

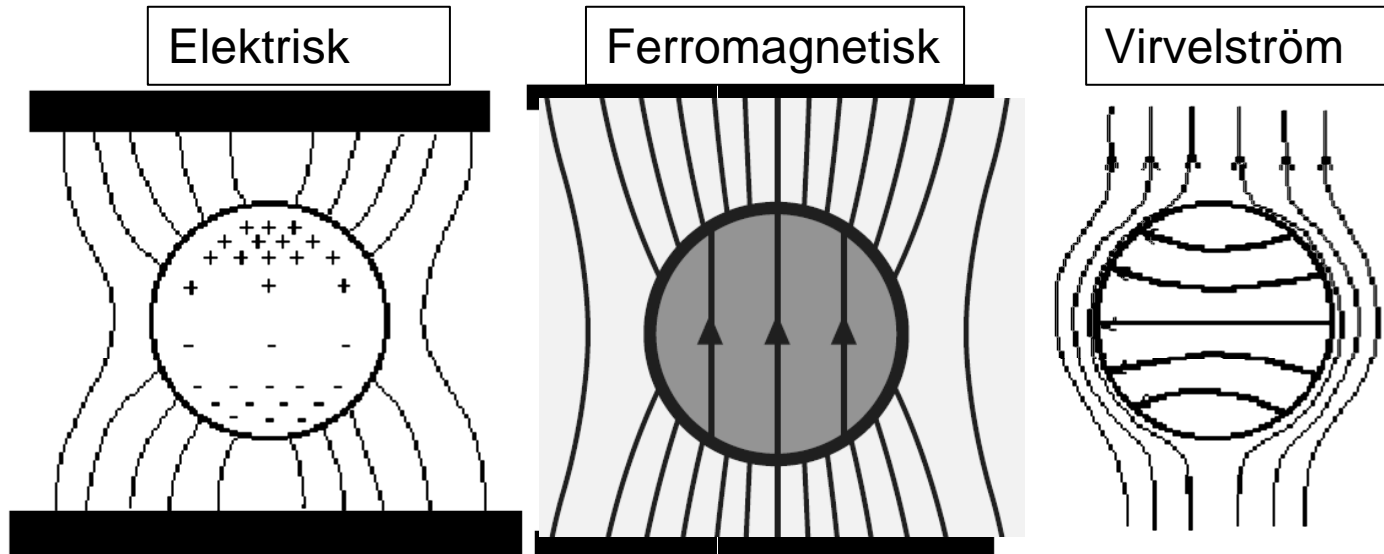
Betydelsen av permeabilitet för skärmning

IEEE-möte den 21 april 2004

Torbjörn Karlsson

Emicon

Skärmningsmekanismer



I fall 2: $\frac{H_0}{H_i} \approx \mu_r \frac{2d}{3r} + 1$ Kopierat ur EMMA-handboken

Exempel: $\mu_r = 400$, $r = 0,5 \text{ m}$ och $d = 1 \text{ cm}$ ger:

$$\frac{H_0}{H_i} = 6 \text{ (16 dB)}$$

Fundamental skillnad mellan elektriskt och magnetiskt fält

Kopierat ur EMMA-handboken

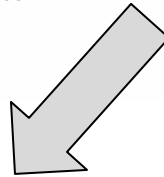
- 1) Maxwells ekvationer postulerades på 1860-talet av den skotske fysikern James Clerk Maxwell. Han förutsade därmed existensen av elektromagnetiska vågor, vilka kunde påvisas experimentellt först två decennier senare.

$$\textcircled{1} \text{ rot } \mathbf{E} = - \frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t} \quad (\text{Maxwell - Faradays lag})$$

$$\textcircled{2} \text{ rot } \mathbf{H} = \mathbf{J} + \frac{\partial \mathbf{D}}{\partial t} \quad (\text{Ampères lag (generaliserad)})$$

$$\textcircled{3} \text{ div } \mathbf{D} = \rho \quad (\text{Gauss lag})$$

$$\textcircled{4} \text{ div } \mathbf{B} = 0$$



Det finns ingen magnetisk motsvarighet till elektrisk laddning.
(Men det finns magnetiska dipoler, speciellt märkbara i ferromagnetiska material)

Ferromagnetiska grundämnen

- Järn
- Nickel
- Kobolt
- Gadolinium
- Terbium

Analogi mellan elektricitet och magnetism

Kopierat ur EMMA-handboken

ANALOGI:

Elektricitet

Ohms lag $I = G \cdot U$

$$i = \sigma E$$

I Strömstyrka [A]

G Konduktans [S]

U Elektromotorisk kraft [V]

i Strömtäthet [A/m^2]

σ Konduktivitet [S/m]

E Elektrisk fältstyrka [V/m]

Magnetism

Hopkinsons lag $\Phi = G_m \cdot I \cdot N$

$$B = \mu H$$

Φ Magnetflöde [Wb]

G_m Permeans [Wb/A* (Giorgi)]

$I \cdot N$ Magnetomotorisk kraft [A*]

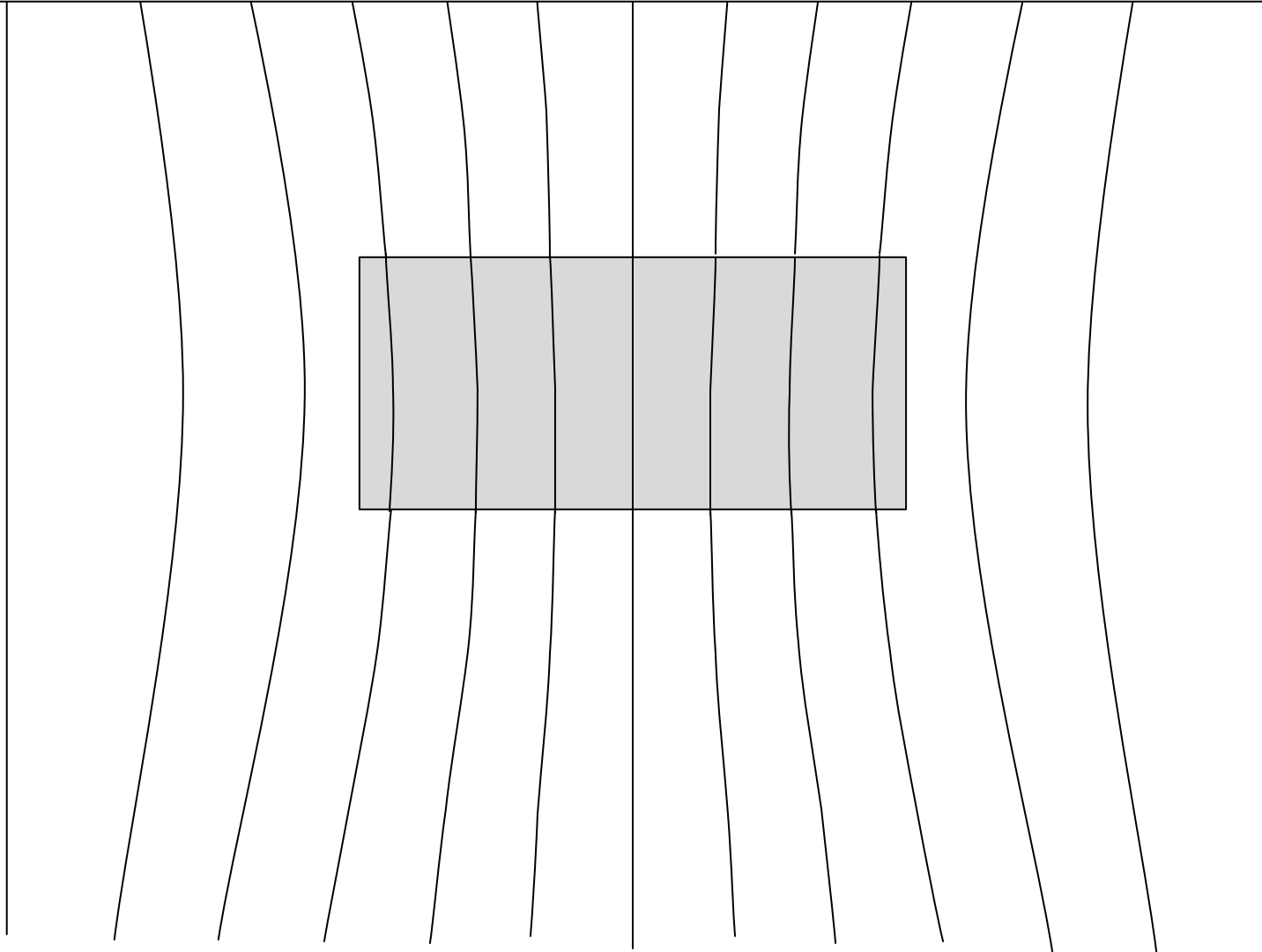
B Flödestäthet [Wb/m^2]

μ Permeabilitet [H/m]

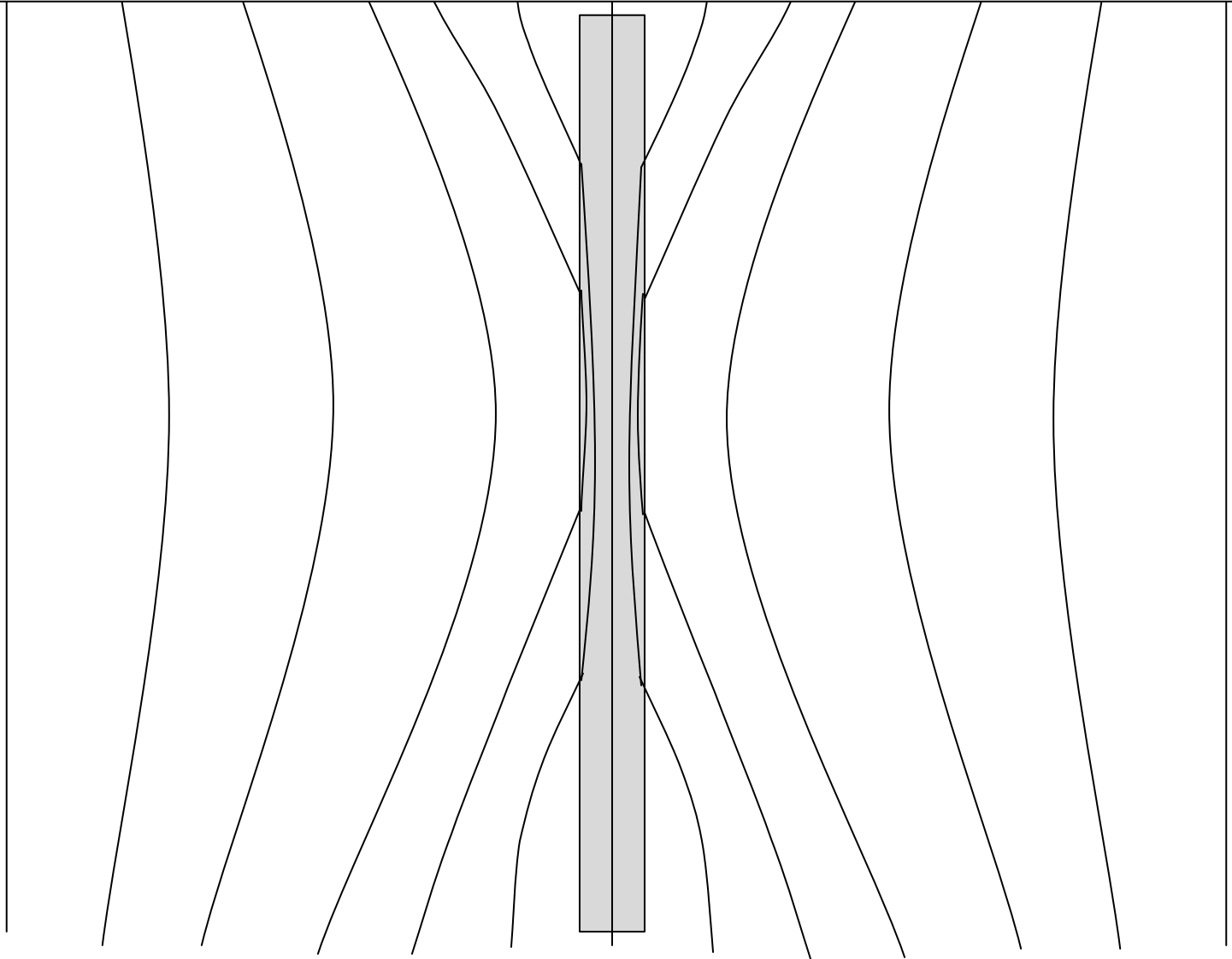
H Magnetisk fältstyrka [A/m]

*egentligen [amperevarv] men
"varv" är dimensionslöst.

Ferromagnetisk kloss i magnetiskt fält



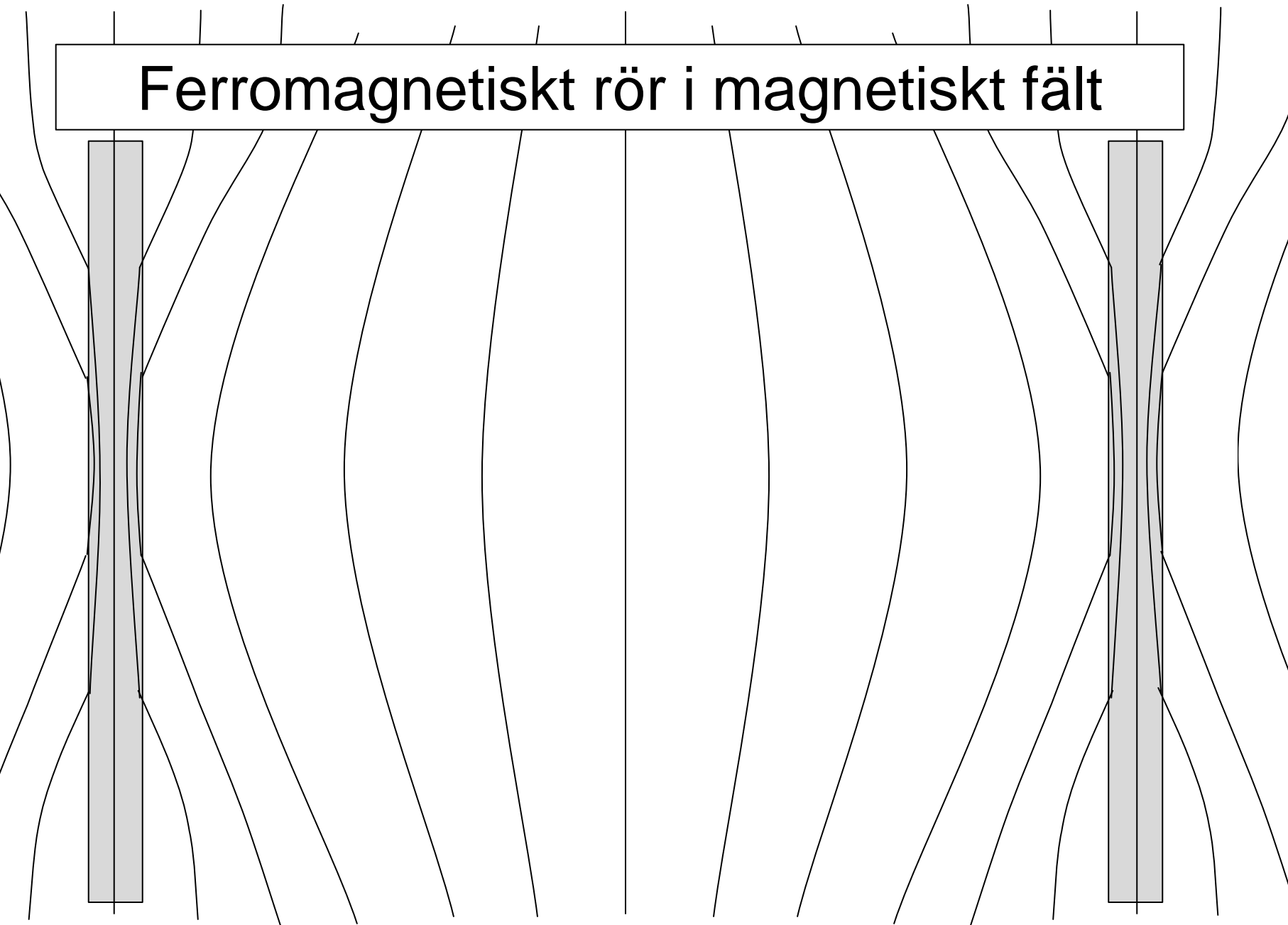
Ferromagnetisk skiva i magnetiskt fält



Ferromagnetiska skivor i magnetiskt fält



Ferromagnetiskt rör i magnetiskt fält



Magnetisk skärmning i järnkula

Kopierat ur EMMA-handboken

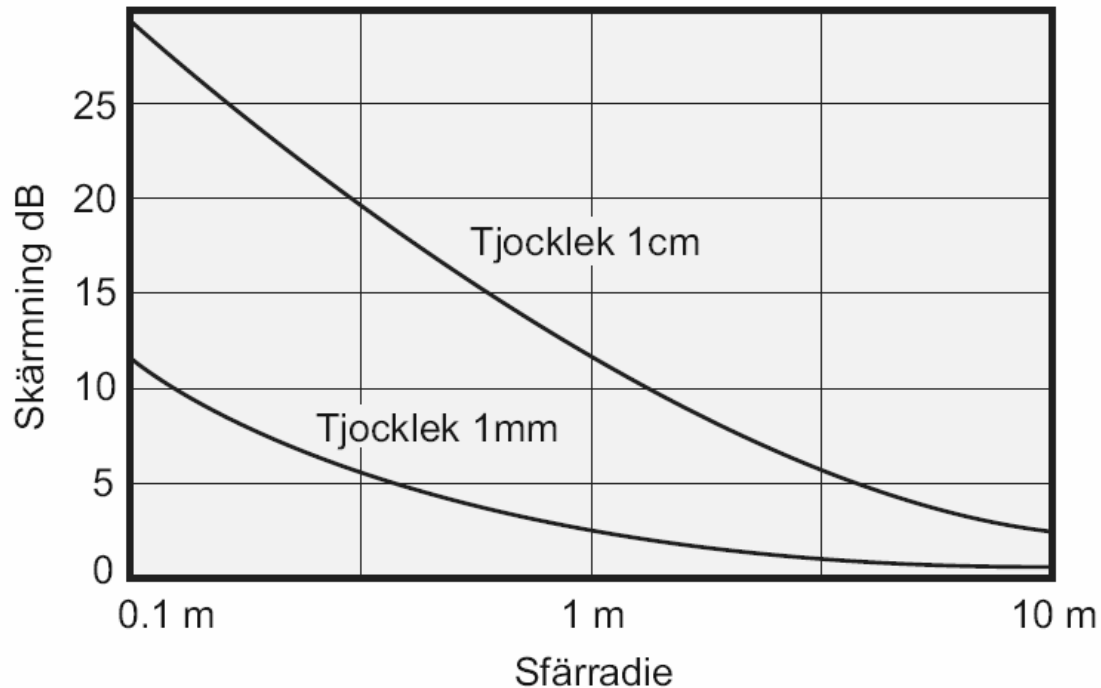


Bild 48. Magnetfältsdämpning av ett sfäriskt skal av järn med $\mu_r = 400$

Max dämpning är 39 dB om $\mu_r = 400$

Skärmning av 50 Hz magnetfält

Kopierat ur EMMA-handboken

Ferromagnetisk skärmning

Virvelströmsskärmning

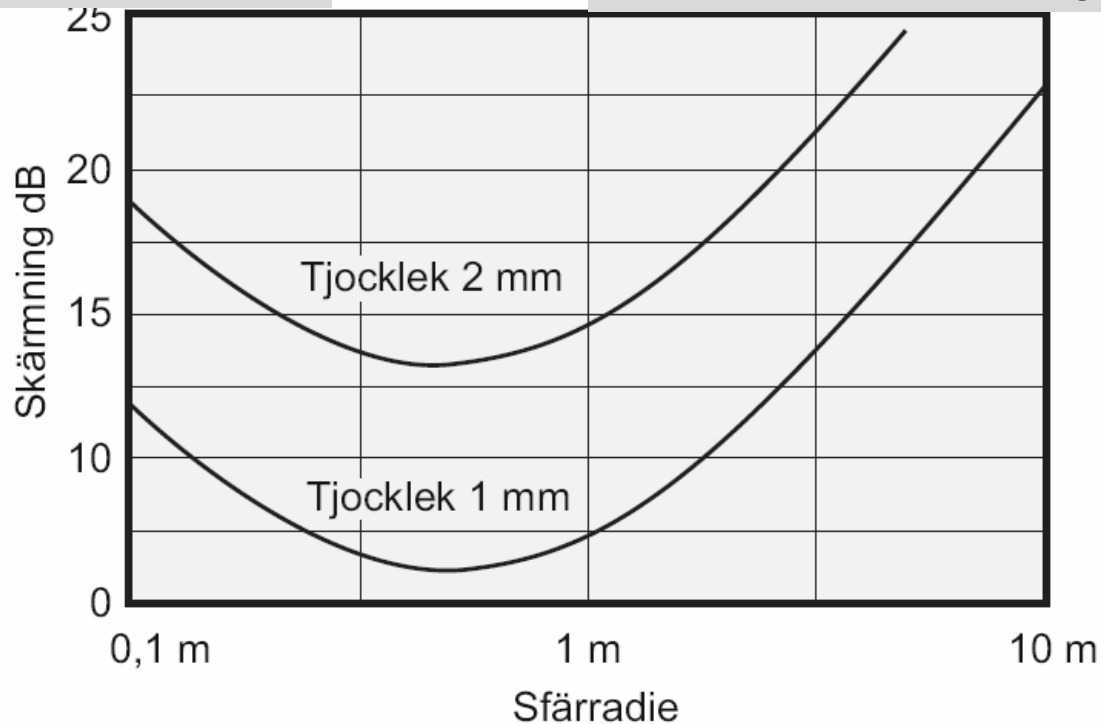
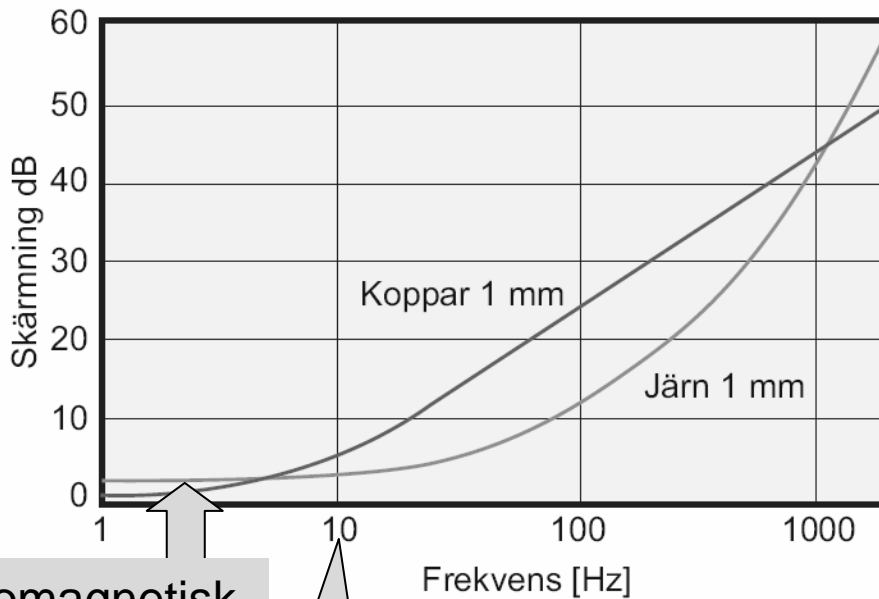


Bild 49. Skärmningseffektivitet för ett sfäriskt skal av järn med $\mu_r = 400$ vid frekvensen 50 Hz

Jämförelse koppar - järn

Kopierat ur EMMA-handboken



Bilden visar skärmning som erhålls av 1 mm tjocka sfäriska skal med 1 m radie av koppar eller järn med $\mu_r = 400$.

För mycket låga frekvenser ger järnskalet bättre skärmning än kopparskalet. Men redan vid 5 Hz är kopparskalet lika bra som järnskalet.

Koppar har bättre ledningsförmåga och ger bättre skärmning i det viktiga frekvensområde där skärmen är "elektriskt tunn".

Vid höga frekvenser är järnskalet bättre eftersom inträngningsdjupet är mindre i järn än i koppar.

erromagnetisk
skärmning

Bild 50. Skärmningseffektiviteten S_H för sfäriska skal av koppar och järn

$$\mu_r \delta_{Fe} = 1 \text{ m}$$

δ_{Fe} = inträngningsdjupet i järn

Inträngningsdjup

