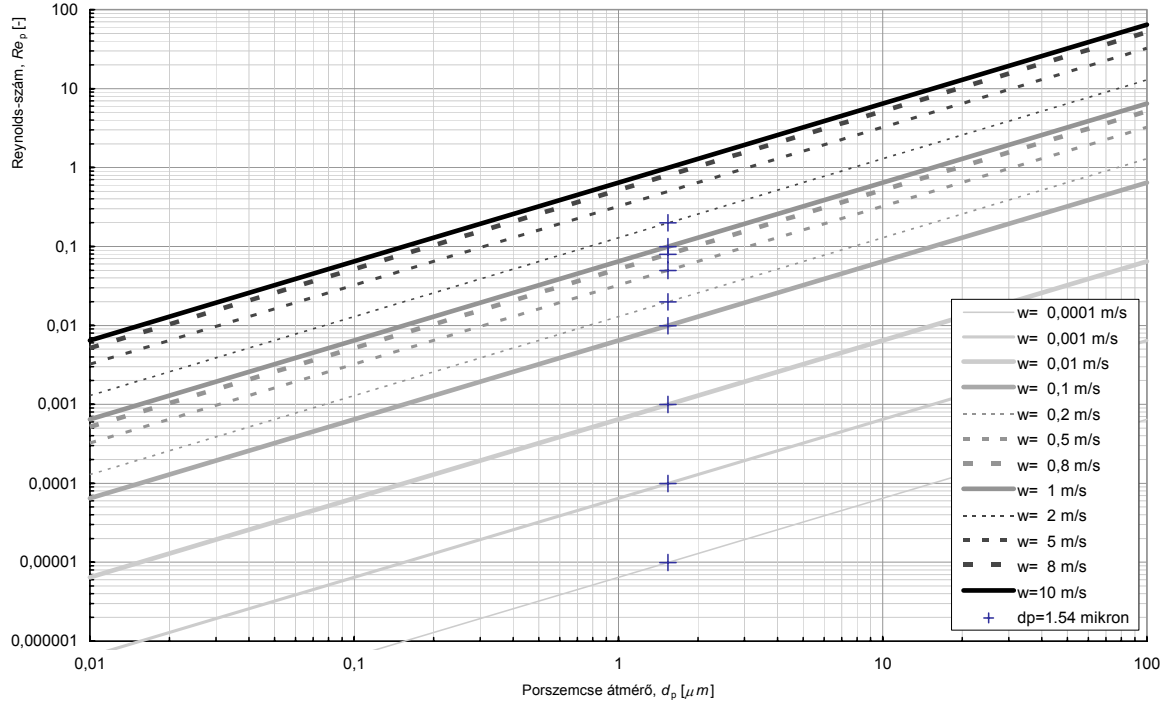


3. előadás MELLÉKLET

A porszemcse és a gáz közötti relatív sebességgel ($w = v - u$) definiáljuk a porszemcse REYNOLDS-számot (Re_p), amely a szemcse körüli áramlást jellemzi.

$$Re_p = \frac{w \cdot d_p}{\nu} = \frac{w \cdot d_p \cdot \rho_g}{\mu}$$

Porszemcse Reynolds-szám a szemcseátmérő és w relatív sebesség függvényében:



A STOKES-képlet egy szemcse körüli áramlást jellemző $Re_p < 0,25$ (ún. STOKES-tartomány) esetén érvényes:

$$F_e = 3\pi\mu d_p w$$

$$c_e = \frac{24}{Re_p}$$

OSEEN által javasolt összefüggések a Reynolds-szám érvényességi tartomány kiterjesztésére:

$$c_e = \frac{24}{Re_p} \cdot \left(1 + \frac{3}{16} Re_p\right) \quad Re_p < 5$$

$$c_e = \frac{24}{Re_p} \cdot \left(1 + \frac{Re_p^{\frac{2}{3}}}{6}\right) \quad 3 < Re_p < 400$$

MICHAELIDES (1997) által meghatározott kifejezés:

$$c_e = \frac{24}{Re_p} \cdot \left(1 + 0,15 \cdot Re_p^{0,687}\right) \quad 0,1 < Re_p < 1000$$

4. előadás MELLÉKLET

A kétfázisú áramlások vizsgálatánál - főként a primer közegbeli turbulencia-módosítással foglalkozó szakirodalomban - leginkább elterjedt paraméter az alábbi kifejezéssel definiált α_p térfogati arány:

$$\alpha_p = \frac{V_p}{V_g} = \frac{d_p^3 \pi}{a^3} = \frac{c_p}{\rho_p}$$

valamint az M tömegarány:

$$M = \frac{c_p}{\rho_g} = \alpha_p \frac{\rho_p}{\rho_g}$$

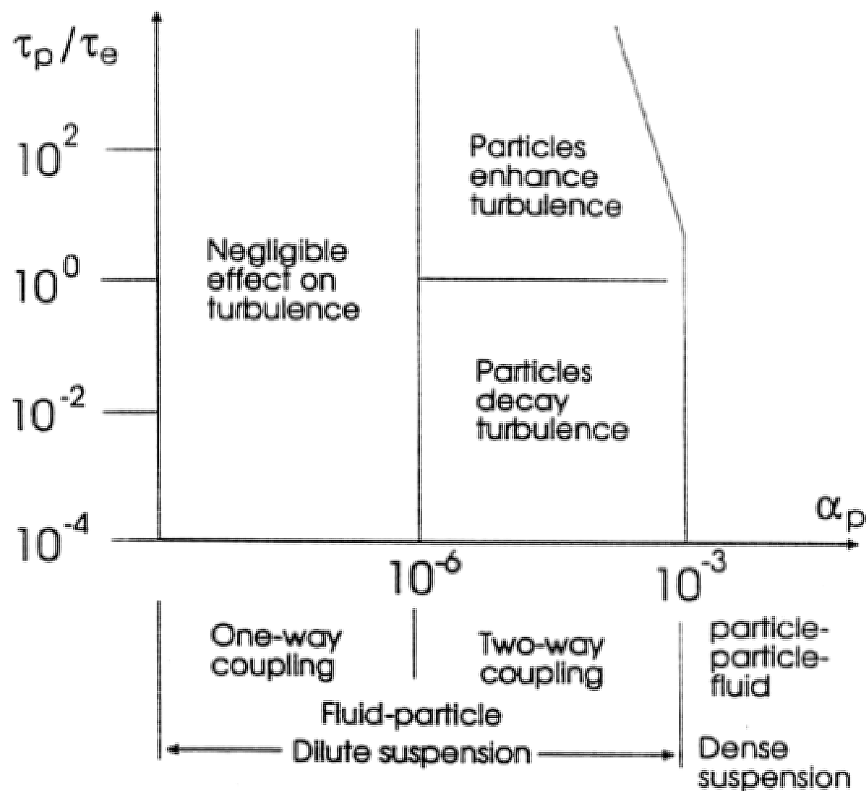
$$\text{Átszámítás: } \frac{M}{\alpha_p} = \frac{\rho_p}{\rho_g}, \text{ vagy } \frac{\alpha_p}{M} = \frac{\rho_g}{\rho_p}$$

Táblázat Porszemcsék egymástól mért relatív távolsága (a/d_p), a c_p porkoncentráció és a ρ_p porsűrűség függvényében; valamint az N [db/mm³] darabszám szerinti koncentráció a ρ_p porsűrűség függvényében adott $d_p=1,5\mu\text{m}$ porszemcse átmérő esetén.

a / d_p		ρ_p [kg/m ³]		
		800	1500	2500
c_p [g/m ³]	0,0001	1612	1988	2357
	0,001	748	923	1094
	0,01	347	428	508
	0,1	161	199	236
	1	75	92	109
	10	35	43	51
	100	16	20	24

N [db/mm ³]		ρ_p [kg/m ³]		
		800	1500	2500
c_p [g/m ³]	0,0001	0,07	0,04	0,02
	0,001	0,7	0,4	0,2
	0,01	7	4	2
	0,1	71	38	23
	1	707	377	226
	10	7074	3773	2264
	100	70736	37726	22635

ELGHOBASHI (1994) kétfázisú áramlások fázisok közötti kölcsönhatásait vizsgáló összefoglaló munkája szerint egy gáz-részecske kétfázisú elegy az α_p térfogati arány szerint két tartományra: a sűrű ($\alpha_p > 10^{-3}$) és híg ($\alpha_p < 10^{-3}$) elegyekre osztható



Kétfázisú áramlásokban a gáz és a diszperz fázisok közötti kölcsönhatások turbulencia módosításban játszott szerepének megítélésére javasolt térkép: a térfogati arány (α_p) és a porszemcse STOKES-szám ($St_p = \tau_p / \tau_e$) jellemző értéktartományaiban. (ELGHOBASHI, 1994)

a) Az $\alpha_p > 10^{-3}$ tartomány a sűrű szuszpenziókra jellemző, ahol gáz és porszemcsék közötti kétirányú kölcsönhatás mellett az egyes porszemcsék közötti kölcsönhatás (ütközés, összetapadás) is jellemző¹.

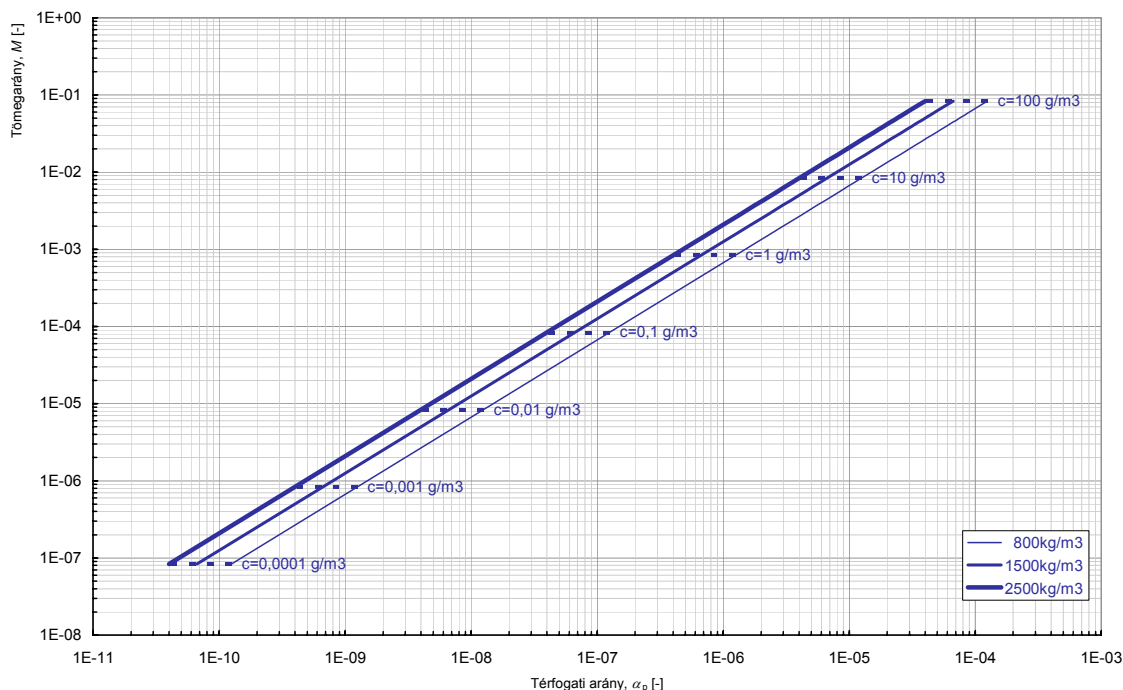
b) Az $\alpha_p < 10^{-3}$ tartomány a híg elegyekre jellemző tartomány, melyen belül [ELGHOBASHI \(1994\)](#) a diszperz fázis primer fázisra gyakorolt hatása szempontjából külön kezeli a $10^{-6} < \alpha_p < 10^{-3}$ és a $\alpha_p < 10^{-6}$ tartományokat az alábbiak szerint:

- 1) A $10^{-6} < \alpha_p < 10^{-3}$ tartományon² belül az adott porszemcsére jellemző STOKES-szám (St_p) alapján eldönthető, hogy a diszperz fázis gázáramlásra gyakorolt hatása a szállító gáz áramlási sebességterére jellemző turbulencia intenzitás növelésében ($St_p > 1$) vagy csökkenésében ($St_p < 1$) jelentkezik-e – az egyfázisú áramlásra jellemző turbulencia intenzitáshoz képest.
- 2) A kétfázisú gáz-részecske elegyek $\alpha_p < 10^{-6}$ térfogati arány tartományban már rendkívül hígak, ebben az esetben a diszperz fázis gázáramlásra gyakorolt hatása bármely St_p porszemcse STOKES-szám tartományban elhanyagolható³, állapítja meg [ELGHOBASHI \(1994\)](#).

Táblázat Térfogati arány (α_p) a c_p porkoncentráció és a ρ_p porsűrűség függvényében, valamint az M tömegarány a c_p porkoncentráció és a ρ_g gázsűrűség függvényében.

α_p		ρ_p [kg/m ³]		
		800	1500	2500
C_p [g/m ³]	0,0001	$1,3 \cdot 10^{-10}$	$6,7 \cdot 10^{-11}$	$4,0 \cdot 10^{-11}$
	0,001	$1,3 \cdot 10^{-9}$	$6,7 \cdot 10^{-10}$	$4,0 \cdot 10^{-10}$
	0,01	$1,3 \cdot 10^{-8}$	$6,7 \cdot 10^{-9}$	$4,0 \cdot 10^{-9}$
	0,1	$1,3 \cdot 10^{-7}$	$6,7 \cdot 10^{-8}$	$4,0 \cdot 10^{-8}$
	1	$1,3 \cdot 10^{-6}$	$6,7 \cdot 10^{-7}$	$4,0 \cdot 10^{-7}$
	10	$1,3 \cdot 10^{-5}$	$6,7 \cdot 10^{-6}$	$4,0 \cdot 10^{-6}$
	100	$1,3 \cdot 10^{-4}$	$6,7 \cdot 10^{-5}$	$4,0 \cdot 10^{-5}$

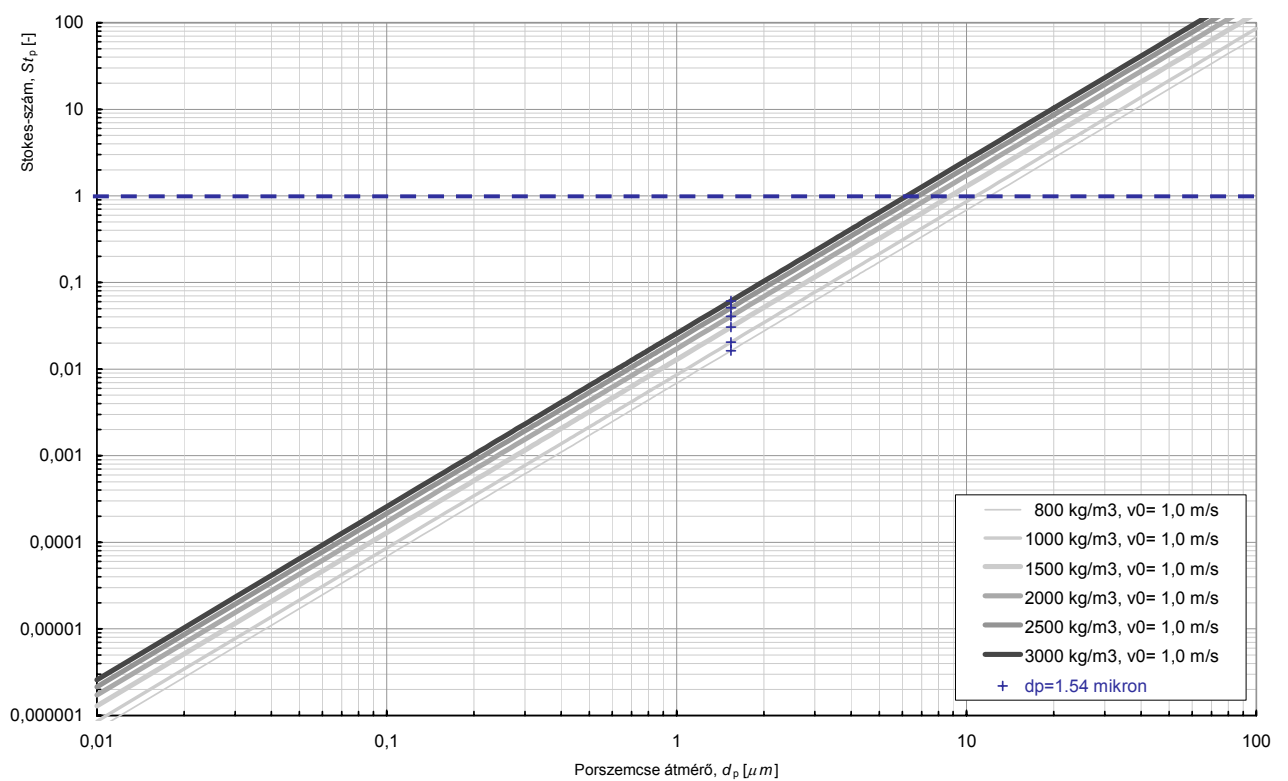
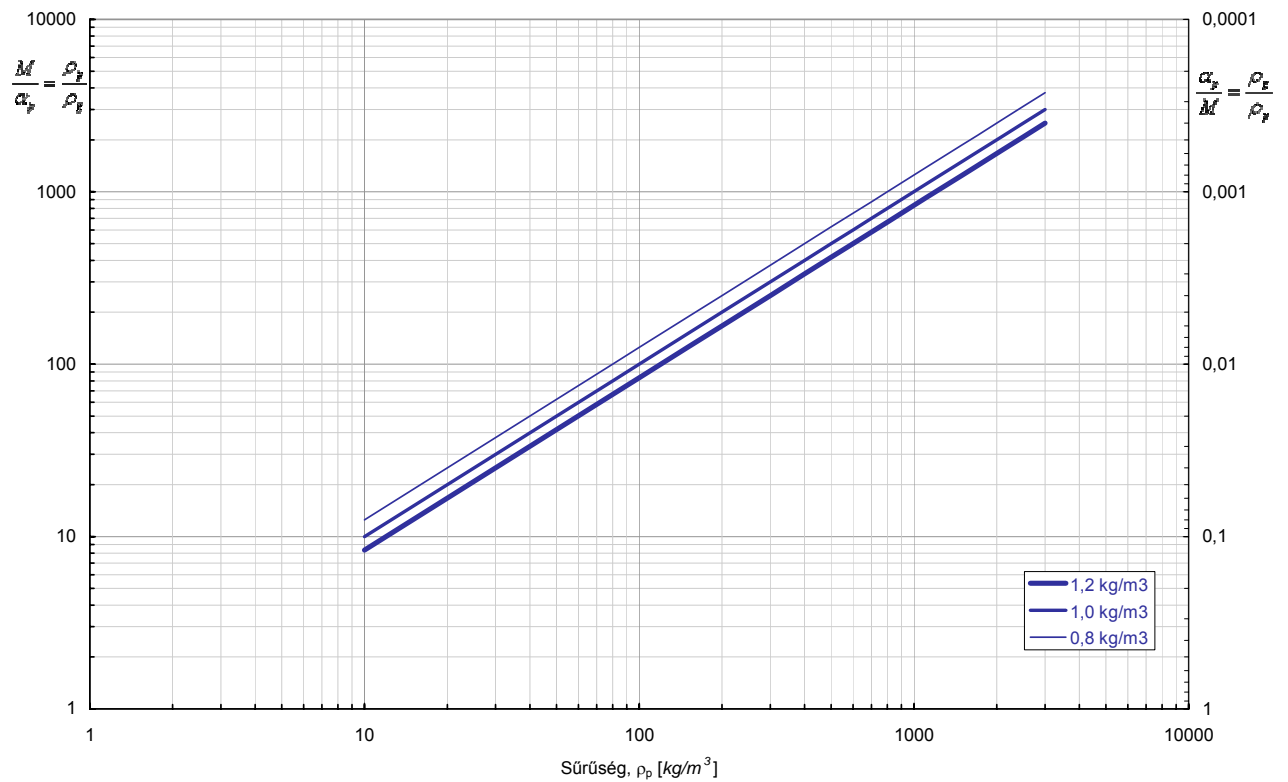
M		ρ_g [kg/m ³]		
		0,8	1,0	1,2
C_p [g/m ³]	0,0001	$1,3 \cdot 10^{-7}$	$1,0 \cdot 10^{-7}$	$8,3 \cdot 10^{-8}$
	0,001	$1,3 \cdot 10^{-6}$	$1,0 \cdot 10^{-6}$	$8,3 \cdot 10^{-7}$
	0,01	$1,3 \cdot 10^{-5}$	$1,0 \cdot 10^{-5}$	$8,3 \cdot 10^{-6}$
	0,1	$1,3 \cdot 10^{-4}$	$1,0 \cdot 10^{-4}$	$8,3 \cdot 10^{-5}$
	1	$1,3 \cdot 10^{-3}$	$1,0 \cdot 10^{-3}$	$8,3 \cdot 10^{-4}$
	10	$1,3 \cdot 10^{-2}$	$1,0 \cdot 10^{-2}$	$8,3 \cdot 10^{-3}$
	100	$1,3 \cdot 10^{-1}$	$1,0 \cdot 10^{-1}$	$8,3 \cdot 10^{-2}$



¹ A (levegő↔porszemcse) kölcsönhatás mellett a (porszemcse↔porszemcse) kölcsönhatások is jellemzőek a sűrű ($\alpha_p > 10^{-3}$ térfogati arányú) kétfázisú elegyekre. (levegő↔porszemcse↔ porszemcse)

² „two-way coupling”: a „kétirányú”, azaz (levegő→porszemcse) ill. (porszemcse→levegő) kölcsönhatások tartománya. (levegő↔porszemcse)

³ „one-way coupling”: az „egyirányú”, azaz csak (levegő→porszemcse) kölcsönhatások tartománya.



Irodalom:

ELGHOBASHI, S.E. (1994) On predicting particle-laden turbulent flows. *Appl. Sci. Res.* Vol. **52**, pp.309-329.

MICHAELIDES, E.E. (1997) Review – The transient equation of motion for particles, bubbles and droplets. *Transactions of the Americal Society of Mechanical Engineers, J. Fluids Eng.*, Vo.. **119**, pp.233-247.