

7. VAJA: ULTRAFILTRACIJA

Datum: 10.11.2006

1. OSNOVE

Ultrafiltracija je membranska separacijska tehnika pri kateri **koncentrat (retentat)** ločujemo od **permeata z membrano**, ki ima pore določene velikosti in je običajno integrirana v modul (pri vaji smo uporabili ploščnega). Pri ultrafiltraciji s porami velikosti 10-100 Å ločujemo snovi z $300 < M_r < 500.000$.

Iz sheme v točki 3 vidimo, da se napajalni tok loči na retentat (=koncentrat) in permeat. **Fluks j** preko membrane

$$j = \frac{\Phi_p}{A}$$

j fluks [L/m²h]
 Φ_p pretok permeata [L/h]
 A površina membrane [m²]

ki ga poganja **transmembranska tlačna razlika ΔP** ,

$$\Delta P = \frac{P_v - P_{iz} - P_p - P_{oz}}{2}$$

ΔP transmembranska tlačna razlika [Pa, bar]
 P_v vstopni tlak [Pa]
 P_{iz} tlak na izstopu [Pa]
 P_p zunanji tlak [Pa]
 P_{oz} osmotski tlak [Pa].

povzročča, da vsak izmed tokov teče po svoji strani membrane in ima različno koncentracijo komponente, ki jo ločujemo. Definiramo lahko **permeabilnost**

$$P = \frac{j}{\Delta P} = \frac{1}{\eta \sum R_h}$$

P permeabilnost [L/m²hPa]
 η viskoznost [Pas]
 $\sum R_h$ vsota hidravličnih uporov [m⁻¹]
 η viskoznost permeata [Pas] viso

in **zadrževalni faktor**,

$$R = 1 - \frac{C_p}{C_r}$$

$\sum R_h$ vsota hidravličnih uporov na poti od koncentrata skozi
 R zadrževalni faktor [/]
 C_p koncentracija komponente, ki jo ločujemo, v permeatu [M]
 C_r koncentracija komponente, ki jo ločujemo, v retentatu [M]

ter naslednje parametre

$$\alpha = \frac{V_0}{V_r} = \frac{\Phi_0}{\Phi_r}$$

α koncentracijski faktor

$$\Delta = \frac{V_p}{V_0} = \frac{\Phi_p}{\Phi_0}$$

Δ dobitek permeata

$$\Phi = \frac{V_r C_r}{V_0 C_0} = \frac{\Phi_r C_r}{\Phi_0 C_0}$$

Φ dobitek neprepuščenega dela

pri čemer so:

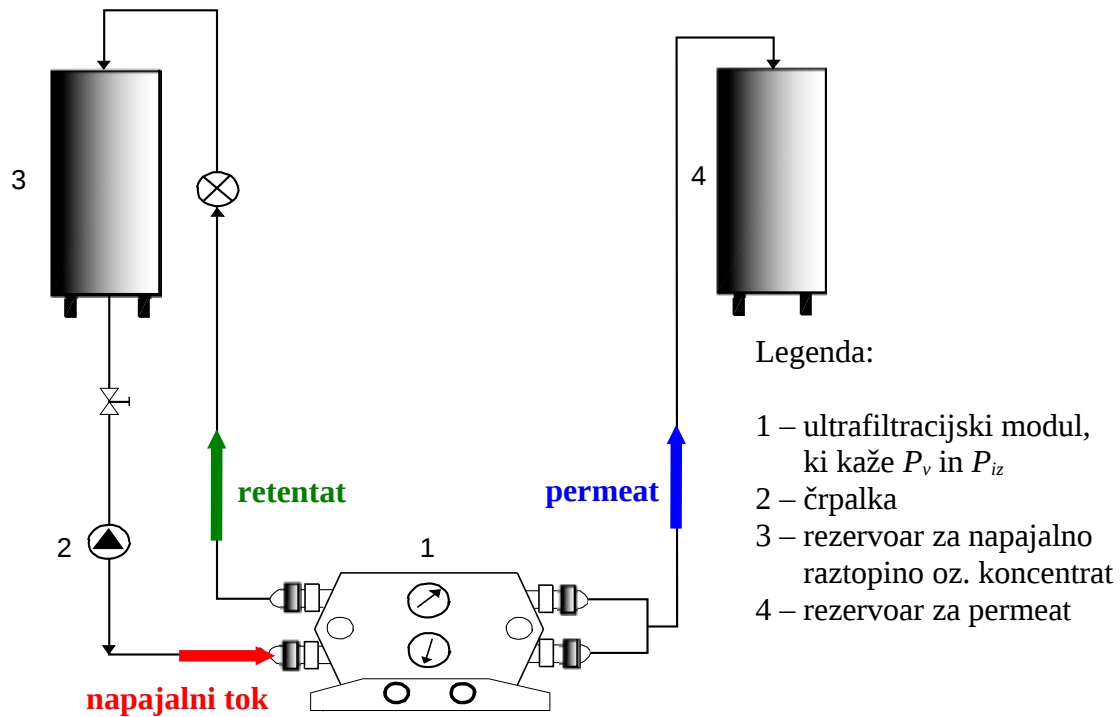
V_0 začetni volumen
 C_0 koncentracija napajalne razt.
 Φ_0 pretok napajalne raztopine
 V_r volumen retentata
 C_r koncentracija v retentatu
 Φ_r pretoka retentata
 V_p volumen permeata
 C_p koncentracija v permeatu
 Φ_p pretok permeata

2. NALOGA

Na laboratorijski ultrafiltracijski napravi z vodnimi raztopinami PEG (polietilen glikol) in PVA (polivinil alkohol) različnih molekulskih mas pri različnih obratovalnih tlakih določiti

zadrževalni faktor R , koncentracijski faktor α , dobitek permeata Δ in dobitek neprepuščenega dela Φ in izračunati povprečni upor membrane R_m .

3. APARATURA



4. MERITVE IN IZRAČUNI

PEG	$m_{\text{prazne čaše(koncentrat):}}$	98.8054 g	$m_{\text{koncentrata+čaše:}}$	99.0741 g
	$m_{\text{prazne čaše(permeat):}}$	98.3071 g	$m_{\text{permeata+čaše:}}$	98.3443 g
PVA	$m_{\text{prazne čaše(koncentrat):}}$	71.5796 g	$m_{\text{koncentrata+čaše:}}$	71.6468 g
	$m_{\text{prazne čaše(permeat):}}$	72.8768 g	$m_{\text{permeata+čaše:}}$	72.8872 g

Površina membrane: 0.01 m²

$\eta_{\text{vode:}}$ 1 mPas

voda						
€	$\Delta p=0,5$		$\Delta p=0,55$		$\Delta p=0,6$	
V[ml]	t[s]	$\Delta t[s]$	t[s]	$\Delta t[s]$	t[s]	$\Delta t[s]$
50	20	20	17	17	15	15
100	42	22	35	18	28	13
150	63	21	53	18	44	16
200	86	23	71	18	60	16
250	108	22	89	18	75	15
300	130	22	107	18	90	15
350					106	16

$\Phi_p =$ 8.2 L/h 10 L/h 12 L/h
 $j =$ 818.2 L/hm² 1000.0 L/hm² 1200.0 L/hm²

PVA						
€	$\Delta p=1,7$		$\Delta p=1,35$		$\Delta p=0,9$	
V[ml]	t[s]	$\Delta t[s]$	t[s]	$\Delta t[s]$	t[s]	$\Delta t[s]$
50	48		37		37	
75	70	22	59	22	58	21
100	95	25	81	22	78	20
125	117	22	107	26	97	19
150	140	23	129	22	120	23
175	164	24	153	24	144	24
200			179	26	165	21
225			204	25	187	22
250			229	25	208	21

$\Phi_p =$ 3.8 L/h 3.6 L/h 4.1 L/h
 $j =$ 375.0 L/hm² 360.0 L/hm² 409.1 L/hm²

PEG				
€	$\Delta p=1,0$		$\Delta p=1,35$	
V[ml]	t[s]	$\Delta t[s]$	t[s]	$\Delta t[s]$
50	31		36	
75	45	14	55	19
100	61	16	75	20
125	78	17	94	19
150	94	16	116	22
175	112	18	134	18
200	129	17	150	16
225	145	16		
250	162	17		
275	180	18		
300	197	17		

$\Phi_p =$ 5.3 L/h 5.0 L/h
 $j =$ 529.4 L/hm² 500.0 L/hm²

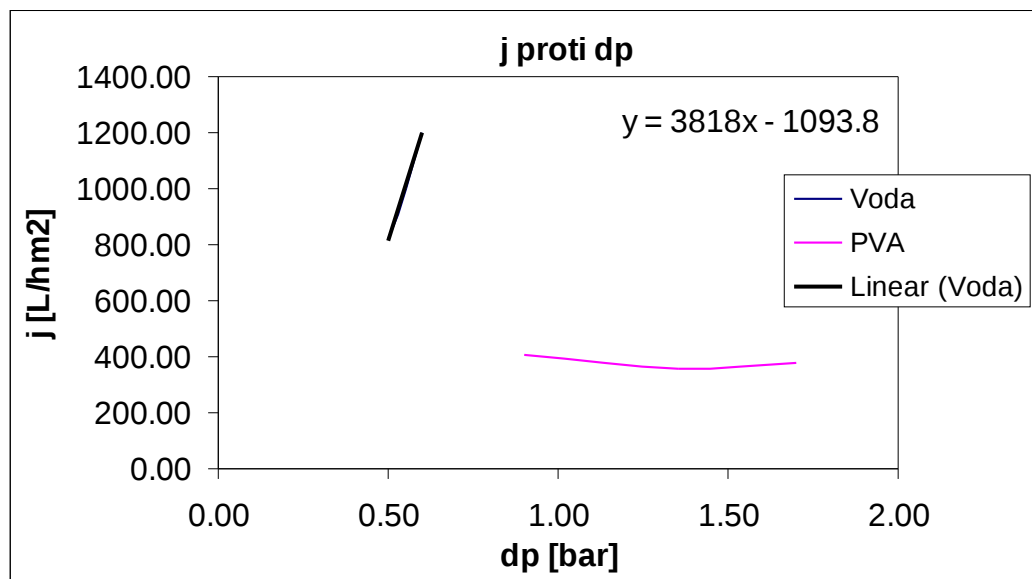
	Δp [bar]	Φ_p [L/h]	j [L/hm ²]
Voda	0.50	8.20	818.20
	0.55	10.00	1000.00
	0.60	12.00	1200.00
PVA	1.70	3.80	375.00
	1.35	3.60	360.00
	0.90	4.10	409.10
PEG	1.00	5.30	529.40
	1.35	5.00	500.00

5. REZULTATI

	Mr	c_0 [g/L]	c_p [g/L]	c_r [g/L]	R []
PEG	32000	10	1.488	10.748	0.862
PVA	72000	2.5	0.416	1.488	0.720

	Δp [bar]	t_{100ml} [s]	V_0 [L]	V_p [L]	Φ_p [L/h]	Φ_r [L/h]	Φ_0 [L/h]	α []	Δ []	Φ []
PVA	1.70	8.9	6.27	0.90	3.80	40.45	44.25	1.094	0.086	0.544
PEG	1.35	9.5	7.00	0.85	5.00	37.89	42.89	1.132	0.117	0.950

Za vodo in PVA:



naklon: 3818
 $R_m = 0.26$
 $\eta = 1.02E-03$ Pas

Za PEG:

