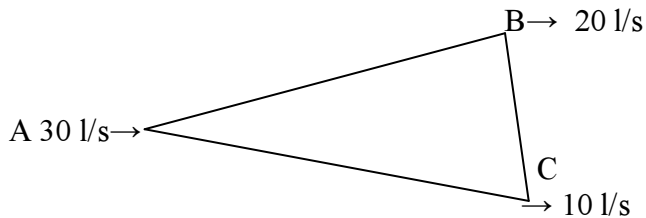


RESOLUCIÓ PROBLEMES ABASTAMENT AIGUA POTABLE :

1.- En la malla següent, dimensioni els diàmetres i cabals de pas resultants per les tres canonades de la malla, sabent : $I = (3,58/C)^{1,852} \times Q(m^3/s)^{1,852}/Di(m)^{4,87}$ (Hazen Williams); $C=150$; $\Delta Q_i = - [\sum \Delta h_i / 1,852 \sum (\Delta h_i / Q_i)]$. AB= 100ml; AC= 110 ml; BC= 60 ml. Diàmetres comercials PEAD PN16:

Diàmetre nominal (mm)	Espessor (mm)	Diàmetre Interior (mm)
200	18,2	163,60
180	16,4	147,20
160	14,6	130,80
140	12,7	114,60
125	11,4	102,20



$$R_i = (3,58/C_i)^{1,852} \times L_i / Di(m)^{4,87}; \Delta H_i = R_i \cdot Q(m^3/s)^{1,852};$$

$Q = S \times V = \Pi D^2 V / 4$; $Di = (4Q / \Pi V)^{1/2}$, amb recomanacions de $V = 0,8$ per $Di < 150$ mm i $V = 1,2$ per $Di > 150$ mm.

Provem amb $Q_{AB} = -15$ l/s \rightarrow $Q_{AC} = 15$ l/s i $Q_{CB} = 5$ l/s per continuïtat de cabals.

Per $Q = 0,015$ m³/s i $V = 1,2$ m/s, $Di = (4Q / \Pi V)^{1/2} = 0,1262$ m = 126,2 mm

Per $Q = 0,005$ m³/s i $V = 0,8$ m/s $Di = 154,5$ mm; i $V = 1$ m/s, $Di = 138,2$ mm

Per $Q = 0,005$ m³/s i $V = 0,8$ m/s, $Di = 89,2$ mm

Tram	Q _i (m ³ /s)	Di (m)	Li (m)	R _i	ΔH _i (m)	ΔH _i /Q _i	Q _i +ΔQ _i (m ³ /s)	ΔH _i (m)	V m/s
AB	-0,015	0,1308	100	1.985	-0,8315	55,43	-0,01459	-0,790	1,09
AC	0,015	0,1472	110	1.228	0,5144	34,29	0,01541	0,541	0,91
BC	0,005	0,1022	60	3.961	0,2169	43,38	0,00541	0,251	0,66
					Σ=	Σ=		Σ=	
					-0,1002	133,11		0,002	
						ΔQ _i =4,06*			
						10 ⁻⁴			

2.- Disposi el diàmetre de la conducció entre el punt A de cota ZA=70 m, en el que hi ha una font amb un cabal de 4 l/s, fins el punt B de cota ZB=10 m a una distància de LAB=1350 metres, de tal manera que la pressió de l'aigua en B sigui de 30 metres de columna d'aigua, sabent : $I = (3,58/C)^{1,852} \times Q(m^3/s)^{1,852}/Di(m)^{4,87}$ (Hazen Williams); $C=150$.

$H_B = Z_A - Z_B - \Delta H_{AB} - V^2 / 2 \cdot g = 30 \text{ m}$. $\Delta H_{AB} = 70 - 10 - 30 - V^2 / 2 \cdot g$; Suposem $V = 0,8 \text{ m/s}$, amb el que $V^2 / 2 \cdot g = 0,0326 \text{ m}$ suposició que suposarà un error quasi despreciable en comparació amb els 30 mca. $\Delta H_{AB} = 29,97 \text{ m}$
 $\Delta H_{AB} = (3,58/150)^{1,852} \cdot 0,004^{1,852} \cdot 1350 / \text{Di(m)}^{4,87} = 4,84 \cdot 10^{-5} / \text{Di(m)}^{4,87} = 29,97 \text{ m}$
 $\text{Di(m)} = (1,62 \cdot 10^{-6})^{1/4,87} = 0,0647 \text{ m} = 64,7 \text{ mm}$.

3.- En el punt B de una xarxa de distribució d'aigua potable de PEAD ($C=150$) de 147,2 mm de diàmetre interior situat a la cota 85 i a 500 metres del dipòsit A d'alimentació amb làmina d'aigua a la cota 120, calculi: a) La pressió en B per una demanda d'aigua de 20 l/s.

b) cabal en B si la canonada es trenca en B. $I = (3,58/C)^{1,852} \times Q(\text{m}^3/\text{s})^{1,852} / \text{Di(m)}^{4,87}$ (Hazen Williams);

a) $\Delta H_{AB} = (3,58/150)^{1,852} \times 500 \times 0,020^{1,852} / 0,1472^{4,87} = 5,583,79 \times 0,020^{1,852} = 3,985 \text{ m}$

$V_b = Q/S = 4 \times 0,020 / 3,1416 \times 0,1472^2 = 1,18 \text{ m/s}$

$H_b = Z_a - Z_b - \Delta H_{AB} - V_b^2 / 2g = 35 - 3,985 - 0,070 = 30,95 \text{ m}$

b). Si es trenca en B, $H_b = 0$; $\Delta H_{AB} - V_b^2 / 2g = 35$; $\Delta H_{AB} = 5,583,79 \times Q^{1,852} =$

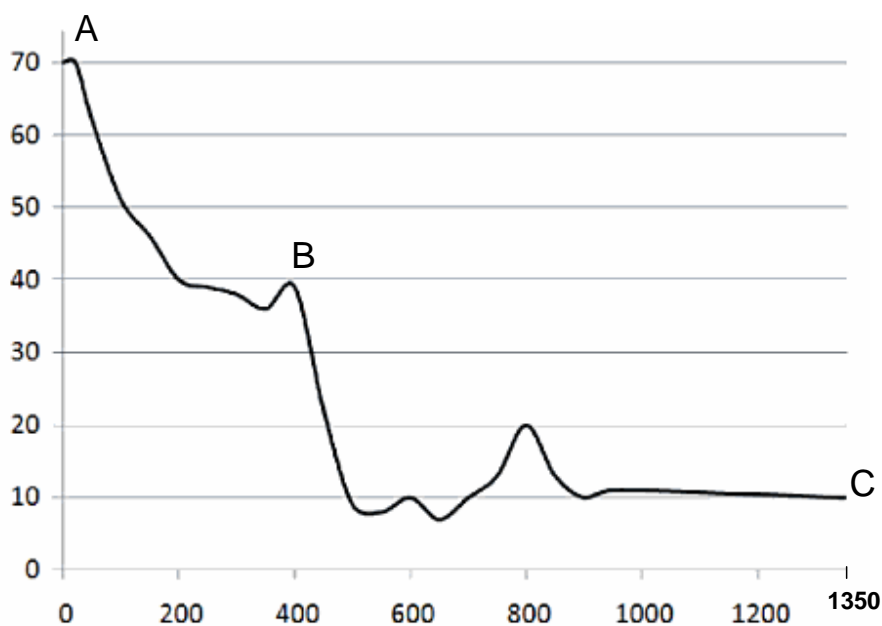
$5,583,79 \times (V_b \times 3,1416 \times 0,1472^2 / 4)^{1,852} = 2,955 \times V_b^{1,852}$;

$28,99 V_b^{1,852} - V_b^2 = 686,70$. Suposant $V^{1,852} = V_b^2$ resulta

$V_b = (686,70 / 27,99)^{1/1,852} = 5,63 \text{ m/s}$ com a primera aproximació i incrementant els

valors de V_b resulta $V_b = 5,66 \text{ m/s}$. i un cabal $Q_b = 5,66 \times 3,1416 \times 0,1472^2 / 4 = 0,0963 \text{ m}^3/\text{s} = 96,3 \text{ l/s}$.

4.- Disposi els diàmetres comercials de la conducció entre el punt A i el punt C, sabent que en A de cota 70 m, hi ha una font amb un cabal de 10 l/s, en el punt B de cota 40 m i a una distància de 400 metres de A cal derivar un cabal de 5 l/s a una pressió semblant a 20 mca, i la pressió de l'aigua en C a 1350 m de A sigui de l'ordre de 30 metres de columna d'aigua, sabent : $I = (3,58/C)^{1,852} \times Q(\text{m}^3/\text{s})^{1,852} / \text{Di(m)}^{4,87}$ (Hazen Williams); $C=150$



Diàmetre nominal (mm)	Espessor (mm)	Diàmetre Interior (mm)
200	18,2	163,60
180	16,4	147,20
160	14,6	130,80
140	12,7	114,60
125	11,4	102,20
110	10	90,00
90	8,2	73,60
75	6,8	61,40
63	5,8	51,40

Za= 70m; Q ab = 10 l/s= 0,010 m³/s; Lab= 400 m; Zb = 40m; Hb= 20 mcda; → Di ab ??
 Zc= 10m; Lbc= 1350 – 400 = 950m; Hc= 20 mcda. → Di bc ??

Aplicant el teorema de Bernoulli entre A i B resulta:

Hb= 20 m = Za - Zb- $\Delta H_{ab} - v^2/2g$; com que el terme cinètic és quasi despreciable, suposarem una v de 1,0 m/s. amb el que $\Delta H_{ab} = 70 - 40 - 1/19,62 - 20 = 9,95$ m.

Apliquem Hazen Williams $\Delta H_{ab} = (3,58/150)^{1,852} \times 400 \times 0,010^{1,852} / Di_{ab}^{4,87} = 9,95$ m

$Di_{ab} = (7,85 \times 10^{-6})^{1/4,87} = 0,08949$ m= 89,5 mm → Di comercial= 90,0 mm, amb el que la velocitat real serà $Vb = 4Q/3,1416 \times Di^2 = 1,57$ m/s , la pèrdua de càrrega entre A

i B $\Delta H_{ab} = (3,58/150)^{1,852} \times 400 \times 0,010^{1,852} / 0,090^{4,87} = 9,70$ m i la pressió en B

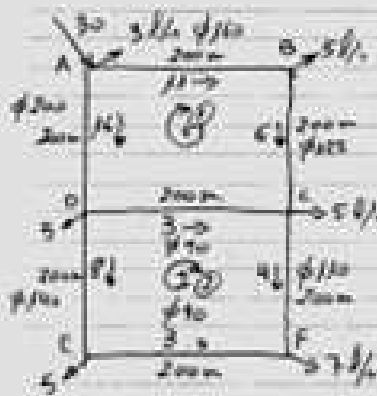
Hb= 70 – 40 – $1,57^2/19,62 - 9,70 = 20,17$ mcda, similar als 20 mcda.

El mateix entre B i C pel cabal de 5 l/s ; Hc= 30 mcda= Zc - Zb- Hb – $Vbc^2/2g - \Delta H_{bc}$
 = 40 – 10 – 20,17 – $1,57^2/2g - (3,58/150)^{1,852} \times 400 \times 0,010^{1,852} / Di_{bc}^{4,87}$;

$Di_{bc} = (2,57 \times 10^{-6})^{1/4,87} = 0,0711$ m = 71,1 mm → Di comercial = 73,60 mm.

5.- Apliqui el mètode iteratiu de Hardy – Cross per dissenyar els diàmetres i cabals en les dues malles següents de una xarxa de distribució d'aigua potable de subministre a 2.200 habitatges, suposant 3,5 habitants /habitatge i una dotació de 150 l/h i dia.

Canonades de PEAD de PN 10 Kp/cm².



MÉTODO DE HARDY-CROSS PARA ADJUSTAMENTO

$\alpha_p = 2,2$ $\frac{2 \cdot 20 \text{ mm} \cdot 3,5 \text{ hab/ano} \cdot 150 \text{ l/m}^2 \text{ dia} \cdot 30 \text{ dia}}{86400 \text{ s/ano}}$

$C_1 = \left(\frac{357}{C_2}\right) \cdot \frac{L_1(m)}{D_1(m)}$; $\Delta h_i = \alpha \cdot Q_i (m^2)$; $\Delta Q_i = \frac{\sum \Delta h_i}{1552 \sum \frac{\Delta h_i}{L_i}}$

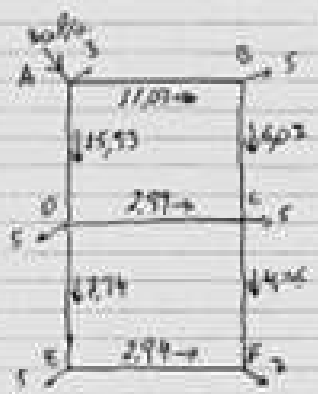
$C_2 = 150 (PRAO)$ $\rho_w = 10 \text{ kg/m}^3$
 $\phi_{140} = \phi_1 \cdot 119,6 \text{ mm}$; $\phi_{125} = \phi_1 \cdot 102,2 \text{ mm}$
 $\phi_{110} = \phi_1 \cdot 90 \text{ mm}$; $\phi_{90} = \phi_1 \cdot 73,6 \text{ mm}$
 $\phi_{160} = \phi_1 \cdot 130,8 \text{ mm}$; $\phi_{200} = \phi_1 \cdot 163,6 \text{ mm}$

MEMBRO	$D_i (m)$	$L_i (m)$	Q_i	ρ_w	$Q_i (m^2)$	Δh_i	$\frac{\Delta h_i}{L_i}$	$Q_i \cdot Q_i$	Δh_i	$\frac{\Delta h_i}{L_i \cdot Q_i}$
A-B	0,1208	2m	10	3974,3	0,0120	+0,936	75,07	2,01285	+0,944	78,45
B-C	0,1022	2m	10	3203,2	0,0060	+1,828	167,93	0,00805	+1,029	100,08
C-D	0,0736	2m	10	65313,9	-0,0030	-1,389	467,00	-0,00299	-1,380	461,59
D-A	0,1636	2m	10	1335,3	-0,0160	-0,630	39,93	-0,01545	-0,623	39,31
$\Sigma = -0,0070 \quad \Sigma 756,29$								$\Sigma = -0,0340 \quad \Sigma 756,36$		

$\Delta Q_i = 5,0 \cdot 10^{-5} \cdot 0,058 \%$ $\Delta Q_i = 2,9 \cdot 10^{-5} \cdot 0,011 \%$

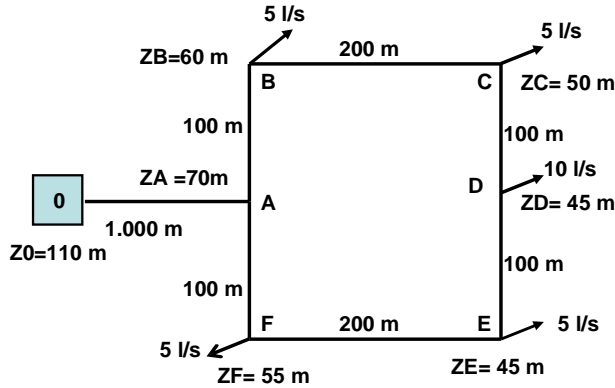
D-C	0,0736	2m	10	65313,9	0,0030	+1,389	463,0	0,00289	+1,380	403,9
C-E	0,0900	2m	10	24521,1	0,0090	+0,877	222,0	0,00804	+0,705	209,4
E-F	0,0736	2m	10	65313,9	-0,0030	-1,389	463,0	-0,00296	-1,355	452,7
E-D	0,1196	2m	10	7559,1	-0,0080	-0,977	123,5	-0,00796	-0,977	122,1
$\Sigma = 0,0100 \quad \Sigma 1245$								$\Sigma = 0,049 \quad \Sigma 1204,4$		

$\Delta Q_i = 4,7 \cdot 10^{-5} \cdot 0,0428 \%$ $\Delta Q_i = 2,1 \cdot 10^{-5} \cdot 0,021 \%$



MEMBRO	$Q_i (kN)$	$V_i (kN)$	$M_i (kNm)$
A-B	+11,07	0,1208	0,824
B-C	+6,07	0,1022	0,740
C-D	-2,99	0,0736	0,703
D-A	-15,93	0,1636	0,758
D-C	+2,99	0,0736	0,703
C-E	+4,06	0,0900	0,638
E-F	-2,94	0,0736	0,671
E-D	-7,94	0,1196	0,780

5.- Calculi la distribució de cabals Q_i , diàmetres D i velocitats V en els diferents trams de la xarxa d'abastament d'aigua indicada des del dipòsit O, i les pressions H_i de servei en els diferents nusos, sabent la fórmula de Hazen Williams $\Delta H = (3,58 / C)^{1,852} \cdot (L_{(m)} / D_{i(m)}^{4,87}) \cdot Q_i^{1,852} \text{ (m}^3/\text{s)}$. amb canonades de PEAD, $C=150$, diàmetres exteriors D_n i espessors:



D_n (mm)	Espessor (mm)	D_i (mm)
200	11,9	176,2
180	10,7	158,6
160	9,5	141,0
140	8,3	123,4
110	6,6	96,8

$$\Delta H = (3,58 / C)^{1,852} \cdot (L_{(m)} / D_{i(m)}^{4,87}) \cdot Q_i^{1,852} \text{ (m}^3/\text{s)} = R_i \cdot Q_i^{1,852} \text{ (m}^3/\text{s)}$$

$$Q = V \cdot \Pi \cdot D^2 / 4; D = (4Q / V \cdot \Pi)^{1/2}; V = 4Q / \Pi \cdot D^2$$

Atenció amb la simetria de la malla i consums. Dissenyem també simetria de cabals complint condició de continuïtat en cada nus començant per D_i de diàmetres segons la velocitat teòrica estimada. Sentit positiu gir dextrogir.

Tram	$Q(\text{m}^3/\text{s})$	$V(\text{m/s})$ teòrica	D_i (t)	D_i real	R_i	ΔH_i (m)	V_r (m/s)	H (m)
OA	0,030	1,2	0,1784	0,1762	4.651,8	7,03	1,23	$H_A=32,89$
AB	0,015	1,0	0,138	0,141	1.377,1	0,58	0,96	$H_B=42,26$
BC	0,010	0,8	0,1262	0,1234	5.272,2	1,04	0,84	$H_C=51,19$
CD	0,005	0,8	0,089	0,0968	8.599,2	0,47	0,68	$H_D=55,69$
AF	-0,015	1,0	0,138	0,141	1.377,1	-0,58	0,96	$H_F=47,26$
FE	-0,010	0,8	0,1262	0,1234	5.272,2	-1,04	0,84	$H_E=56,18$
ED	-0,005	0,8	0,089	0,0968	8.599,2	-0,47	0,68	$H_D=55,69$

$$H_A = Z_0 - Z_A - \Delta H_{OA} - V_{OA}^2 / 2g = 110 - 70 - 7,03 - 1,23^2 / 19,62 = 32,89 \text{ mca.}$$

$$H_B = Z_A - Z_B + H_A - \Delta H_{AB} - V_{AB}^2 / 2g = 70 - 60 + 32,89 - 0,58 - 0,96^2 / 19,62 = 42,26 \text{ m}$$

$$H_C = 42,26 + 10 - 1,04 - 0,84^2 / 19,62 = 51,19$$

$$H_D = 51,19 + 5 - 0,47 - 0,68^2 / 19,62 = \mathbf{55,69}$$

$$H_F = 32,89 + 15 - 0,58 - 0,96^2 / 19,62 = 47,26$$

$$H_E = 47,26 + 10 - 1,04 - 0,84^2 / 19,62 = 56,18$$

$$H_D = 56,18 + 0 - 0,47 - 0,68^2 / 19,62 = \mathbf{55,69}$$

Vegi com es compleix el teorema de Bernoulli de igualtat de pèrdues de càrrega en una malla o el que és el mateix, la igualtat de pressions en el nus D anant-hi pels dos camins.