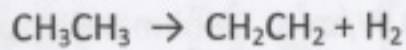


Laskuosa

1. Etaanin dehydrausreaktio eteeniksi tapahtuu kaasufaasissa tulppavirtausreaktorissa (PFR). Reaktion nopeuslauseke noudattaa alkeisreaktion kinetiikkaa.



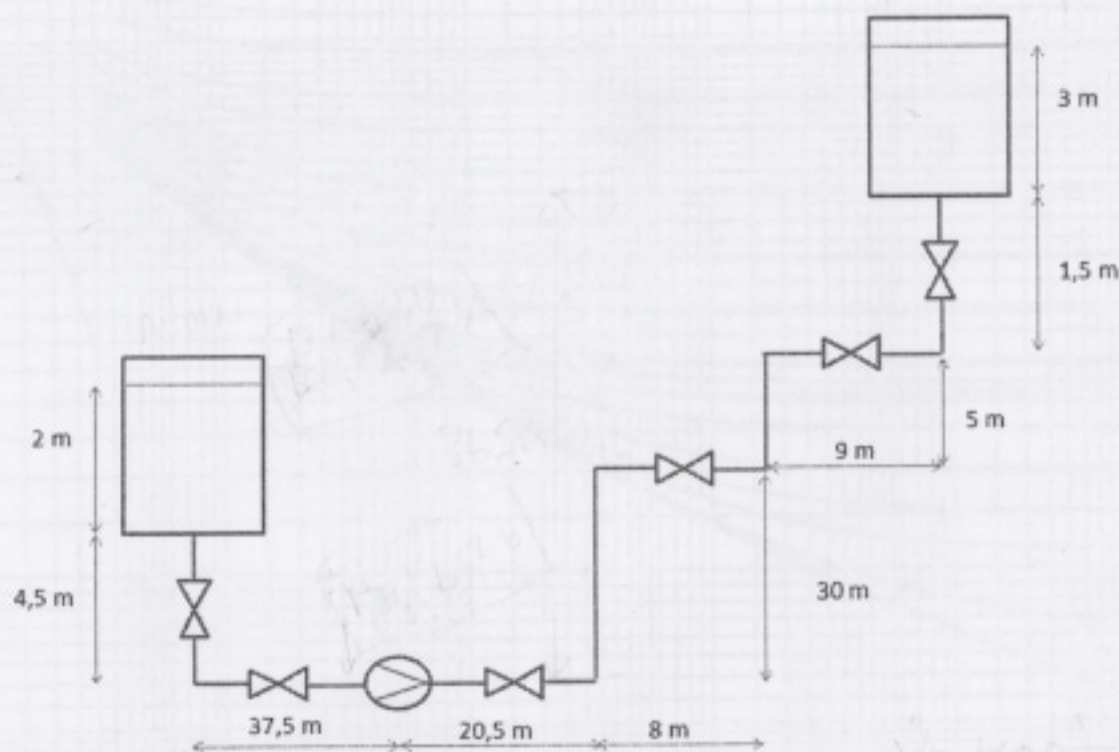
Laske tarvittavan tulppavirtausreaktorin tilavuus, kun reaktorissa halutaan saavuttaa 50 % konversio 500 °C lämpötilassa. 70 % syöttövirrasta on etaania ja loput on inerttiä kaasua. Syöttö reaktoriin on 50 mol/h ja etaanin konsentraatio syötössä on 11 mol/m³. Reaktion aktivoitumisenergia on 110 kJ/mol ja frekvenssitekijä 1·10⁸ h⁻¹.

2. Keskipakopumpulla (Ø456, LIITE 1) halutaan pumpata 1900 m³/h 10 °C vettä säiliöstä toiseen. Putkisto on kuvan 1 mukainen. Liitännät säiliöihin ovat teräviä ja kaikki putket ovat valurautaa. Kaikki mutkat ovat 90° (R=D). Putken sisähalkaisija on 400 mm, putkistossa olevat venttiilit ovat palloventtiilejä. Säiliöt ovat avoimet ilmakehään.

Soveltuuko pumppu siirtämään halutun nestemäärän? (Tarkastele sekä NPSHA:ta että riittääkö pumpun nostokorkeus tilanteeseen)

Paikallisvastukset: palloventtiili $\zeta = 0,8$, mutka 90° (R=D) $\zeta = 0,51$, terävälähtö $\zeta = 0,5$, terävätulo $\zeta = 1,0$

Ks. Liite 1: Pumpun ominaiskäyrä ja Liite 2: Virtausvastuskertoimet



Kuva 1.

L. kokonaisvastus: $6 \cdot 0,8 = 4,8$
 $P_a = 10^5$
 $P_{u1} = 9,36$
 $h = 52 \text{ m}$
 $P_{pump} = 5,5 \text{ m}$

3. Absorptioliuosta, 33600 kg/h, lämmitetään höyryllä 2-4 -lämmönsiirtimessä 55 °C:sta 95 °C:een. Käytettävä höyry on kylläistä ja sen paine on 6 bar. Siirtimessä on 100 kpl putkia. Putken ulkohalkaisija on 25 mm ja seinämän paksuus 2 mm. Putkimateriaalin lämmönjohtavuus on 45 W/m°C. Vaippapuolen keskimääräinen lämmönsiirtokerroin on 5500 W/m²K. Seinämän lämpötila on 110 °C. Absorptioliuos virtaa putkipuolella ja sille voidaan käyttää veden aineominaisuuksia.

Laske:

- tarvittava höyry määrä, kun talteen saadaan vain lauhtumislämpö.
- lämmönsiirtimen pinta-ala

Voit käyttää (ei ole pakko) seuraavaa korrelaatiota putkipuolen lämmönsiirtokerroimen laskemiseen

$$\bar{h}_i = \frac{\bar{\lambda}_h}{D_i} \cdot 0,023 \overline{Re}_i^{0,8} \cdot \overline{Pr}_i^{0,33}$$

Liitteessä 3 "Kylläinen vesi ja vesihöyry...." merkinnät

- i* Kylläisen veden entalpia
- I* Kylläisen vesihöyryn entalpia
- l* Veden höyrystymislämpö kyllästystilassa

D_h = 0,025 m

D_i = 0,021 m

λ = 45 W/m°C

V₁ = 33600 kg/h = 9,333 kg/s


N_t = 100 kpl

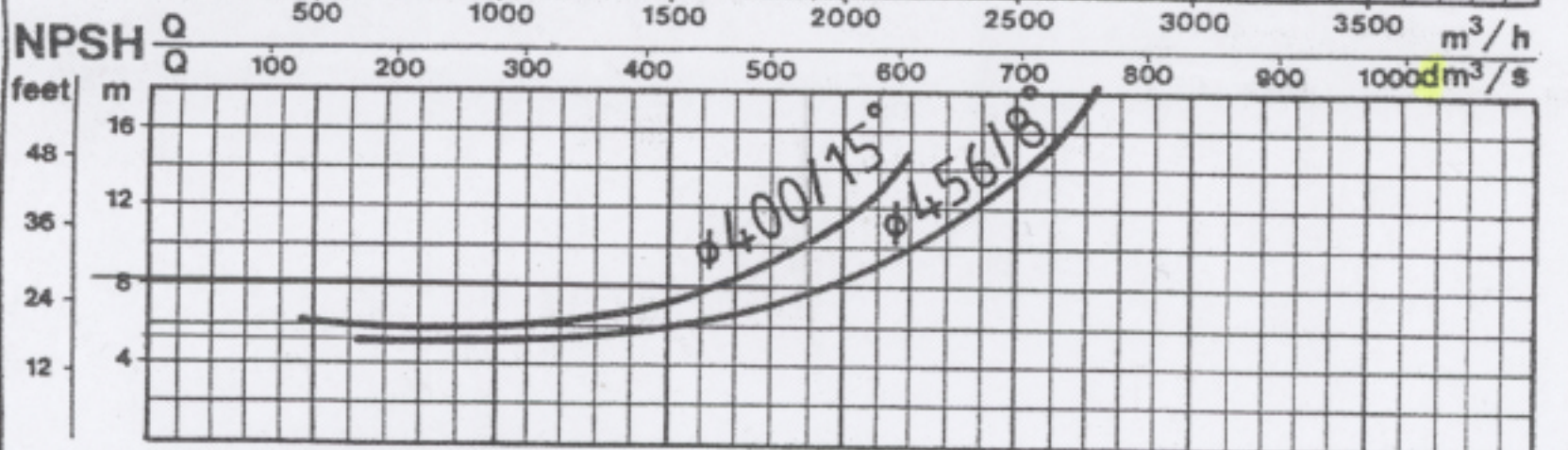
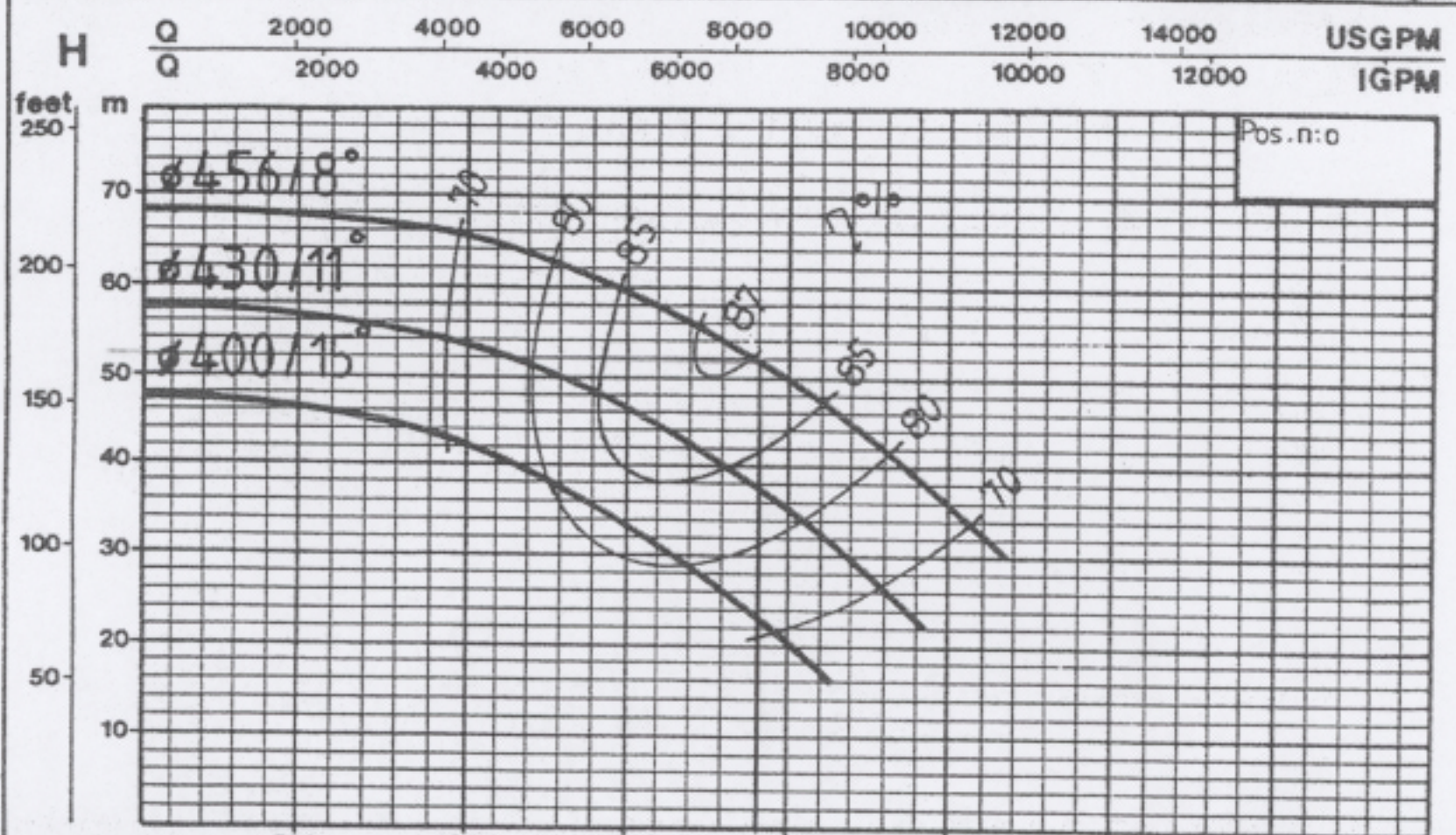
6 bar

l_v = 2257 kJ/kg

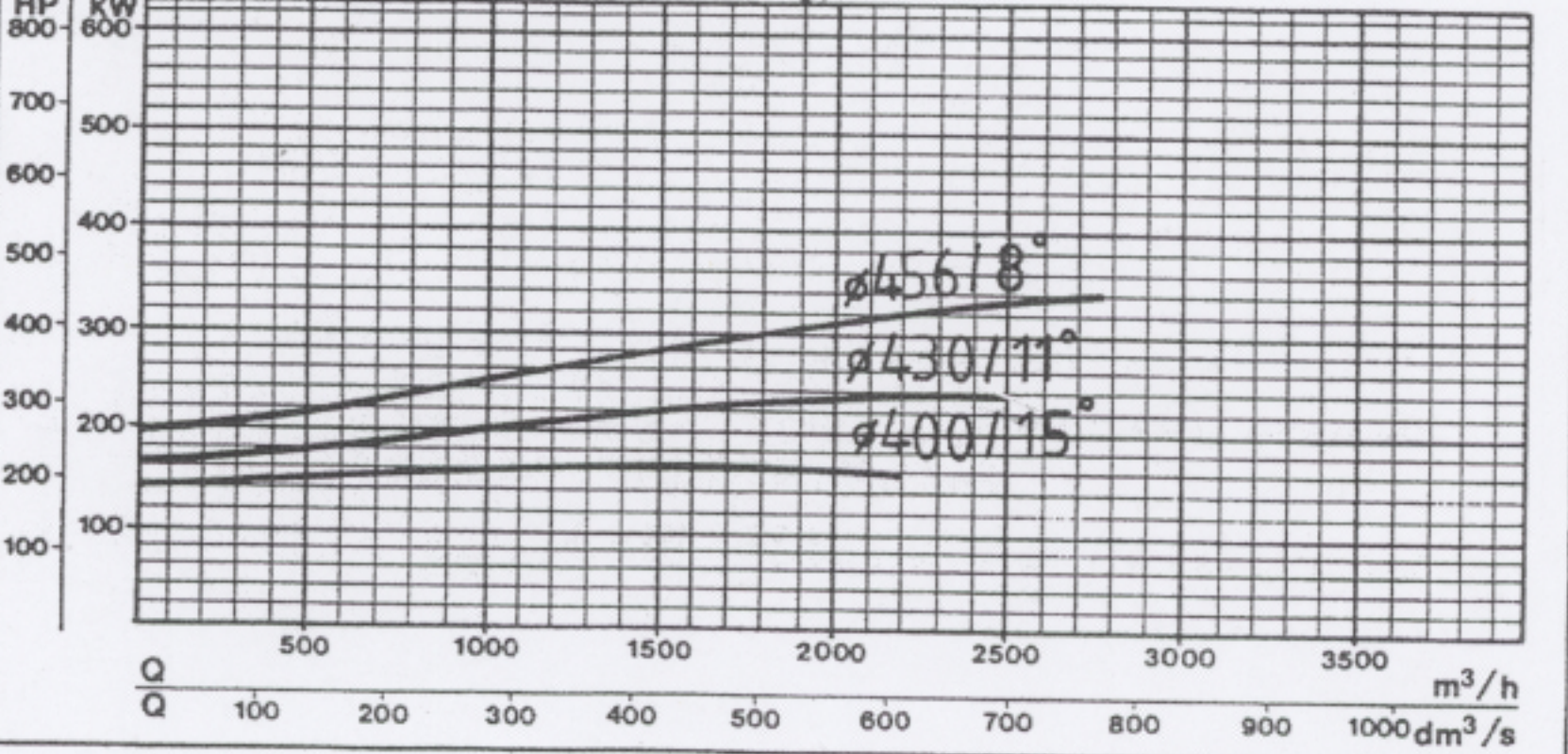
T_h = 165,40 °C = 437,40 K

0,000	174,80	640,20	0,001121	0,2175	720,2	2772,2	2052,2	1,2007	0,2008
0,010	175,00	640,30	0,001121	0,2175	720,2	2772,2	2052,2	1,2007	0,2008
0,020	175,20	640,40	0,001121	0,2175	720,2	2772,2	2052,2	1,2007	0,2008
0,030	175,40	640,50	0,001121	0,2175	720,2	2772,2	2052,2	1,2007	0,2008
0,040	175,60	640,60	0,001121	0,2175	720,2	2772,2	2052,2	1,2007	0,2008
0,050	175,80	640,70	0,001121	0,2175	720,2	2772,2	2052,2	1,2007	0,2008
0,060	176,00	640,80	0,001121	0,2175	720,2	2772,2	2052,2	1,2007	0,2008
0,070	176,20	640,90	0,001121	0,2175	720,2	2772,2	2052,2	1,2007	0,2008
0,080	176,40	641,00	0,001121	0,2175	720,2	2772,2	2052,2	1,2007	0,2008
0,090	176,60	641,10	0,001121	0,2175	720,2	2772,2	2052,2	1,2007	0,2008
0,100	176,80	641,20	0,001121	0,2175	720,2	2772,2	2052,2	1,2007	0,2008
0,110	177,00	641,30	0,001121	0,2175	720,2	2772,2	2052,2	1,2007	0,2008
0,120	177,20	641,40	0,001121	0,2175	720,2	2772,2	2052,2	1,2007	0,2008
0,130	177,40	641,50	0,001121	0,2175	720,2	2772,2	2052,2	1,2007	0,2008
0,140	177,60	641,60	0,001121	0,2175	720,2	2772,2	2052,2	1,2007	0,2008
0,150	177,80	641,70	0,001121	0,2175	720,2	2772,2	2052,2	1,2007	0,2008
0,160	178,00	641,80	0,001121	0,2175	720,2	2772,2	2052,2	1,2007	0,2008
0,170	178,20	641,90	0,001121	0,2175	720,2	2772,2	2052,2	1,2007	0,2008
0,180	178,40	642,00	0,001121	0,2175	720,2	2772,2	2052,2	1,2007	0,2008
0,190	178,60	642,10	0,001121	0,2175	720,2	2772,2	2052,2	1,2007	0,2008
0,200	178,80	642,20	0,001121	0,2175	720,2	2772,2	2052,2	1,2007	0,2008
0,210	179,00	642,30	0,001121	0,2175	720,2	2772,2	2052,2	1,2007	0,2008
0,220	179,20	642,40	0,001121	0,2175	720,2	2772,2	2052,2	1,2007	0,2008
0,230	179,40	642,50	0,001121	0,2175	720,2	2772,2	2052,2	1,2007	0,2008
0,240	179,60	642,60	0,001121	0,2175	720,2	2772,2	2052,2	1,2007	0,2008
0,250	179,80	642,70	0,001121	0,2175	720,2	2772,2	2052,2	1,2007	0,2008
0,260	180,00	642,80	0,001121	0,2175	720,2	2772,2	2052,2	1,2007	0,2008
0,270	180,20	642,90	0,001121	0,2175	720,2	2772,2	2052,2	1,2007	0,2008
0,280	180,40	643,00	0,001121	0,2175	720,2	2772,2	2052,2	1,2007	0,2008
0,290	180,60	643,10	0,001121	0,2175	720,2	2772,2	2052,2	1,2007	0,2008
0,300	180,80	643,20	0,001121	0,2175	720,2	2772,2	2052,2	1,2007	0,2008
0,310	181,00	643,30	0,001121	0,2175	720,2	2772,2	2052,2	1,2007	0,2008
0,320	181,20	643,40	0,001121	0,2175	720,2	2772,2	2052,2	1,2007	0,2008
0,330	181,40	643,50	0,001121	0,2175	720,2	2772,2	2052,2	1,2007	0,2008
0,340	181,60	643,60	0,001121	0,2175	720,2	2772,2	2052,2	1,2007	0,2008
0,350	181,80	643,70	0,001121	0,2175	720,2	2772,2	2052,2	1,2007	0,2008
0,360	182,00	643,80	0,001121	0,2175	720,2	2772,2	2052,2	1,2007	0,2008
0,370	182,20	643,90	0,001121	0,2175	720,2	2772,2	2052,2	1,2007	0,2008
0,380	182,40	644,00	0,001121	0,2175	720,2	2772,2	2052,2	1,2007	0,2008
0,390	182,60	644,10	0,001121	0,2175	720,2	2772,2	2052,2	1,2007	0,2008
0,400	182,80	644,20	0,001121	0,2175	720,2	2772,2	2052,2	1,2007	0,2008
0,410	183,00	644,30	0,001121	0,2175	720,2	2772,2	2052,2	1,2007	0,2008
0,420	183,20	644,40	0,001121	0,2175	720,2	2772,2	2052,2	1,2007	0,2008
0,430	183,40	644,50	0,001121	0,2175	720,2	2772,2	2052,2	1,2007	0,2008
0,440	183,60	644,60	0,001121	0,2175	720,2	2772,2	2052,2	1,2007	0,2008
0,450	183,80	644,70	0,001121	0,2175	720,2	2772,2	2052,2	1,2007	0,2008
0,460	184,00	644,80	0,001121	0,2175	720,2	2772,2	2052,2	1,2007	0,2008
0,470	184,20	644,90	0,001121	0,2175	720,2	2772,2	2052,2	1,2007	0,2008
0,480	184,40	645,00	0,001121	0,2175	720,2	2772,2	2052,2	1,2007	0,2008
0,490	184,60	645,10	0,001121	0,2175	720,2	2772,2	2052,2	1,2007	0,2008
0,500	184,80	645,20	0,001121	0,2175	720,2	2772,2	2052,2	1,2007	0,2008
0,510	185,00	645,30	0,001121	0,2175	720,2	2772,2	2052,2	1,2007	0,2008
0,520	185,20	645,40	0,001121	0,2175	720,2	2772,2	2052,2	1,2007	0,2008
0,530	185,40	645,50	0,001121	0,2175	720,2	2772,2	2052,2	1,2007	0,2008
0,540	185,60	645,60	0,001121	0,2175	720,2	2772,2	2052,2	1,2007	0,2008
0,550	185,80	645,70	0,001121	0,2175	720,2	2772,2	2052,2	1,2007	0,2008
0,560	186,00	645,80	0,001121	0,2175	720,2	2772,2	2052,2	1,2007	0,2008
0,570	186,20	645,90	0,001121	0,2175	720,2	2772,2	2052,2	1,2007	0,2008
0,580	186,40	646,00	0,001121	0,2175	720,2	2772,2	2052,2	1,2007	0,2008
0,590	186,60	646,10	0,001121	0,2175	720,2	2772,2	2052,2	1,2007	0,2008
0,600	186,80	646,20	0,001121	0,2175	720,2	2772,2	2052,2	1,2007	0,2008
0,610	187,00	646,30	0,001121	0,2175	720,2	2772,2	2052,2	1,2007	0,2008
0,620	187,20	646,40	0,001121	0,2175	720,2	2772,2	2052,2	1,2007	0,2008
0,630	187,40	646,50	0,001121	0,2175	720,2	2772,2	2052,2	1,2007	0,2008
0,640	187,60	646,60	0,001121	0,2175	720,2	2772,2	2052,2	1,2007	0,2008
0,650	187,80	646,70	0,001121	0,2175	720,2	2772,2	2052,2	1,2007	0,2008
0,660	188,00	646,80	0,001121	0,2175	720,2	2772,2	2052,2	1,2007	0,2008
0,670	188,20	646,90	0,001121	0,2175	720,2	2772,2	2052,2	1,2007	0,2008
0,680	188,40	647,00	0,001121	0,2175	720,2	2772,2	2052,2	1,2007	0,2008
0,690	188,60	647,10	0,001121	0,2175	720,2	2772,2	2052,2	1,2007	0,2008
0,700	188,80	647,20	0,001121	0,2175	720,2	2772,2	2052,2	1,2007	0,2008
0,710	189,00	647,30	0,001121	0,2175	720,2	2772,2	2052,2	1,2007	0,2008
0,720	189,20	647,40	0,001121	0,2175	720,2	2772,2	2052,2	1,2007	0,2008
0,730	189,40	647,50	0,001121	0,2175	720,2	2772,2	2052,2	1,2007	0,2008
0,740	189,60	647,60	0,001121	0,2175	720,2	2772,2	2052,2	1,2007	0,2008
0,750	189,80	647,70	0,001121	0,2175	720,2	2772,2	2052,2	1,2007	0,2008
0,760	190,00	647,80	0,001121	0,2175	720,2	2772,2	2052,2	1,2007	0,2008
0,770	190,20	647,90	0,001121	0,2175	720,2	2772,2	2052,2	1,2007	0,2008
0,780	190,40	648,00	0,001121	0,2175	720,2	2772,2	2052,2	1,2007	0,2008
0,790	190,60	648,10	0,001121	0,2175	720,2	2772,2	2052,2	1,2007	0,2008
0,800	190,80	648,20	0,001121	0,2175	720,2	2772,2	2052,2	1,2007	0,2008
0,810	191,00	648,30	0,001121	0,2175	720,2	2772,2	2052,2	1,2007	0,2008
0,820	191,20	648,40	0,001121	0,2175	720,2	2772,2	2052,2	1,2007	0,2008
0,830	191,40	648,50	0,001121	0,2175	720,2	2772,2	2052,2	1,2007	0,2008
0,840	191,60	648,60	0,001121	0,2175	720,2	2772,2	2052,2	1,2007	0,2008
0,850	191,80	648,70	0,001121	0,2175	720,2	2772,2	2052,2	1,2007	0,2008
0,860	192,00	648,80	0,001121	0,2175	720,2	2772,2	2052,2	1,2007	0,2008
0,870	192,20	648,90	0,001121	0,2175	720,2	2772,2	2052,2	1,2007	0,2008
0,880	192,40	649,00	0,001121	0,2175	720,2	2772,2	2052,2	1,2007	0,2008
0,890	192,60	649,10	0,001121	0,2175	720,2	2772,2	2052,2	1,2007	0,2008
0,900	192,80	649,20	0,001121	0,2175	720,2	2772,2	2052,2	1,2007	0,2008
0,910	193,00	649,30	0,001121	0,2175	720,2	2772,2	2052,2	1,2007	0,2008
0,920	193,20	649,40	0,001121	0,2175	720,2	2772,2	2052,2	1,2007	0,2008
0,930	193,40	649,50	0,001121	0,2175	720,2	2772,2	2052,2	1,2007	0,2008
0,940	193,60	649,60	0,001121	0,2175	720,2	2772,2	2052,2	1,2007	0,2008
0,950	193,80	649,70	0,001121	0,2175	720,2	2772,2	2052,2	1,2007	0,2008
0,960	194,00	649,80	0,001121	0,2175	720,2	2772,2	2052,2	1,2007	0,2008
0,970	194,20	649,90	0,001121	0,2175	720,2	2772,2	2052,2	1,2007	0,2008
0,980	194,40	650,00	0,001121	0,2175	720,2	2772,2	2052,2	1,2007	0,2008
0,990	194,60	650,10	0,001121	0,					

Serlachius Pump Factory Mänttä Finland		DE-350-300-400	r/min-RPM 1480	K 00103	
				010682	
Juoksupyörä Impeller	100553	Max Ø 456/8° mm Min Ø 390/17° mm	Z 7 Leveys Width 69 mm	Umpinainen Shrouded Puoljavoin Semi-open	X



P Arvot vedelle, jonka tiheys 1000 kg/m³
 Data refer to water density 1000 kg/m³



LITEZ

VIRTAUSVASTUSKERTOIMET

Moodyn käyrästä yhtälömuodossa

Newtonisen nesteen virtausvastus putkivirtauksessa saadaan laminaarisella virtausalueella, missä $Re < 2100$, yhtälöstä:

$$\xi = \frac{64}{Re}$$

Reynoldsin luvun, Re , alue välillä 1800...3200 on niin sanottua kriittistä aluetta, jossa virtauksen tyyppi muuttuu laminaarisesta turbulentiksi. Tarkkaa kohtaa, jossa virtaustyyppiin muutos tapahtuu, ei voida antaa.

Kokonaan turbulentsisella virtausalueella, $Re > 3000$, käytetään putkivastuskertoimen määrittämiseen Colebrookin yhtälöä:

$$\frac{1}{\sqrt{\xi}} = -2,0 \cdot \log\left(\frac{k}{3,7065d} + \frac{2,5226}{Re\sqrt{\xi}}\right)$$

Tämän perusteella on Moody ensimmäisenä valmistanut kuvan 20 mukaisen käyrästäön putkivastuskertoimen määrittämiseksi. Koska Colebrookin yhtälöä ei voida ratkaista analyttisesti, on tietokoneilla tapahtuvaan laskentaan kehitetty sitä approksimoivia yhtälöitä. Seuraavassa on kaksi Zigrangin ja Sylvesterin (D.J. Zigrang, D. Sylvester, *Explicit Approximations to the Solution of Colebrook's Friction Factor Equation*, AIChE Journal, Vol. 28, No. 3, 1982, s. 514-515) esittämää yhtälöä.

Käsinlaskentaan ja ohjelmoitaville laskimille sopii yhtälö:

$$\frac{1}{\sqrt{\xi}} = -2,0 \cdot \log\left[\frac{k/d}{3,7} - \frac{5,02}{Re} \cdot \log\left(\frac{k/d}{3,7} + \frac{13}{Re}\right)\right]$$

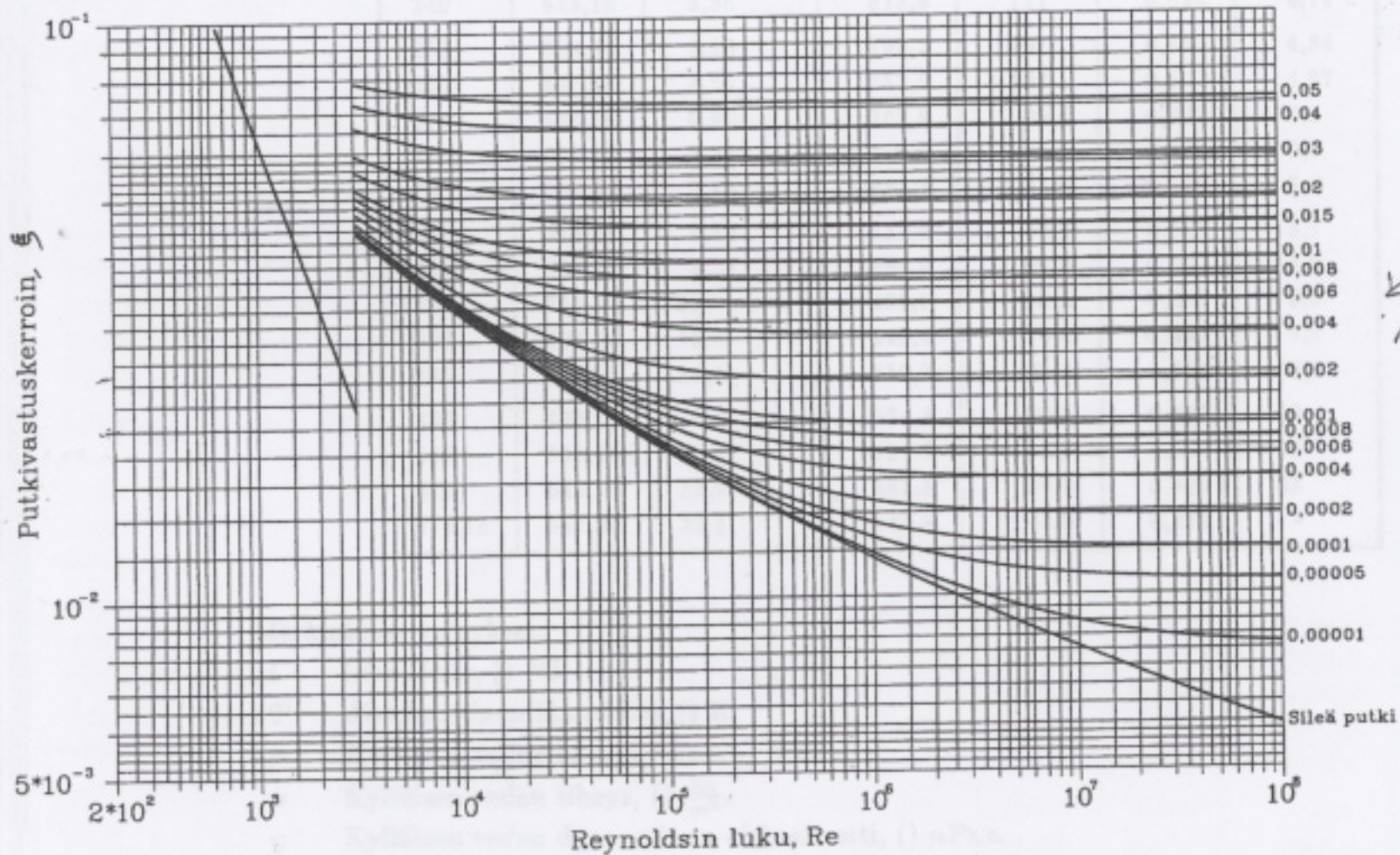
Tietokoneohjelmissa voidaan käyttää tarkempaa yhtälöä:

$$\frac{1}{\sqrt{\xi}} = -2,0 \cdot \log\left\{\frac{k/d}{3,7} - \frac{5,02}{Re} \cdot \log\left[\frac{k/d}{3,7} - \frac{5,02}{Re} \cdot \log\left(\frac{k/d}{3,7} + \frac{13}{Re}\right)\right]\right\}$$

Päätelmä on kuitenkin muistettava, että karheuden arvoa ei tunneta tarkasti, joten turhan tarkkaan laskentaan ei kannata ryhtyä.

Merkinnät:

- ξ , putkivastuskerroin (ns. Darcy'n putkivastuskerroin), () dimensioton
- Re , Reynoldsin luku, () dimensioton
- k , putken absoluuttinen karheus, () m
- d , putken nimellishalkaisija, () m.



Kuva 20. Moodyn käyrästä: Putkivirtauksen putkivastuskerroin Reynoldsin luvun funktiona. Käyrien parametrina on putken suhteellinen karheus.

VIRTAUSVASTUSKERTOIMET

Putkien karheuksia

ni materiaalien absoluuttisia karheuksia ei voida antaa, mutta seuraavassa taulukossa on suuruusluokan antavia arvoja.

Materiaali	Karheus, () m
niitattu teräs	0,001 ... 0,01
betoni	0,0003 ... 0,003
höylätty lauta	0,0002 ... 0,001
valurauta	0,0003
galvanoitu rauta	0,00017
asfaltoitu valurauta	0,00013
tavallinen teräsputki	0,00003
vedetty putki	0,0000017

Edellisillä sivuilla olevissa putkivastuskertoimen määrittämissä käytetään suhteellista putken karheutta, joka saadaan jakamalla putken karheus sen nimellishalkaisijalla.

SPS-standardiputkien nimellissuuruuksia (halkaisijat mm): ..., 6, 8, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 125, 150, 175, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 600, ...

KYLLÄISEN VEDEN AINEOMINAISUUKSIA

t °C	T K	p MPa	ρ $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$	η $\mu\text{Pa}\cdot\text{s}$	λ $\frac{\text{W}}{\text{m}\cdot\text{K}}$	c_p $\frac{\text{kJ}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$
0	273,15	0,000611	999,9	1792	0,569	4,21
10	283,15	0,00123	999,7	1308	0,587	4,19
20	293,15	0,00234	998,3	1005	0,603	4,18
30	303,15	0,00425	995,7	801	0,618	4,18
40	313,15	0,00739	992,3	656	0,632	4,18
50	323,15	0,0124	988,0	543	0,643	4,18
60	333,15	0,0200	983,2	468	0,654	4,19
70	343,15	0,0312	977,7	406	0,662	4,19
80	353,15	0,0474	971,6	357	0,670	4,20
90	363,15	0,0702	965,2	316	0,676	4,21
100	373,15	0,101325	958,4	284	0,681	4,22
110	383,15	0,143	950,7	253	0,684	4,23
120	393,15	0,199	942,9	230	0,687	4,25
130	403,15	0,270	934,6	211	0,688	4,27
140	413,15	0,362	925,8	195	0,688	4,29
150	423,15	0,476	916,8	181	0,687	4,32
160	433,15	0,618	907,3	169	0,684	4,35
170	443,15	0,792	897,3	159	0,681	4,38
180	453,15	1,00	886,9	149	0,677	4,42
190	463,15	1,26	876,0	141	0,671	4,46
200	473,15	1,56	864,7	134	0,665	4,51
210	483,15	1,91	852,8	127	0,657	4,57
220	493,15	2,32	840,3	122	0,648	4,62
230	503,15	2,80	827,3	116	0,639	4,70
240	513,15	3,35	813,6	111	0,628	4,78
250	523,15	3,98	799,2	107	0,618	4,86
260	533,15	4,69	783,9	103	0,603	4,97
270	543,15	5,50	767,8	99,4	0,590	5,1
280	553,15	6,42	750,5	96,1	0,575	5,3
290	563,15	7,45	732,1	93,0	0,558	5,5
300	573,15	8,59	712,2	90,1	0,541	5,7
310	583,15	9,87	690,6	86,5	0,523	6,0
320	593,15	11,3	666,9	83,0	0,508	6,5
330	603,15	12,9	640,4	79,4	0,482	7,7
340	613,15	14,6	610,2	75,4	0,460	8,2
350	623,15	16,5	574,3	70,9	0,437	10
360	633,15	18,7	527,5	65,3	0,399	15
370	643,15	21,1	451,8	56,0	0,348	43
374,15	647,30	22,1	316,9	45,0	0,238	-

Merkintöjen selitykset:

- t Lämpötila, () °C.
 T Absoluuttinen lämpötila, () K.
 p Kylläisen veden höyrinpaine, () MPa.
 ρ Kylläisen veden tiheys, () $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$.
 η Kylläisen veden dynaaminen viskositeetti, () $\mu\text{Pa}\cdot\text{s}$.
 λ Kylläisen veden lämmönjohtavuus, () $\frac{\text{W}}{\text{m}\cdot\text{K}}$.
 c_p Kylläisen veden ominaislämpö vakioaineessa, () $\frac{\text{kJ}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$.

Kylläinen vesi ja vesihöyry paineen funktiona (jatkoa)

$\frac{p}{\text{MPa}}$	$\frac{t}{^\circ\text{C}}$	$\frac{T}{\text{K}}$	$\frac{v'}{\frac{\text{m}^3}{\text{kg}}}$	$\frac{v''}{\frac{\text{m}^3}{\text{kg}}}$	$\frac{i}{\frac{\text{kJ}}{\text{kg}}}$	$\frac{I}{\frac{\text{kJ}}{\text{kg}}}$	$\frac{l}{\frac{\text{kJ}}{\text{kg}}}$	$\frac{s}{\frac{\text{kJ}}{\text{kg K}}}$	$\frac{S}{\frac{\text{kJ}}{\text{kg K}}}$
0,4000	143,72	416,87	0,001084	0,4615	604,6	2739,0	2134,3	1,7765	6,8950
0,4100	144,61	417,76	0,001085	0,4510	608,5	2740,1	2131,6	1,7856	6,8867
0,4200	145,49	418,64	0,001086	0,4409	612,2	2741,2	2129,0	1,7945	6,8787
0,4300	146,34	419,49	0,001087	0,4313	615,9	2742,3	2126,4	1,8033	6,8709
0,4400	147,18	420,33	0,001088	0,4221	619,5	2743,3	2123,8	1,8119	6,8632
0,4500	148,01	421,16	0,001089	0,4133	623,1	2744,3	2121,3	1,8203	6,8557
0,4600	148,82	421,97	0,001089	0,4049	626,6	2745,3	2118,8	1,8286	6,8484
0,4700	149,62	422,77	0,001090	0,3968	630,0	2746,3	2116,3	1,8367	6,8412
0,4800	150,40	423,55	0,001091	0,3890	633,4	2747,2	2113,9	1,8446	6,8342
0,4900	151,17	424,32	0,001092	0,3815	636,7	2748,2	2111,5	1,8524	6,8273
0,5000	151,93	425,08	0,001093	0,3744	640,0	2749,1	2109,1	1,8601	6,8206
0,5100	152,67	425,82	0,001094	0,3675	643,2	2750,0	2106,8	1,8677	6,8140
0,5200	153,41	426,56	0,001095	0,3608	646,4	2750,8	2104,5	1,8751	6,8075
0,5300	154,13	427,28	0,001095	0,3544	649,5	2751,7	2102,2	1,8824	6,8011
0,5400	154,84	427,99	0,001096	0,3483	652,6	2752,5	2099,9	1,8895	6,7949
0,5500	155,54	428,69	0,001097	0,3423	655,6	2753,3	2097,7	1,8966	6,7887
0,5600	156,23	429,38	0,001098	0,3366	658,6	2754,1	2095,5	1,9036	6,7827
0,5700	156,91	430,06	0,001099	0,3310	661,6	2754,9	2093,3	1,9104	6,7768
0,5800	157,58	430,73	0,001099	0,3257	664,5	2755,7	2091,2	1,9172	6,7709
0,5900	158,25	431,40	0,001100	0,3205	667,4	2756,4	2089,1	1,9238	6,7652
0,6000	158,90	432,05	0,001101	0,3154	670,2	2757,2	2087,0	1,9304	6,7596
0,6100	159,55	432,70	0,001102	0,3106	673,0	2757,9	2084,9	1,9368	6,7540
0,6200	160,18	433,33	0,001102	0,3059	675,8	2758,6	2082,8	1,9432	6,7486
0,6300	160,81	433,96	0,001103	0,3013	678,5	2759,3	2080,8	1,9495	6,7432
0,6400	161,43	434,58	0,001104	0,2969	681,2	2760,0	2078,8	1,9557	6,7379
0,6500	162,04	435,19	0,001105	0,2926	683,9	2760,7	2076,8	1,9618	6,7327
0,6600	162,65	435,80	0,001105	0,2884	686,5	2761,3	2074,8	1,9678	6,7276
0,6700	163,25	436,40	0,001106	0,2843	689,1	2762,0	2072,8	1,9738	6,7225
0,6800	163,84	436,99	0,001107	0,2804	691,7	2762,6	2070,9	1,9797	6,7175
0,6900	164,42	437,57	0,001107	0,2766	694,3	2763,2	2069,0	1,9855	6,7126
0,7000	165,00	438,15	0,001108	0,2728	696,8	2763,8	2067,0	1,9912	6,7077
0,7100	165,57	438,72	0,001109	0,2692	699,3	2764,4	2065,2	1,9969	6,7029
0,7200	166,13	439,28	0,001110	0,2657	701,8	2765,0	2063,3	2,0025	6,6982
0,7300	166,69	439,84	0,001110	0,2622	704,2	2765,6	2061,4	2,0080	6,6936
0,7400	167,24	440,39	0,001111	0,2589	706,6	2766,2	2059,6	2,0135	6,6890
0,7500	167,79	440,94	0,001112	0,2556	709,0	2766,7	2057,7	2,0189	6,6844
0,7600	168,33	441,48	0,001112	0,2525	711,4	2767,3	2055,9	2,0242	6,6799
0,7700	168,86	442,01	0,001113	0,2494	713,7	2767,8	2054,1	2,0295	6,6755
0,7800	169,39	442,54	0,001114	0,2464	716,0	2768,4	2052,3	2,0347	6,6711
0,7900	169,92	443,07	0,001114	0,2434	718,3	2768,9	2050,6	2,0399	6,6668
0,8000	170,44	443,59	0,001115	0,2405	720,6	2769,4	2048,8	2,0450	6,6625
0,8100	170,95	444,10	0,001116	0,2377	722,9	2769,9	2047,1	2,0501	6,6583
0,8200	171,46	444,61	0,001116	0,2350	725,1	2770,4	2045,3	2,0551	6,6542
0,8300	171,96	445,11	0,001117	0,2323	727,3	2770,9	2043,6	2,0600	6,6500
0,8400	172,46	445,61	0,001117	0,2297	729,5	2771,4	2041,9	2,0649	6,6460
0,8500	172,96	446,11	0,001118	0,2271	731,7	2771,9	2040,2	2,0698	6,6419
0,8600	173,45	446,60	0,001119	0,2246	733,9	2772,4	2038,5	2,0746	6,6380
0,8700	173,93	447,08	0,001119	0,2222	736,0	2772,8	2036,9	2,0793	6,6340
0,8800	174,41	447,56	0,001120	0,2198	738,1	2773,3	2035,2	2,0840	6,6301
0,8900	174,89	448,04	0,001121	0,2175	740,2	2773,8	2033,5	2,0887	6,6263