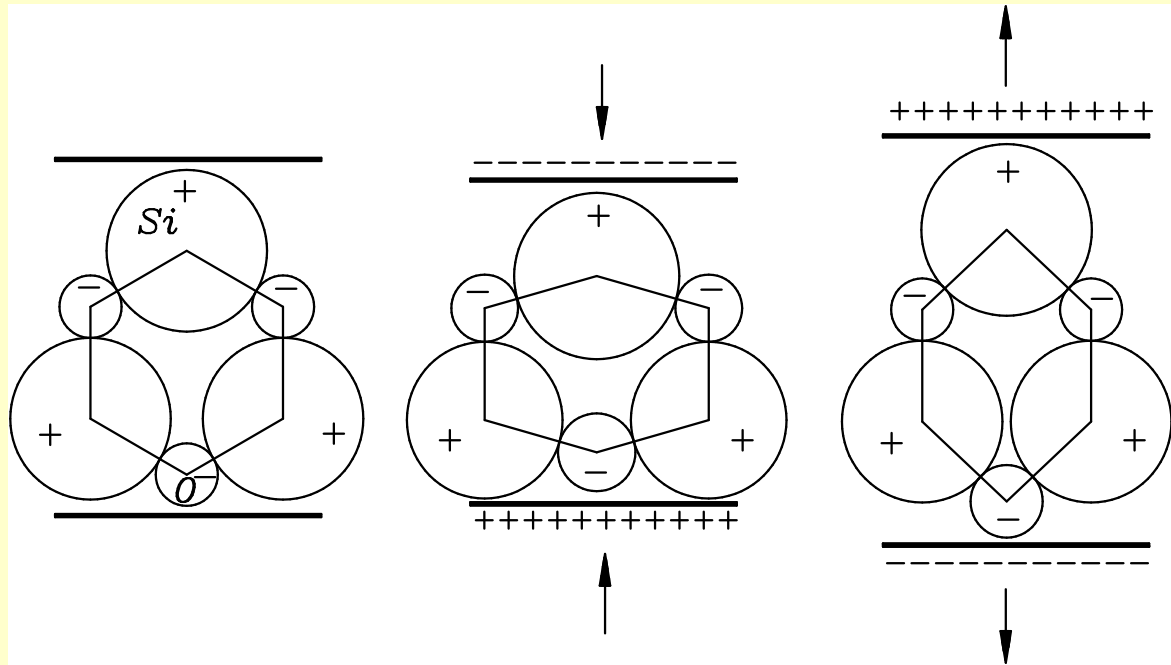
# Ultrahangos vizsgálat

## Alapfogalmak, az ultrahang

### előállítás

- **Piesoelektromos** poláris tengellyel rendelkező kristályból meghatározott irányban kivett lemez pl. kvarc ( $\text{SiO}_2$ )

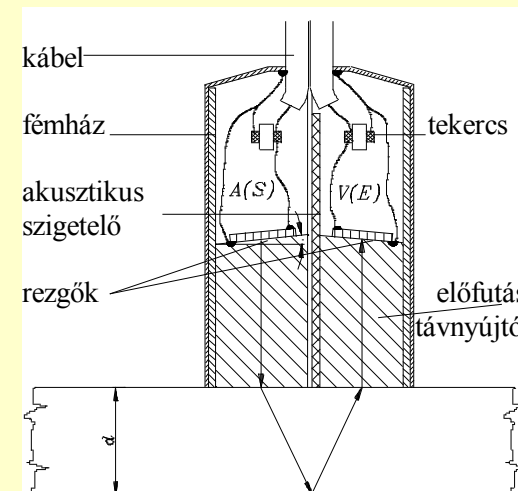
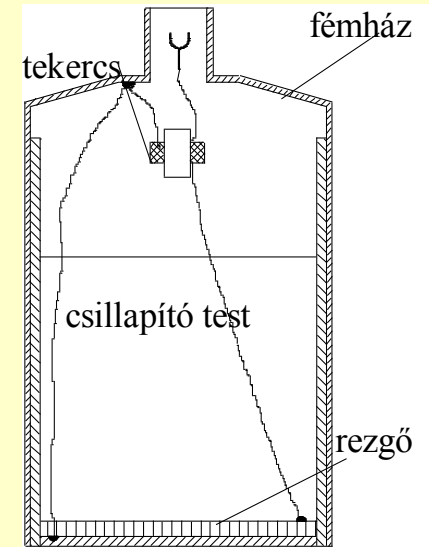
- **elektrosztikciós** polikristályos bariumtitanát,



# Ultrahangos vizsgálat

## Az ultrahang előállítás, vizsgáló fejek

- A hanghullámokat előállító illetve érzékelő lemezkét az un. rezgőt a vizsgáló fej tartalmazza. A vizsgáló fejek szerkezetiileg lehetnek közös adó - vevő fejek
- külön adó és vevő rezgőt tartalmazó adó - vevő (SE fejek)

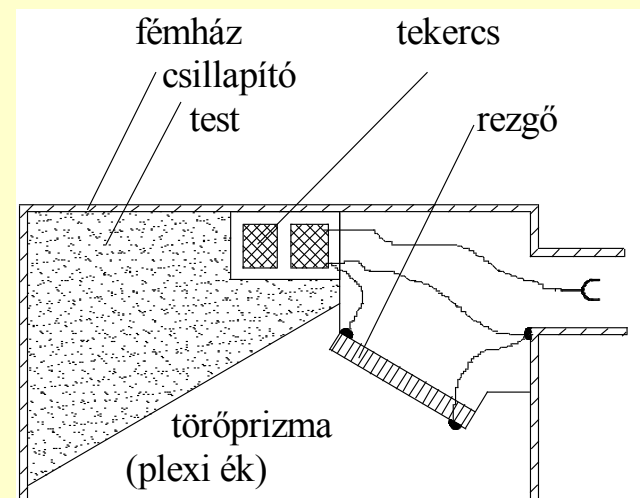
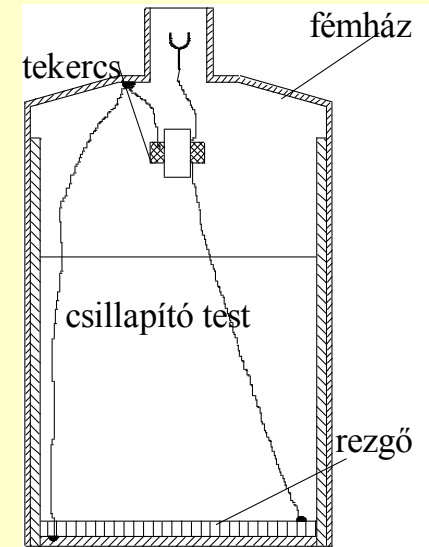


# Ultrahangos vizsgálat

## Az ultrahang előállítás, vizsgáló fejek

A hangsugár kilépési szöge szerint:

- normál vagy merőleges
- szögvizsgáló fejek





# Ultrahangos vizsgálat

## Az ultrahang előállítás, vizsgáló fejek



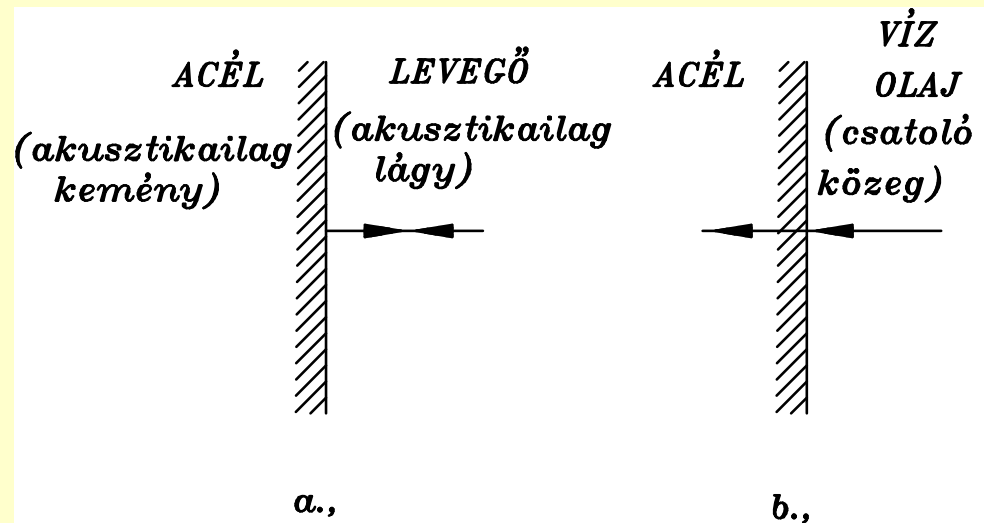
szögfej

Adó/vevő  
S/E fej

Normál, merőleges

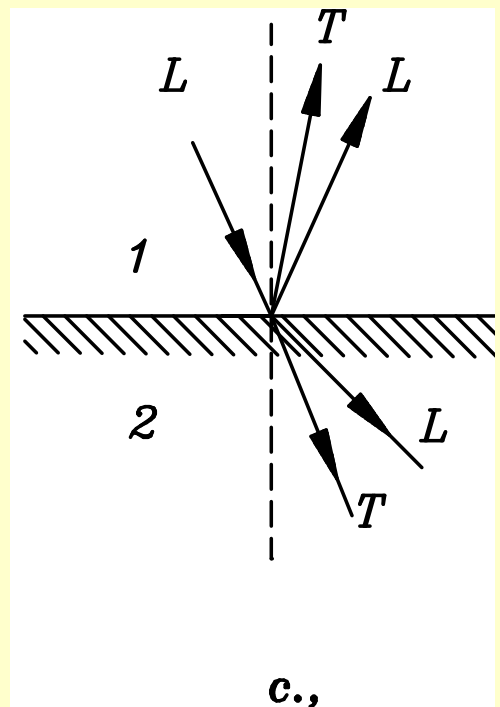
# Az ultrahang viselkedése határfelületen **Merőleges beesés**

- az ultrahang **100%-ban visszaverődik az acélfelületről** ha nem alkalmazunk **csatoló anyagot**.
- A csatoló közeg lehet víz, vagy olaj esetleg speciális paszta.



# Az ultrahang viselkedése határfelületen **Ferde beesés**

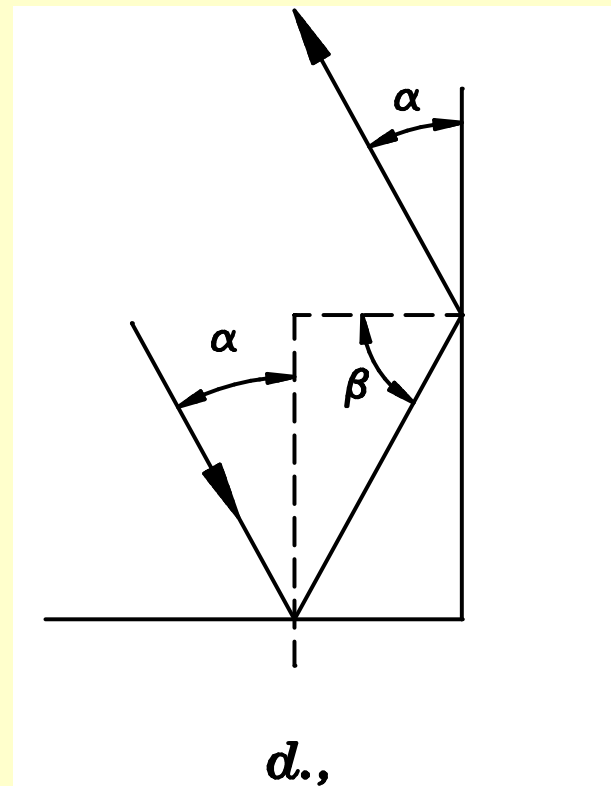
- **visszaverődik** a felületről, és ha a határfelület áteresztő, **megtörnek és felhasadnak**.
- A felhasadás következtében a longitudinális hullám mellett transzverzális hullámot is kapunk. A két hullámfajta eltérő sebessége miatt a beesési szöget úgy kell megválasztani, hogy csak az egyik, jelen esetben a transzverzális hullám léphessen be a darabba.



# Az ultrahang viselkedése határfelületen, derékszögű határfelület

- A hanghullámok  
derékszögű  
határfelület esetén  
önmagukkal  
párhuzamosan  
haladnak tovább.

Ez a merőleges  
szögtükör .

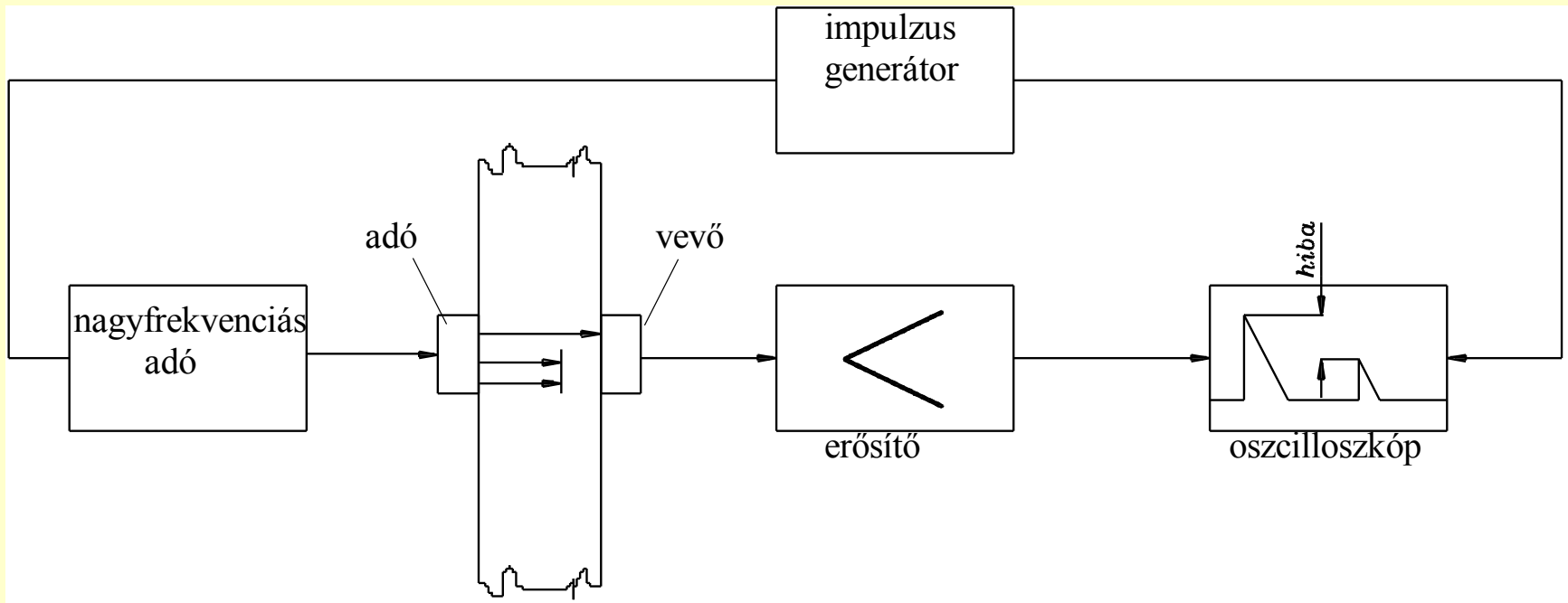


# **. Ultrahangos vizsgálati módszerek**

- 1. Hangátbocsátás elvén alapuló eljárás.**
- 2. Impulzus-visszhang módszer**

# Ultrahangos vizsgálati módszerek

## *A hangátbocsátás elvén alapuló módszer*

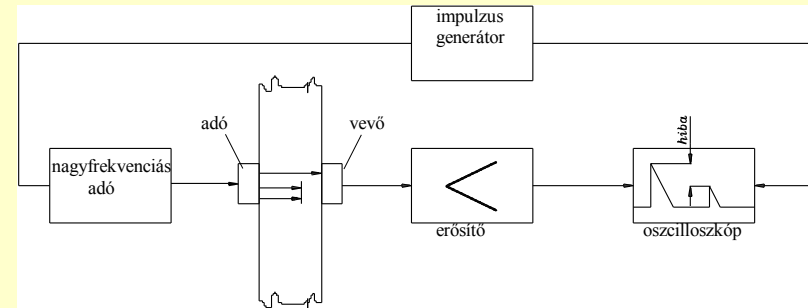


# Ultrahangos vizsgálati módszerek

## *A hangátbocsátás elvén alapuló módszer*

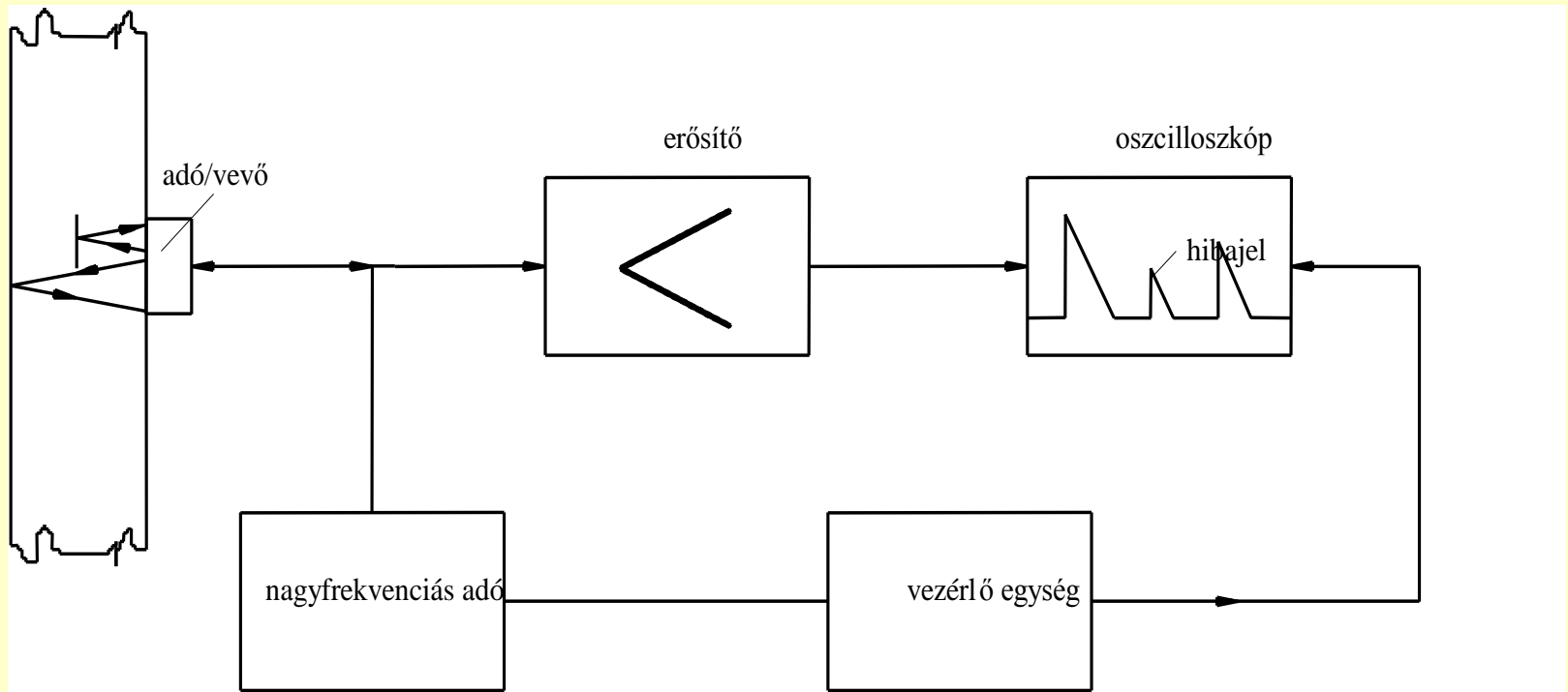
**Alkalmazása:** egymással párhuzamos lapú, vagy forgásfelületű darabok nagysorozatban végzett automatizált vizsgálatánál használják.

**Jellemzője:** nagyon érzékeny, de **hátránya, hogy a hiba távolsága a felülettől nem határozható meg.**



# Ultrahangos vizsgálati módszerek

## *Impulzus visszhang módszer*





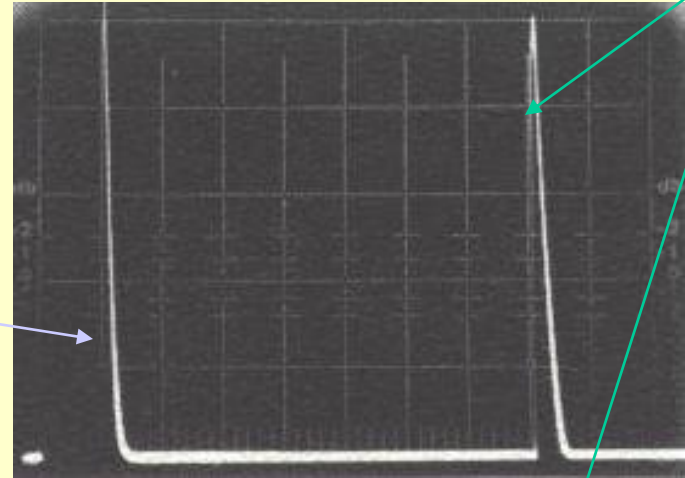
# Ultrahangos vizsgálati módszerek

## *Impulzus visszhang módszer*

Hátfalvisszhang

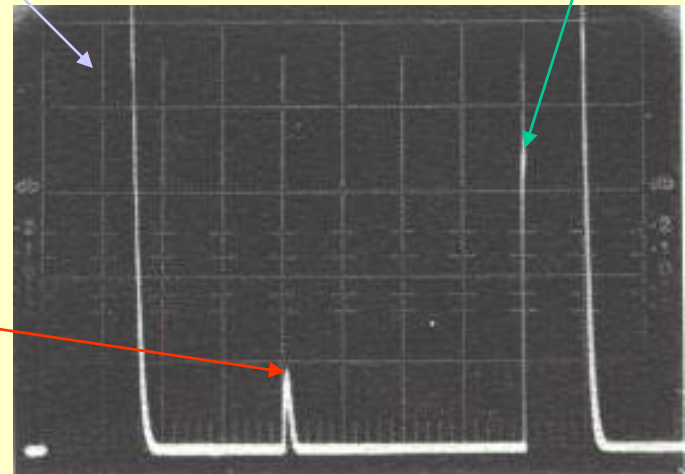
- Hibátlan darab  
oszcilloszkópos képe

adójel



- Hibás darab  
oszcilloszkópos képe

hibajel



## Ultrahangos vizsgálati módszerek

### *Impulzus visszhang módszer jellemzői*

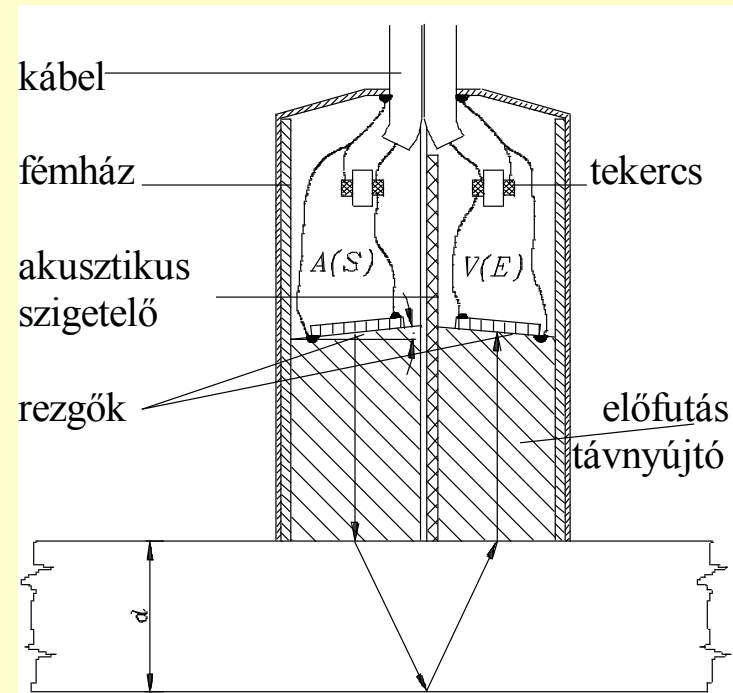
- Mivel az ultrahang terjedési sebessége az anyagban állandó, az oszcilloszkóp etalon darabbal való kalibrálása után a darab vastagsága és ha hiba van, annak helye meghatározható, az a monitorról leolvasható.
- Hátránya, hogy a felület közelében lévő hibák (kb. 20 mm, de függ az erősítéstől) nem mutathatók ki.

# Ultrahangos vizsgálati módszerek

## *Impulzus visszhang módszer jellemzői*

### A felületközeleli hibák kimutatása

A felületközeleli hibák kimutatása problémának a megoldására dolgozták ki az adó-vevő (SE) fejeket, amelyekkel a felülettől akár 1 mm távolságban lévő hibák is kimutathatók.



# Ultrahangos vizsgálat

## A vizsgálatlaltal meg kell tudni határozni

Az eltérés (hiba)

👁️ **helyét**

👁️ **nagyságát**

👁️ **típusát**

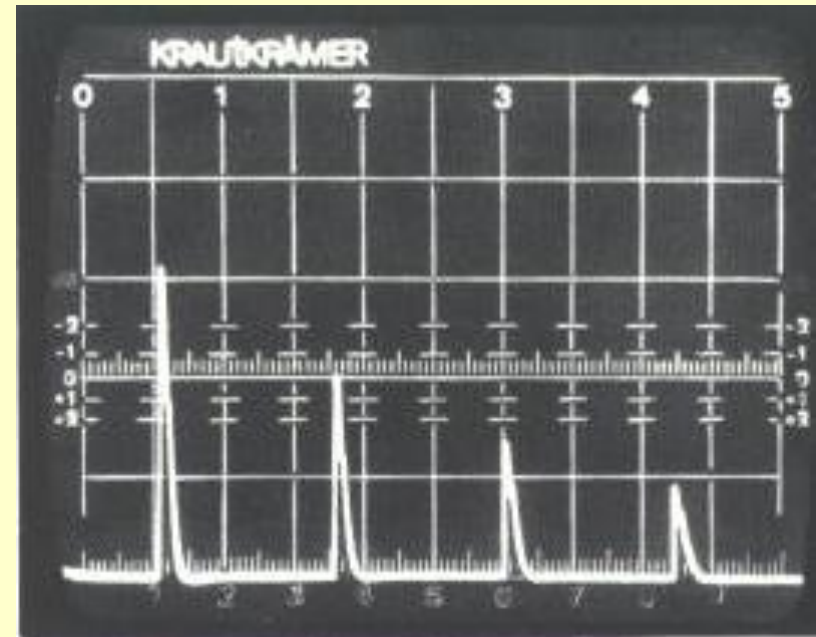
## *Ultraszagos vizsgálat*

# *A hiba helyének meghatározása*

az impulzus visszhang  
módszerrel.

A helymeghatározás alapja  
a "geometriai hitelesítés".

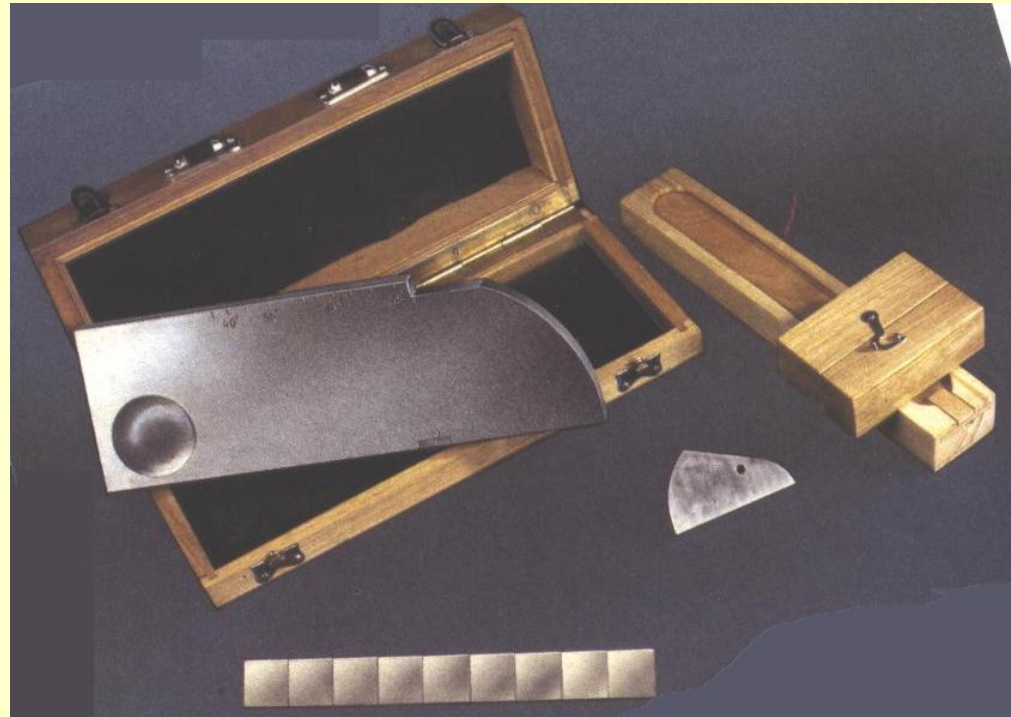
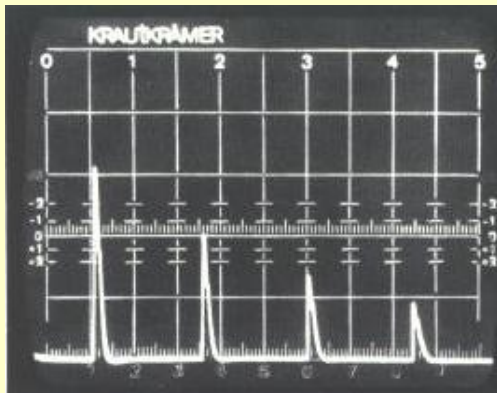
Erre a többszörös  
visszhangokat használjuk  
fel.



## *Ultraszagos vizsgálat*

# *A hiba helyének meghatározása*

- A visszhang jelek közötti távolság azonos, így alkalmas a kalibrálásra.
- A kalibrálásra szabványosított **etalonokat** használunk.



## Ultraszagos vizsgálat

# A hiba nagyságának meghatározása

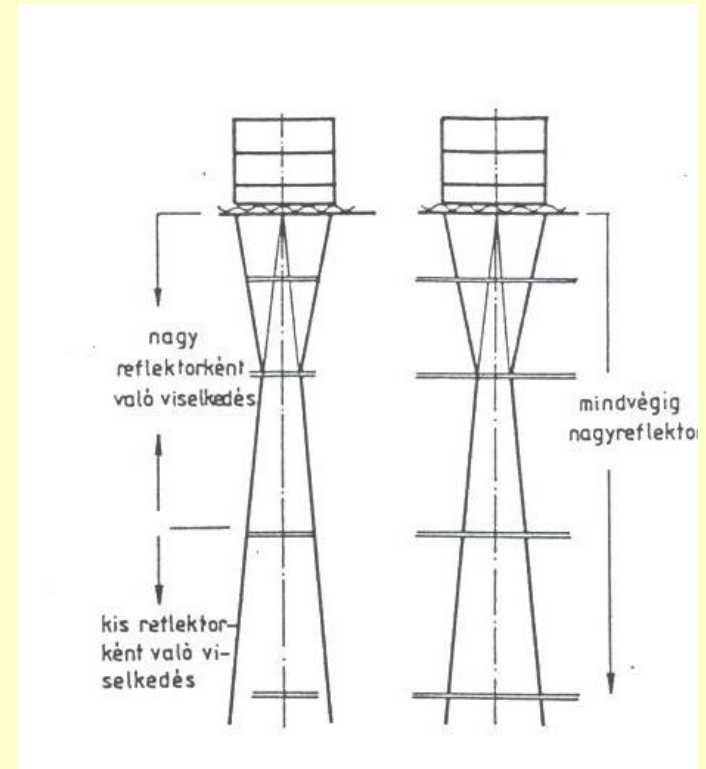
Csak **helyettesítő hibanagyságot!**

Ez a hangsugárra merőleges körtárcsa reflektor, amelyről a hang ugyanúgy verődik vissza, mint a vizsgált hibáról.

Az eltérés 20 %-ot is elérhet.

A meghatározás módja függ attól, hogy:

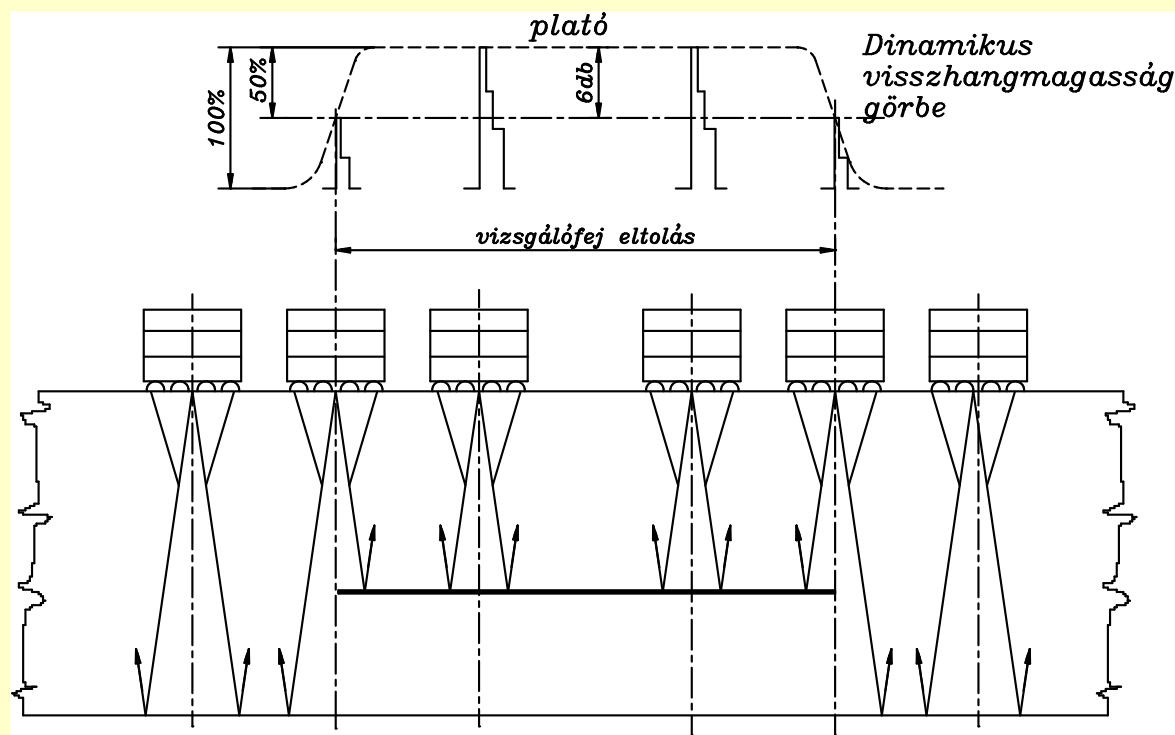
**kisreflektor vagy nagyreflektor**



# Ultrahangos vizsgálat

## Nagyreflektor nagyságának meghatározása

**A hangnyalábnál nagyobb hibák nagysága a hiba "letapogatásával" határozható meg. (6 dB módszer)**



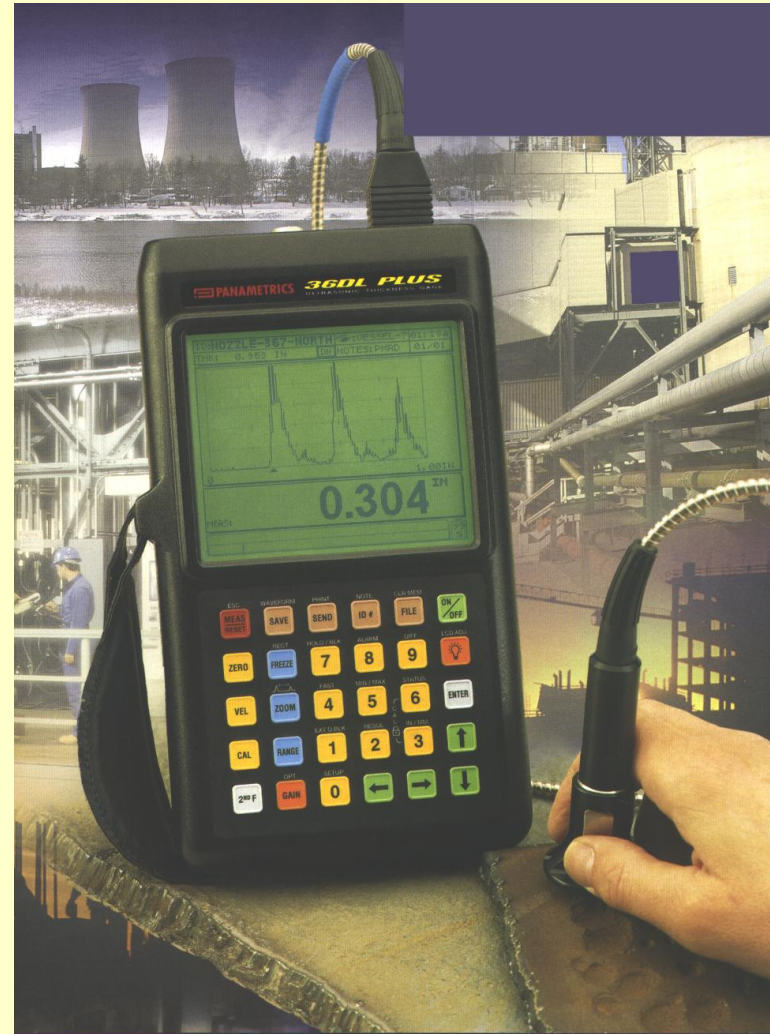


# *Ultrahangos vizsgálat*

## *Nagyreflektor nagyságának meghatározása*

**Alkalmazása:**

**leggyakrabban a  
hengerelt lemezek  
rétegességének  
vizsgálatára  
alkalmazott módszer**



## *Ultraszónos vizsgálat*

### *Kisreflektor nagyságának meghatározása*

**Alkalmazása:** elsősorban hegesztési varratok vizsgálatára

a hibák nagyságát az ún. **AVG** (**A**bstand vom Prüfkopf, **V**ersterkung dB és **G**rösse der Ersatzfehler) módszerrel határozhatjuk meg.

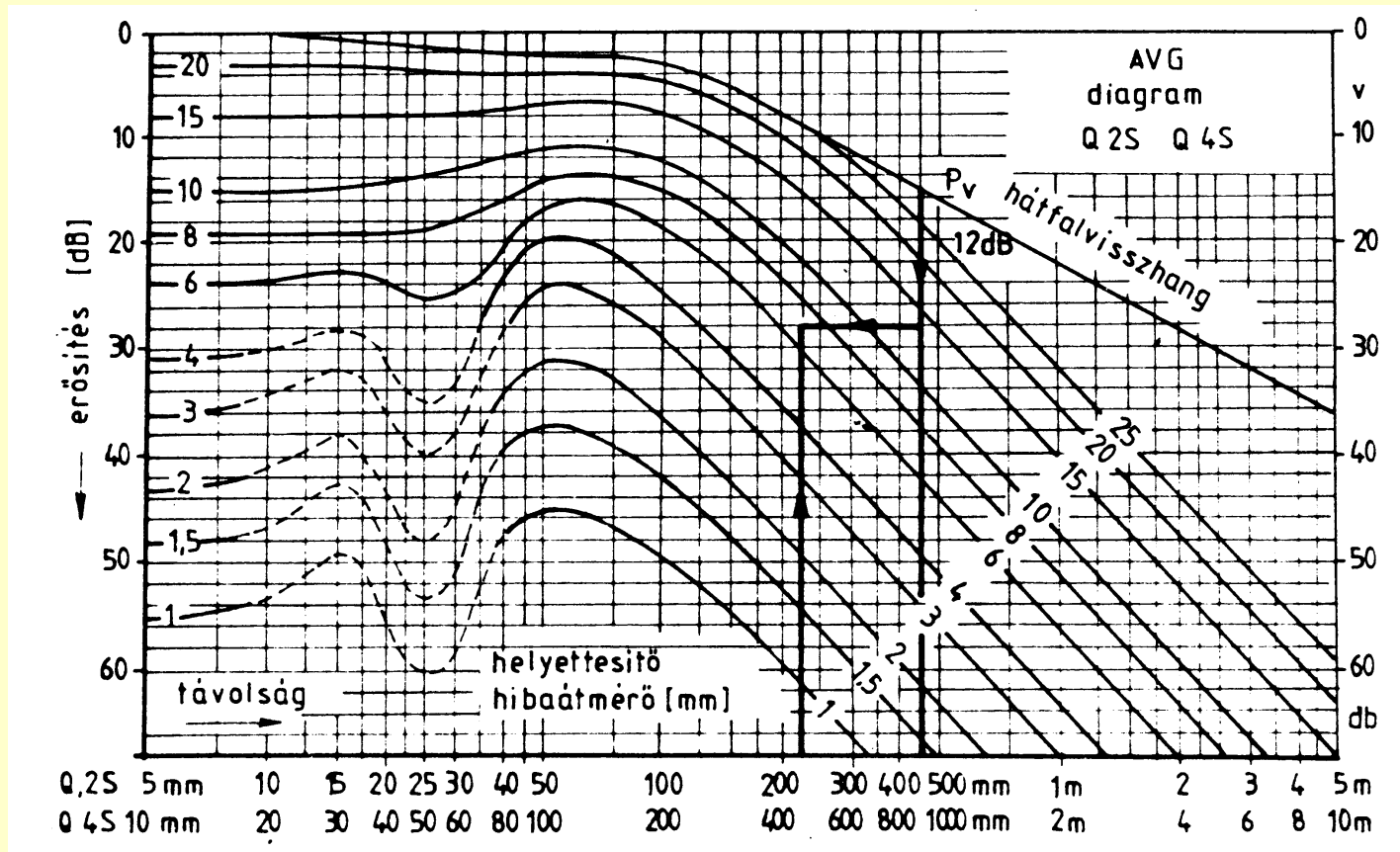
**A módszer lényege:**

a hiba felületéről visszaérkező visszhangjel magasságát összehasonlítja a hátfalról érkező visszhangjel magasságával és ebből megfelelő diagram az ún. AVG diagram segítségével a hibát helyettesítő hiba nagysága meghatározható.

# Ultrahangos vizsgálat

## Kisreflektor nagyságának meghatározása

### AVG módszer

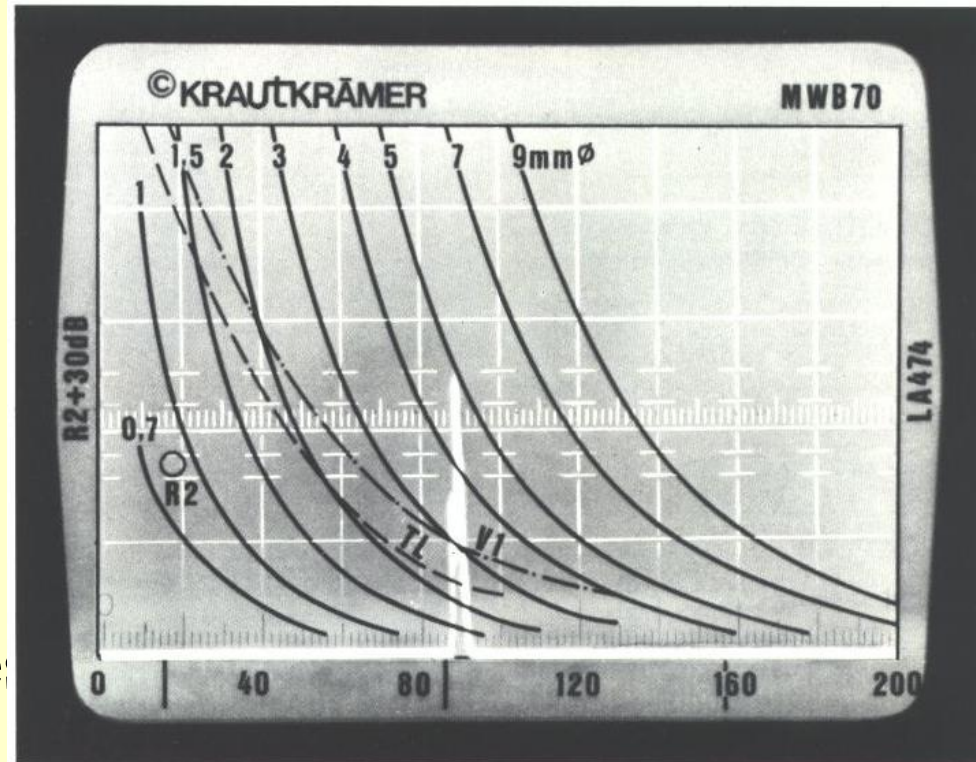


# Ultrahangos vizsgálat

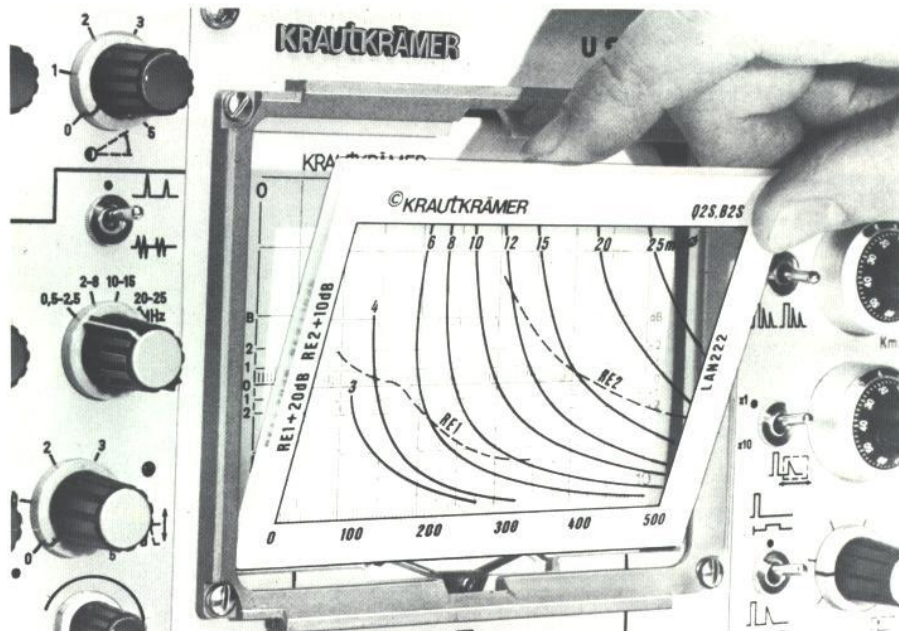
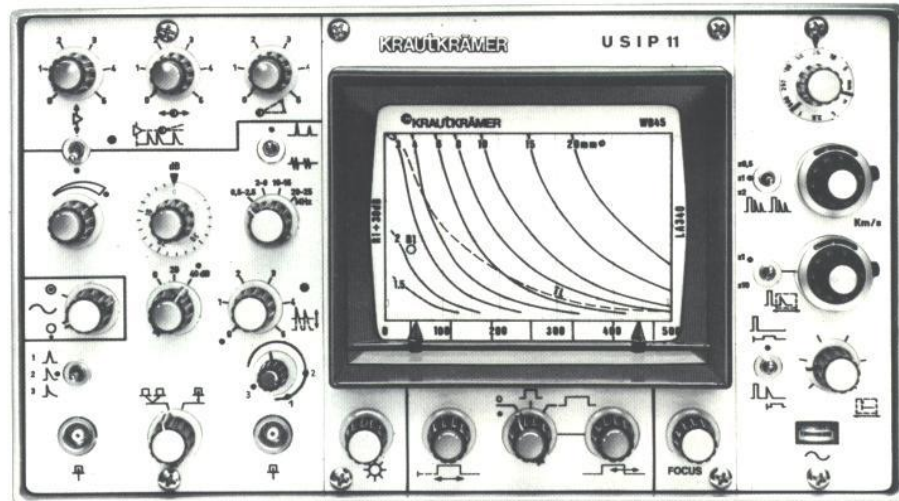
## Kisreflektor nagyságának meghatározása

### AVG módszer

- Lényegesen egyszerűbb az oszcilloszkóp ernyőjére helyezhető, kereskedelmi forgalomban kapható **AVG skálák**. Az AVG skála mindig egy adott vizsgáló fejhez tartozik és a távolság lineáris léptékben van.



*Ultrahangos  
vizsgálat  
Kisreflektor  
nagyságának  
meghatározása  
AVG skála*



## *Ultrahangos vizsgálat*

# *A hiba típusának meghatározása*

- Nem határozható meg egyértelműen!
- Vannak bizonyos megfigyelések a hibajel alakja és a hiba közötti összefüggésről, de az nem elég megbízható!

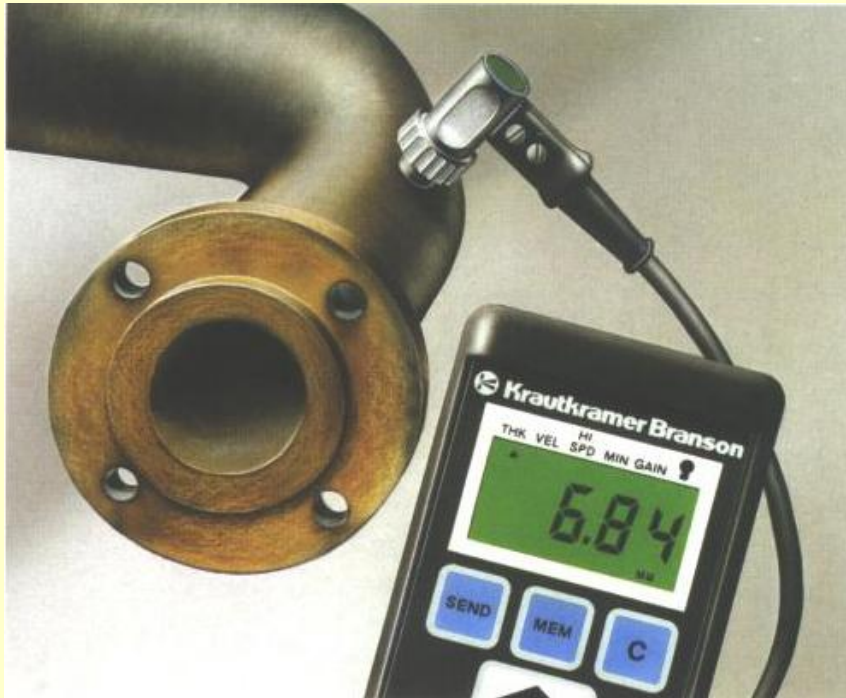
# Ultraszónos vizsgáló készülékek és alkalmazási példák

**Falvastagság mérés,  
rétegvastagság mérés  
(többszörös visszhangok  
elvén)**



# Ultrahangos alkalmazási példák

## Falvastagság mérés





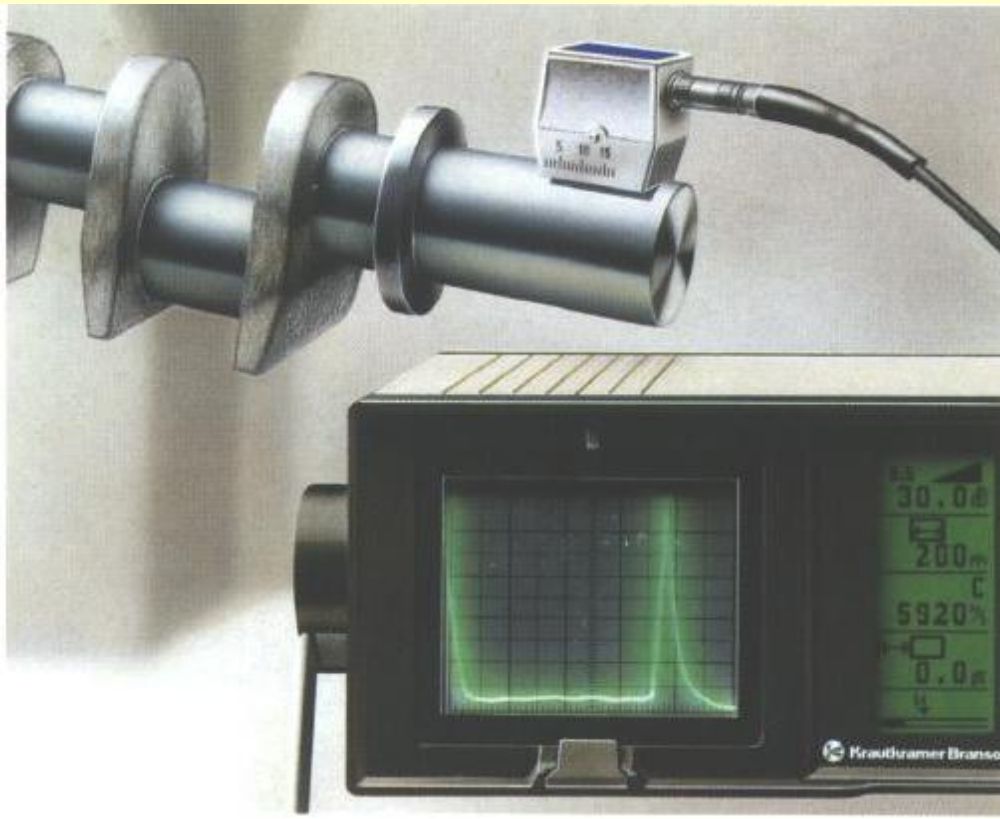
# Ultrahangos alkalmazási példák

## Maradék falvastagság mérés



# Ultraszagos alkalmazási példák

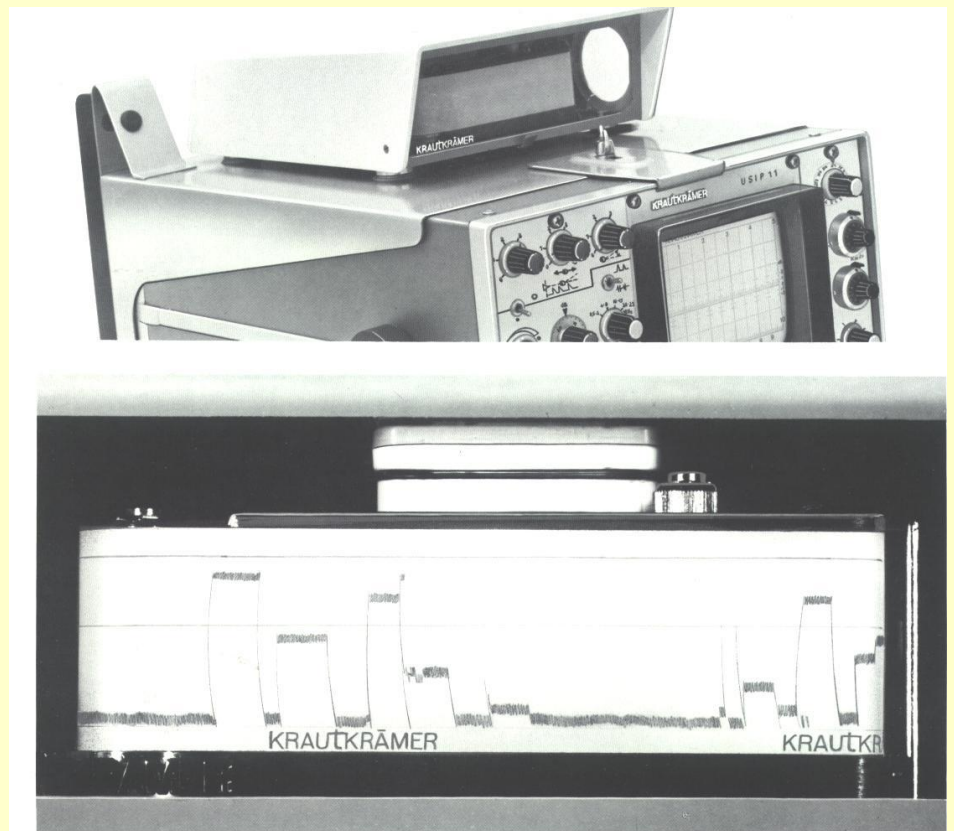
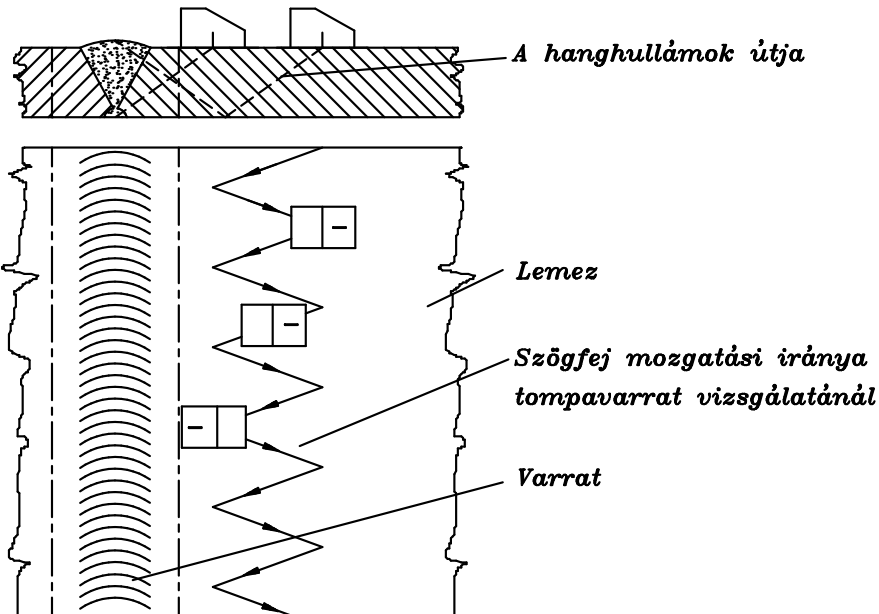
## Jármű alkatrészek vizsgálata



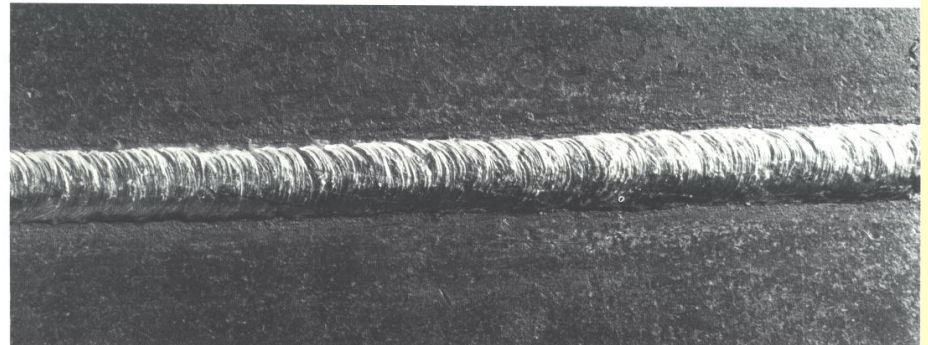
# Ultrahangos alkalmazási példák

## Hegesztett kötések vizsgálata

I. helyzet II. helyzet



Aufzeichnung von Fehlern in dieser Schweißnaht



# Ultrahangos alkalmazási példák

## Sín vizsgálat (automatikus)



# Ultrahangos keménységmérés

**A  
hangsebesség  
mérés elvén  
alapszik**

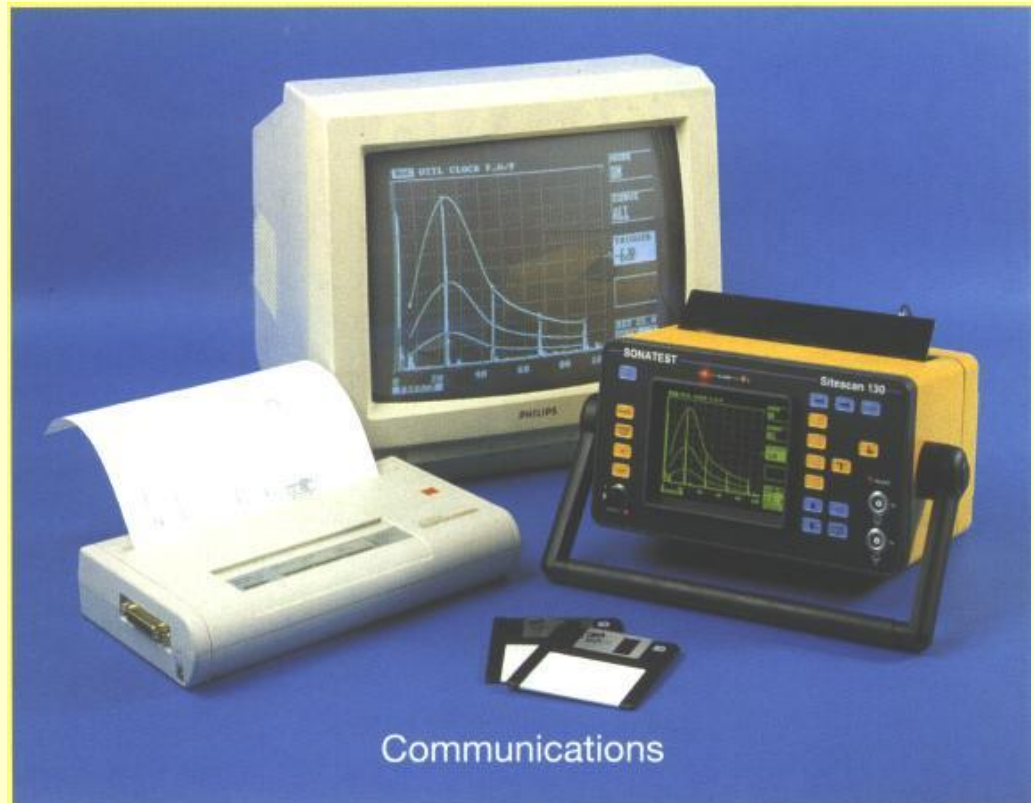




# Ultraszagos vizsgálat

## Dokumentálás

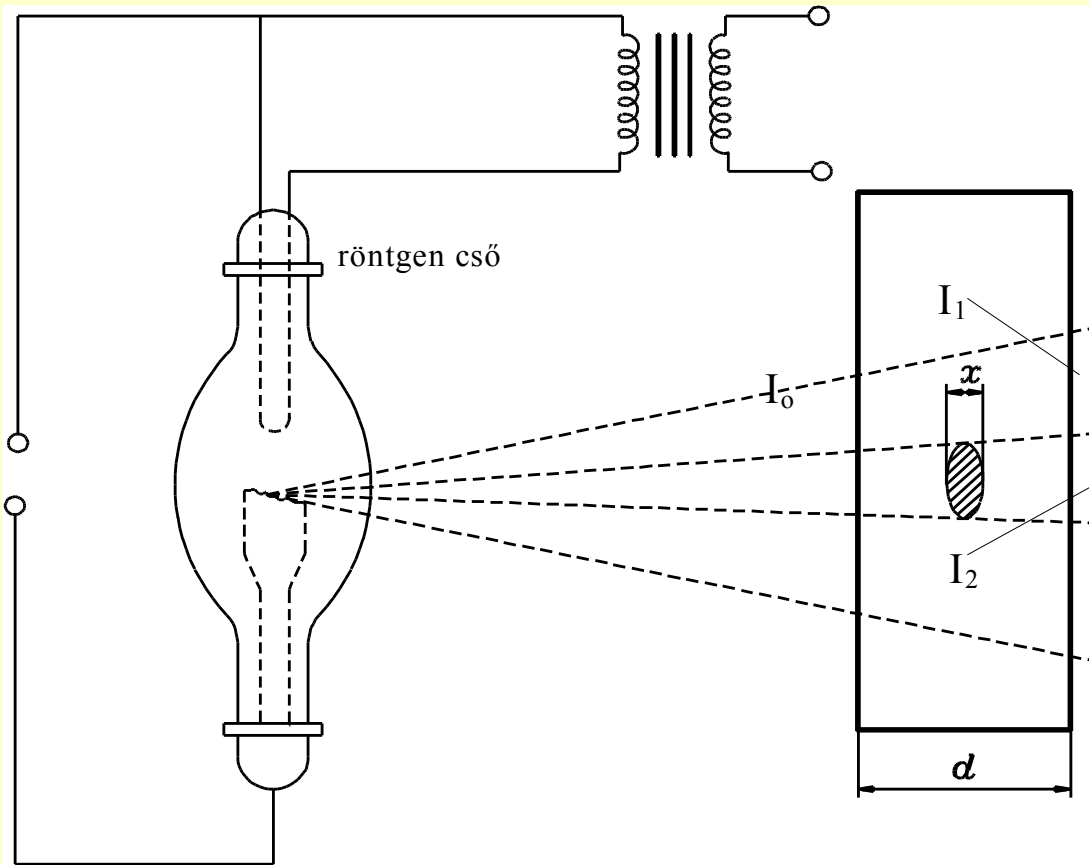
A legújabb készülékekkel lehetséges a vizsgálat összes adatát, beleértve az oszcillogramot is, tárolni illetve igény esetén jegyzőkönyvként kinyomtatni.



# Röntgen vizsgálat



# Röntgen vizsgálat elve



$$I_1 = I_0 e^{-\mu_1 d}$$

$$\bar{\mu} = c \rho \lambda^3 z^3$$

$$I_2 = I_0 e^{-\mu(d-x)}$$

$$\frac{I_2}{I_1} = e^{\mu x}$$

# Röntgenvizsgálat

## Az intenzitás különbség kimutatása

⇒ fényképezéses eljárás

⇒ átvilágító ernyő használata

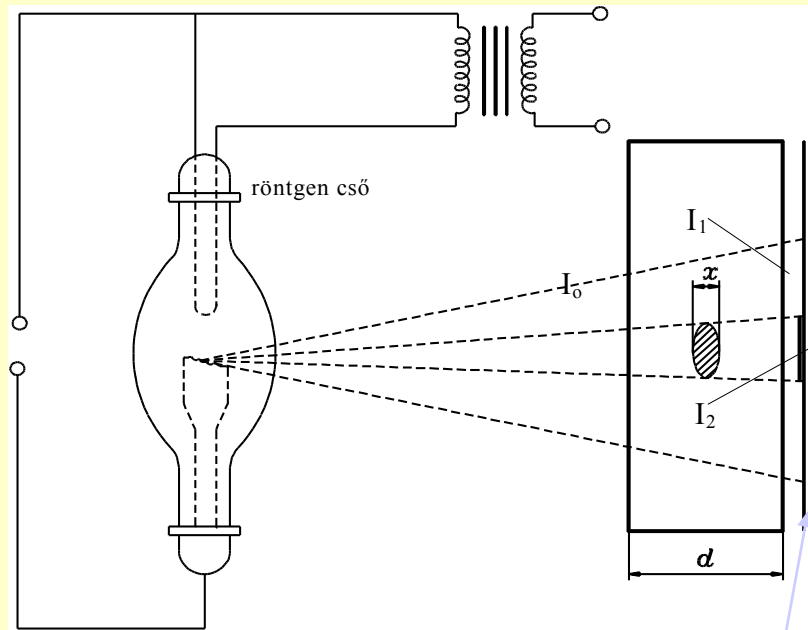
⇒ műszeres hibakimutatás

# Röntgen vizsgálat Fényképezéses eljárás

Ahol a filmet erősebb sugárzás éri, az előhívás és fixálás után feketébb lesz, mint a gyengébb sugárzásnak kitett részen.

A hiba tehát "sötétebb foltok" formájában lesz megfigyelhető.

Feketedés



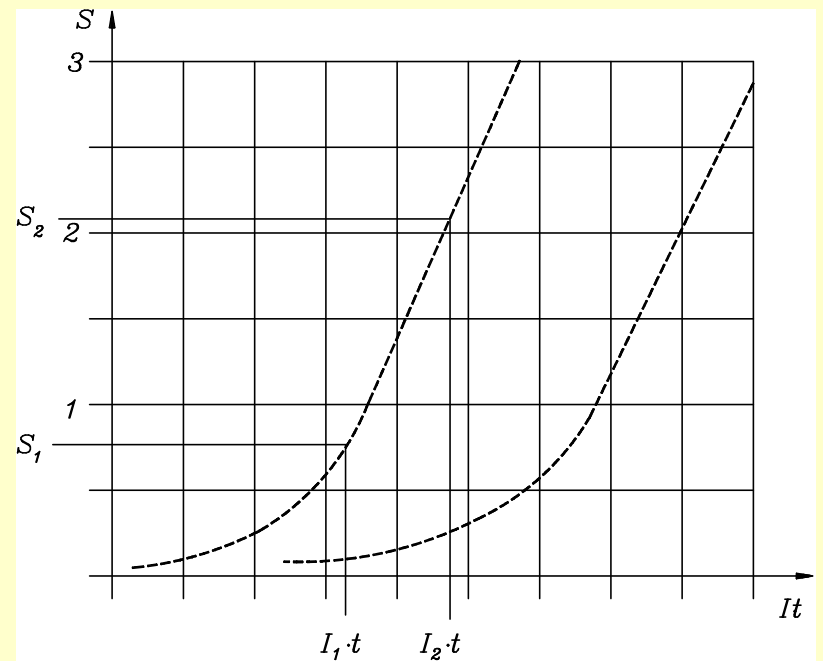
$$S = lg \frac{I_1}{I_2}$$

röntgenfilm

# Röntgen vizsgálat

## Fényképezéses eljárás, a film kiválasztása

**kiválasztása a  
feketedési vagy  
gradációs görbe  
alapján történhet.**

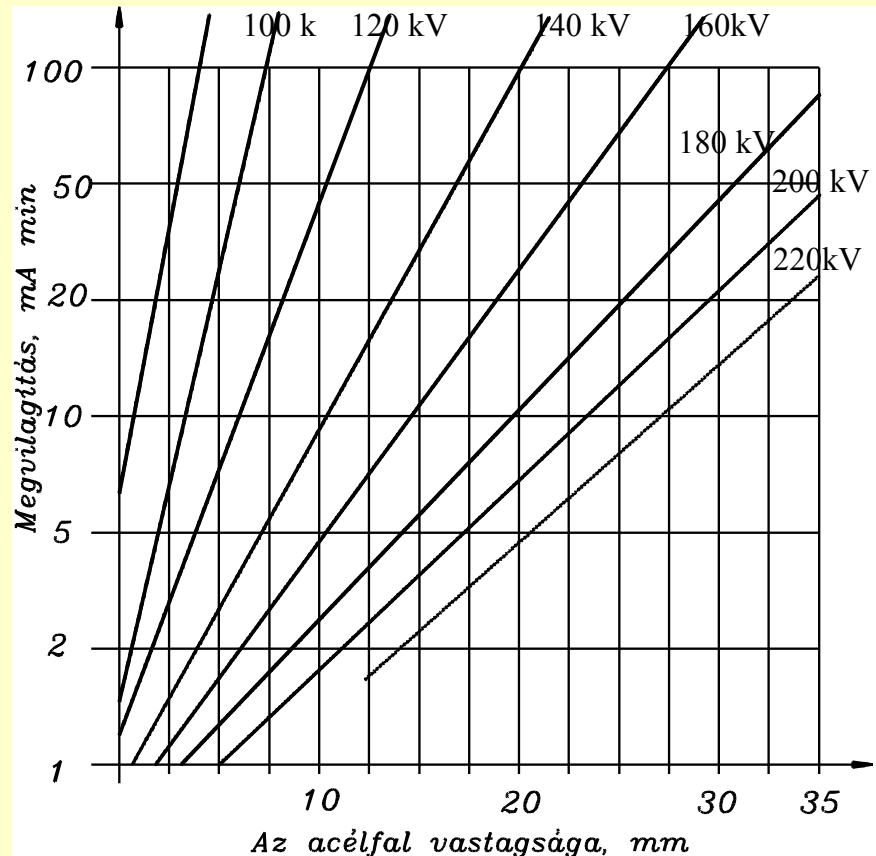


# Röntgen vizsgálat

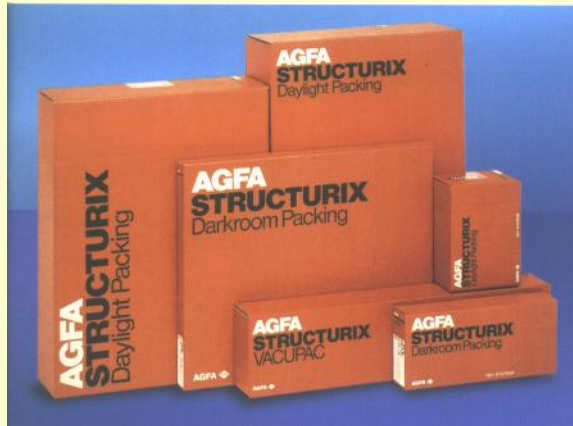
## Fényképezéses eljárás, a felvétel elkészítéséhez szükséges paraméterek

A megvilágítási diagramok alapján:

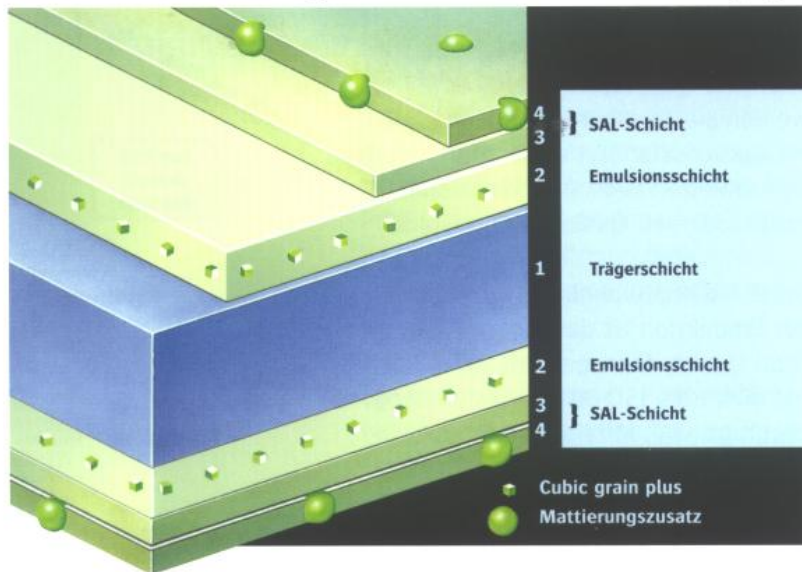
- ☞ a film minőségét,
- ☞ a csőfeszültséget,
- ☞ az anódáramot és
- ☞ a fókuszfilm távolságot.
- ☞ Expozíciós időt



# Röntgen film és a kiértékelés



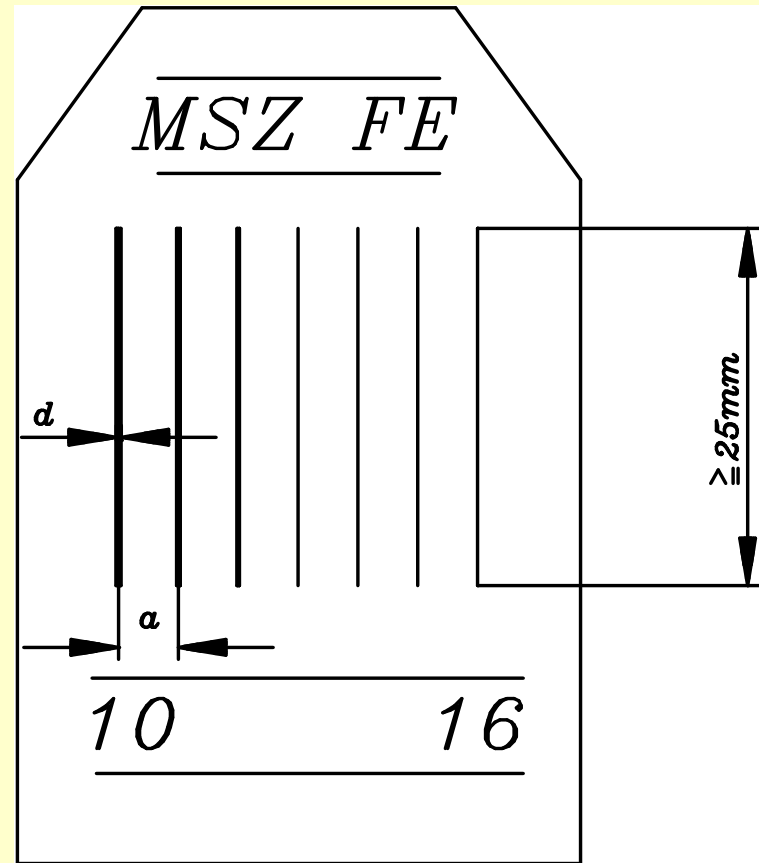
STRUCTURIX-Qualität ... auch bei rauen Arbeitsbedingungen



# Röntgen vizsgálat

## Fényképezéses eljárás, a képjóság ellenőrzése

**Etalonnal, amelyet a belépő sugár oldalára a darab és a film közé teszünk.**



## Röntgenvizsgálat,

# A hibakimutató érzékenységét befolyásoló tényezők

- A **külső vagy geometriai életlenség**, ami lényegében a nem pontszerű fókuszból származó árnyék miatt a hiba körül képződő árnyék. Csökkentése érdekében a filmet közvetlenül a darabra tesszük.
- A **belső életlenség** a film szemcsészetétől függ. A durvább szemcsészet kevésbé éles képet ad.



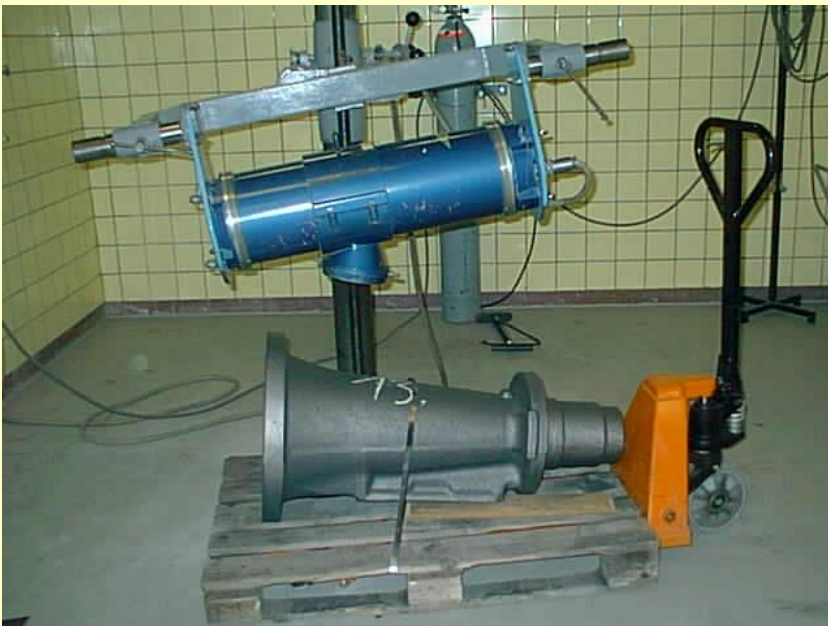
# Röntgen vizsgálat

## Fényképezéses eljárás, alkalmazás

### Elsősorban

- hegesztett kötések, de lehet
- öntvények,
- csapágyak stb.





# Röntgen vizsgálat

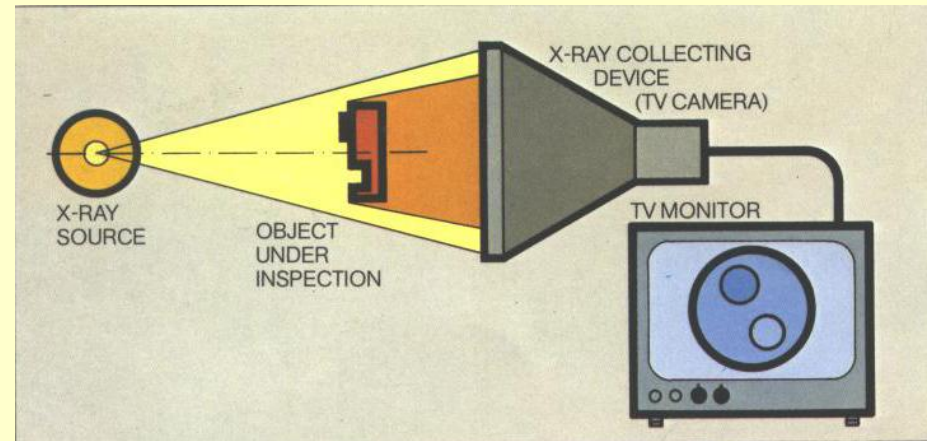
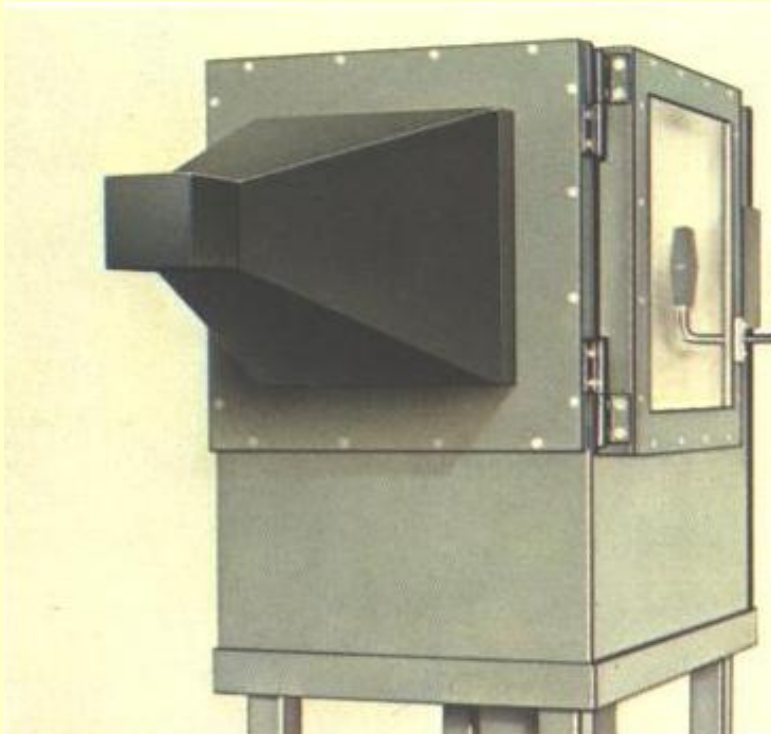
## Átvilágító ernyő

**cinkszulfid bevonattal ellátott ernyő.**

ahol a nagyobb intenzitású sugárzás éri az ernyőt (hibás rész) a szekunder sugárzás erősebb lesz, tehát a hiba **"világosabb folt "** formájában jelenik meg.

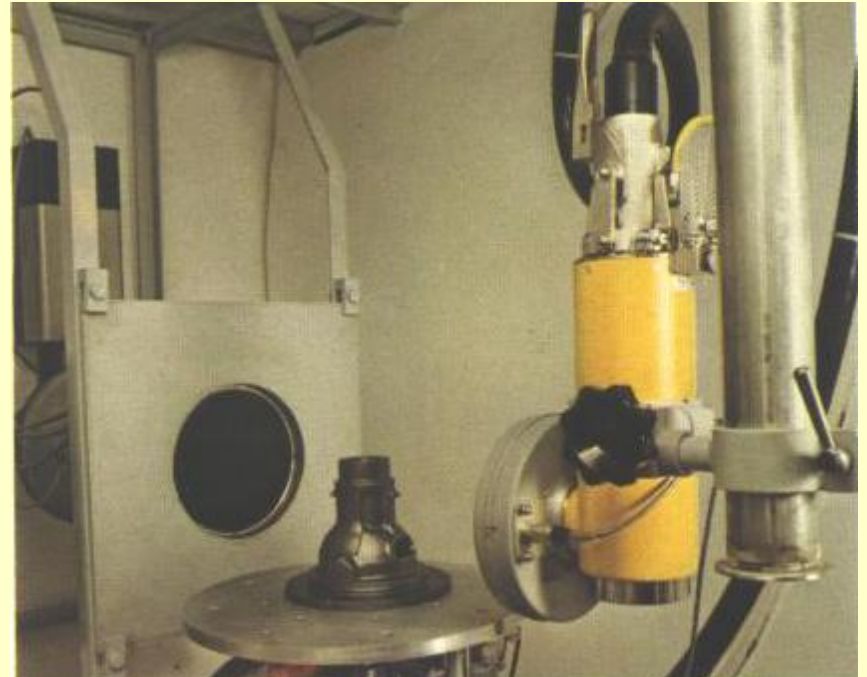
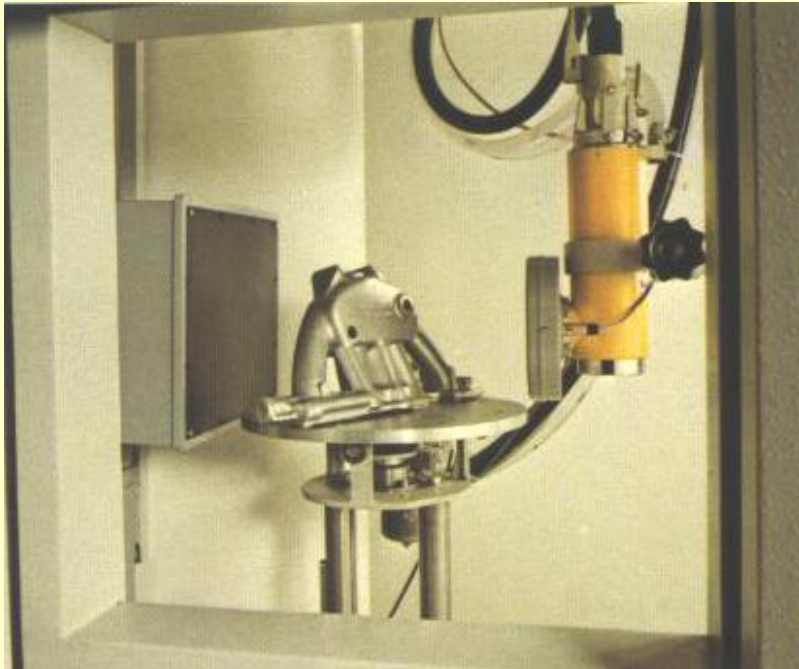
A vizsgálat **kevésbé érzékeny, mint a fényképezés.** Ez azzal magyarázható, hogy az ernyő nem helyezhető közvetlenül a darabra, tehát nagyobb a külső élettenség, de ugyanakkor mivel az ernyő szemcsézete is durvább, a belső élettenség is nagyobb.

# Röntgenvizsgálat „Átvilágító ernyő”





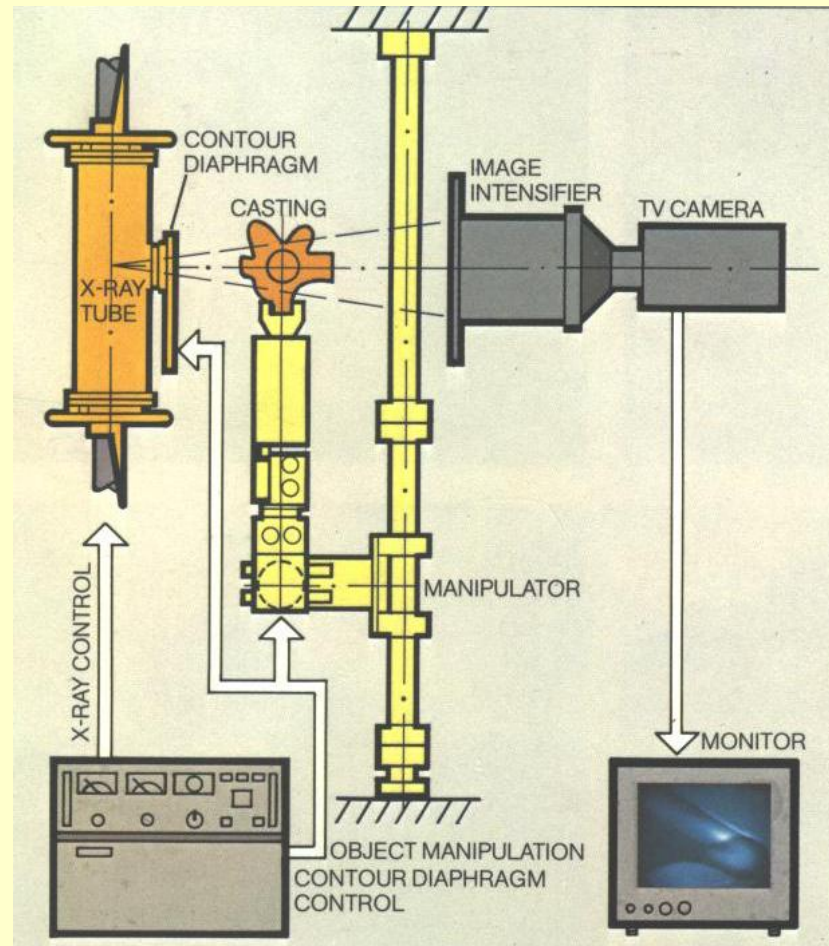
# Röntgenvizsgálat „Átvilágító ernyő”



# Röntgen vizsgálat

## Röntgen képerősítő

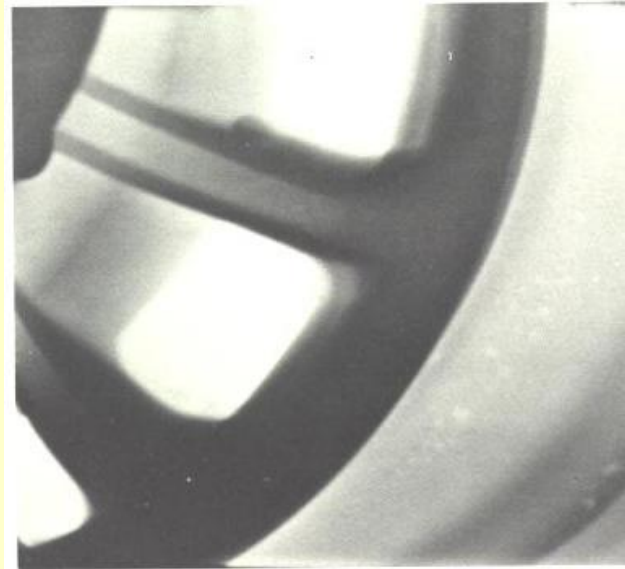
Az átvilágító ernyő kis fényerejéből adódó problémát szünteti meg az elektronikus képerősítő.



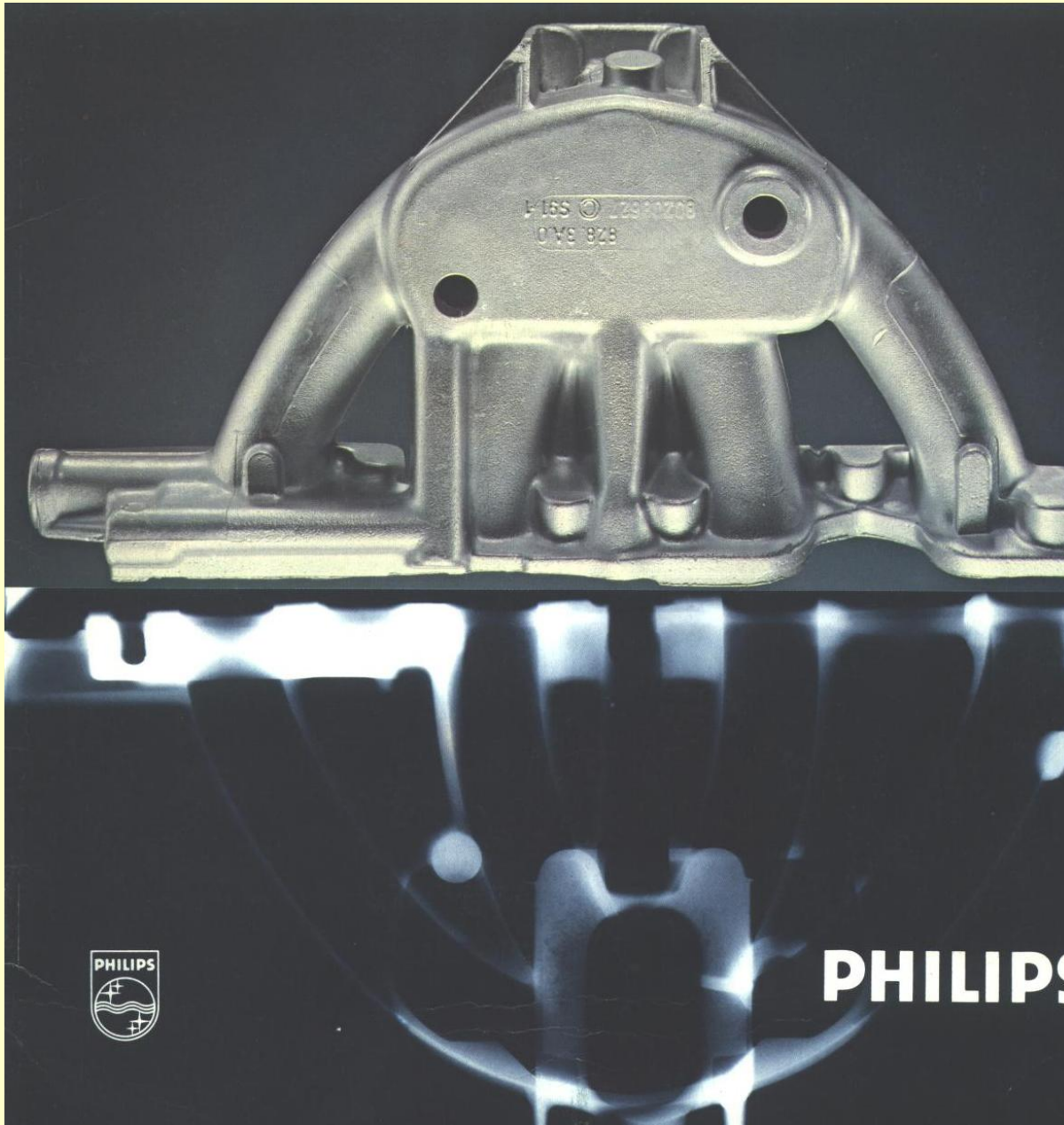
# Röntgen vizsgálat

## Röntgen képerősítő

képerősítőhöz kapcsolt TV rendszer, a több irányban mozgatható darabtartó asztal lehetővé teszi bonyolult alakú könnyűfém öntvények pl. keréktárcsák vagy műanyagok, szigetelő anyagok vizsgálatát.







# Izotópos vizsgálat

A darabot  $\gamma$  sugárzó izotópokkal átvilágítjuk

Eltérések a röntgen vizsgálatától:

**$\Rightarrow$  az izotóp hullámhosszája adott, nem befolyásolható, ezért a hibakimutatás nem olyan jó, mint a röntgen esetében**

**$\Rightarrow$  az izotóp folyton sugároz, intenzitása az idő függvényében csökken, (felezési idő)**

# Izotópos vizsgálat

## Eltérések a röntgen vizsgálatától

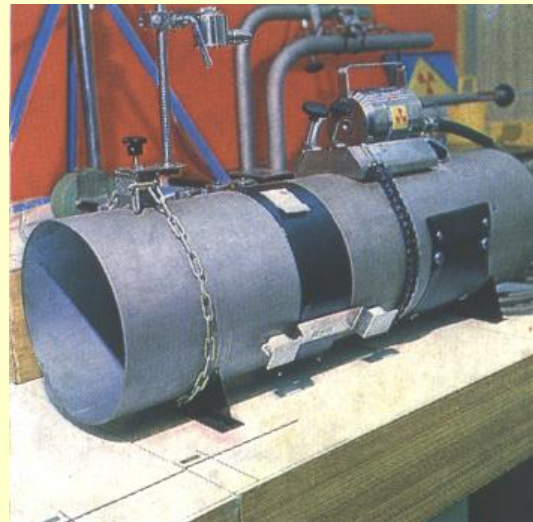
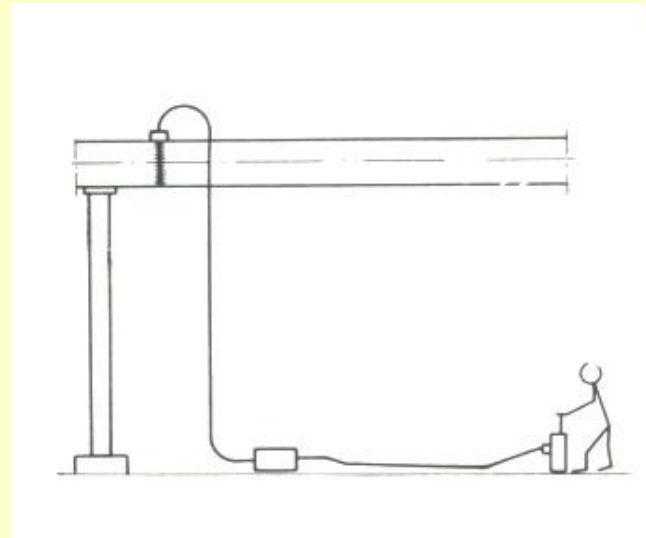
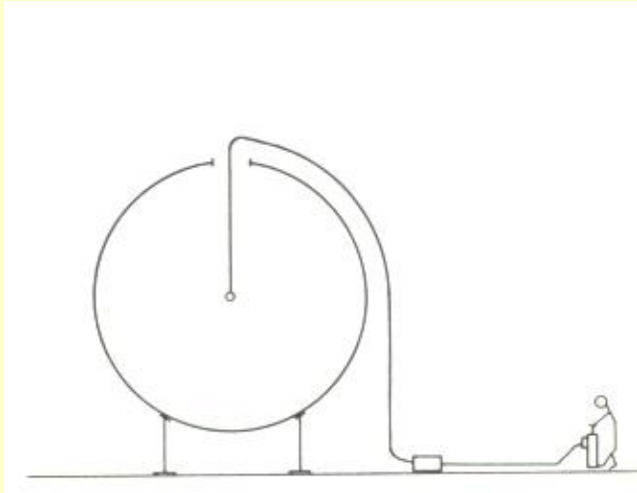
⇒ az izotóp a tér minden irányába sugároz, tehát lehetővé teszi olyan felvételek elkészítését egyetlen lépésben, mint csövek körvarrata stb.,

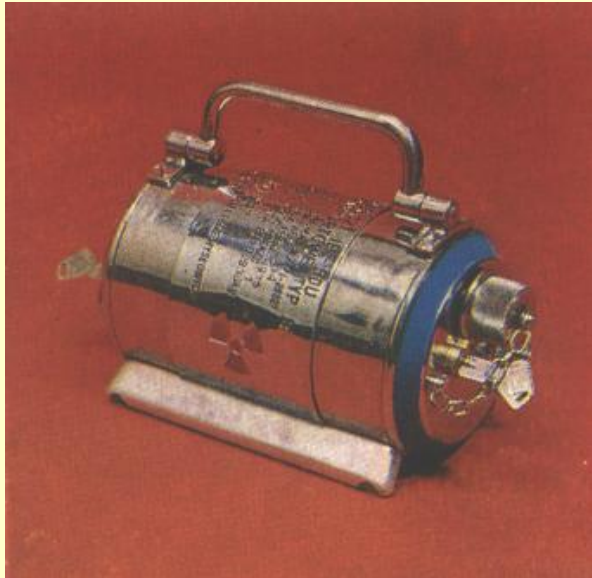
⇒ az izotópok általában keményebb sugárzók, így vastagabb anyagot lehet velük átvilágítani, de mivel az intenzitásuk kisebb, mint a röntgensugárzásé, az expozíciós idő hosszabb.

# Izotópos vizsgálat mesterséges izotópok

Megnevezés	Izotóp			
	Kobalt	Iridium	Tullium	Céziium
Az izotóp tömegszáma	60	192	170	137
Felezési idő	5,27 év	74 nap	129 nap	30,1 év
Kémiai alak	fém	fém	Tm <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CsCl
Átsugározható falvastagság				
mm acél	50 - 150	10 - 70	1,5 - 12,5	12,5 - 60
könnyűfém	150 - 400	40 - 175	7 - 40	75 - 300

**Az izotópokat elsősorban csövek, tartályok, kazánok hidak vizsgálatánál használják**





# Akusztikus emissziós vizsgálatok

- Az anyagok repedése, törése hangjelenséggel jár.
- A feszültség alatt lévő fémek is bocsátanak ki hangot, ha a hibahelyek környezete vagy szemcsehatárok egymáshoz viszonyítva elmozdulnak. Az impulzusszerű hangkibocsátás jóval a látható deformáció előtt megindul: a kibocsátott hanghullám frekvenciája 10 kHz és 1 MHz közé esik és az anyag felületén elhelyezett piezoelektromos érzékelőkkel felfogható.

# Akusztikus emissziós vizsgálatok

Az akusztikus emisszió tehát olyan mechanikai hullám, amely az anyagban tárolt energia gyors felszabadulása során keletkezik.

Megkülönböztethetünk:

- egyedi hangkitöréseket ill.
- folyamatos akusztikus emissziós jeleket.



# Akusztikus emissziós vizsgálatok

Akusztikus emisszió jön létre:

- ⇒ a diszlokációk elmozdulásának hatására (bár ez nagyon kis hangkibocsátással jár),
- ⇒ fázisátalakulások pl. martenzites átalakulás során,
- ⇒ repedés kialakulása vagy terjedése során.

# Akusztikus emissziós vizsgálatok

## Alkalmazás

- a terhelés alatt lévő szerkezetek vizsgálatával, a felületen egyidejűleg több érzékelő elhelyezésével annak megállapítására, hogy mikor és hol keletkezik az anyagban repedés illetve, hogy a repedés terjed-e
- csővezetékek vagy tartályok szivárgásmérésére is a szivárgás helyének megállapítására
- ismételt igénybevételnek kitett nagyméretű szerkezetek pl. nyomástartó edények, reaktor tartályok folyamatos ellenőrzésére

# Akusztikus emissziós vizsgálatok

## Jellemzői, előnyei

- **nem kell négyzetcentimétertől négyzetcentiméterre ellenőrizni a szerkezetet,**
- **nem kell felületet vagy mélységet vizsgálni, hogy a hibáról információt szerezzünk.**
- **Még nagyméretű objektumon is elég néhány vagy néhány tucat érzékelő, hogy a hanghullámokat érzékeljük és a forráshelyet azonosítsuk**
- **Vizsgálhatók olyan helyek is, amelyek a hagyományos módszerekkel nem ellenőrizhetőek.**

# Akusztikus emissziós vizsgálatok

## Jellemzői, előnyei

- **Vizsgálhatók olyan helyek is, amelyek a hagyományos módszerekkel nem ellenőrizhetők.**
- **olcsó, gyors, a vizsgálat üzem közben is végezhető**

# Akusztikus emissziós vizsgálatok

## Jellemzői, hátránya

- a talált hiba jellegét, alakját, nagyságát nem lehet közvetlenül meghatározni. (Ezért a komplett állapotfelmérés érdekében sok esetben célszerű az akusztikus emissziós hibatérkép alapján röntgenvizsgálatot vagy ultrahang vizsgálatot végezni).
- jellegéből adódóan a **jel egyszeri**, nem reprodukálható.
- A mérésnél nagyon fontos a zaj-és zavaró jelek minél jobb kiszűrésére.