

Merjenje poroznosti vlaknovin

9.vaja

Teoretični del

- Med nitmi osnove in votka tkanine so prazni medprostori, imenovani pore.
- Prazni medprostori so tudi v vlaknovinah (netkanih tekstilijah) med posameznimi vlakni v koprenski tekstiliji.
- Ti so lahko večji ali manjši, odvisno od tega na kakšen način je utrjena netkana tekstilija (mehansko, termično ali kemično), od tega je odvisna stopnja odprtosti površine (število por/poroznost).

Merjenje poroznosti – Metoda J (Jakšičeva metoda)

- Metoda temelji na principu selektivnega iztiskanja tekočine iz por pod vplivom tlaka.
- Če ploskovno tekstilijo omočimo, tekočina zapolni pore med vlakni oz. nitmi osnove in votka.
- Za iztiskanje tekočine iz por določenega hidravličnega premera potrebujemo tlak, ki je obratnosorazmeren hidravličnemu premeru pore.
- Hidravlični premer pore uporabljamo zaradi tega, ker je v porah tekočina, ki jo iztiskamo iz por.

Enačba za izračun hidravličnega premera por:

$$d = \frac{4 \cdot f}{O} = \frac{2 \cdot a \cdot b}{a + b}$$

Kjer so:

d – hidravlični premer pore (μm), a – širina prečnega preseka pore (μm), b – dolžina prečnega preseka pore (μm), f – ploščina prečnega preseka pore (μm^2) in O – obseg prečnega preseka pore (μm)

Omočeni vzorec izpostavimo delovanju naraščajočega tlaka. Površinska napetost tekočine v porah se upira delovanju tlaka dokler tlak ne naraste za toliko, da izpodrine tekočino iz pore, kar pomeni, da velja enačba:

$$d \geq \frac{4 \cdot \alpha}{p_i} = \frac{4 \cdot \cos\theta}{\varphi \cdot g \cdot h_i}$$

Kjer so:

α - površinska napetost omakalne tekočine (din/cm) ali (mN/m), d_i – hidravlični premer por i -tega razreda (cm), φ – gostota tekočine (vode) v tekočinskem manometru (g/cm^3), g – pospešek prostega pada (981 cm/s^2), h_i – višina vodnega stolpca v manometru

($1 \text{ cm VS} = 98,06 \text{ Pa}$) in θ - kot omakanja med omakalno tekočino in stenami por (v našem primeru je 0°).

Tlak izpodrine najprej tekočino iz pore z največjim hidravličnim premerom in skozi to pore in ostale (če jih je več) steče volumenski zračni pretok V_1 , tako velja:

$$V_1 = P_1 \cdot v_1$$

Kjer sta: P_1 – za pretok odprta površina največje ali največjih por (cm) in V_1 – linearna hitrost pretoka (cm/s), če upoštevamo izraz $P_1 = \pi d_1^2 n_1 / 4$, dobimo:

$$V_1 = \frac{\pi \cdot d_1^2}{4} \cdot n_1 \cdot v_1$$

Kjer je:

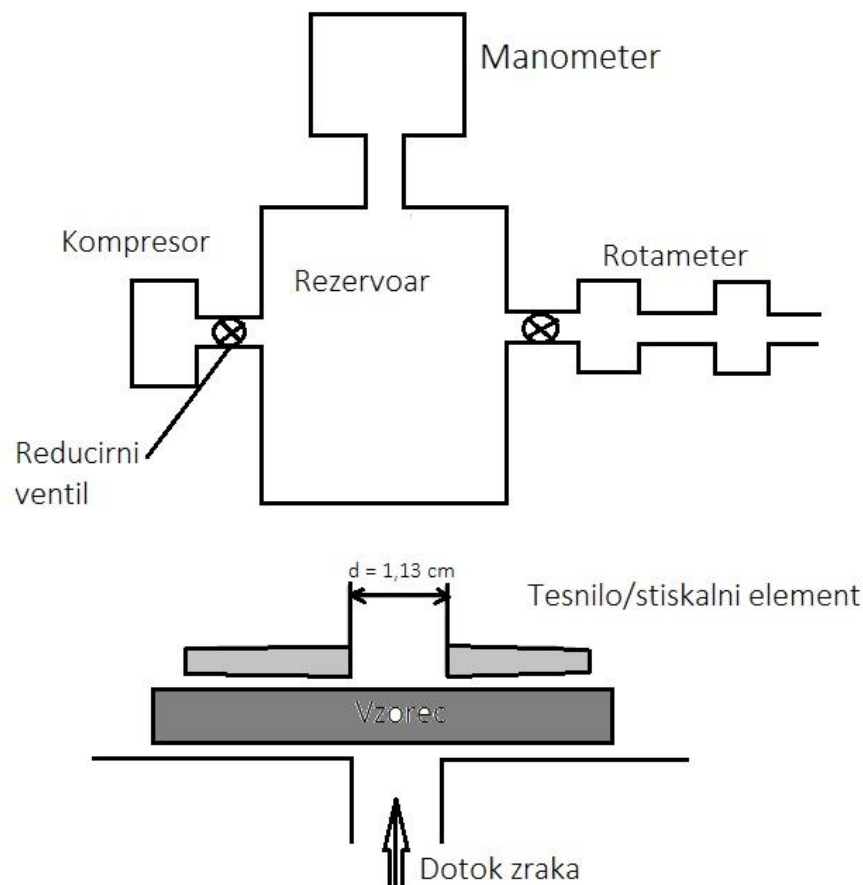
V_1 – volumenski pretok zraka skozi pore največjega premera (cm³/s), d_1 – premer največje pore (cm), n_1 – število por in v_1 – povprečna hitrost zraka skozi odprte pore (cm/s) pri merjenem tlaku.

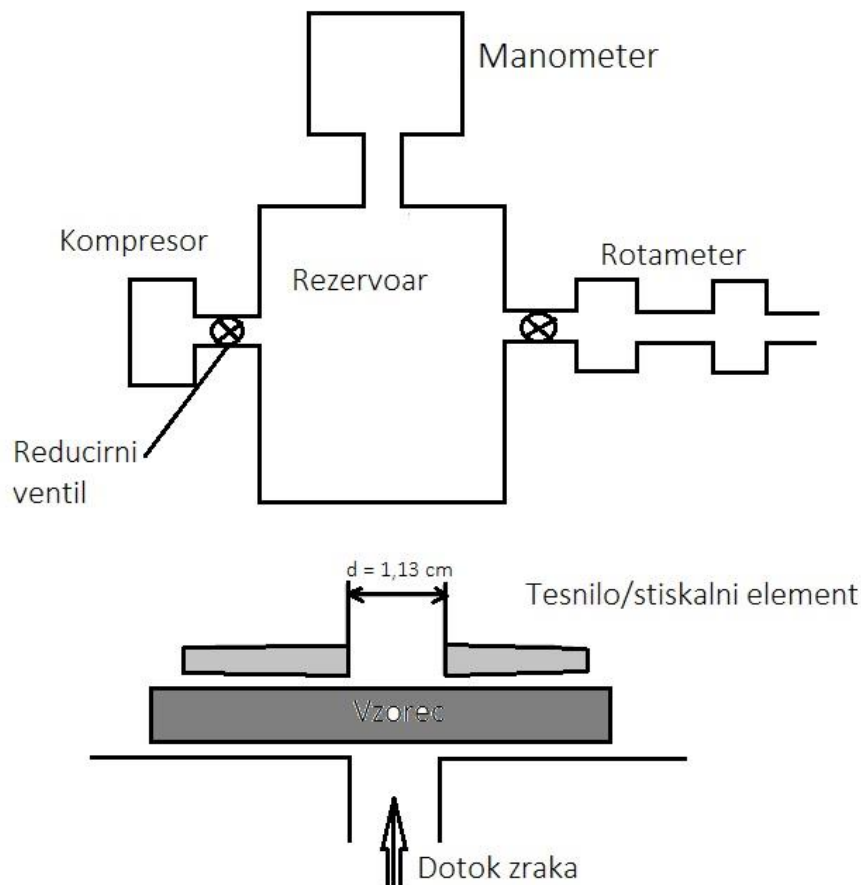
Za volumenski zračni pretok lahko zapišemo enačbo tudi v takšni obliki:

$$V_1 = a \cdot h_1^b$$

Opis aparature za merjenje poroznosti

- Aparatura je sestavljena iz kompresorja, ki ustvarja nadtlak 8 barov, reducirnega ventila, ki tlak reducira na 2,5 bara in pomožnega rezervoarja, na katerega sta priključena rotameter z merilnim območjem do $833 \text{ cm}^3/\text{s}$ in manometer.
- Med pomožnim rezervoarjem in rotametrom je ventil za fino regulacijo pritiska.
- Skozi rotameter pride gibajoči se zrak v merilni element z vpetim vzorcem. Merilna glava omogoča vpenjanje vzorcev velikosti 1,5 in 10 cm.





- Najprej naredimo meritve za suhi vzorec in nato še za mokrega.
- Kot sredstvo za omakanje tekstilij uporabimo n-butil alkohol, ki ima površinsko napetost 24, 797 din/cm.
- Če so vlakna občutljiva in reagirajo na n-butil alkohol, **uporabimo destilirano vodo**.
- Vzorec (suhi in mokri) vpnemo v merilno glavo in merimo dvojice **tlak/pretok** pri vnaprej določenih vrednostih pretoka.
- Pri mokrih vzorcih posebej zaznamujemo tlak, pri katerem se na površini vzorca pojavi **prvi mehur zraka** in tudi pretok ob njem.
- Paziti moramo, da narašča tlak podobno pri meritvah suhega in mokrega vzorca.

Na aparaturi za merjenje prepustnosti zraka izvedemo kar se da natančno serijo meritev tlak-pretok.

Pri različnih tlakih izmerimo volumsko hitrost pretoka zraka skozi določeno površino vzorca. Iz parov vrednosti V_i in H_i , izračunamo koeficient a in eksponent b funkcije

$$V_1 = a \cdot h_1^b$$

Kot rečeno pri mokrih vzorcih izmerimo tlak, ki je potreben, da tekočino izpodrinemo iz por na vzorcu, ki smo ga predhodno namočili v tekočini znane površinske napetosti.

$$d = \frac{4 \cdot \alpha}{p} = \frac{4 \cdot \alpha}{\rho \cdot g \cdot H}$$

1.3 Računalniška obdelava podatkov

Iz preglednice meritev tlak-pretok skozi suhi in omočeni vzorec izračunamo po metodi najmanjših kvadratov vrednosti koeficientov **A** in **b** potenčne funkcije, ki najbolj ustreza merjenim vrednostim:

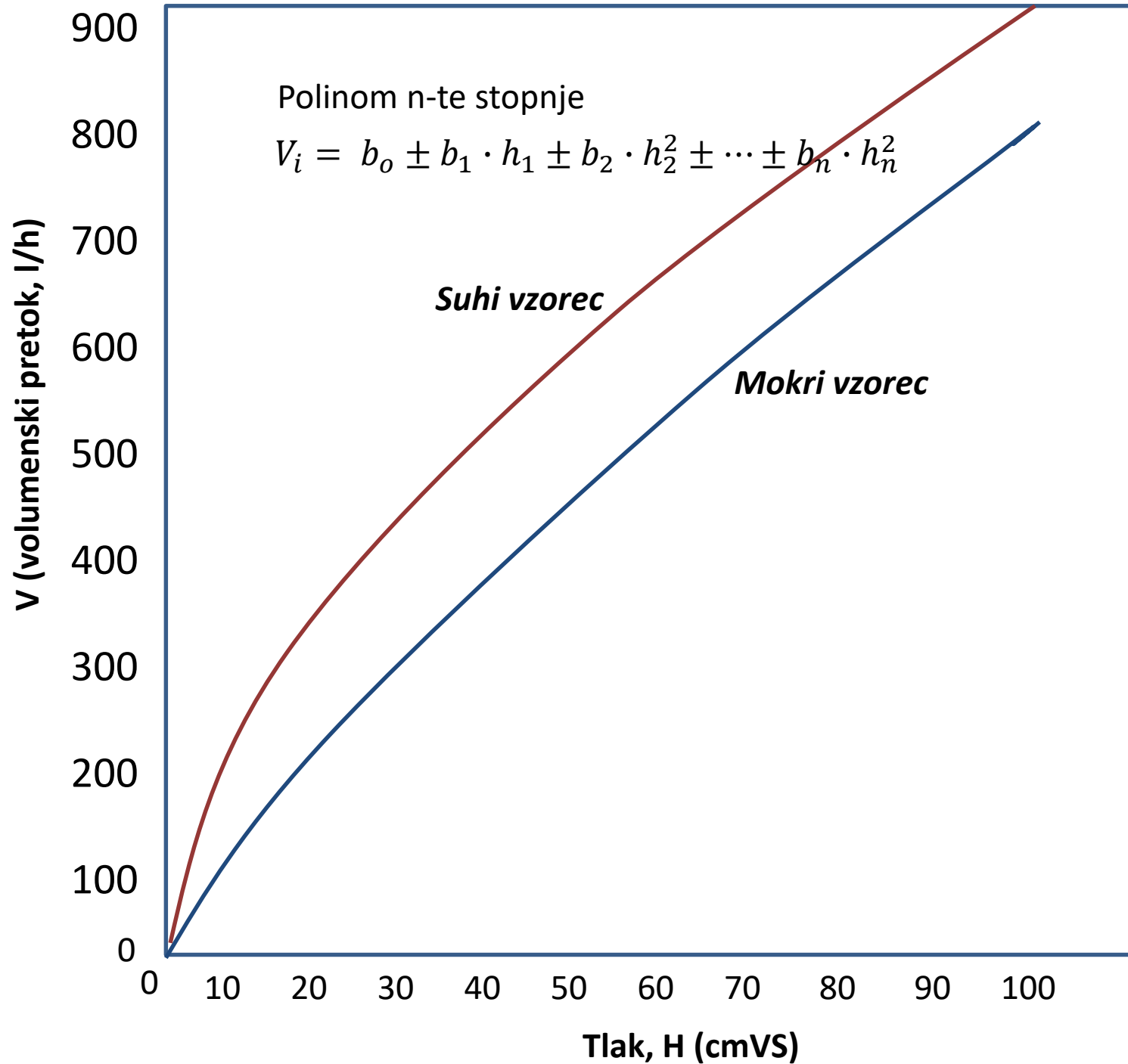
$$V_i = A \cdot h_i^b = P \cdot a \cdot h_i^b = P \cdot v_i$$

Iz meritev skozi omočen vzorec računalnik po metodi polinomske regresije določi matematični izraz krivulje tlak/pretok v obliki polinoma n-te stopnje.

$$V_i = b_0 \pm b_1 \cdot h_1 \pm b_2 \cdot h_2^2 \pm \cdots \pm b_n \cdot h_n^2$$

- Vrednosti za A in b ter vrednosti za koeficient polinoma, ki je več kot 98 % korelirajo z merjenimi vrednostmi, vstavimo v algoritem iz teoretičnega dela metode in določimo število por po posameznih velikostnih razredih.
- Pri tem enkrat uporabimo eksponent b in mejni koeficient a.
- Drugič uporabimo eksponent 1 in enako skupno število por, kot smo ga izračunali v predhodnem primeru.
- Tako dobljene porazdelitve por po velikosti omogočajo v naslednji fazi izračun parametrov poroznosti, kot so:

minimalni in maksimalni srednji premer por, minimalna in maksimalna srednja odprta površina, premer največje pore, minimalno število por na enoto površine.



POROZNOST

PROGRAM P

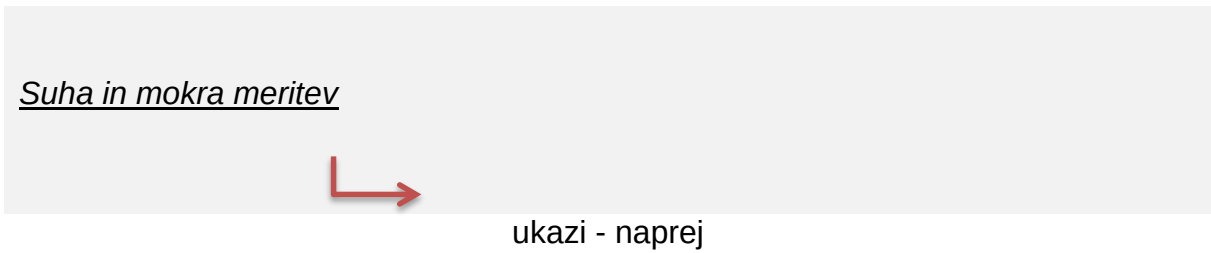
- 1. **VZOREC**-novi
- 2. **PODATKI**- suha meritev (vneseš meritve volumnskega pretoka in tlaka)
- 3. **PODATKI**- mokra meritev (vneseš meritve volumnskega pretoka in tlaka) ter tlak prvega zračnega mehurčka pazi na ENOTE!!!
- 4. **PODATKI**-ogled podatkov (kjer so vse vnešene meritve z grafom)
- 5. **PODATKI**-število por (če število por ni znano-označiš »ne«, če je število por znano označiš »da« in vneseš vrednost v okence)
- 6. **PODATKI**-izbira omočitvenega fluida (izbereš destilirano vodo ali butanol)
- 7. **PODATKI**-novi fluid/izbriši fluid
- 8. **REZULTATI**-izračun

8. **REZULTATI**-izračun

Okno *PORE (P) –Program za preračunavanje velikosti por*

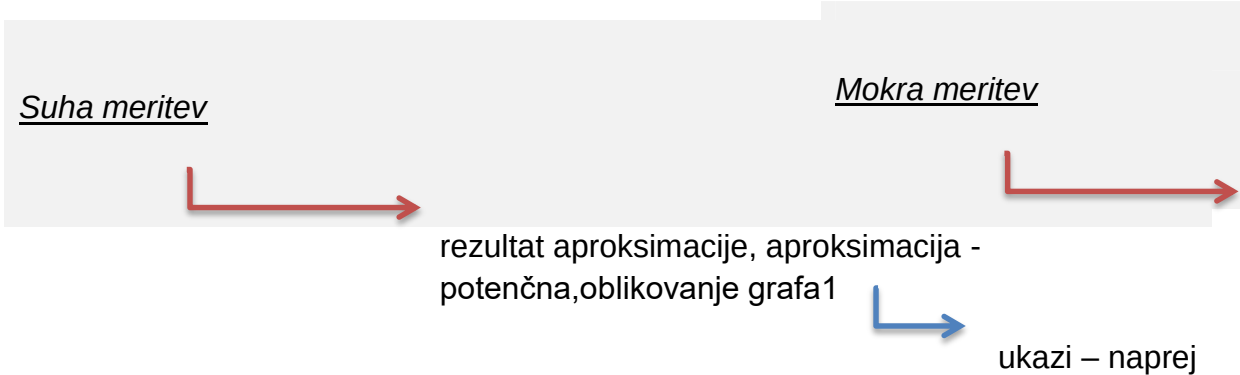
Potek dela v programu PoreP

Okno ➡ *PORE (P) –Program za preračunavanje velikosti por*



rezultat aproksimacije, aproksimacija - potenčna,oblikovanje grafa1

ukazi -



rezultat aproksimacije, aproksimacija -polinom kubični zlepki, oblikovanje grafa2

Porazdelitev in število por

izračun

razredi por (preveri enote volumnskega pretoka in tlaka! -poenotenje enot)



ok

Porazdelitev in število por

$a_r/a_{(b=b_i)} = \text{X}$

poglej še max vrednost premera por največjega razreda in min vrednost premera por najmanjšega razreda za določitev št. razredov

izračun

Razredi por

v okence na desni : konstanta a pri SI enotah- vstavi

X

korigiraj širino razreda z št.razredov

ok

Porazdelitev in število por

 $a(b=b_i) < 1$ (če ni zaokrožimo vrednost x)
rezultati- zapremo okno

Porazdelitev in število por

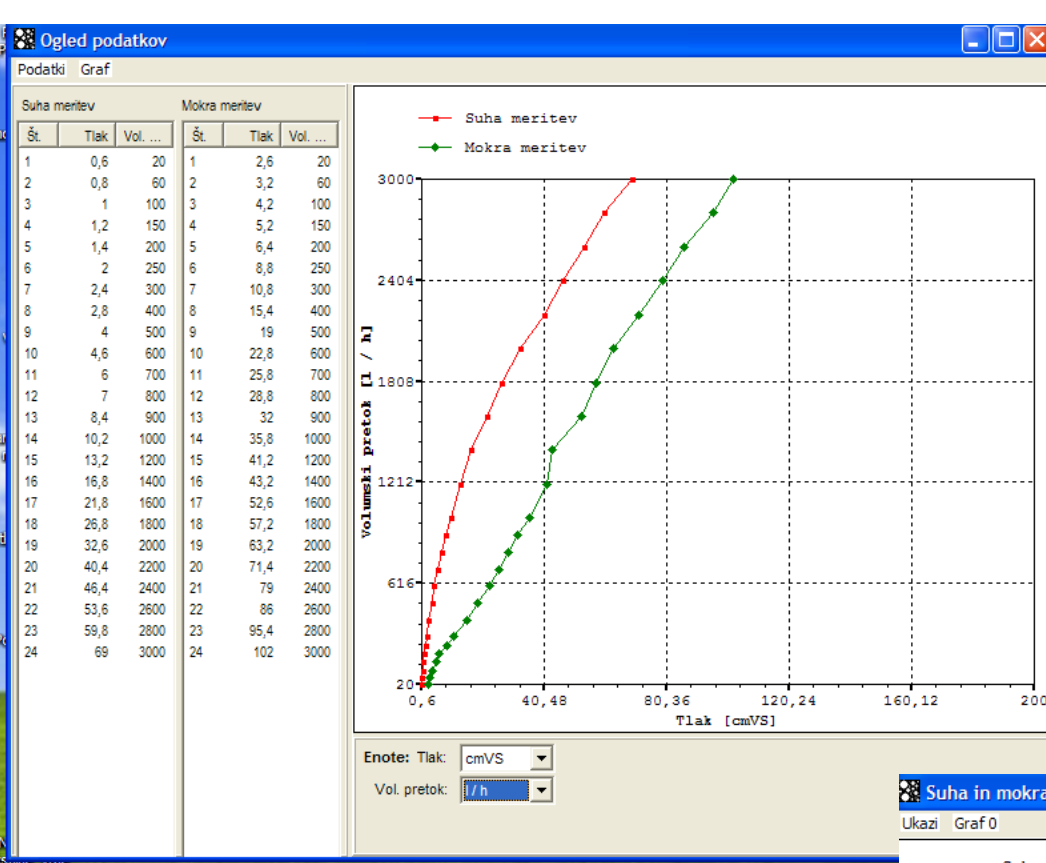
 ukazi-naprej

Porazdelitev por

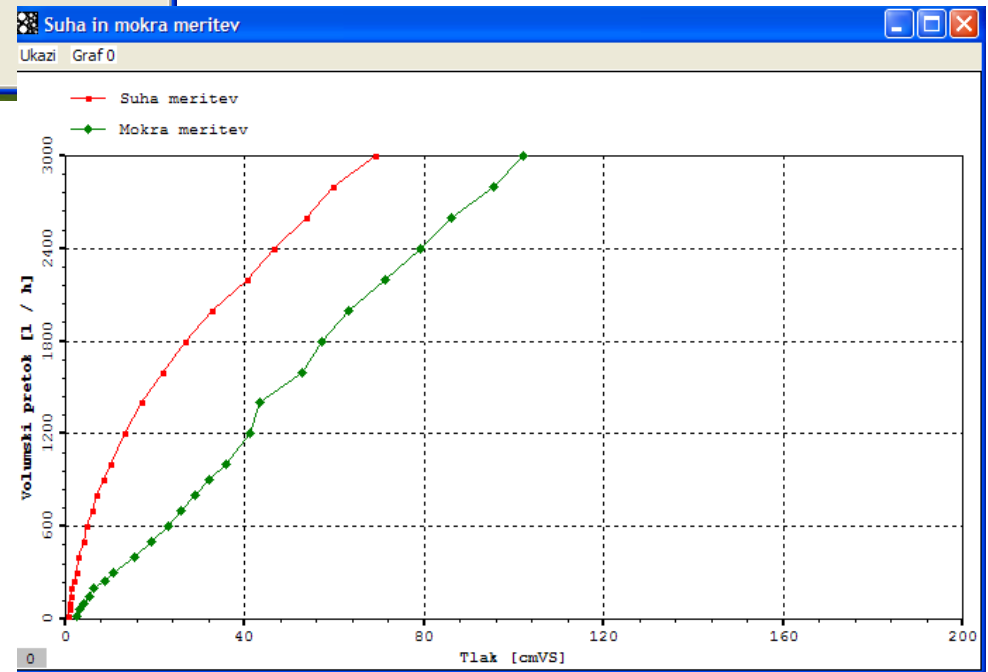
 ukazi, prikaz, graf3
ukazi-konec

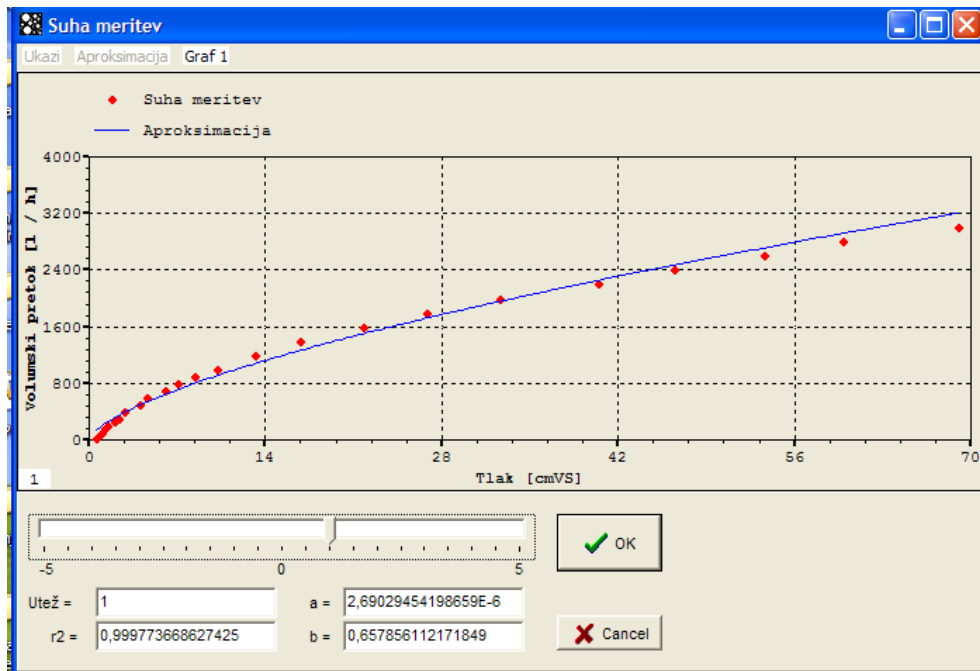
PORE (P) –Program za preračunavanje velikosti por

 tiskaj

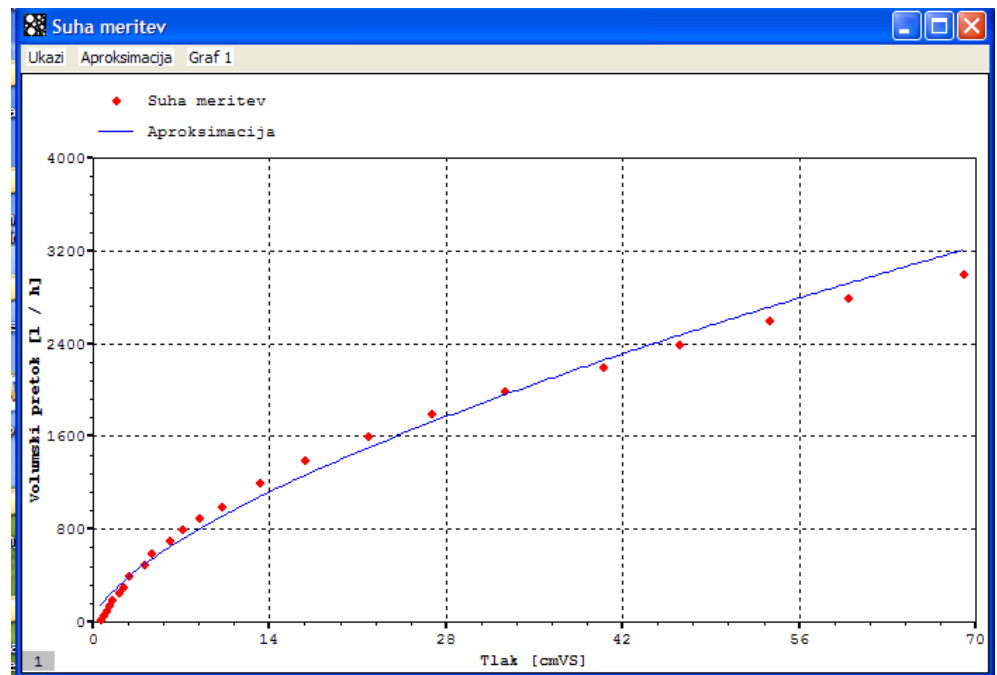


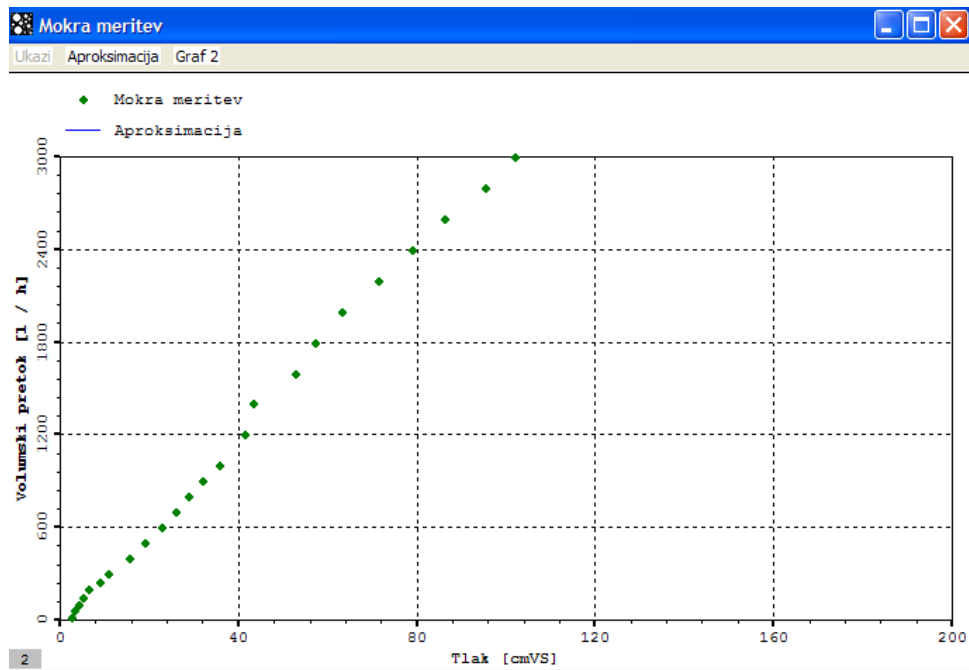
Merjene vrednosti tlaka in volumnskega pretoka zraka skozi suhi in mokri vzorec



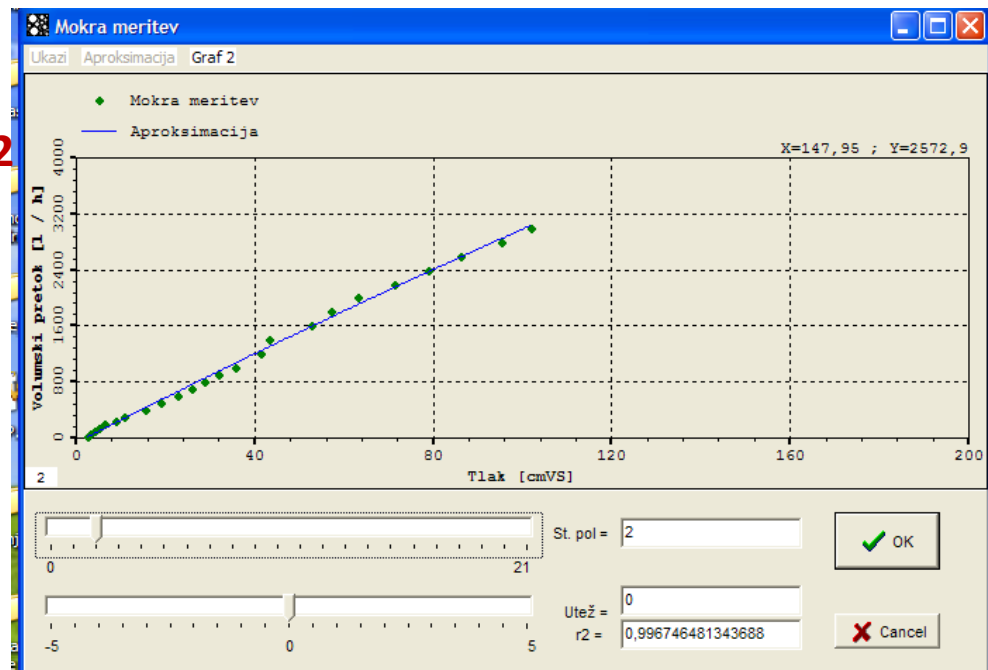


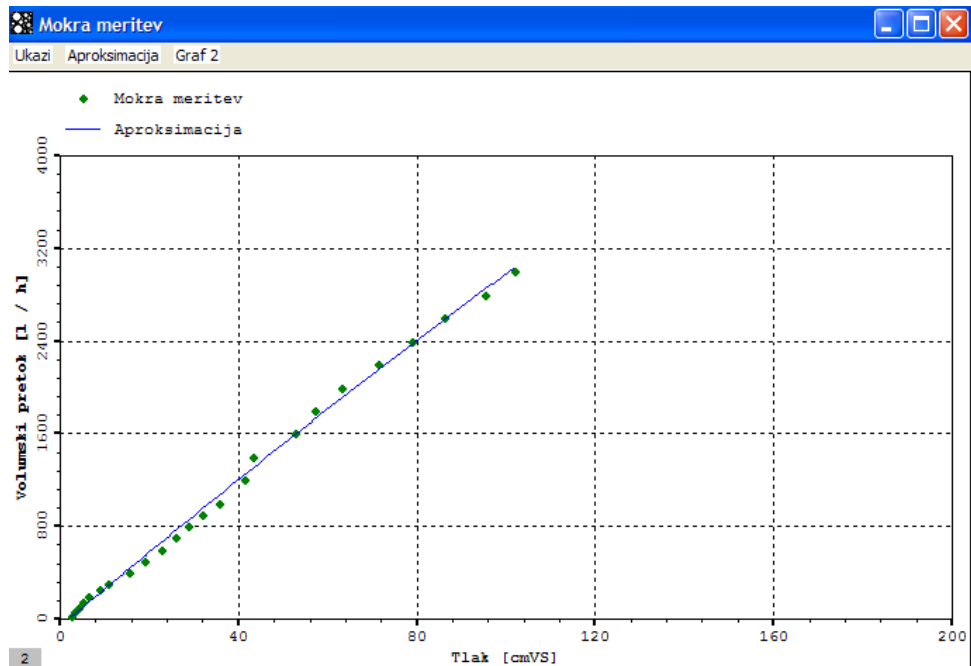
Rezultat aproksimacije, aproksimacija -
potenčna, oblikovanje grafa 1





**Rezultat aproksimacije, aproksimacija -
polinom, kubični zlepci, oblikovanje grafa2**





Rezultat porazdelitve por po razredih

Rezultati preračuna porazdelitev por po razredih

Ukazi

Razred	Meje	ds [μm]	ps[cmVS]	Vs[l / h]	Št.por b=b	Št.por b=1	Št.por b=bp	Št.por b=bi	% Por b=b	% por b=1	% por b=bp	% por b= bi
1	370-390	380	2,662	22,610	8	110	21	4	0,10	1,39	0,26	0,05
2	350-370	360	2,810	27,411	2	0	7	1	0,03	0,00	0,09	0,01
3	330-350	340	2,975	32,776	2	0	7	1	0,03	0,00	0,09	0,01
4	310-330	320	3,161	38,810	2	0	7	1	0,03	0,00	0,09	0,02
5	290-310	300	3,371	45,647	3	0	7	1	0,04	0,00	0,09	0,02
6	270-290	280	3,612	53,458	3	0	7	2	0,04	0,00	0,09	0,02
7	250-270	260	3,890	62,468	4	0	7	2	0,05	0,00	0,09	0,03
8	230-250	240	4,214	72,976	5	0	7	3	0,06	0,00	0,09	0,04
9	210-230	220	4,597	85,388	6	110	14	4	0,08	1,39	0,18	0,05
10	190-210	200	5,057	100,275	8	110	14	5	0,10	1,39	0,18	0,06
11	170-190	180	5,619	118,458	11	110	21	7	0,14	1,39	0,26	0,08
12	150-170	160	6,321	141,168	15	110	28	10	0,19	1,39	0,35	0,12
13	130-150	140	7,225	170,335	22	110	42	15	0,28	1,39	0,53	0,19
14	110-130	120	8,429	209,172	34	220	56	24	0,43	2,78	0,70	0,31
15	90-110	100	10,114	263,442	59	220	90	43	0,74	2,78	1,14	0,55
16	70-90	80	12,643	344,621	113	440	160	88	1,43	5,56	2,02	1,12
17	50-70	60	16,857	479,322	265	770	347	221	3,34	9,72	4,38	2,79
18	30-50	40	25,286	746,480	876	1541	1000	796	11,05	19,44	12,62	10,04
19	10-30	20	50,572	1530,006	6487	4073	6084	6698	81,86	51,39	76,77	84,51
Vsota					7925	7925	7925	7925				

Porazdelitev in število por

Ukazi Izračun

Največji premer pore:
Dmax = 389 μm

Največji premer pore največjega razreda:
DRmax = 389 μm

Najmanjši premer pore najmanjšega razreda:
DRmin = 10 μm

Število por = NI znano

Izračun Rezultati

Velčina	Oznaka	Velikost	Enota
Največji srednji premer pore	DSmax =	52,22	μm
Najmanjši srednji premer pore	DSmin =	27,65	μm
Povprečni srednji premer pore	DSavg =	31,97	μm
Srednji premer pore	DSsr =	39,94	μm
Največja srednja površina por	PSmax =	38659697,43	μm^2
Najmanjša srednja površina por	PSmin =	8990540,06	μm^2
Povprečna srednja površina por	PSavg =	14846627,22	μm^2
Srednja površina por	PSsr =	23825118,75	μm^2
Delež srednje odprte površine	PSP =	23,8251	%
Konstanta ar	ar =	0,1779	
Konstanta a(b=b)	a =	0,1779	
Konstanta a(b=1)	a =	0,0016	
Konstanta a(b=bp)	a =	0,0256	
Konstanta a(b=bi)	a =	0,8892	

Porazdelitev in število por

