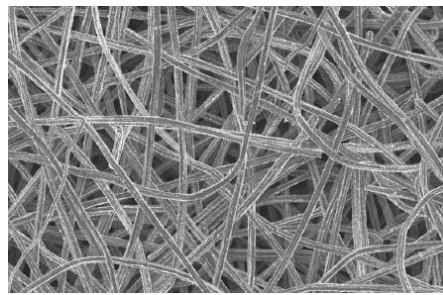
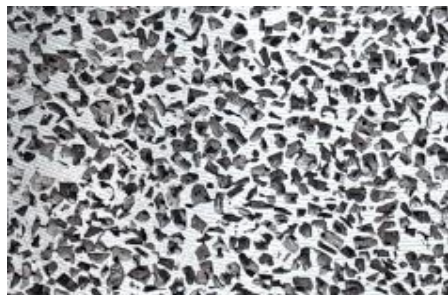




Norsk Akustisk Selskap

Nye lyddempende materialer – porøse støpte og/eller sintrete metaller

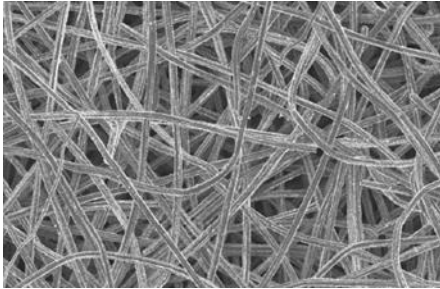
T.E. Vigran



Disposisjon

- ❑ Presentasjon av noen forskjellige varianter og deres produksjonsmetoder
- ❑ Beregningsmodeller for strømningsresistans av sintrete metaller, Tarnow's komplekse modell og også en forenklet modell
- ❑ Tilsvarende beregning på støpte metaller, her Al
- ❑ 4-mikrofonmetode og tilpasning av modelldata for porøs Al, men basert på målt strømningsresistans
- ❑ Konklusjoner

Produksjonsmetode metallfiber



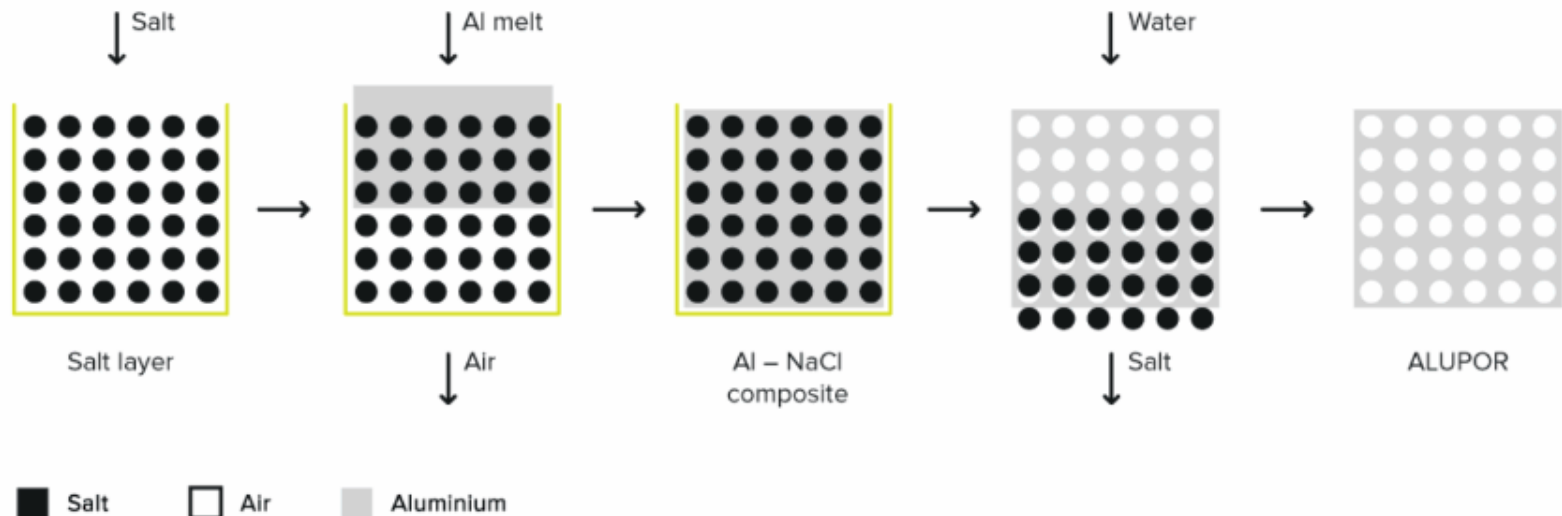
- ❑ Microfiber, lengde 10-50 mm
- ❑ Random overlapping og sintering

Har visse fordeler sammenlignet med andre porøse absorbent-materialer:

- Mekanisk
- Termisk

Produksjonsmetode porøs Al

Alupor™ porous structure is formed by dissolving of salt from aluminium matrix



The mold is filled with crystal salt

Impregnation of salt with molten aluminium under vacuum or pressure

Cooling and obtaining of solid composite casting

Machining of composite casting to obtain the desired form

Washout of salt and drying of the finished product

Restivitet (Pa.s/m²) av sintret metallfiber

Tarnow (1997)

$$R = j\omega\rho_0 + R'$$

$$R' = \frac{2\pi\eta \cdot ka}{b^2} \left(-ka + \frac{2H_1(ka)}{H_0(ka)} \right) \quad \text{where} \quad b^2 = \frac{\pi a^2}{1-\varphi}$$

η - viskositetskoeffisient (Pa.s)

k - bølgetall (1/m)

(Start $k = -j/b$, så $k^2 = -R'/\eta$ til stabil R')

a - fiberradius (m)

H - Hankelfunksjoner

φ - porositet

Enkel modell av sintret metallfiber

Shuwei Ren et al (2017)

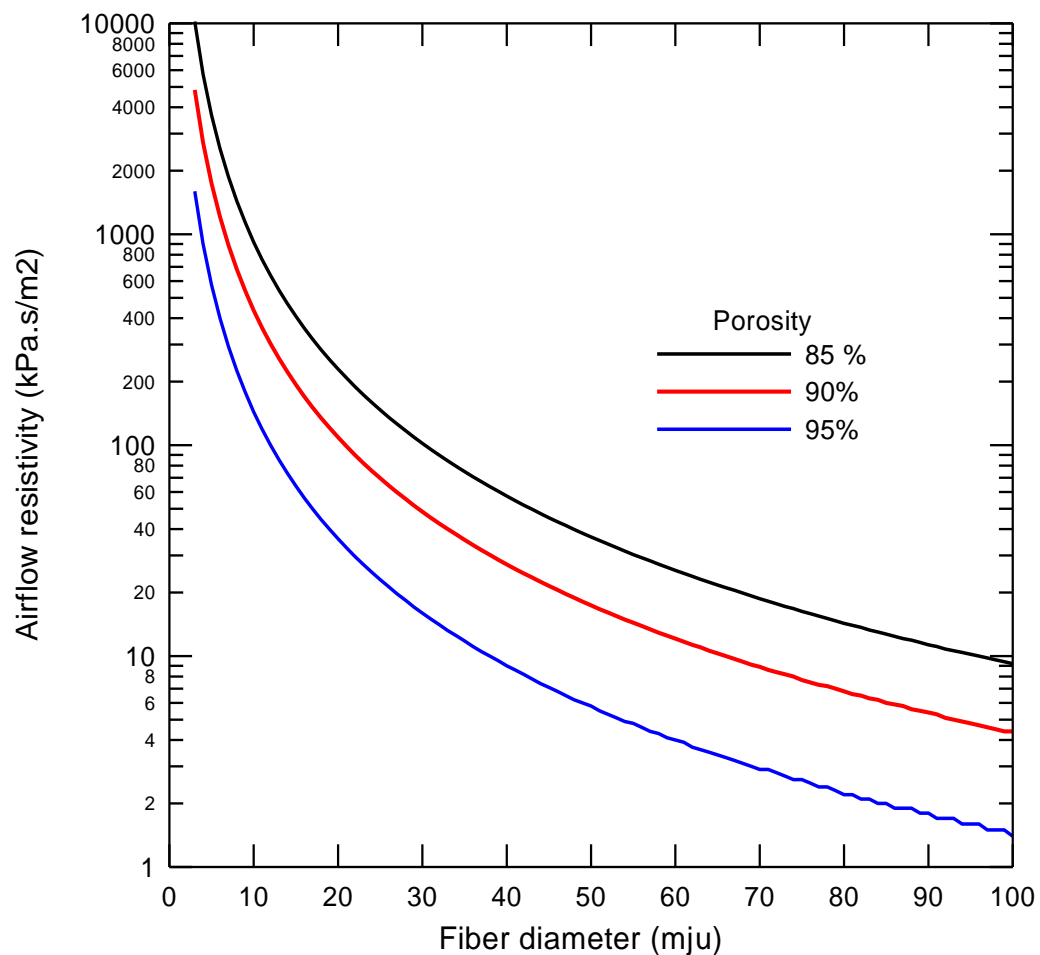
$$R = \eta \cdot \frac{16K(1-\varphi)^2}{d^2 \cdot \varphi^3}$$

d – fiberdiameter (m)

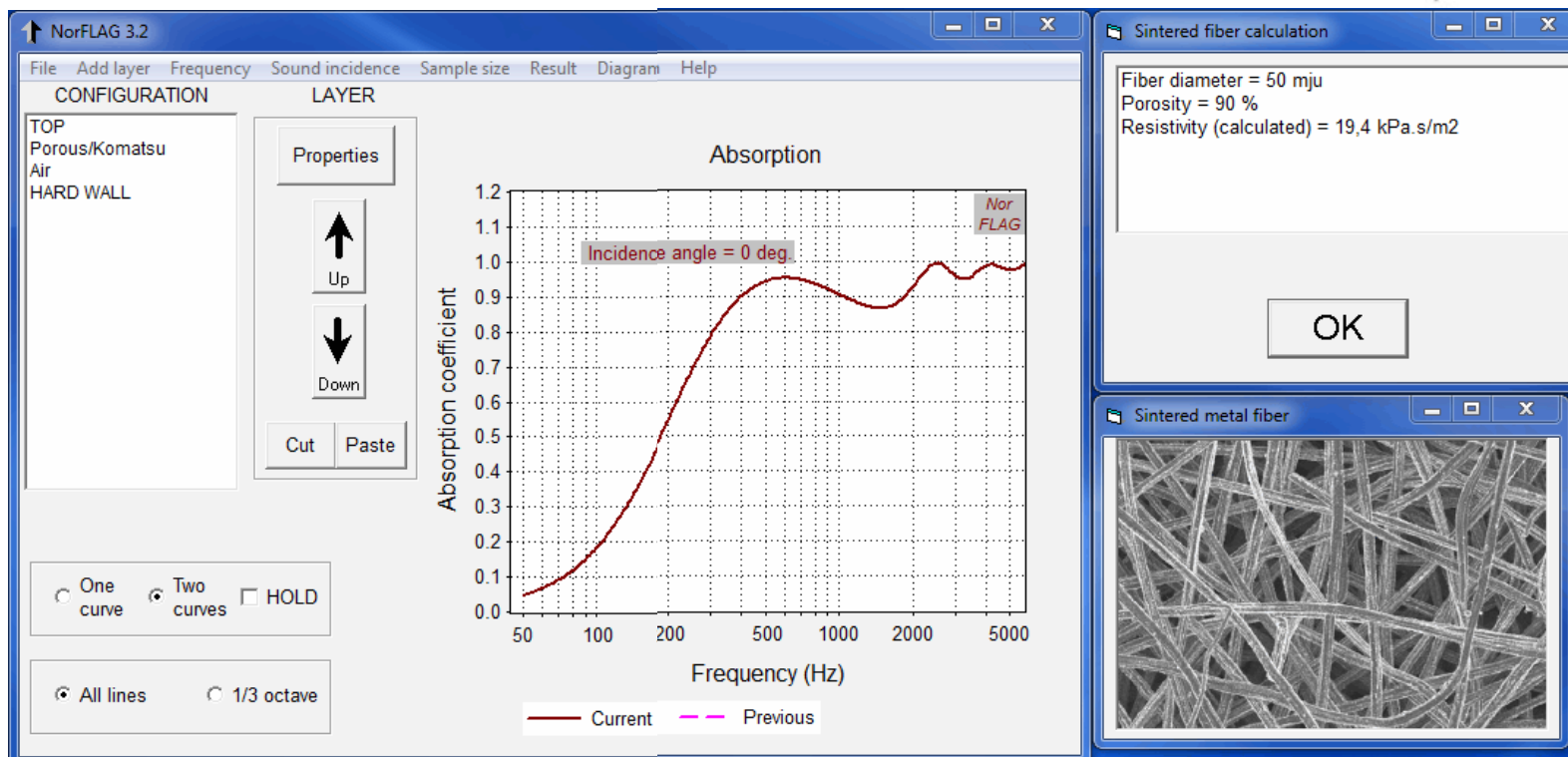
K - Kozeny konstant for «cross flow» (min bruk etter Happel og Brenner (1986))

$$K = \frac{2\varphi^3}{(1-\varphi) \left[\ln\left(\frac{1}{1-\varphi}\right) - \left(\frac{1-(1-\varphi)^2}{1+(1-\varphi)^2}\right) \right]}$$

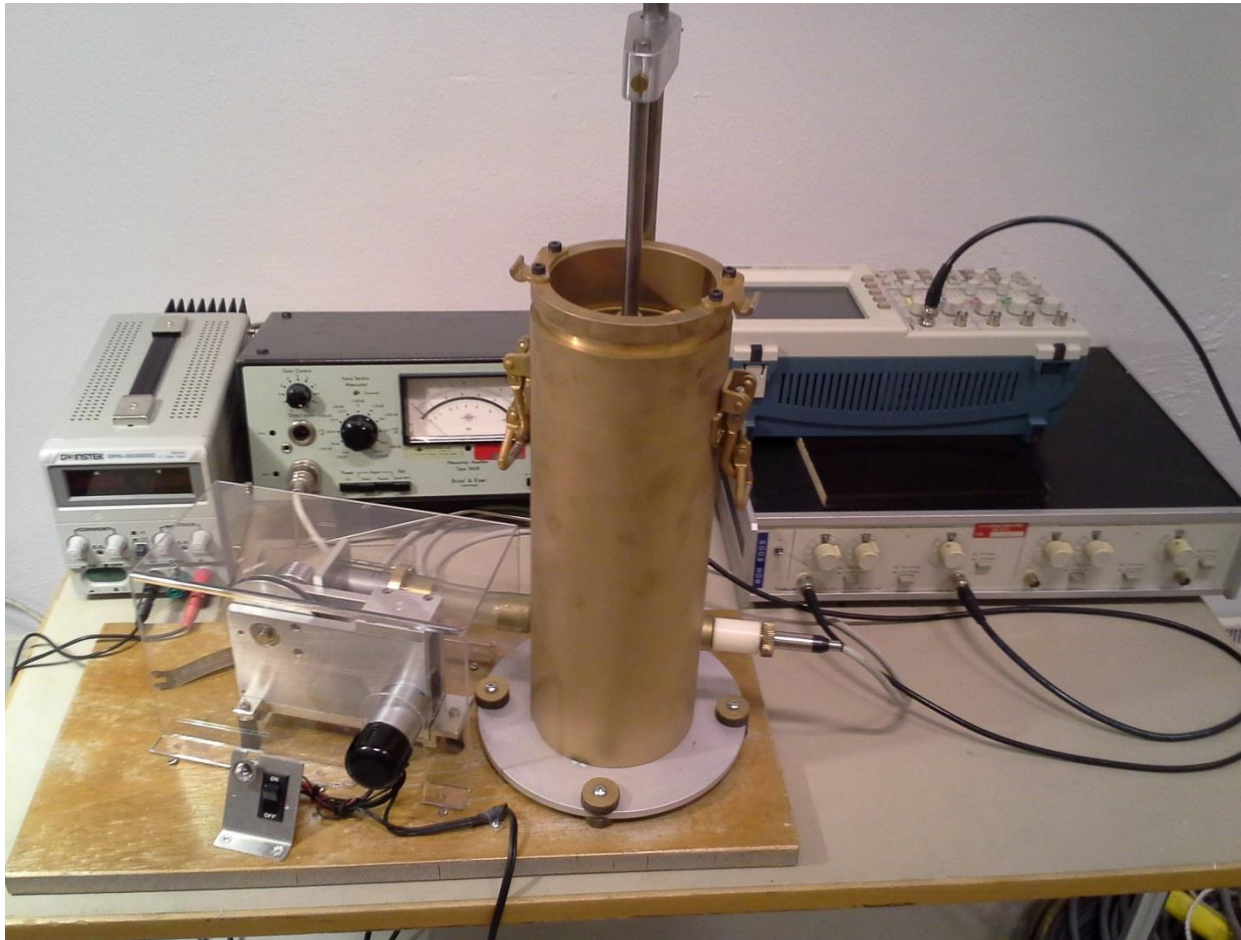
Enkel modell stemmer bra med Tarnow's modell ved lave frekvenser



Enkel modell er lagt inn i NorFlag (under Help)

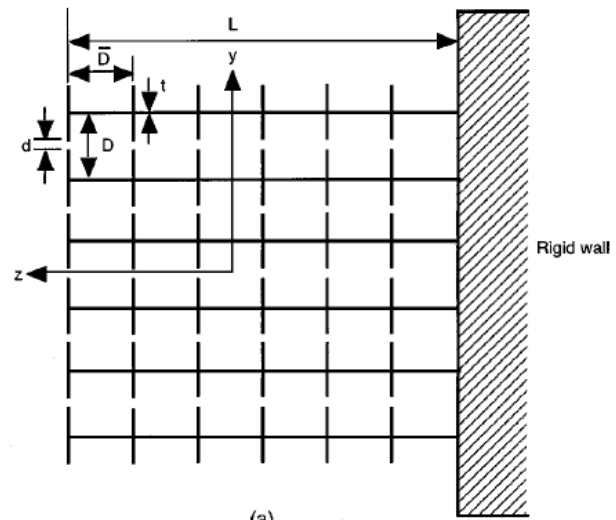


-- men vi kan jo måle resistiviteten etter ISO 9053

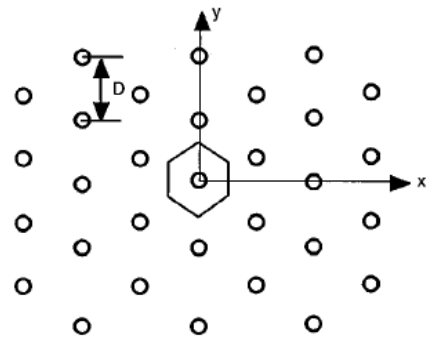


Hva med beregning på porøs Al?

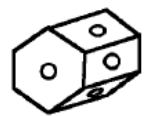
Tian J. Lu et al. (JASA 2000)
(90 siteringer til nå)



(a)



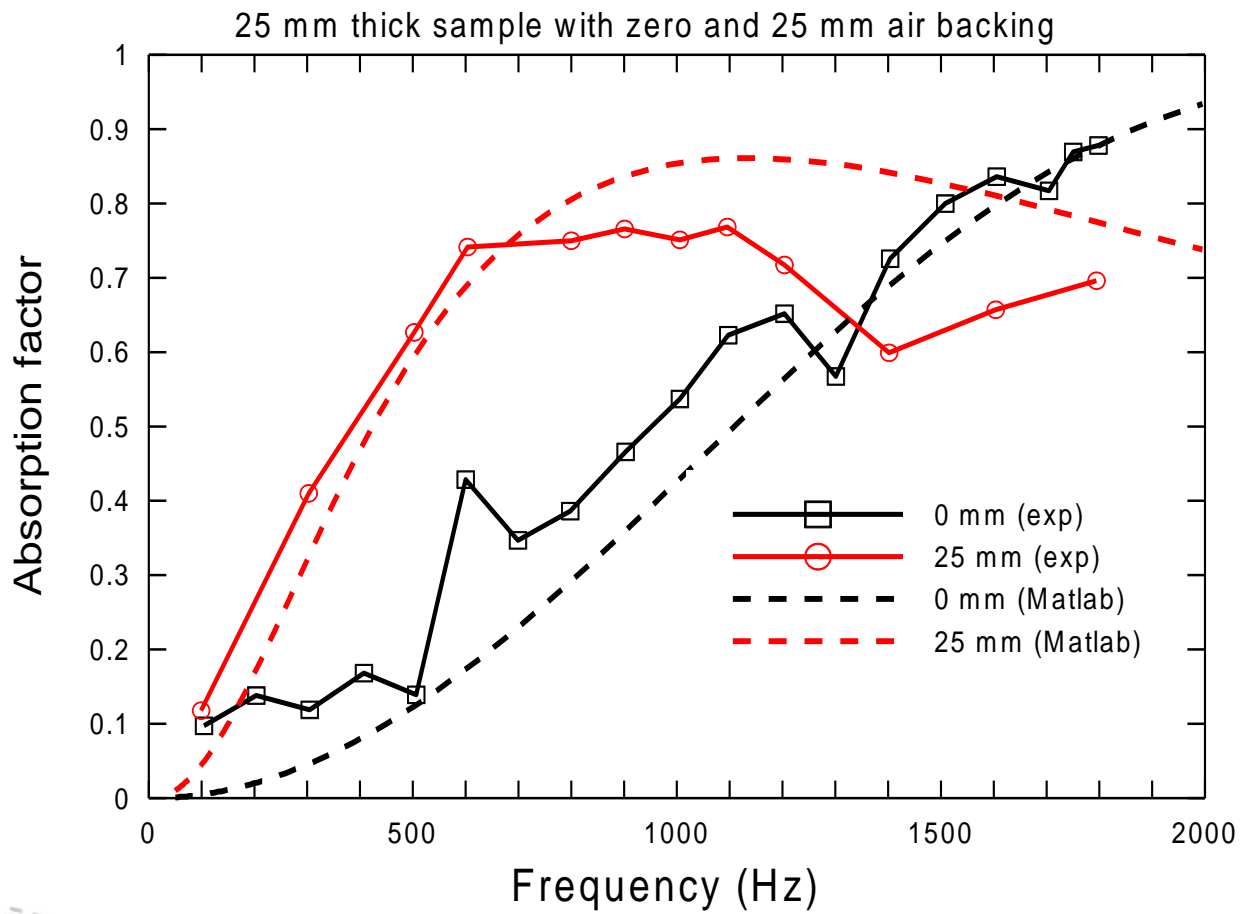
(b)



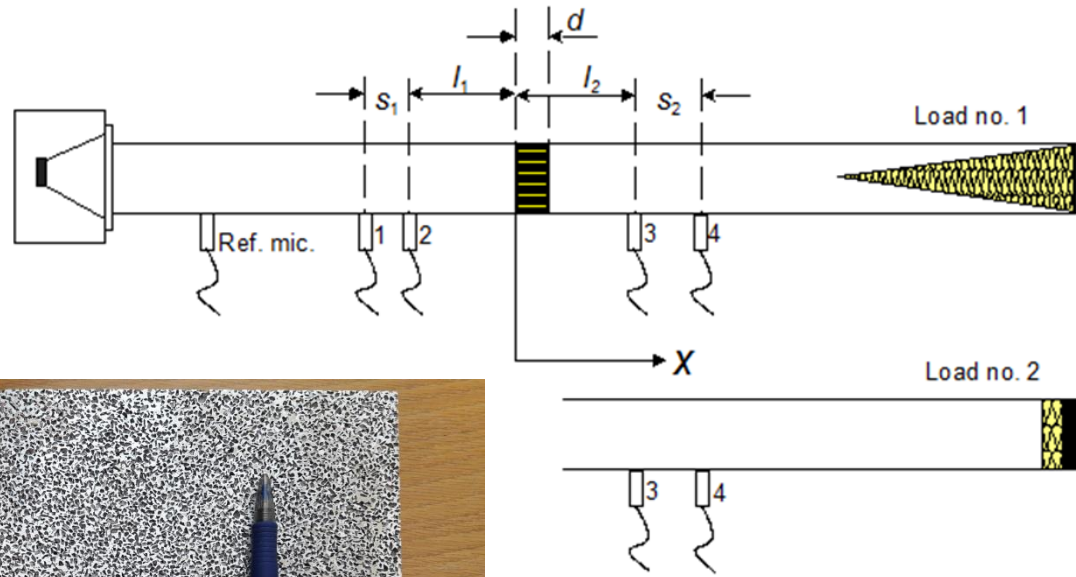
Unit cell

(c)

Eksempel på måledata fra Lu et al og beregning etter opplegg av Li et al (J. Applied Phys. 2011)



Egne målinger med 4-mik.metode. Bruk av målt bølgetall for datatilpasning etter JCA's modell (Johnson-Champoux-Allard), men separat måling av resistans.

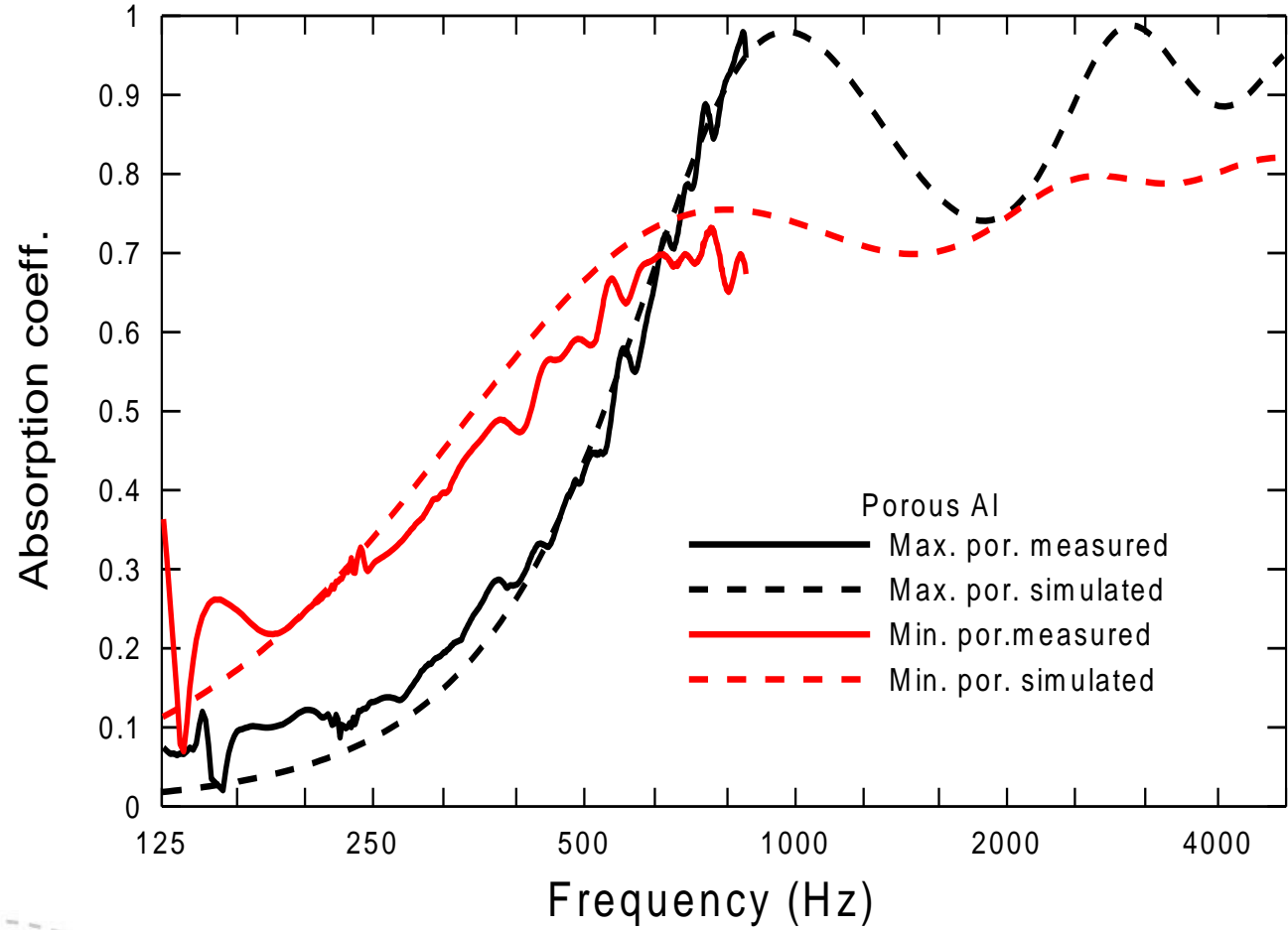


Hvilke modeller finnes egentlig for porøse materialer?

Model name	Parameters					
	Resistivity kPa.s/m ²	Porosity %	Tortuosity	Viscous length μm	Thermal length μm	Density kg/m ³
Attenborough	X	X	X			
Delany/Bazley	X					
JCA	X	X	X	X	X	X
Komatsu	X					
Mechel	X	X				
Sgard (Doubly porous) ¹	X	X	X	X	X	
Wilson	X	X	X			

1. Additional parameter: Thermal permeability (nm)

Måleresultater og tilpassete data på to Al-prøver. Johnson-Champoux-Allard modell



Konklusjoner

- ❑ Metalliske materialer, sintrete og/eller støpte har fått sin plass blant akustiske absorbenter
- ❑ Bruk er aktuell ved høye temperaturer samtidig som en unngår løse fibre i systemet, eksempelvis i flymotorer
- ❑ Enkle modeller for beregning av resistivitet, som er en viktig parameter, er tilgjengelig, men en kan jo også måle
- ❑ Flere modeller for beregning av absorpsjon for porøs aluminum finnes, men JCA-modellen utviklet for vanlige fiberabsorbenter virker brukbar