

Fűtéstechnika

**Fűtési rendszer
méretezése**

Hidraulikai méretezés lépései

1. A hálózat kialakítása, alaprajzok, függőleges csőterv elkészítése.
2. A hálózat szakaszokra bontása. Ennek elve: Egy-egy szakaszon belül sem a víz térfogatáram, sem pedig az átmérő nem változhat.
3. Fogyasztói hőáramok alapján a szakaszokon áramló víz térfogatáram meghatározása
4. A víz térfogatáramok, és az $S' = 50 - 300 \text{ Pa/méter}$ feltételek alapján az előzetes csőátmérő meghatározása.
5. Valamennyi szakasz ellenállásának számítása azzal a feltétellel, hogy a beszabályozásra való szerelvények nyitott állapotban vannak.
6. Ezután össze kell adni egy-egy áramkörhöz tartozó szakaszok ellenállását. Meg kell keresni a legnagyobb ellenállású áramkört, ez a mértékadó- vagy gerinc áramkör.
7. Meg kell határozni, hogy egy-egy mellékáramkör ellenállásának legyőzésére mennyi nyomás áll rendelkezésre, mennyi a mellékáramkörök nyomásvesztesége, mekkora fojtásra van szükség, és ehhez milyen szelepállás tartozik.
8. Eredmények értékelése. Nem túl nagy , vagy túl kicsi-e a mértékadó áramkör ellenállása; nem lehet-e az átmérőket egyes helyeken csökkenteni, lehetséges lesz-e a termosztatikus szelepek alkalmazása.
9. Ha változtatásra van szükség, akkor újra kell csőátmérőt választani, és a 4. ponttól a lépéseket újra meg újra végre kell hajtani.



Csővezeték ellenállása

$$\Delta p = \frac{\rho}{2} \cdot v^2 \cdot \left(\frac{\lambda \cdot l}{d} + \sum \zeta \right)$$

Csősúrlódási tényező számítása:

Lamináris tartomány:

$$\lambda = \frac{64}{\text{Re}}$$

Turbulens áramlás, hidraulikailag sima cső: $\lambda = \frac{0,316}{\sqrt[4]{\text{Re}}}$

Turbulens áramlás, hidraulikailag érdes cső:

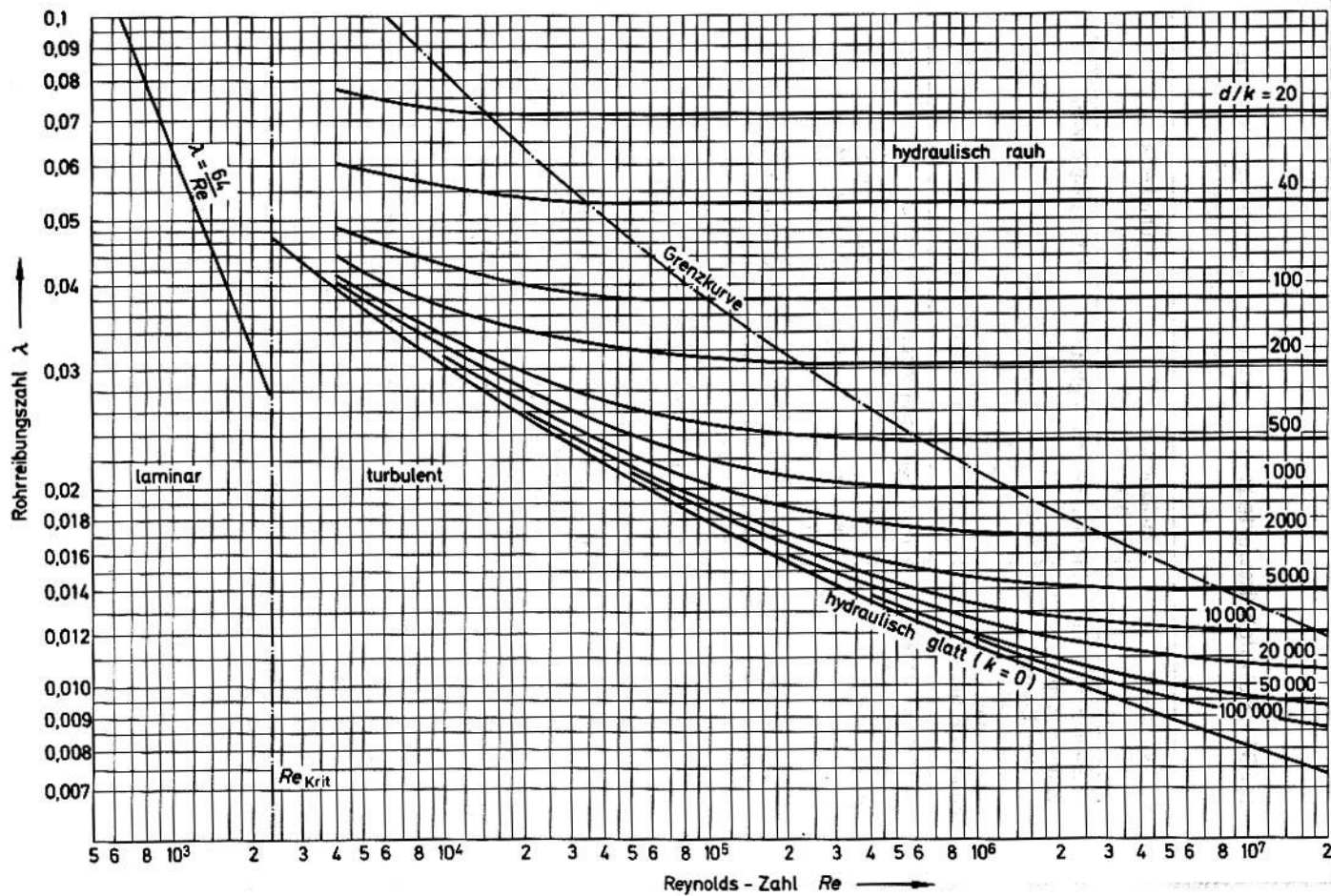
$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = 1,14 - 2 \cdot \lg\left(\frac{k}{d}\right)$$

Turbulens áramlás, átmeneti tartomány:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \cdot \lg\left(\frac{k}{d \cdot 3,71} + \frac{2,51}{\text{Re} \cdot \sqrt{\lambda}}\right)$$

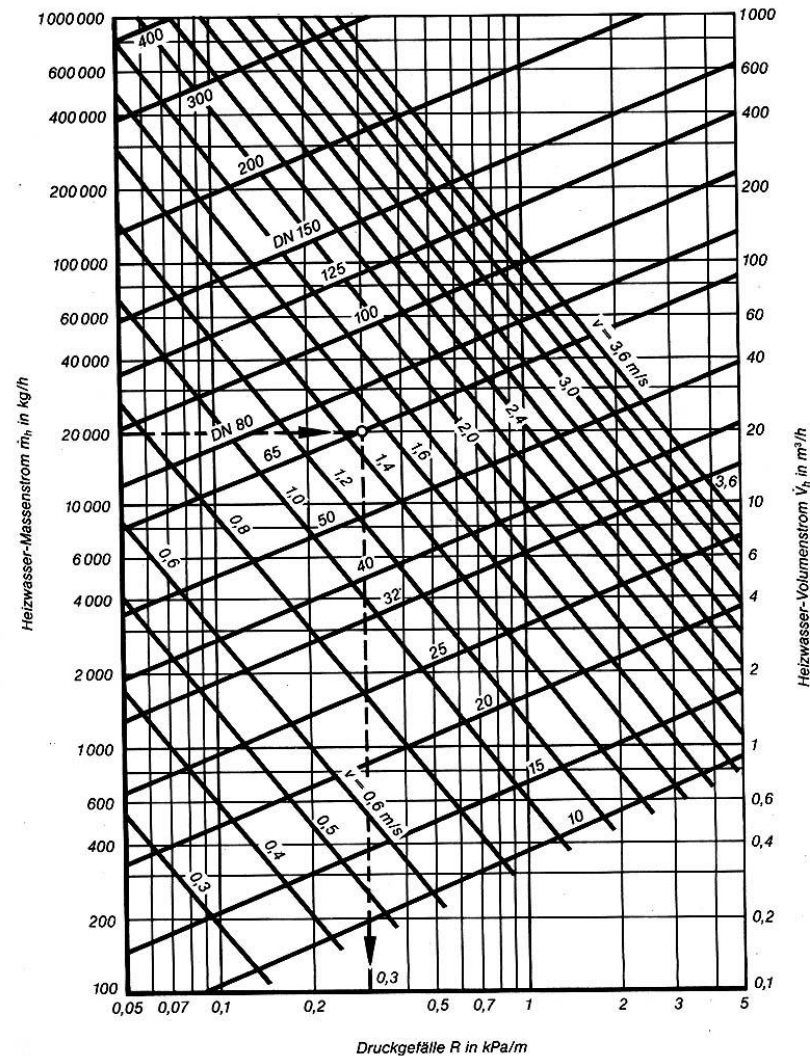


Csőszűrlődési tényező



Csővezeték ellenállása

Bild 11.13: Rohrdurchmesser für Pumpenheizungen mit Stahlrohren
bei einer Wassertemperatur von 80 °C



2.2.12. A súrlódási ellenállás (S') 1 méter hosszú, kör keresztmetszetű csőben,

$N/(m^2 \cdot m)$ mértékegységben megadva

Magyarázat: felső sor: tömegáram

— kg/s,

középső sor: hőáram 20 °C lehűléshez

— kJ/s, ill. kW,

alsó sor: sebesség

— m/s.

S' $N/(m^2 \cdot m)$	A cső túrt legkisebb							
	0,0114	0,0150	0,0204	0,0260	0,0347	0,0406	0,0497	0,0685
	MSZ 102/2 acélcső; DN							
	10 ($1/2"$)	15 ($1/2"$)	20 ($1/2"$)	25 ($1"$)	32 ($1 1/4"$)	40 ($1 1/2"$)	50	65
0,50	0,000 56 0,047 41 0,005 70	0,001 69 0,142 10 0,009 80	0,005 92 0,495 80 0,018 00	0,015 32 1,283 00 0,029 00	0,025 85 2,164 00 0,028 00	0,039 61 3,317 00 0,031 00	0,068 25 5,715 00 0,036 00	0,162 90 13,640 00 0,045 00
0,60	0,000 67 0,056 90 0,006 80	0,002 03 0,170 50 0,011 00	0,007 10 0,595 00 0,022 00	0,013 12 1,098 00 0,025 00	0,028 73 2,405 00 0,031 00	0,043 91 3,677 00 0,034 00	0,075 84 6,351 00 0,040 00	0,180 20 15,090 00 0,050 00
0,80	0,000 90 0,075 87 0,009 20	0,002 71 0,227 40 0,015 00	0,009 47 0,793 30 0,029 00	0,015 45 1,293 00 0,029 90	0,033 71 2,822 00 0,036 00	0,051 52 4,314 00 0,040 00	0,088 93 7,447 00 0,047 00	0,211 20 17,690 00 0,048 00
1,00	0,001 13 0,094 83 0,011 00	0,003 39 0,284 20 0,019 00	0,011 84 0,991 70 0,036 00	0,017 50 1,465 00 0,033 00	0,038 17 3,197 00 0,041 00	0,058 33 4,884 00 0,046 00	0,100 60 8,429 00 0,053 00	0,239 00 20,010 00 0,066 00
1,20	0,001 35 0,113 80 0,013 00	0,004 07 0,341 10 0,023 00	0,010 19 0,853 70 0,031 00	0,019 43 1,627 00 0,037 00	0,043 80 3,548 00 0,046 00	0,064 74 5,421 00 0,051 00	0,111 60 9,352 00 0,059 00	0,265 00 22,190 00 0,074 00
1,40	0,001 58 0,132 70 0,015 00	0,004 75 0,397 90 0,027 00	0,011 14 0,933 00 0,034 00	0,021 16 1,772 00 0,041 00	0,046 13 3,863 00 0,050 00	0,070 46 5,900 00 0,056 00	0,121 50 10,170 00 0,064 00	0,288 20 24,130 00 0,080 00
1,60	0,001 81 0,151 70 0,018 00	0,005 43 0,454 80 0,031 00	0,012 00 1,004 00 0,037 00	0,022 80 1,909 00 0,044 00	0,049 67 4,159 00 0,054 00	0,075 85 6,352 00 0,060 00	0,130 80 10,950 00 0,069 00	0,310 10 25,970 00 0,086 00
1,80	0,002 03 0,170 70 0,020 00	0,006 11 0,511 50 0,035 00	0,012 81 1,073 00 0,039 00	0,024 34 2,038 00 0,047 00	0,053 02 4,440 00 0,057 00	0,080 95 6,779 00 0,064 00	0,139 50 11,680 00 0,074 00	0,330 70 27,690 00 0,092 00
2,00	0,002 26 0,189 40 0,022 00	0,006 78 0,568 50 0,039 00	0,013 59 1,138 00 0,042 00	0,025 81 2,161 00 0,050 00	0,056 20 4,706 00 0,061 00	0,085 80 7,185 00 0,068 00	0,147 00 12,380 00 0,078 00	0,350 40 19,340 00 0,097 00
2,50	0,002 83 0,237 00 0,028 00	0,008 48 0,710 60 0,049 00	0,015 38 1,288 00 0,047 00	0,029 20 2,445 00 0,056 00	0,063 56 5,322 00 0,069 00	0,097 00 8,122 00 0,077 00	0,167 10 13,990 00 0,088 00	0,395 60 33,130 00 0,110 00
3,00	0,003 39 0,284 50 0,034 00	0,007 33 0,613 90 0,042 00	0,017 08 1,430 00 0,053 00	0,032 42 2,715 00 0,062 00	0,070 55 5,907 00 0,076 00	0,107 60 9,013 00 0,085 00	0,185 30 15,520 00 0,098 00	0,438 60 36,730 00 0,122 00
4,00	0,004 53 0,379 30 0,045 00	0,008 62 0,722 00 0,050 00	0,020 01 1,676 00 0,062 00	0,037 96 3,179 00 0,073 00	0,082 53 6,911 00 0,089 00	0,125 89 10,530 00 0,100 00	0,216 60 18,140 00 0,114 00	0,512 00 42,880 00 0,142 00
5,00	0,005 66 0,474 10 0,057 00	0,009 75 0,817 10 0,056 00	0,022 64 1,895 00 0,070 00	0,042 92 3,594 00 0,083 00	0,093 24 7,808 00 0,101 00	0,142 10 11,900 00 0,112 00	0,244 50 20,470 00 0,129 00	0,577 50 48,360 00 0,161 00
6,00	0,006 79 0,569 00 0,068 00	0,010 82 0,906 50 0,063 00	0,025 10 2,102 00 0,078 00	0,047 57 3,983 00 0,092 00	0,103 20 8,649 00 0,112 00	0,157 40 13,180 00 0,125 00	0,270 70 22,660 00 0,143 00	0,638 90 53,500 00 0,178 00
8,00	0,006 05 0,506 90 0,061 00	0,012 67 1,061 00 0,073 00	0,029 37 2,459 00 0,091 00	0,055 61 4,657 00 0,107 00	0,120 60 10,100 00 0,131 00	0,183 70 15,380 00 0,146 00	0,315 70 26,440 00 0,167 00	0,744 40 62,340 00 0,207 00
10,00	0,006 84 0,537 30 0,069 00	0,014 33 1,199 00 0,083 00	0,033 17 2,778 00 0,103 00	0,062 79 5,258 00 0,121 00	0,136 10 11,390 00 0,148 00	0,207 20 17,350 00 0,164 00	0,355 90 29,800 00 0,188 00	0,838 40 70,200 00 0,234 00
12,00	0,007 57 0,634 00 0,076 00	0,015 83 1,326 00 0,092 00	0,036 65 3,069 00 0,114 00	0,069 32 5,805 00 0,134 00	0,150 10 12,570 00 0,163 00	0,228 50 19,140 00 0,181 00	0,392 40 32,860 00 0,208 00	0,923 70 77,350 00 0,257 00
14,00	0,008 24 0,690 20 0,083 00	0,017 23 1,443 00 0,100 00	0,039 86 3,337 00 0,124 00	0,075 27 6,311 00 0,146 00	0,163 10 13,660 00 0,177 00	0,248 30 20,790 00 0,197 00	0,426 10 35,680 00 0,226 00	1,002 00 83,940 00 0,279 00
16,00	0,008 87 0,742 80 0,089 00	0,018 54 1,552 00 0,107 00	0,042 86 3,589 00 0,133 00	0,081 02 6,784 00 0,157 00	0,175 30 14,680 00 0,190 00	0,266 70 22,330 00 0,212 00	0,457 60 38,310 00 0,242 00	1,075 00 90,090 00 0,30000

2.2.12. táblázat folytatása

S' N/m ² · m)	A cső tört legkisebb							
	0,0114	0,0150	0,0204	0,0260	0,0347	0,0406	0,0497	0,0685
	MSZ 102/2 acélcső; DN, mm							
	10 (3/8")	15 (1/2")	20 (3/4")	25 (1")	32 (1 1/4")	40 (1 1/2")	50	65
18,00	0,009 47 0,793 30 0,095 00	0,019 79 1,657 00 0,115 00	0,045 74 3,820 00 0,142 00	0,086 44 7,238 00 0,167 00	0,187 00 15,650 00 0,203 00	0,284 40 23,810 00 0,226 00	0,487 70 40,840 00 0,258 00	1,146 00 95,990 00 0,320 00
20,00	0,010 03 0,840 30 0,101 00	0,020 96 1,755 00 0,122 00	0,048 42 4,054 00 0,150 00	0,091 46 7,659 00 0,177 00	0,197 80 15,560 00 0,215 00	0,300 70 25,180 00 0,239 00	0,515 70 43,180 00 0,273 00	1,211 00 101,400 00 0,338 00
24,00	0,011 08 0,928 30 0,111 00	0,023 14 1,938 00 0,134 00	0,053 42 4,473 00 0,166 00	0,100 80 8,446 00 0,195 00	0,218 00 18,250 00 0,237 00	0,331 30 27,740 00 0,263 00	0,567 90 47,550 00 0,301 00	1,333 00 111,600 00 0,372 00
30,00	0,012 52 1,048 00 0,126 00	0,026 12 2,187 00 0,152 00	0,060 24 5,044 00 0,187 00	0,113 60 9,518 00 0,220 00	0,245 40 20,550 00 0,267 00	0,372 90 31,230 00 0,296 00	0,638 90 53,490 00 0,338 00	1,498 00 125,500 00 0,418 00
40,00	0,014 65 1,227 00 0,147 00	0,030 55 2,558 00 0,177 00	0,070 39 5,895 00 0,219 00	0,132 70 11,110 00 0,257 00	0,286 30 23,970 00 0,311 00	0,434 80 36,410 00 0,345 00	0,744 30 62,330 00 0,394 00	1,744 00 146,000 00 0,487 00
50,00	0,016 53 1,384 00 0,166 00	0,034 43 2,883 00 0,200 00	0,079 26 5,637 00 0,247 00	0,149 30 12,500 00 0,289 00	0,321 90 26,950 00 0,350 00	0,488 70 40,920 00 0,388 00	0,836 20 70,020 00 0,443 00	1,958 00 163,900 00 0,546 00
60,00	0,018 23 1,526 00 0,183 00	0,037 95 3,178 00 0,221 00	0,087 31 7,311 00 0,272 00	0,164 40 13,760 00 0,318 00	0,354 20 29,660 00 0,385 00	0,537 60 45,010 00 0,427 00	0,919 50 77,000 00 0,487 00	2,152 00 180,200 00 0,600 00
80,00	0,021 27 1,781 00 0,214 00	0,044 24 3,705 00 0,257 00	0,101 60 8,514 00 0,317 00	0,191 30 16,020 00 0,370 00	0,411 80 34,480 00 0,448 00	0,624 70 52,310 00 0,496 00	1,067 00 89,410 00 0,566 00	2,497 00 209,100 00 0,697 00
100,00	0,023 97 2,007 00 0,241 00	0,049 81 4,171 00 0,290 00	0,114 30 9,577 00 0,356 00	0,215 00 18,010 00 0,416 00	0,462 70 38,740 00 0,503 00	0,701 60 58,750 00 0,557 00	1,198 00 100,300 00 0,635 00	2,801 00 234,600 00 0,782 00
120,00	0,026 42 2,213 00 0,266 00	0,054 88 4,596 00 0,319 00	0,125 90 10,540 00 0,392 00	0,236 70 19,820 00 0,458 00	0,509 00 42,620 00 0,553 00	0,776 00 64,610 00 0,613 00	1,318 00 110,300 00 0,699 00	3,079 00 257,800 00 0,859 00
140,00	0,028 67 2,401 00 0,289 00	0,059 53 4,985 00 0,346 00	0,136 50 11,430 00 0,425 00	0,256 50 21,480 00 0,497 00	0,551 30 46,170 00 0,599 00	0,835 60 69,970 00 0,664 00	1,427 00 119,400 00 0,756 00	3,332 00 279,000 00 0,930 00
160,00	0,030 77 2,577 00 0,310 00	0,063 86 5,348 00 0,371 00	0,146 40 12,260 00 0,456 00	0,275 00 23,020 00 0,533 00	0,590 80 49,470 00 0,642 00	0,895 20 74,960 00 0,711 00	1,528 00 127,900 00 0,810 00	3,568 00 398,700 00 0,996 00
180,00	0,032 75 2,742 00 0,330 00	0,067 94 5,689 00 0,395 00	0,155 60 13,030 00 0,485 00	0,292 30 24,480 00 0,566 00	0,627 90 52,580 00 0,683 00	0,951 30 79,660 00 0,756 00	1,623 00 135,900 00 0,811 00	3,789 00 317,300 00 1,050 00
200,00	0,034 62 2,899 00 0,349 00	0,071 80 6,012 00 0,418 00	0,164 40 13,770 00 0,512 00	0,308 80 25,850 00 0,598 00	0,663 00 55,520 00 0,721 00	1,004 00 84,103 00 0,798 00	1,714 00 143,500 00 0,908 00	3,999 00 334,900 00 1,110 00
240,00	0,038 13 3,193 00 0,384 00	0,079 03 6,617 00 0,460 00	0,180 90 15,150 00 0,564 00	0,339 50 28,430 00 0,658 00	0,728 70 61,020 00 0,793 00	1,103 00 92,420 00 0,877 00	1,883 00 157,600 00 0,998 00	4,392 00 367,800 00 1,220 00
300,00	0,042 86 3,588 00 0,432 00	0,088 77 7,433 00 0,516 00	0,203 10 17,000 00 0,633 00	0,380 90 31,900 00 0,738 00	0,817 20 68,430 00 0,889 00	1,237 00 103,600 00 0,983 00	2,110 00 176,700 00 1,110 00	4,920 00 412,000 00 1,370 00
400,00	0,049 87 4,176 00 0,502 00	0,103 20 8,644 00 0,601 00	0,236 00 19,760 00 0,735 00	0,442 40 37,040 00 0,857 00	0,948 50 79,420 00 1,030 00	1,435 00 120,200 00 1,140 00	2,448 00 204,900 00 1,290 00	5,704 00 477,600 00 1,590 00
500,00	0,055 98 4,688 00 0,564 00	0,115 80 9,697 00 0,674 00	0,264 60 22,150 00 0,824 00	0,495 80 41,520 00 0,961 00	1,062 00 88,970 00 1,150 00	1,608 00 134,600 00 1,270 00	2,741 00 229,500 00 1,450 00	6,385 00 534,600 00 1,780 00
600,00	0,061 52 5,152 00 0,620 00	0,127 20 10,650 00 0,740 00	0,290 50 24,320 00 0,905 00	0,544 20 45,570 00 1,050 00	1,165 00 97,620 00 1,260 00	1,764 00 147,700 00 1,400 00	3,006 00 251,700 00 1,590 00	7,001 00 586,300 00 1,950 00
800,00	0,071 47 5,985 00 0,720 00	0,147 60 12,360 00 0,859 00	0,337 00 28,220 00 1,050 00	0,631 10 52,850 00 1,220 00	1,351 00 113,100 00 1,470 00	2,044 00 171,100 00 1,620 00	3,483 00 291,600 00 1,840 00	8,108 00 679,000 00 2,260 00
1000,00	0,080 14 6,710 00 0,807 00	0,165 50 13,850 00 0,963 00	0,377 50 31,610 00 1,170 00	0,706 80 59,180 00 1,370 00	1,512 00 126,600 00 1,640 00	2,288 00 191,600 00 1,810 00	3,898 00 326,400 00 2,060 00	9,072 00 759,600 00 2,530 00

Alaki ellenállási tényezők

2.2.5. Alaki ellenállás-tényezők értékei

Megnevezés	ζ				Megnevezés	ξ			
Öntöttvas tagos kazán	2,5				Fűtőtest-szabályozók:	15...20		20...25	
Hőleadók: öntöttvas és acél- lemez tagos radiátor alumínium radiátor lap fűtőtestek konvektorok csősorok sugárzó fűtőtestekben takarékos légfűtő készülékek	2,3				egyenes csap	4,0		2,0	
	6				sarokcsap	7,0		4,0	
	6...23				egyenes szelep	16,0		12,0	
	3...9				sarokszelep	9,0		7,0	
Vezetékelzárók:	DN				Csőidomok:	10...15	20...25	32...40	50-től
	10...15	20...25	32...40	50-től	könyök	2,0	1,5	1,0	1,0
	1,0	0,5	0,3	0,3	90°-os ív	1,5	1,0	0,5	0,5
	3,5	3,0	2,5	2,0	megkerülőív/etázs	0,7			
tolózár	10,0	7,0	5,0	4,0	kettős ív	1,0...2,0			
ferdeszelep					nadrágidom	1,5			
elzárószelep					karmantyú	0			
					Kompenzátorok:	0,7			
					líracső	0,7			
					sima hajlítással	0,7			
					líracső belső ívekben	0,7			
					redőzött kivitelű	0,7			
					hajlítással	1,4			



Alaki és súrlódási ellenállás aránya

Jelentős ellenállású elemek a fűtéstechikában: kazán, hőcserélő, szabályozószelep

3/8" fűtési vezeték, $v=0,31$ m/s, $s'=144$ Pa/m

Könyök $\zeta=1,5$ $\Delta p=70$ Pa

Egyenértékű csőhossz **0,5 m**

DN180 légcsatorna, $v=4$ m/s, $s'=1,2$ Pa/m

Könyök $\zeta=0,4$ $\Delta p=3,8$ Pa

Egyenértékű csőhossz **3,15 m**

DN400 légcsatorna, $v=4$ m/s, $s'=0,45$ Pa/m

Könyök $\zeta=0,4$ $\Delta p=3,8$ Pa

Egyenértékű csőhossz **8,4 m**



k_v -érték definíció

Az adott szelepen vagy berendezésen 1 bar nyomáskülönbség hatására átáramló térfogatáram nagysága m³/h-ban, a víz hőmérséklete 4÷30 °C.

$$\Delta p = \frac{\rho}{2} \cdot v^2 \cdot \zeta = \frac{\rho}{2} \cdot \frac{V^2}{A^2} \cdot \zeta$$

$$\Delta p = \rho \cdot V^2 \cdot Const$$

$$1 \text{ bar} = \Delta p_0 = \rho_0 \cdot k_v^2 \cdot Const$$

$$\frac{\Delta p}{\Delta p_0} = \frac{\rho \cdot V^2}{\rho_0 \cdot k_v^2}$$

$$k_v = \dot{V} \cdot \sqrt{\frac{\rho \cdot \Delta p_0}{\rho_0 \cdot \Delta p}}$$

$$\Delta p = \frac{\rho}{\rho_0} \left(\frac{\dot{V}}{k_v} \right)^2 \cdot \Delta p_0$$



$$\Delta p_0 = 1 \text{ bar} = 100\,000 \text{ Pa} \quad k_v [\text{m}^3/\text{h}]$$

k_v -érték

- **Kis és nagybetűk jelentése:**

k_v -érték: gyári adat, az adott sorozatra jellemző katalógus érték

K_v -érték: adott szelep, berendezés méréssel meghatározott egyedi jellemzője

- **Indexek jelentése:**

k_{vs} - teljesen nyitott helyzethez tartozó érték

k_{v100} - 100 %-os nyitáshoz, teljesen nyitott helyzethez tartozó érték

k_{v50} - 50 %-os nyitáshoz tartozó érték

k_{v2} - 2 K-es arányossági sávhoz tartozó érték

- **Szabályozószelepek S_v állítási viszonya:**

Az állítási viszony megadja a szelep szabályozhatósági tartományát, értéke függ a szelep geometriai kialakításától

$S_v = k_{vs}/k_{vr}$ ahol

k_{vr} – a szelepen átfolyó legkisebb szabályozható térfogatáram értéke

S_v tipikus értékei: 50-150



Szelep beállítási értékek

