2.3. Proračun grane G2

Prečnik cjevovoda :

d2 = =  = 0,010796[m] = 10,796[mm]

Usvaja se prečnik grane G2, d2 = 10,8 mm, od maznog mjesta MM2 do priključka T4.

Brzina strujanja:

V2 = =  = 1,9986 [m/s]

Proračun padova pritiska na grani:

Linijski padovi:

plinG2 = 2· \*ρ = 2222308,637 [Pa] = 21,93 [bar]

Tabela 1.4. Vrijednosti linijski padova pritiska za proračun grane G2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Simbol | Dužina | Prečnik | Brzina | Kinnem.  viskozitet | Gustina | Reynoldsov  broj | Koeficijent  lin.otpora | Pad pritiska | Pad pritiska |
|  | L,m | D,mm | V,m/s | ,mm3/s | ,kg/m3 | Re | = | P,Pa |  |
| ΔPlinG2 | 15 | 10,796 | 1,9986 | 150 | 900 | 143,846 | 0,44492 | 2222308,637 | 21,93 |

Σ*PLG2=*21,93 bar

Lokalni padovi pritiska:

ΔPlokG2=ξ\*

Vrijednosti koeficijenata lokalnih otpora za granu G2:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Oznaka priključka | Vrsta priključka | Karakteristike | Vrijednost koef. |
| M2 | M-mlaznica | Tabela 2.25. | 1,92 |
| T4 | T-priključak | Tabela 2.25. | 1,3 |
| P2 | P-prigušnica | Tabela 2.25 | 1,8 |

Vrijednosti koeficijenata padova pritiska za granu G2:

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Simbol | Oznaka | Koef.lokalnih otpora | Brzina  V,m/s | Gustina  ,kg/m3 | Pad pritiska | Pad pritiska |
| ΔPM2 | M2 | 1,92 | 1,9986 | 900 | 3451,1633 | 0,03406 |
|  | T4 | 1,3 | 1,9986 | 900 | 2336,7252 | 0,02306 |
| Δ*PP2* | P2 | 1,8 | 1,9986 | 900 | 3235,4656 | 0,03193 |
| ΣPlokG2 |  | | | | | 0,05832 |

Ukupni pad pritiska na grani G2 iznosi:

ΔPG2=ΔPlinG2+ΔPlokG2+ΔPMM2=21,93+0,05832+10=31,98832 bar

- Proračun grane G3 -

Prečnik cjevovoda :

d3 = =  = 0,0056433[m] = 5,6433[mm]

Usvaja se prečnik grane G3, d3 = 5,6 mm, od maznog mjesta MM3 do priključka T3.

Brzina strujanja:

V3= =  = 2,0 [m/s]

Proračun padova pritiska na grani:

Linijski padovi:

plinG3 = 3· \*ρ= 4066769,443 [Pa] = 40,13589 [bar]

Tabela 1.5. Vrijednosti linijski padova pritiska za proračun grane G3

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Simbol | Dužina | Prečnik | Brzina | Kinnem.  viskozitet | Gustina | Reynoldsov  broj | Koeficijent  lin.otpora | Pad pritiska | Pad pritiska |
|  | L,m | D,mm | V,m/s | ,mm3/s | ,kg/m3 | Re | = | P,Pa |  |
| ΔPlinG3 | 15 | 5,6433 | 2,0 | 150 | 900 | 75,224 | 0,85057 | 4066769,443 | 40,13589 |

Σ*PLG3=*40,135 bar

Lokalni padovi pritiska:

ΔPlokG3=ξ\*

Vrijednosti koeficijenata lokalnih otpora za granu G3:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Oznaka priključka | Vrsta priključka | Karakteristike | Vrijednost koef. |
| M3 | M-mlaznica | Tabela 2.25. | 1,92 |
| T3 | T-priključak | Tabela 2.25. | 2,0 |
| P3 | P-prigušnica | Tabela 2.25 | 1,3 |

Vrijednosti koeficijenata padova pritiska za granu G3:

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Simbol | Oznaka | Koef.lokalnih otpora | Brzina  V,m/s | Gustina  ,kg/m3 | Pad pritiska | Pad pritiska |
| ΔPM3 | M3 | 1,92 | 2 | 900 | 3456 | 0,0341 |
| ΔPT3 | T3 | 2,0 | 2 | 900 | 3600 | 0,035529 |
| Δ*PP3* | P3 | 1,3 | 2 | 900 | 2340 | 0,023094 |
| ΣPlokG3 |  | | | | | 0,092723 |

Ukupni pad pritiska na grani G3 iznosi:

ΔPG3=ΔPlinG3+ΔPlokG3+PMM3=40,135+0,092723+4=44,2277 bar

- Proračun grane G4 -

Prečnik cjevovoda :

d4 = =  = 0,003091[m] = 3,091[mm]

Usvaja se prečnik grane G4, d4 = 3 mm, od maznog mjesta MM4 do priključka K3.

Brzina strujanja:

V4 = = = 1,9999 [m/s]

Proračun padova pritiska na grani:

Linijski padovi:

plinG4 = 4· \*ρ= 55898,80956[Pa] = 89,2395[bar]

Tabela 1.6. Vrijednosti linijski padova pritiska za proračun grane G4

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Simbol | Dužina | Prečnik | Brzina | Kinnem.  viskozitet | Gustina | Reynoldsov  broj | Koeficijent  lin.otpora | Pad pritiska | Pad pritiska |
|  | L,m | D,mm | V,m/s | ,mm3/s | ,kg/m3 | Re | = | P,Pa |  |
| ΔPG4 | 10 | 0,003091 | 1,9999 | 150 | 900 | 41,2113 | 1,5529 | 55898,80956 | 89,2395 |

Lokalni padovi pritiska:

ΔPlokG4=ξ\*\*ρ

Vrijednosti koeficijenata lokalnih otpora za granu G4:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Oznaka priključka | Vrsta priključka | Karakteristike | Vrijednost koef. |
| M4 | M-mlaznica | Tabela 2.25 | 1,8 |
| K2 | K-koljeno 900 | Tabela 2.25 | 0,4 |
| P4 | P-prigušnica | Tabela 2.25 | 1,3 |

Vrijednosti koeficijenata padova pritiska za granu G4:

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Simbol | Oznaka | Koef.lokalnih otpora | Brzina  V,m/s | Gustina  ,kg/m3 | Pad pritiska | Pad pritiska |
| ΔPM4 | M4 | 1,8 | 1,9999 | 900 | 3239,676 | 0,03197 |
|  | K2 | 0,4 | 1,9999 | 900 | 719,928 | 0,007105 |
| Δ*PP4* | P4 | 1,3 | 1,9999 | 900 | 2339,766 | 0,02309 |
| ΣPlokG4 |  | | | | | 0,062165 |

Ukupni pad pritiska na grani G4 iznosi:

ΔPG4=ΔPlinG4+ΔPlokG4+PMM4=89,2395+0,062165+10=99,3 bar

- Grana sistema G12

Ova grana se prostire od priključka K2 , do priključka T4. Količina maziva koja protiče kroz ovaj dio cjevovoda je:

Q12 = Q1 + Q2 = 24,53∙10-5 + 18,3∙10-5 = 42,83∙10-5 [m3/s]=25,698 [l/min]

Prečnik cjevovoda grane G12:

d12 =

Brzina strujanja:

V12 =

Pad pritiska na ulazu u T4 – priključak na kojem se pritisak grane G1 razdvaja na granu G2:

ΔPG1=ΣPlinG1+ΣPlokG1+PMM1=26,0255+0,37796+48=74,40346 bar

ΔPG2=ΣPlin G2+ΣPlokG2+PMM2=21,93+0,05832+10=31,98832 bar

Max. vrijednost pada pritiska na ulazu u T4 priključak za dalji proračun iznosi:

ΔPT4ul=max(ΔPG1;ΔPG2)=74,40346 bar

Proračun padova pritiska kroz granu G12:

Ukupan pad pritiska od priključka T4 do T2 predstavlja zbir svih linijski i lokalni padova pritiska kroz ovu dijonicu cjevovoda.

Linijski padovi pritiska:

Tabela 1.7. Vrijednosti linijski padova pritiska za proračun grane G12

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Simbol | Dužina | Prečnik | Brzina | Kinnem.  viskozitet | Gustina | Reynoldsov  broj | Koeficijent  lin.otpora | Pad pritiska | Pad pritiska |
|  | L,m | D,mm | V,m/s | ,mm3/s | ,kg/m3 | Re | = | P,Pa |  |
| ΔPlinG12 | 10 | 17 | 2 | 150 | 900 | 227,333 | 0,28153 | 1056837,189 | 10,430172 |
| ΣPlinG12 |  | | | | | | | | 10,430172 |

 Re=  ; 

Lokalni padovi pritiska:

Vrijednosti koeficijenata lokalnih otpora za granu G12:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Oznaka | Vrsta priključka | Karakteristike | Vrijednost koef. |
| T2 | T-priključak | Tabela 2.25. tač.1 | 1,3 |

Tabela 1.8. Vrijednosti lokalnih padova pritiska za proračun grane G12

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Simbol | Oznaka | Koef.lokalnih otpora | Brzina  V,m/s | Gustina  ,kg/m3 | Pad pritiska | Pad pritiska |
| ΔPT2 | T2 | 1,3 | 2 | 900 | 8784,140625 | 0,08669 |
| ΣΔPlokG12 |  | | | | | 0,08669 |

Ukupan pad pritiska na grani G12 od priključka T4 do T2 iznosi:

ΔPG12=ΣPlinG12+ΣPlokG12+ΔPT4ul=10,430172+0,0866927+74,40346=84,92 bar  
-Grana sistema G23 –

Ova grana se prostire od priključka T3 , do priključka T2. Količina maziva koja protiče kroz ovaj dio cjevovoda je:

Q23 = Q2 + Q3= 18,3\*10-5 + 5\*10-5= 23,3\*10-5 m3/s=13,98 l/min

Prečnik cjevovoda grane G23:

d23 = ==12,18 mm

Brzina strujanja:

V23 = ==2,0 m/s

Pad pritiska na ulazu u T3 – priključak:

ΔPG4=ΣPlinG4+ΣplokG4+PMM4=89,2395+0,062165+10=99,301665 bar

ΔPG3=ΣPlinG3+ΣPlokG3+PMM3=40,135+0,092723+4=44,227723 bar

Max. vrijednost pada pritiska na ulazu u T4 priključak za dalji proračun iznosi:

ΔPT3ul=max(ΔPG4, ΔPG3)=99,301665 bar

Proračun padova pritiska kroz granu G23:

Ukupan pad pritiska od priključka T3 do T2 predstavlja zbir svih linijski i lokalni padova pritiska kroz ovu dijonicu cjevovoda.

Linijski padovi pritiska:

Tabela 1.9. Vrijednosti linijski padova pritiska za proračun grane G23

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Simbol | Dužina | Prečnik | Brzina | Kinnem.  viskozitet | Gustina | Reynoldsov  broj | Koeficijent  lin.otpora | Pad pritiska | Pad pritiska |
|  | L,m | D,mm | V,m/s | ,mm3/s | ,kg/m3 | Re | = | P,Pa |  |
| ΔPlinG23 | 12 | 12 | 2 | 150 | 900 | 160 | 0,4 | 72000 | 7,1058 |
| ΣΔPlinG23 |  | | | | | | | | 7,1058 |

Re=  ; 

ΔPlinG23=λ23\*\*ρ

Lokalni padovi pritisaka:

Vrijednosti koeficijenata lokalnih otpora za granu G23:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Oznaka | Vrsta priključka | Karakteristike | Vrijednost koef. |
| T2 | T-priključak | Tabela 2.25. tač.1 | 1,3 |

Tabela 1.10. Vrijednosti lokalnih padova pritiska za proračun grane G23

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Simbol | Oznaka | Koef.lokalnih otpora | Brzina  V,m/s | Gustina  ,kg/m3 | Pad pritiska | Pad pritiska |
| ΔPT2 | T2 | 1,3 | 2 | 900 | 2340 | 0,023049 |
| ΣΔPT2 |  | | | | | 0,02304 |

Ukupan pad pritiska na grani G23 od priključka T3 do T2 iznosi:

ΔPG23=ΣPlinG23+ΣPlokG23+ΔPT3ul=7,1058+0,023094+99,301665=106,43 bar

-Grana sistema G34 –

Ova grana se prostire od priključka T3 , do koljena K5. Količina maziva koja protiče kroz ovaj dio cjevovoda je:

Q34 = Q3 + Q4 =5\*10-5+1,5\*10-5=6,5\*10-5 m3/s=3,9 l/min

Prečnik cjevovoda grane G34:

d34 = =6,43 mm,usvajamo d34=6,5 mm

Brzina strujanja:

V34 = =2 m/s

Pad pritiska na ulazu u T3 – priključak:

ΔPG3=ΔPlinG3+ΔPlokG3+PMM3=40,135+0,092723+4=44,2277 bar

ΔPG4=ΔPlinG4+ΔPlokG4+PMM4=89,2395+0,062165+10=99,3 bar

Max. vrijednost pada pritiska na ulazu u T3 priključak za dalji proračun iznosi:

ΔPT3ul=max(ΔPG3, ΔPG4)=99,3 bar

Proračun padova pritiska kroz granu G34:

Ukupan pad pritiska od priključka T3 do K3 predstavlja zbir svih linijski i lokalni padova pritiska kroz ovu dijonicu cjevovoda.

Linijski padovi pritiska:

Tabela 1.11. Vrijednosti linijski padova pritiska za proračun grane G34

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Simbol | Dužina | Prečnik | Brzina | Kinnem.  viskozitet | Gustina | Reynoldsov  broj | Koeficijent  lin.otpora | Pad pritiska | Pad pritiska |
|  | L,m | D,mm | V,m/s | ,mm3/s | ,kg/m3 | Re | = | P,Pa |  |
| ΔPlinG34 | 12 | 6,5 | 2,0 | 150 | 900 | 86,67 | 0,7384 | 2453760 | 24,21673 |
| ΣΔPlinG34 |  | | | | | | | | 24,21673 |

Re= ; 

ΔPlinG34=λ34\*((l34\*v342)/(d34\*2))\*ρ

Lokalni padovi pritiska:

Vrijednosti koeficijenata lokalnih otpora za granu G34

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Oznaka | Vrsta priključka | Karakteristike | Vrijednost koef. |
| T3 | T-priključak | Tabela 2.25. tač.1 | 1,3 |

Tabela 1.12. Vrijednosti lokalnih padova pritiska za proračun grane G34

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Simbol | Oznaka | Koef.lokalnih otpora | Brzina  V,m/s | Gustina  ,kg/m3 | Pad pritiska | Pad pritiska |
| ΔPT3 | T3 | 1,3 | 2,0 | 900 | 2340 | 0,023094 |
| ΣΔPT3 |  | | | | | 0,023094 |

Ukupan pad pritiska na grani G34 od priključka T3 do K3 iznosi:

ΔPT3iz=99,3 bar

ΔPG34=ΔPlinG34+ΔPlokG34+ΔPT3iz=24,216728+0,023094+99,3=123,5398 bar

-Grana sistema GM–

Ova grana se prostire od priključka T2 , do priključka T1. Količina maziva koja protiče kroz ovaj dio cjevovoda je:

QGM = Q12 + Q23 + Q34=42,83\*10-5+23,3\*10-5+6,5\*10-5=72,63\*10-5 m3/s=43,578 l/min

Prečnik cjevovoda grane GM:

dGM ==21,5084 mm,usvajamo dGM=22 mm

Brzina strujanja:

VGM = =2 m/s

Pad pritiska na ulazu u T1 – priključak:

ΔPG1=ΔPG12=84,92 bar

ΔPG2=ΔPG23=106,43 bar

Max. vrijednost pada pritiska na ulazu u T1 priključak za dalji proračun iznosi:

ΔPT1ul=max(ΔPG1,ΔPG2)=106,43 bar

Proračun padova pritiska kroz granu GM:

Ukupan pad pritiska od priključka T1 do T2 predstavlja zbir svih linijski i lokalni padova pritiska kroz ovu dijonicu cjevovoda.

Linijski padovi pritiska:

Tabela 1.13. Vrijednosti linijski padova pritiska za proračun grane G12

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Simbol | Dužina | Prečnik | Brzina | Kinnem.  viskozitet | Gustina | Reynoldsov  broj | Koeficijent  lin.otpora | Pad pritiska | Pad pritiska |
|  | L,m | D,mm | V,m/s | ,mm3/s | ,kg/m3 | Re | = | P,Pa |  |
| ΔPlinGM | 10 | 22 | 2,0 | 150 | 900 | 293,333 | 0,21818 | 178510,9 | 1,76177 |
| ΣΔPlinGM |  | | | | | | | | 1,76177 |

ΔPlinGM=λGM\*((lGM\*vGM2)/(dGM\*2))\*ρ Re= ; 

Lokalni padovi pritiska:

Vrijednosti koeficijenata lokalnih otpora za granu GM

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Oznaka | Vrsta priključka | Karakteristike | Vrijednost koef. |
| T1 | T-priključak | Tabela 2.25. tač.1 | 0,1 |
| K1 | Koljeno,90 ̊ |  | 0,3 |
| F1 | Filter | Tabela 2.14 | 0,26 |

Tabela 1.14. Vrijednosti lokalnih padova pritiska za proračun grane GM

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Simbol | Oznaka | Koef.lokalnih otpora | Brzina  V,m/s | Gustina  ,kg/m3 | Pad pritiska | Pad pritiska |
|  | T1 | 0,1 | 2,0 | 900 | 180 | 0,001776 |
| ΔpK1 | K1 | 0,3 | 2,0 | 900 | 540 | 0,0053294 |
| ΔpF1 | F1 | 0,26 | 2,0 | 900 | 468 | 0,0046188 |
| ΣplokGM |  |  |  |  |  | 0,0117242 |

Ukupan pad pritiska na grani GM od priključka T1 do T2 iznosi:

ΔPT2ul=106,43 bar

ΔPGM=ΔPlinGM+ΔPlokGM+ΔPT2ul=1,76177+0,0117242+106,43=108,2035 bar

* Proračun povratnog cjevovoda-

Povratni pritisak jednak potencijalnoj energiji ulja na mjestu maznog mjesta sa najvišom geodetskom visinom:

Δph=ρ\*g\*h=900\*9,81\*7=61803 Pa=0,61 bar

Za povratni vod se preporučuje brzina v=1 (m/s), te za ukupan protok određujemo prečnik povratnog cjevovoda:

dp = =30,417 mm ,usvajamo dp=31 mm

Za normalno odvođenje ulja nazad u rezervoar potrebno je da se zadovolji uslov 



Δpp=0,248 bar

Gdje je:

* + lp = 20 (m) - dužina povratnog cjevovoda
  + dp = 31 (mm) - prečnik povratnog cjevovoda
  + vp = 1 ( m/s) - brzina strujanja ulja kroz povratni cjevovod
  + 
  + Re =  (mm2/s) - kinematski viskozitet na predpostavljenoj temperaturi povratnog ulja od 800C ,slika 4.6.
  +  T 2.25. tač.3 ,ukupno 3 koljena
  + = 0,1 pravolinijsko proticanje kroz T – priključak,ukupno 5 priključka

Provjera utroška raspoložive potencijalne energije:

Δph=0,61 >Δpp=0,248

\*Projektovani povratni cjevovod zadovoljava\*

* Projektovanje radnog pritiska i pumpe –

Ukupni potrebni radni pritisak pumpe:

Pp=ΔpGM+Δph+Δpd=108,2035+0,61+0,248=109,0615 bar

Pp – ukupni pritisak u pumpi statički pritisak zbog geodetske razlike nivoa ulja u rezervoaru i najudaljenijeg

maznog mjesta,u ovom slučaju h = 7 (m)

- rezervi pritisak koji se dodaje radi nepredviđenih povećanja otpora u sistemu,

Usvojena vrijedost 0,248 (bar)

Ukupni kapacitet pumpe Qp iznosi:

Qp=(1,1:1,25)\*QGM=1,15\*72,63 \*10-5=8,35245 \*10-4 m3/s

Max. potrebna snaga pumpe:

NP ==9,3189 kW

- ηuk =(0,8 ÷0,85) – koef. korisnog dejstva pumpe

-QGM = 43,578[l/min]- potrebna količina maziva za ispravan rad sistema

-Pp = 109,0615 [bar] – maksimalni pritisak pumpe

\* Na osnovu proračuna usvaja se pumpa snage 10 [kW] \*

* Projektovanje rezervoara –

V===2,684716 m3

* stepen sigurnosti = 1,25
* Qp = 50,1147 [l/min] – kapacitet pumpe
* O = 1,2 ÷ 1,6 (usvajamo 1,4) – koeficijent optoka za cirkulacione sisteme