

LIVODNA PROMISLJANJA ✓

Kemijski inženjer nastoji kreativno razumjeti promatranu fenomen pretvorbe ili separacije tvari, matematički ga opisati/zapisati i primijeniti oloje u rješavanju praktičnih problema djelujući time na pojedine aspekte naših života. ✓

Postavlja se pitanje zašto matematički opisujemo sadržane fenomene? ?

Matematički opisujemo strujanje fluida u cijevi sa
stajališta fenomena prijenosa klasične gibanja
kako li mogli predviđeti / procijeniti snagu pumpe
koja je potrebna za uspješan transport realnog
fluida kroz cevovod u realnim uvjetima.

Matematički opisujemo sadržaj / fenomen EPITLACANJA
kako li mogli predviđeti brzinu sedimentacije u
realnim uvjetima (v_{ss}) i kako li mogli predviđeti
brzina smetanja sedimentacije

tijek sedimentacije u praksi (u većem mjerilu) te kada
bi mogli dimensionirati uređaj (sedimentator) za
uspješnu provedbu sedimentacije odnosno kada
bi mogli **procijeniti** potrebnu površinu sedimentatora.
Nastojimo razumjeti i ^{matematički} opisati fenomen strujanja
fluida kroz porozan/medij jer se tim ~~sastajima~~
i mat. opisima koristimo u predviđanju tijeka
filtracije u praksi (u većem mjerilu). Tim matema-
tičkim opisima **procjenjujemo** vrijeme filtracije,

pokretačku silu procesa (AP - filtracijski tlak), te nalazimo površinu filtra (A) potrebnu za uspješnu filtraciju u realnim uvjetima.

Nastojimo razumjeti i matematički opisati ~~STANJE~~ ~~FLUIDA~~ u ~~MJEŠALICI~~ kako bi mogli predviđeti tijek procesa u ~~dimensionirani~~ ~~uređaje~~ za uspješno mješanje u realnim uvjetima.

Procedura dimenzioniranja sistema za miješanje (miješalica)
nižno podrazumijeva **PROCJENU** broja okretaja miješala
(n) i snagu (P) potrebnih za uspješno miješanje
sadržanog sistema u realnim uvjetima.

Sugestija:

Studenti prvo moraju razabrati / shvatiti iz
teksta računskog zadatka što se miješa:

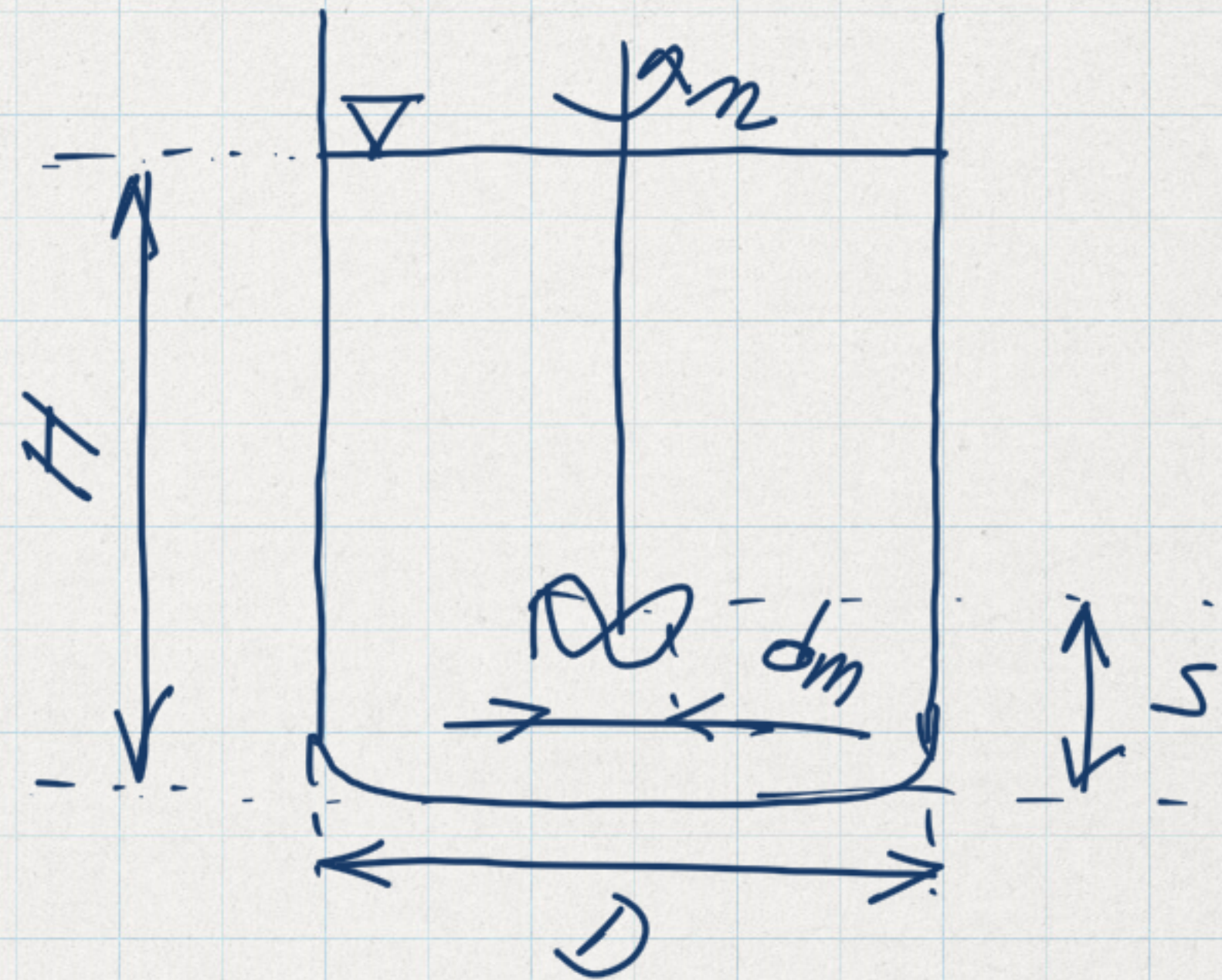
JEDNOFAZNI SISTEM
(kapljevinu) W

SUSPENZIJA
(čvrsto u kapljevinu)

1. računski zadatak ✓

Miješa se kapjevina određenih karakteristika u reaktoru određenih dimenzija. Potrebno je procijeniti broj okretaja miješala (n) & snagu (P) potrebne za uspješno miješanje ovakvog jednofaznog sustava (kapjevina).

Skicirajmo procesni snstak za mijesanje (mješalica).



n ... broj okretaja
mješala

H ... visina kaptjerine u
posudi za mijesanje

D ... promjer posude za mij.

d_m ... promjer mješala
(rotirajućeg radnog
elementa)

s ... udaljenost mješala
od dna posude za
mijesanje

Zadaje se :

MITEŠANCA

$$D = 0,38 \text{ m}$$

$$d_m = 0,19 \text{ m}$$

$$S = 7 \times 10^{-2} \text{ m}$$

$$H = 0,38 \text{ m}$$

KATKTEVINA

$$\rho_K = 1 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3}$$

$$\eta_K = 2 \text{ Pa s}$$

ν (mjeriti uzgibavanje)

$$= 0,1 \text{ m s}^{-1}$$

Zadaje se

Za dane S & η ispitati potrebu
brzine za uspješno mji.

Potrebno je odrediti / PROČITATI:

- a) n broj okretaja miješala,
b) P snagu na vratilu miješala

→ to je
procjena

potrebnih za uspješno
miješanje kapjevina.

temeljem
mat. zapisa
odnosno

opisa
sadržanih

fenomena

U rješavanju ovog računskog zadatka potrebno je koristiti (niti) PRK06K postavljene i objavljene na mrežnim str. Fakulteta u Merlin sustava za e učenje:

- i. Bezdimenzijski dijagram DOBAVI za kapljevine
 - ii. Bezdimenzijski dijagram SNAŽE za dva sustava (kapljevine & suspenzije)
-

2. korak

Računa se volumni protok / tok:

$$\dot{V} = v \cdot A$$

v ... potrebna brzina v mali koeficijent prema mjerilnoj
izmjeravanju (tabelirani podatak koji se zadržuje),

A ... površina poprečnog presjeka posude za mještop

Ako se drugačije ne zadržuje, pretpostavlja se da je

posuda za mješanje kružnog poprečnog presjeka

pa je: $A = \frac{D^2 \pi}{4}$

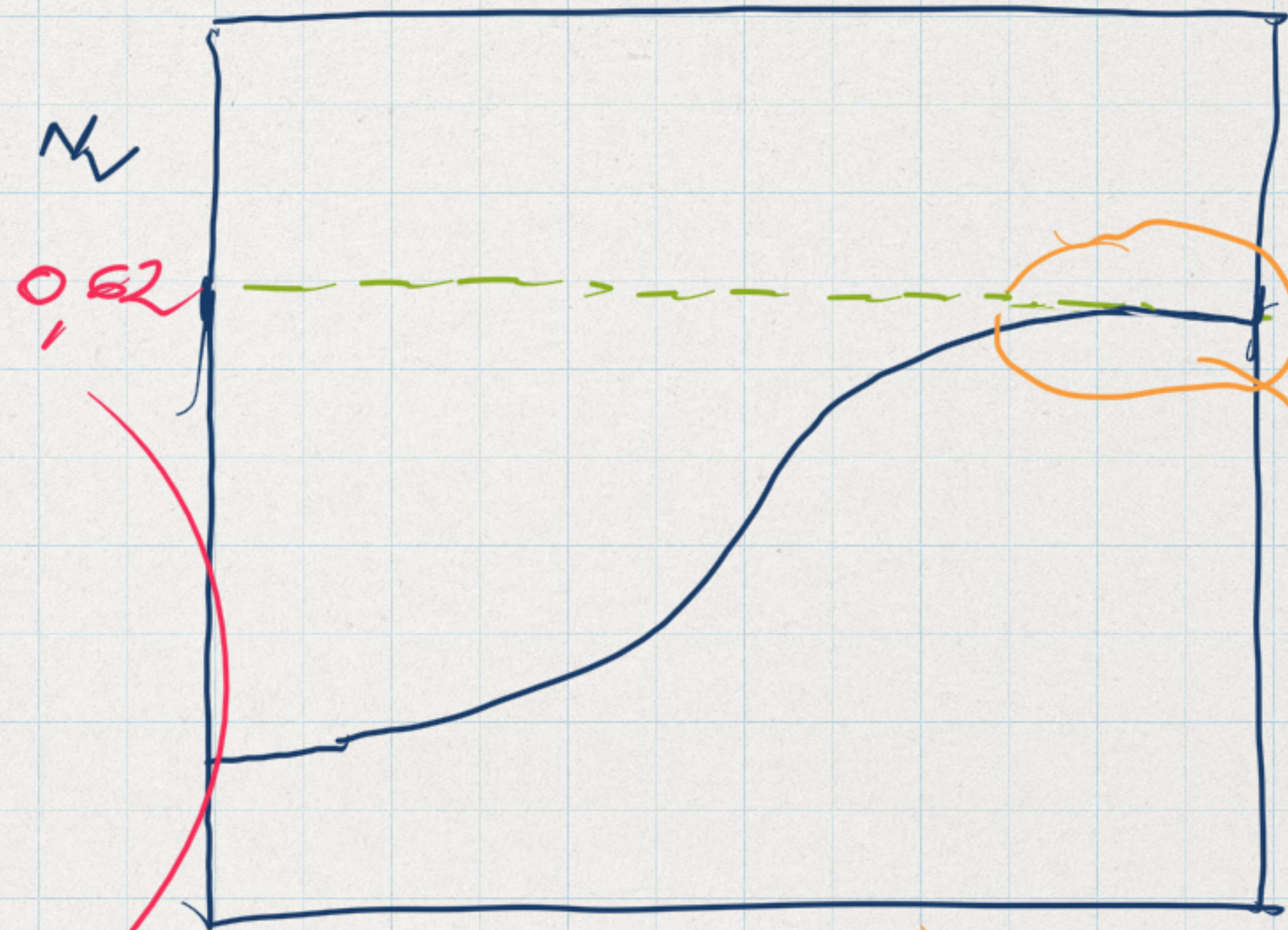
$$\text{Zadaje } \dot{V} = 0,1 \cdot \frac{0,38^{2,75}}{4} = 0,0113 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$$

ii. korak

Pretpostavlja se u početku turbulentno strujanje u kojem je N_v (značajka dloae) konstantan za određenom geometriji i neovisan o Re odnosno hidrodinamičkim uvjetima.

Primjenom bezd. dijagrama ~~DOBIV~~ (postavljen na mrežnim str.) Za danu geometriju u turbulentno hidrodinamičko uvjete isčitava se vrijednost N_v .

Prikaz isčitanja:



d_m/D

$$d_m/D = 0,19m / 0,38m = 0,5$$

U ovom turbulentnom području
Nv jest neovisan o Re i
ovisi samo o geometriji (d_m/D)

Re
pripariti!!!

LOGARITAMSKA SKALA

Nv jest 0,62

Primjenom općeg hidrodinamičkog izraza (str. 24 Predavanja)

računa se za ispitanu vrijednost N_v broj okretaja miješala:

$$n = \frac{\dot{V}}{N_v \cdot d^3} = \frac{0,0113 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}}{0,62 \cdot 0,193^3 \text{ m}^3} = 2,66 \text{ s}^{-1} \quad \begin{array}{l} 2,66 \text{ punih okretaja} \\ \text{u jedinici vremena} \end{array}$$

SVI OPREZAN S MJERNIM JEDINICAMA

računa se Re značajka za dane uvjete (str. 12 Predavanja):

$$Re = \frac{n \cdot d^2 \cdot \rho \cdot k}{\eta_k} = \frac{2,7 \cdot 0,19^2 \cdot 1 \cdot 10^3}{2} = \underline{\underline{48,01}}$$

pažiti na mjerne jedinice, SVI SE MORA

**POKRAĆITI BHODNE ŽE RE BEZDIMENZIJSKA
VELIČINA**

iii, korak

Odmak od pretpostavke turbulentnog strujanja.

Sada je $Re = 48,01$ koji nije u turbulentnom području

Za novi $Re = 48,01$ i $dn/D = 0,5$ izračuna se nova vrijednost Nv (znadgyke dodeve) na isti način kako se prezentira i ranije: $Nv = 0,28$.

Sada opet kao u prethodnom koraku računamo

n i novi Re :

$$n = \frac{0,0113}{0,28 \cdot 0,19^3} = 5,88 \cdot 10^{-1} \quad \text{te } Re = \frac{5,88 \cdot 0,19^2 \cdot 1 \cdot 10^3}{2} = 106,13 //$$

IV. korak

bezdimenzijski
→ jedna geom. karakteristika

Za novi $Re = 106,1$ i simpleks $am/D = 0,5$
iščitava se nanovo nova vrijednost N_V

$N_V = 0,33$

gore opisani

Ponavlja se postupak

.....

svi dok se ne nađe onaj n

za kojeg se ostvaruje poklapanje

zadnjih dviju N_V vrijednosti u
postupku iteracije

$n = 5,5^{-1}$

Rješenje a) zadatka ✓

POSTUPAK ITERACIJE ZAVRŠAVA

u trenutku poklapanja $N_V = 0,33$

OSTVARIVO

v. korak

Za konačan $n = 55^{-1}$ iz nekom opisane iteracije

računa se Re:

$$Re = \frac{n \text{ dm}^2 \text{ Sf}}{\text{Sf}} = \frac{55^{-1} \cdot 0,19 \text{ m}^2 \cdot 1 \Delta 10^3}{2} = 90,25 //$$

vi. korak

Računajti se simpleksi kojima se opisuje geometrijski sustava:

$$D/\text{dm} = \frac{0,38 \text{ m}}{0,19 \text{ m}} = 2; \quad H/\text{dm} = \frac{0,38 \text{ m}}{0,19 \text{ m}} = 2$$
$$S/\text{dm} = \frac{0,07}{0,19} = 0,37$$

vii. korak

Koristi se **bezdimenzijski dijagram snage** (postavljen i objavljen na mrežnim stranicama).

U materijalu ispod dijagrama nalazi se tabela.

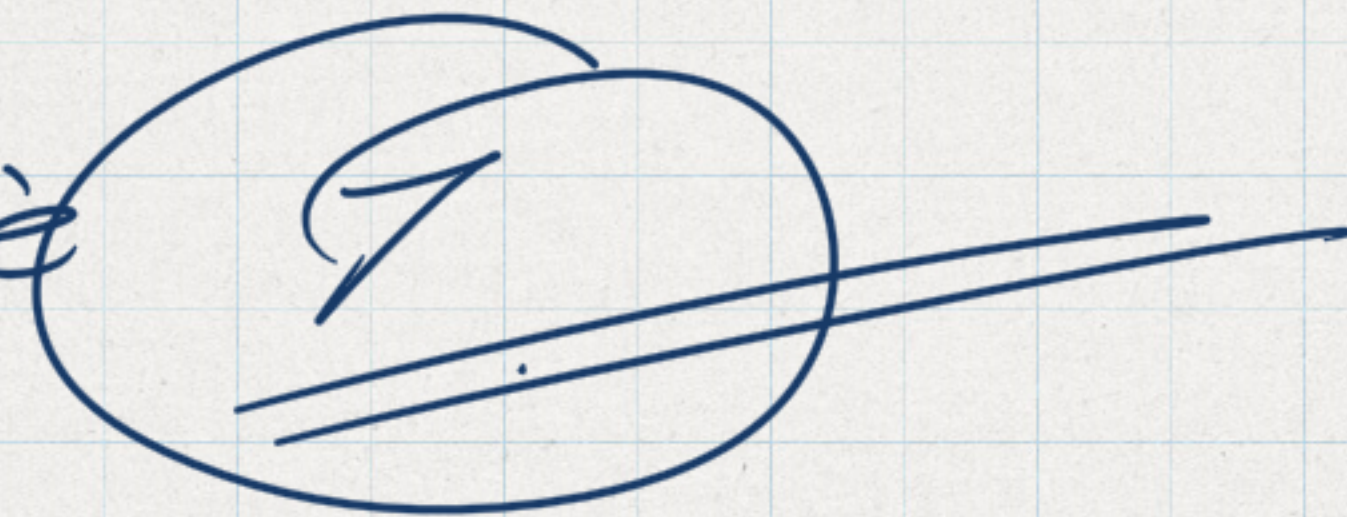
U vidnom U ovom tabelu nalazi se mijesala

odnosno **REDNI BROJ MIJEŠALA** koji odgovara

našoj geometriji odnosno rešetku izračunskih

simplekasa.

U ovom specifičnom slučaju to je



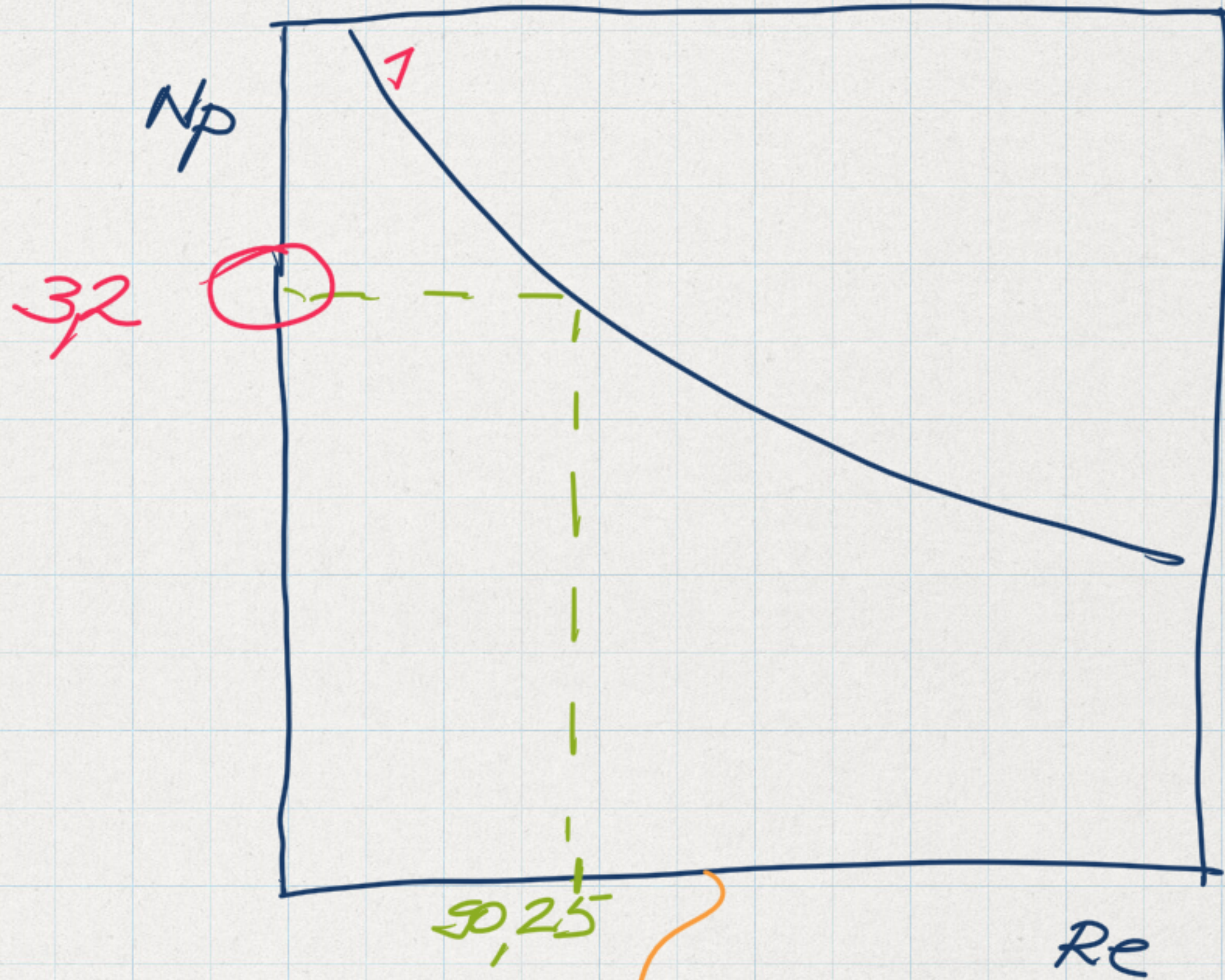
Na grafičkom prikazu ~~znad~~ pronalazi se krivnja /
ovisnost koja odgovara našem rednom broju 7.

Za danu krivnju geometrije i $Re = 90,25$ nalazi
se / računava se odgovarajuća vrijednost

Značajke snage koja nam je ~~našna~~ Re
projektna snage.

N_p value

Prikazuje se ispitivanje:



logaritamska skala

Enterova jednačina
za mješavinu

$$N_p \equiv E_{TM} = 3,2$$

Uz pomoć
izraza za PROJEKCIJNU
SNAGU

$$P = N_p \cdot n^3 \cdot d_m^5 \cdot \rho_k =$$

$$= 3,2 \cdot (5,5^{-1})^3 \cdot (0,19 \text{ m})^5 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3}$$

$$= 99 \text{ W}$$

PRIPAZITI

molim paziti na
mjerno jedinice

11. računski zadatak

studenti prepoznaju iz teksta zadataka što se mijša
& kojim režimom.

Sugestija svim studentima prvo voditi/prepoznati
tip mijšanja & režim.

MIJŠA SE: suspenzija
pa posljedično govorimo o
SUSPENDIRANJU. ✓

REŽIM SUSPENDIRANJA: NIZMIJŠAVANJE

↓
ključno obliži za izračun

Kada smo jasno prepoznali da se radi o

~~NEKAKŠAVANJE~~ ~~SNAPINŽI~~ kada znamo

koji pristup odnosno kojim ~~berdimenzij~~ korelacijom
primjeniti u **progn** broja okretaja mješčla.

u ~~kyehina~~ ~~NEKAKŠAVANJE~~ ~~SNAPINŽI~~ primjere

je i koristiti se f-~~ci~~ zavisnost odnosno ~~berd.~~

korelacija!

$$R_{e_{KR_i}} = f(A_r, Y_{dm}, l_m)$$

n

Sve ~~redau~~ ~~berd.~~ veličine

→ slide 33,
predavanje

gdje je: Re_{KR} ... kritična Reynoldsova značajka

Ar ... Archimedeova bezd. značajka

λ ... veličina čestica iskazana promjerom

f_m ... maseni udio čvrstoga

Navedi u okviru da je $Re = \frac{\rho v d \lambda_k}{\eta_k}$

iz takve korekcije nalazi se η

broj okretaja mijesala potreban za postizanje
staja potpune suspenzije.

i vrijedi korelacija:

$$Re_{kr} = a \cdot Ar^{0,5} \cdot l_m^{0,25}$$

konstanta mijesala

- Ako je umnožak $Ar \left(\frac{x}{dm}\right)^2 \cdot l_m^{0,5} < 10^4$ prisutno je LAMINARNO STRUJANJE i vrijedi korelacija:

$$Re_{KR} = b \cdot Ar^{0,4} \cdot \left(\frac{dm}{x}\right)^{0,2} \cdot l_m^{0,2}$$

konstanta mijesala

Dakle, valja razlikovati:

HIDRODINAMIČKI REŽIM vs. REŽIM SHISTENSI-
RANJA

Zadaje se:

$f_m = 8\% = 8 \times 10^{-2}$ maseni udjel čvrstoga

$\rho_s = 2450 \text{ kg m}^{-3}$ gustoća čvrstih čestica

$\chi = 150 \mu\text{m} = 150 \times 10^{-6} \text{ m}$ maseni promjer čestica

$\nu = 1 \times 10^{-6} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$ kinematička viskoznost vode

$\rho = 1 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3}$ gustoća vode

$d_m = 0,1 \text{ m}$ promjer miješala

konstanta miješala 5,9

PRETPOSTAVKA: laminarno strujanje

✓ POTVRĐEN
SMD

Traži se broj okretaja mješala (n) koji će u
ovim uvjetima OSIGURATI DOBRU MIJEŠANJE
DO POSTIZANJA SVAJIA POTPUNO
SHISPENJENJE

$$n = ???$$

1. korak

Računa se Archimedova bezdimenzijiska značajka:

$$A_r = \frac{\rho_m^3 \cdot g}{\gamma^2} \cdot \frac{(\rho_d - \rho_k)}{\rho_k} =$$
$$= \frac{0,1^3 \cdot 9,81}{(1 \times 10^{-6})^2} \cdot \frac{(2450 - 1000)}{1000} = \underline{\underline{1,472 \times 10^{10}}}$$

Biti oprezan s mjernim jedinicama, sve se trebaju pokrenuti iznad da je A_r bezdimenzijiska značajka !!!

Naravno, svim studentima sugestija:

Pretvarajte sve H i SI mjerne jedinice.

ix' Korek

Primjenom netom izračunate Ar značajke

izračunati umazak za provedbu kriterija:

$$Ar \left(\frac{\lambda}{\sigma_m} \right)^2 \text{ fm}^{0.5} = 1,422 \times 10^{10} \left(\frac{150 \times 10^{-6}}{0,7} \right)^2 \cdot (0,08)^{0.5}$$
$$= \underline{\underline{9048,786}}$$

8%
čvrstoća

2. korak

Zaključuje se kako je ~~umnačak~~ ~~maži~~ od 10^4 :

$$9048, 186 < 10^4$$

↓ proizlazi konstanta

U ovakvom procesnom sistemu
za mjesečaje egzistira / prisutno je

LAMINARNO STRUJANJE.

Time potvrdili smo
pretpostavku o
lam. strujanju.

IV. korak

Zadaje se!

U uvjetima laminarnog strujanja vrijedi:

$$\begin{aligned} Re_{kr} &= b Ar^{0,4} \left(\frac{dm}{A} \right)^{0,2} l m^{0,2} \\ &= 5,9 \cdot \left(1,422 \times 10^{10} \right)^{0,4} \cdot \left(\frac{0,1}{150} \times 10^{-6} \right)^{0,2} \cdot \left(8 \times 10^{-2} \right)^{0,2} \\ &= \underline{\underline{1,505 \times 10^5}} \end{aligned}$$

v. korak

Za dati Re ~~PROCENTNASTI~~ ρ n :

$$Re = \frac{n \text{ dm}^2 \text{ s}}{\rho \text{ s}} = \frac{n \text{ dm}^2}{\rho}$$

$$\underline{n} = \frac{Re \cdot \rho}{\text{dm}^2} = \frac{1,505 \times 10^5 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}}{(0,1)^2 \text{ m}^2}$$

~~_____~~ = 15,05 s⁻¹