

Pasipriešinimo jėgos, veikiančios riedančias atkabas nuo skirstomojo kalnelio

Mažo pajėgumo skirstomasis kalnelis:

Lauko temperatūra nepalankiomis žiemos sąlygomis:

$$t^0 = -5 + 0,3 \cdot 2,0(-25 - (-5)) = -5 - 12 = -17^\circ \text{C}.$$

Riedančio vagono greitis ruožuose:

$$\text{1 ruožas: } v_a = 3,5 + 3,5 = 7 \text{ m/s; } \alpha = 20/2 = 10^0;$$

$$\text{2 ruožas: } v_a = 4,0 + 3,5 = 7,5 \text{ m/s; } \alpha = 20/2 = 10^0;$$

$$\text{3 ruožas: } v_a = 3,0 + 3,5 = 6,5 \text{ m/s; } \alpha = 20/2 = 10^0;$$

$$\text{4 ruožas: } v_a = 1,4 + 3,5 = 4,9 \text{ m/s; } \alpha = 20/2 = 10^0.$$

Pasipriešinimo jėgos koeficientas, dėl oro temperatūros ir vėjo, ruožuose:

$$\text{1 ruožas: } w_{av} = \frac{17,8 \cdot 1,64 \cdot 9,7}{[273 + (-17)] \cdot 22} \cdot 49 = 2,46;$$

$$\text{2 ruožas: } w_{av} = \frac{17,8 \cdot 1,64 \cdot 9,7}{[273 + (-17)] \cdot 22} \cdot 56,25 = 2,83;$$

$$\text{3 ruožas: } w_{av} = \frac{17,8 \cdot 1,64 \cdot 9,7}{[273 + (-17)] \cdot 22} \cdot 42,25 = 2,12;$$

$$\text{4 ruožas: } w_{av} = \frac{17,8 \cdot 1,64 \cdot 9,7}{[273 + (-17)] \cdot 22} \cdot 24,01 = 1,21.$$

Pasipriešinimo jėgos dėl iešmų, kreivių, sniego ir šalčio:

$$v = \frac{414,93}{151,63} = 2,74 \text{ m/s};$$

$$w_{ieš} = 0,56 \cdot 7,51 \cdot 6 \cdot 10^{-3} = 0,03;$$

$$\alpha_{ieš} = 6 \cdot 4,7312 = 28,39^0;$$

$$\alpha_{kr} = 9,78 + 1,83 + 1,63 + 1,5 + 24,21 = 38,95^0;$$

$$w_{kr} = 0,23 \cdot 7,51 \cdot (38,95 + 28,39) \cdot 10^{-3} = 0,12;$$

$$w_s = 1,0.$$

Visų pasipriešinimo jėgų suma:

$$h_{w0} = 414,93 \cdot 1,75 \cdot 10^{-3} = 0,73;$$

$$h_{wav} = 414,93 \cdot 1,96 \cdot 10^{-3} = 0,81;$$

$$h_{ws} = 414,93 \cdot 1,0 \cdot 10^{-3} = 0,41;$$

$$h_{wieš} = w_{ieš} = 0,03;$$

$$h_{wkr} = w_{kr} = 0,12;$$

$$W = 0,73 + 0,81 + 0,41 + 0,03 + 0,12 = 2,10.$$

Didelio pajėgumo skirstomasis kalnelis:

Lauko temperatūra nepalankiomis žiemos sąlygomis:

$$t^0 = -5 + 0,3 \cdot 2,5(-25 - (-5)) = -5 - 15 = -20^\circ \text{C}.$$

Riedančio vagono greitis ruožuose:

$$\underline{1 \text{ ruožas:}} \quad v_a = 4,2 + 3,5 = 7,7 \text{ m/s; } \alpha = 20/2 = 10^0;$$

$$\underline{2 \text{ ruožas:}} \quad v_a = 5,5 + 3,5 = 9 \text{ m/s; } \alpha = 20/2 = 10^0;$$

$$\underline{3 \text{ ruožas:}} \quad v_a = 5,0 + 3,5 = 8,5 \text{ m/s; } \alpha = 20/2 = 10^0;$$

$$\underline{4 \text{ ruožas:}} \quad v_a = 2,0 + 3,5 = 5,5 \text{ m/s; } \alpha = 20/2 = 10^0.$$

Pasipriešinimo jėgos koeficientas, dėl oro temperatūros ir vėjo, ruožuose:

$$\underline{1 \text{ ruožas:}} \quad w_{av} = \frac{17,8 \cdot 1,64 \cdot 9,7}{[273 + (-20)] \cdot 22} \cdot 59,29 = 3,02;$$

$$\underline{2 \text{ ruožas:}} \quad w_{av} = \frac{17,8 \cdot 1,64 \cdot 9,7}{[273 + (-20)] \cdot 22} \cdot 81 = 4,12;$$

$$\underline{3 \text{ ruožas:}} \quad w_{av} = \frac{17,8 \cdot 1,64 \cdot 9,7}{[273 + (-20)] \cdot 22} \cdot 72,25 = 3,68;$$

$$\underline{4 \text{ ruožas:}} \quad w_{av} = \frac{17,8 \cdot 1,64 \cdot 9,7}{[273 + (-20)] \cdot 22} \cdot 30,25 = 1,54.$$

Pasipriešinimo jėgos dėl iešmų, kreivių, sniego ir šalčio:

$$v = \frac{414,93}{104,23} = 3,98 \text{ m/s;}$$

$$w_{ieš} = 0,56 \cdot 15,84 \cdot 6 \cdot 10^{-3} = 0,05;$$

$$\alpha_{ieš} = 6 \cdot 4,7312 = 28,39^0;$$

$$\alpha_{kr} = 9,78 + 1,83 + 1,63 + 1,5 + 24,21 = 38,95^0;$$

$$w_{kr} = 0,23 \cdot 15,84 \cdot (38,95 + 28,39) \cdot 10^{-3} = 0,24;$$

$$w_s = 1,0.$$

Visų pasipriešinimo jėgų suma:

$$h_{w0} = 414,93 \cdot 1,75 \cdot 10^{-3} = 0,73;$$

$$h_{wav} = 414,93 \cdot 2,85 \cdot 10^{-3} = 1,18;$$

$$h_{ws} = 414,93 \cdot 1,0 \cdot 10^{-3} = 0,41;$$

$$h_{wieš} = w_{ieš} = 0,05;$$

$$h_{wkr} = w_{kr} = 0,24;$$

$$W = 0,73 + 1,18 + 0,41 + 0,05 + 0,24 = 2,61.$$

Skirstomojo kalnelio aukštis

$$\gamma = \frac{0,42 \cdot 4}{22} = 0,076.$$

$$g' = \frac{9,81}{1 + 0,076} = 9,12 \text{ m/s}^2.$$

Mažo galingumo skirstomasis kalnelis:

$$H_{kal} = 1,5 \cdot [414,93 \cdot 1,75 + 89,17 \cdot 2,46 + 88,58 \cdot 2,83 + 171,7 \cdot 2,12 + 65,48 \cdot 1,21 + 0,03 \cdot 6 + 0,12 \cdot 67,34] \cdot 10^{-3} + 414,93 \cdot 1,0 \cdot 10^{-3} - \frac{1,2^2}{2 \cdot 9,12} = 2,81m.$$

Didelio galingumo skirstomasis kalnelis:

$$H_{kal} = 1,75 \cdot [414,93 \cdot 1,75 + 89,17 \cdot 3,02 + 88,58 \cdot 4,12 + 171,7 \cdot 3,68 + 65,48 \cdot 1,54 + 0,05 \cdot 6 + 0,24 \cdot 67,34] \cdot 10^{-3} + 414,93 \cdot 1,0 \cdot 10^{-3} - \frac{1,7^2}{2 \cdot 9,12} = 3,95m.$$

Nuokalnės ruožo išilginis profilis

$$T_c = \frac{250 \cdot 50}{2000} = 6,25m = l_{c1} = l_{c2}.$$

Šių ruožų nuolydis yra:

$$i_{c1} = 0,167 \cdot i_{ck1} = 0,167 \cdot 50 = 8,4 \text{ ‰};$$

$$i_{c2} = 0,833 \cdot i_{ck1} = 0,833 \cdot 50 = 41,6 \text{ ‰}.$$

$$h_{c1} = l_{c1} \cdot i_{c1} \cdot 10^{-3} = 6,25 \cdot 8,4 = 0,05 \text{ m};$$

$$h_{c2} = l_{c2} \cdot i_{c2} \cdot 10^{-3} = 6,25 \cdot 41,6 = 0,26 \text{ m.}$$

Kadangi įkalnės ruožo nuolydis yra $i_i=8\%$, tai maksimalus leistinas pirmojo įsiriedėjimo ruožo nuolydis yra:

$$i_{ck1}^{\max} = 55 - 8 = 47 \text{ ‰.}$$

$$h_{ck1}^{\max} = l_{ck1} \cdot i_{ck1}^{\max} \cdot 10^{-3} = 1,00 \text{ m.}$$

Pagal formulę $h_j = l_j \cdot i_j \cdot 10^{-3}$ (21) apskaičiuojami visų ruožų ($l_{c1}, l_{c2}, l_{ck1}, l_{ck2}, l_{s1}, l_{s2}, l_c, l_{kk1}, l_{s3}, l_{kk2}$) aukščiai, kurie suvedami į lenteles (žr. 4.1.1 ir 4.1.2 lentelės).

Pagal 3.2.4.1 lentelę vagonų stabdikliams KNP-5 ir KV-3 leidžiamas maksimalus greitis 7 m/s.

$$W_0^{LG} = 0,5.$$

Pagal 18 ir 19 formules apskaičiuojamas sunkio jėgos pagreitis labai geram riedmeniui (LGR), kurio svoris 85 t.

$$\gamma_{LG} = \frac{0,42 \cdot 4}{85} = 0,02; \quad g'_{LG} = \frac{9,81}{1 + 0,02} = 9,62 \text{ m/s}^2.$$

Toliau skaičiavimai skirtingo galingumo skirstomiesiems kalneliams atliekami atskirai.

Mažo galingumo skirstomasis kalnelis:

Maksimalus pirmojo ruožo nuolydis:

$$i_{ck}^{\max} = \frac{(7^2 - 2,5^2)}{2 \cdot 9,62 \cdot 89,17 \cdot 10^{-3}} + 0,5 + \frac{0,56 \cdot 3,5^2 \cdot 2 + 0,23 \cdot 3,5^2 \cdot 9,46}{89,17} = 25,9 \text{ ‰;}$$

Pirmojo ruožo aukštis:

$$h_{ck} = 89,17 \cdot 25,9 \cdot 10^{-3} = 2,31 \text{ m;}$$

Antrojo įsiriedėjimo ruožo nuolydis:

$$i_{ck2} = \frac{2,31 - (0,05 + 0,26 + 1,0)}{55,31 \cdot 10^{-3}} = 18,08 \text{ ‰;}$$

Kai $i_{ck1}^{\max} - i_{ck2} = 47 - 18,08 = 28,92 \text{ ‰} \approx 25 \text{ ‰}$, tai:

$$i'_{ck1} = \frac{2,31 - (0,05 + 0,26) + 25 \cdot 55,31 \cdot 10^{-3}}{(21,36 + 55,31) \cdot 10^{-3}} = 44,0 \text{ ‰;}$$

$$h'_{ck1} = 21,36 \cdot 44,0 \cdot 10^{-3} = 0,94 \text{ m;}$$

$$i'_{ck2} = \frac{2,32 - (0,05 + 0,26 + 0,94)}{55,31 \cdot 10^{-3}} = 19,1 \text{‰};$$

$$i'_{ck1} - i'_{ck2} = 44,0 - 19,1 = 24,9 \text{‰}$$

Antrojo įsriedėjimo ruožo aukštis:

$$h_{ck2} = l_{ck2} \cdot i'_{ck2} \cdot 10^{-3} = 55,31 \cdot 19,1 \cdot 10^{-3} = 1,06 \text{ m.}$$

Pirmosios stabdymo pozicijos aukštis:

$$\text{Pagal 3.2.3.1 lentelę } i_{s1}^{\min} = 12 \text{‰, tai } h_{s1} = l_{s1} \cdot i_{s1}^{\min} \cdot 10^{-3} = 25 \cdot 12 \cdot 10^{-3} = 0,30 \text{ m;}$$

Tarpinio ruožo tarp I SP ir II SP aukštis:

$$\text{Pagal 3.2.3.1 lentelę } i_{tarp}^{\min} = 7 \text{‰, tai } h_{tarp} = l_{tarp} \cdot i_{tarp}^{\min} \cdot 10^{-3} = 63,58 \cdot 7 \cdot 10^{-3} = 0,45 \text{ m;}$$

Antrosios stabdymo pozicijos aukštis:

$$\text{Pagal 3.2.3.1 lentelę } i_{s2}^{\min} = 7 \text{‰, tai } h_{s2} = l_{s2} \cdot i_{s2}^{\min} \cdot 10^{-3} = 28,97 \cdot 7 \cdot 10^{-3} = 0,20 \text{ m;}$$

Iešmyno ruožo aukštis:

$$\text{Pagal 3.2.3.1 lentelę } i_c = 2 \text{‰, tai } h_c = l_c \cdot i_c \cdot 10^{-3} = 89,91 \cdot 2 \cdot 10^{-3} = 0,18 \text{ m;}$$

Kaupimo kelių pirmojo ruožo aukštis:

$$i_{kk1} = 2 \text{‰, tai } h_{kk1} = l_{kk1} \cdot i_{kk1} \cdot 10^{-3} = 53,63 \cdot 2 \cdot 10^{-3} = 0,11 \text{ m;}$$

Trečiosios stabdymo pozicijos aukštis:

$$\text{Pagal 3.2.3.1 lentelę } i_{s3} = 1,5 \text{‰, tai } h_{s3} = l_{s3} \cdot i_{s3} \cdot 10^{-3} = 15,48 \cdot 1,5 \cdot 10^{-3} = 0,02 \text{ m;}$$

Kaupimo kelių antrojo ruožo aukštis:

$$\text{Pagal 3.2.3.1 lentelę } i_{kk2} = 0,6 \text{‰, tai } h_{kk2} = l_{kk2} \cdot i_{kk2} \cdot 10^{-3} = 50 \cdot 0,6 \cdot 10^{-3} = 0,03 \text{ m;}$$

Reikalingas kalnelio aukštis pagal profilį “sudėtingam” keliui:

$$H_{kal(prof)}^S = 0,05 + 0,26 + 0,94 + 1,06 + 0,30 + 0,45 + 0,20 + 0,18 + 0,11 + 0,02 + 0,03 = 3,6 \text{ m;}$$

$$H_{kal(prof)}^S = 3,6 \text{ m} > H_{kal} = 2,81 \text{ m, todėl kalnelio aukštis skaičiavimuose įvertinamas 3,6 m.}$$

$$\text{Aukščių skirtumas atskaitos taške: } \Delta h = H_{kal(prof)}^S - H_{kal} = 3,6 - 2,81 = 0,79 \text{ m.}$$

Didelio galingumo skirstomasis kalnelis:

Maksimalus pirmojo ruožo nuolydis:

$$i_{ck}^{\max} = \frac{(7^2 - 2,5^2)}{2 \cdot 9,62 \cdot 89,17 \cdot 10^{-3}} + 0,5 + \frac{0,56 \cdot 4,2^2 \cdot 2 + 0,23 \cdot 4,2^2 \cdot 9,46}{89,17} = 26,07 \text{‰};$$

Pirmojo ruožo aukštis:

$$h_{ck} = 89,17 \cdot 26,07 \cdot 10^{-3} = 2,32 \text{ m;}$$

Antrojo įsirišedėjimo ruožo nuolydis:

$$i_{ck2} = \frac{2,32 - (0,05 + 0,26 + 1,0)}{55,31 \cdot 10^{-3}} = 18,26 \text{ ‰};$$

Kai $i_{ck1}^{\max} - i_{ck2} = 47 - 18,26 = 28,74 \text{ ‰} > 25 \text{ ‰}$, tai:

$$i'_{ck1} = \frac{2,32 - (0,05 + 0,26) + 25 \cdot 55,31 \cdot 10^{-3}}{(21,36 + 55,31) \cdot 10^{-3}} = 44,25 \text{ ‰};$$

$$h'_{ck1} = 21,36 \cdot 44,25 \cdot 10^{-3} = 0,95 \text{ m};$$

$$i'_{ck2} = \frac{2,32 - (0,05 + 0,26 + 0,95)}{55,31 \cdot 10^{-3}} = 19,2 \text{ ‰};$$

$$i'_{ck1} - i'_{ck2} = 44,25 - 19,2 = 25,05 \approx 25 \text{ ‰}$$

Antrojo įsirišedėjimo ruožo aukštis:

$$h'_{ck2} = l_{ck2} \cdot i'_{ck2} \cdot 10^{-3} = 55,31 \cdot 19,2 \cdot 10^{-3} = 1,06 \text{ m};$$

Pirmosios stabdymo pozicijos aukštis:

$$\text{Pagal 3.2.3.1 lentelę } i_{s1}^{\min} = 12 \text{ ‰, tai } h_{s1} = l_{s1} \cdot i_{s1}^{\min} \cdot 10^{-3} = 25 \cdot 12 \cdot 10^{-3} = 0,30 \text{ m};$$

Antrosios stabdymo pozicijos aukštis:

$$\text{Pagal 3.2.3.1 lentelę } i_{s2}^{\min} = 7 \text{ ‰, tai } h_{s2} = l_{s2} \cdot i_{s2}^{\min} \cdot 10^{-3} = 28,97 \cdot 7 \cdot 10^{-3} = 0,20 \text{ m};$$

Iešmyno ruožo aukštis:

$$\text{Pagal 3.2.3.1 lentelę } i_c = 2 \text{ ‰, tai } h_c = l_c \cdot i_c \cdot 10^{-3} = 89,91 \cdot 2 \cdot 10^{-3} = 0,18 \text{ m};$$

Kaupimo kelių pirmojo ruožo aukštis:

$$i_{kk1} = 2 \text{ ‰, tai } h_{kk1} = l_{kk1} \cdot i_{kk1} \cdot 10^{-3} = 53,63 \cdot 2 \cdot 10^{-3} = 0,11 \text{ m};$$

Trečiosios stabdymo pozicijos aukštis:

$$\text{Pagal 3.2.3.1 lentelę } i_{s3} = 1,5 \text{ ‰, tai } h_{s3} = l_{s3} \cdot i_{s3} \cdot 10^{-3} = 15,48 \cdot 1,5 \cdot 10^{-3} = 0,02 \text{ m};$$

Kaupimo kelių antrojo ruožo aukštis:

$$\text{Pagal 3.2.3.1 lentelę } i_{kk2} = 0,6 \text{ ‰, tai } h_{kk2} = l_{kk2} \cdot i_{kk2} \cdot 10^{-3} = 50 \cdot 0,6 \cdot 10^{-3} = 0,03 \text{ m};$$

Tarpinio ruožo tarp I SP ir II SP nuolydis:

$$i_{tarp} = \frac{3,95 - (0,05 + 0,26 + 0,95 + 1,06 + 0,30 + 0,20 + 0,18 + 0,11 + 0,02 + 0,03)}{63,58 \cdot 10^{-3}} = 12 \text{ ‰};$$

Tarpinio ruožo aukštis:

$$h_{tarp} = i_{tarp} \cdot l_{tarp} \cdot 10^{-3} = 12 \cdot 63,58 \cdot 10^{-3} = 0,79 \text{ m}.$$

Stabdymo pozicijų galingumo nustatymas

Mažo galingumo skirstomasis kalnelis

$$h_{0(\max)} = \frac{2,5^2}{2 \cdot 9,62} = 0,32 \text{ m energ. a;}$$

Aukštis nuo iešmyno iki atskaitos taško:

$$h_{c-AT} = 0,18 + 0,11 + 0,02 + 0,03 = 0,34 \text{ m;}$$

Atstumas nuo kalnelio viršūnės iki II SP:

$$l_{kv-s2} = 6,25 + 6,25 + 21,36 + 55,31 + 25 + 63,58 + 28,97 = 206,72 \text{ m;}$$

Pagal 29 formulę apskaičiuojama:

$$h_w^{LG} = [0,5 \cdot 206,72 + (0,56 \cdot 3,5^2 \cdot 2 + 0,23 \cdot 3,5^2 \cdot 9,46 \cdot 1 + 0,56 \cdot 4^2 \cdot 1 + 0,23 \cdot 4^2 \cdot 16,34)] \cdot 10^{-3} =$$

$$= 0,21 \text{ m energ. a.}$$

$$H_{SG} = 1,2 \cdot (3,6 + 0,32 - 0,34 - 0,21) = 4,04 \text{ m energ. a;}$$

$h_{wkv-tarp}^{LG}$ apskaičiuojamas pagal 29 formulę:

$$h_{wkv-tarp}^{LG} = (0,5 \cdot 177,75 + 109,46) \cdot 10^{-3} = 0,20 \text{ m energ. a;}$$

Stabdikliui KNP-5 greitis $v_{\max}$ yra 7 m/s:

$$h_S^{\max} = \frac{7^2}{2 \cdot 9,62} = 2,55; \quad h_{s2-AT} = H_{pr} = 0,34 + 0,20 = 0,54 \text{ m;}$$

Minimali vieno vagono stabdiklio jėga I stabdymo pozicijoje:

$$h'_{S(\min)} = 3,6 + 0,32 - 0,20 - 2,55 - 0,54 = 0,33 \text{ m energ. a.}$$

Bendras I stabdymo pozicijos galingumas:

$$2h'_{S(\min)} = 2 \cdot 0,33 = 0,66 \text{ m energ. a.}$$

Bendra minimali II stabdymo pozicijos galia:

$$h''_{S(\min)} = 2,55 + 28,97 \cdot (7 - 0,5) \cdot 10^{-3} = 2,74 \text{ m energ. a.}$$

Antroje stabdymo pozicijoje yra 2 vagonų stabdikliai KNP-5, kurių kiekvieno apskaičiuotas energinis aukštis yra 1,2 m energ. a., tai:

$$h''_{SG} = 1,2 + 1,2 = 2,4 < h''_{S(\min)} = 2,74;$$

Priimama, kad II stabdymo pozicijos disponuojama galia 2,4.

$$v_{leist} = \sqrt{2 \cdot 9,62 \cdot [2,4 - 28,97 \cdot (7 - 0,5) \cdot 10^{-3}]} = 6,52 \text{ m/s;}$$

$$w_{tarp} = \frac{0,56 \cdot 4^2 \cdot 1 + 0,23 \cdot 4^2 \cdot 17,18}{63,58} = 1,14;$$

$$v_{is} = \sqrt{6,52^2 - 2 \cdot 9,62 \cdot 63,58 \cdot (7 - 0,5 - 1,14) \cdot 10^{-3}} = 5,99 \text{ m/s};$$

Pirmoje stabdymo pozicijoje yra 2 vagonų stabdikliai KV-3, kurių kiekvieno apskaičiuotas energinis aukštis yra 1,0, todėl $h'_{SG} = 1 + 1 = 2 \text{ m energ. a.}$

$$v_{leist} = \sqrt{6,52^2 + 2 \cdot 9,62 \cdot [2 - 25 \cdot (12 - 0,5) \cdot 10^{-3}]} = 8,7 \text{ m/s} > v_{\max} = 7 \text{ m/s};$$

$$h'_{SS} = \frac{7^2 - 5,99^2}{2 \cdot 9,62} + 25 \cdot (12 - 0,5) \cdot 10^{-3} = 0,96 \text{ m energ. a.}$$

Kadangi $h'_{SS} = 0,96 \text{ m energ. a.}$, o tai yra mažiau už pateiktus dydžius vagonų stabdikliams KV-3, tai vagonų nuleidimo greitis bus $v_{o(max)} = 2,5 \text{ m/s}$, o įvažiavimo greitis į II stabdymo poziciją ne didesnis kaip $5,99 \text{ m/s}$.

Bendra suminė I ir II stabdymo pozicijų disponuojama galia yra:

$$h'_{SG} + h''_{SG} = 2 + 2,4 = 4,4 \text{ m energ. a.}, \text{ o tai yra daugiau nei apskaičiuota } H_{SG} = 4,04 \text{ m energ. a.}$$

Apskaičiuojama minimali III stabdymo pozicijos galia:

$$v_{iss3}^{LG} = \sqrt{1,4^2 - 2 \cdot 9,62 \cdot 50 \cdot (0,6 - 0,5) \cdot 10^{-3}} = 1,37 \text{ m/s};$$

$$h''_{S(min)} = \frac{3^2 - 1,37^2}{2 \cdot 9,62} + 15,48 \cdot (1,5 - 0,5) \cdot 10^{-3} = 0,39 \text{ m energ. a.}$$

III stabdymo pozicijoje užtenka 1 vagono stabdiklio RNZ-2M, kurio energinis aukštis yra $0,45 \text{ m energ. a.}$

Didelio galingumo skirstomasis kalnelis

$$h_{0(max)} = \frac{2,5^2}{2 \cdot 9,62} = 0,32 \text{ m energ. a.}$$

Aukštis nuo iešmyno iki atskaitos taško:

$$h_{c-AT} = 0,18 + 0,11 + 0,02 + 0,03 = 0,34 \text{ m};$$

Atstumas nuo kalnelio viršūnės iki II SP:

$$l_{kv-s2} = 6,25 + 6,25 + 21,36 + 55,31 + 25 + 63,58 + 28,97 = 206,72 \text{ m};$$

Pagal 29 formulę apskaičiuojama:

$$h_w^{LG} = [0,5 \cdot 206,72 + (0,56 \cdot 4,2^2 \cdot 2 + 0,23 \cdot 4,2^2 \cdot 9,46 \cdot 1 + 0,56 \cdot 5,5^2 \cdot 1 + 0,23 \cdot 5,5^2 \cdot 16,34)] \cdot 10^{-3} = 0,29 \text{ m energ. a.}$$

Reikalingas bendras stabdymo pozicijų galingumas (be stabdymo pozicijų kaupimo keliuose):

$$H_{SG} = 1,2 \cdot (3,95 + 0,32 - 0,34 - 0,29) = 4,37 \text{ m energ. a.}$$

$h_{wkv-tarp}^{LG}$ apskaičiuojamas pagal 29 formulę:

$$h_{wkv-tarp}^{LG} = (0,5 \cdot 177,75 + 188,76) \cdot 10^{-3} = 0,28 \text{ m energ. a.}$$

Stabdikliui KNP-5 greitis v_{max} yra 7 m/s:

$$h_S^{max} = \frac{7^2}{2 \cdot 9,62} = 2,55 \text{ m energ. a.}; \quad h_{s2-AT} = H_{pr} = 0,34 + 0,20 = 0,54 \text{ m};$$

Minimali vieno vagono stabdiklio jėga I stabdymo pozicijoje:

$$h'_{S(min)} = 3,95 + 0,32 - 0,28 - 2,55 - 0,54 = 0,86 \text{ m energ. a.}$$

Bendras I stabdymo pozicijos galingumas:

$$2h'_{S(min)} = 2 \cdot 0,86 = 1,72 \text{ m energ. a.}$$

Bendra minimali II stabdymo pozicijos galia:

$$h''_{S(min)} = 2,55 + 28,97 \cdot (7 - 0,5) \cdot 10^{-3} = 2,74 \text{ m energ. a.}$$

Antroje stabdymo pozicijoje yra 2 vagonų stabdikliai KNP-5, kurių kiekvieno apskaičiuotas energinis aukštis yra 1,2 m energ. a., tai:

$$h''_{SG} = 1,2 + 1,2 = 2,4 < h''_{S(min)} = 2,74 \text{ m energ. a.}$$

Priimama, kad II stabdymo pozicijos disponuojama galia 2,4 m energ. a.

$$v_{leist} = \sqrt{2 \cdot 9,62 \cdot [2,4 - 28,97 \cdot (7 - 0,5) \cdot 10^{-3}]} = 6,52 \text{ m/s};$$

$$w_{tarp} = \frac{0,56 \cdot 5^2 \cdot 1 + 0,23 \cdot 5^2 \cdot 17,18}{63,58} = 1,77;$$

$$v_{is} = \sqrt{6,52^2 - 2 \cdot 9,62 \cdot 63,58 \cdot (7 - 0,5 - 1,77) \cdot 10^{-3}} = 6,06 \text{ m/s};$$

Pirmoje stabdymo pozicijoje yra 2 vagonų stabdikliai KV-3, kurių kiekvieno apskaičiuotas energinis aukštis yra 1,0 m energ. a., todėl $h'_{SG} = 1 + 1 = 2 \text{ m energ. a.}$

$$v_{leist} = \sqrt{6,52^2 + 2 \cdot 9,62 \cdot [2 - 25 \cdot (12 - 0,5) \cdot 10^{-3}]} = 8,7 \text{ m/s} > v_{max} = 7 \text{ m/s};$$

$$h'_{SS} = \frac{7^2 - 6,06^2}{2 \cdot 9,62} + 25 \cdot (12 - 0,5) \cdot 10^{-3} = 0,93 \text{ m energ. a.}$$

Kadangi $h'_{SS} = 0,93 \text{ m energ. a.}$, o tai yra mažiau už pateiktus dydžius vagonų stabdikliams KV-3, tai vagonų nuleidimo greitis bus $v_{o(max)} = 2,5 \text{ m/s}$, o įvažiavimo greitis į II stabdymo poziciją ne didesnis kaip 6,06 m/s.

Bendra suminė I ir II stabdymo pozicijų disponuojama galia yra:

$h'_{SG} + h''_{SG} = 2 + 2,4 = 4,4$ m energ. a., o tai yra beveik lygu apskaičiuotam dydžiui $H_{SG} = 4,37$ m energ. a.

Apskaičiuojama minimali III stabdymo pozicijos galia:

$$v_{i33}^{LG} = \sqrt{1,4^2 - 2 \cdot 9,62 \cdot 50 \cdot (0,6 - 0,5) \cdot 10^{-3}} = 1,37 \text{ m/s};$$

$$h_{S(\min)}''' = \frac{5^2 - 1,37^2}{2 \cdot 9,62} + 15,48 \cdot (1,5 - 0,5) \cdot 10^{-3} = 1,22 \text{ m energ. a.}$$

III stabdymo pozicijoje užtenka 1 vagono stabdiklio VZPG-5, kurio energinis aukštis yra 1,3 m energ. a.

Skirstomojo kalnelio pajėgumo nustatymas

Mažo galingumo skirstomasis kalnelis:

Sąstatų išformavimo trukmė.

Vidutinis vagonų skaičius atkaboje:

$$\frac{m}{g_a} = \frac{50}{5} = 10 \text{ vag.}$$

Laikas manevriniui šilumvežiui nuvažiuoti į atvykimo kelyną prie sąstato:

$$t_v = 0,06 \cdot (1000 + 100) / 15 = 4,40 \text{ min.}$$

Laikas, reikalingas sąstatui užstumti iš atvykimo kelyno į kalnelį:

$$t_{už.} = 0,06 \cdot 412 / 5 = 5,04 \text{ min.}$$

Sąstato išformavimo per kalnelį laikas (manevriniu lokomotyvu):

$$t_{for} = 0,06 \cdot \frac{50 \cdot 14}{4,32} = 9,7 \text{ min.}$$

Kaupiamojo kelyno keliuose esantiems vagonams iš kalnelio pusės sustumti reikalingas laikas:

$$t_{sus} = 0,06 \cdot 50 = 3,0 \text{ min}$$

Baigiamasis sąstatų formavimas per kalnelį.

Apskaičiuojamas baigiamojo sąstatų formavimo per kalnelį technologinis laikas, kai per parą formuojama 30 sąstatų.

Trijų parų analizė parodė, kad baigiamojo sąstatų formavimo metu pakartotinai per kalnelį išskirstyti 99 vagonai, t.y. vidutiniškai per parą: $\frac{99}{3} = 33$ vagonai.

$$m' = \frac{33}{30} = 1,1$$

$$T_{fp} = 1,73 + 0,18 \cdot 1,1 = 1,928 \approx 1,93 \text{ min.}$$

Rinktinio traukinio ir vietinių vagonų į rajonus sąstatų formavimas:

Laikas manevriniui šilumvežiui nuvažiuoti į atvykimo kelyną prie sąstato:

$$t_v = 0,06 \cdot (1000 + 100) / 15 = 4,40 \text{ min.}$$

Laikas, reikalingas sąstatui užstumti iš atvykimo kelyno į kalnelį:

$$t_{už.} = 0,06 \cdot 412 / 5 = 5,04 \text{ min.}$$

Sąstato išformavimo per kalnelį laikas (manevriniu lokomotyvu):

$$t_{for} = 0,06 \cdot \frac{50 \cdot 14}{4,32} = 9,7 \text{ min.}$$

Kaupiamojo kelyno keliuose esantiems vagonams iš kalnelio pusės sustumti reikalingas laikas:

$$t_{sus} = 0,06 \cdot 50 = 3,0 \text{ min}$$

Sąstatų išformavimo trukmė:

$$T_{isf} = 4,40 + 5,04 + 9,7 + 3,0 = 22,14 \text{ min.}$$

Dažniausiai formuojant rinktinį traukinį, vidutiniškai, vienu metu varomi vagonai į 2 paskirties punktus, todėl $k=2$.

$$m_{sur} = 50 \cdot (2 - 1) / 2 = 25$$

$$T_{sur} = 1,8 \cdot 1 + 0,3 \cdot 25 = 9,3 \text{ min.}$$

Bendra sąstato suformavimo trukmė:

$$T''_{form} = 22,14 + 9,3 = 31,14 \text{ min.}$$

Skaičiuojamas ΣT :

Traukinių formavimo plane numatyta 4 perdavimo traukiniai. Stoties veiklos technologijoje numatytas 2 sąstatų į privažiuojamųjų kelių rajonus formavimas. Kalnelio įrenginių priežiūrai numatyta 150 min/parą.

$$\Sigma T = 4 \cdot 9,3 + 4 \cdot 22,14 + 150 = 276 \text{ min.}$$

Skirstymo kalnelio pajėgumas:

$$B = \frac{0,97 \cdot 1440 - 276}{22,14} \cdot 50 = 2531 \text{ vag/parą.}$$

Skirstymo kalnelio pajėgumas 2531 vag/parą.

Didelio galingumo skirstomasis kalnelis:**Sąstatų išformavimo trukmė.**

Vidutinis vagonų skaičius atkaboje:

$$\frac{m}{g_a} = \frac{50}{11} = 4,55 \text{ vag.}$$

Laikas manevriniui šilumvežiui nuvažiuoti į atvykimo kelyną prie sąstato:

$$t_v = 0,06 \cdot (1000 + 100) / 15 = 4,40 \text{ min.}$$

Laikas, reikalingas sąstatui užstumti iš atvykimo kelyno į kalnelį:

$$t_{už.} = 0,06 \cdot 412 / 5 = 5,04 \text{ min.}$$

Sąstato išformavimo per kalnelį laikas (manevriniu lokomotyvu):

$$t_{for} = 0,06 \cdot \frac{50 \cdot 14}{6,12} = 6,86 \text{ min.}$$

Kaupiamojo kelyno keliuose esantiems vagonams iš kalnelio pusės sustumti reikalingas laikas:

$$t_{sus} = 0,06 \cdot 50 = 3,0 \text{ min}$$

Baigiamasis sąstatų formavimas per kalnelį.

Apskaičiuojamas baigiamojo sąstatų formavimo per kalnelį technologinis laikas, kai per parą formuojama 60 sąstatų.

Trijų parų analizė parodė, kad baigiamojo sąstatų formavimo metu pakartotinai per kalnelį išskirstyti 205 vagonai, t.y. vidutiniškai per parą: $\frac{205}{3} = 68$ vagonai.

$$m' = \frac{68}{60} = 1,13$$

$$T_{fp} = 1,73 + 0,18 \cdot 1,13 = 1,933 \approx 1,93 \text{ min.}$$

Rinktinio traukinio ir vietinių vagonų į rajonus sąstatų formavimas:

Laikas manevriniui šilumvežiui nuvažiuoti į atvykimo kelyną prie sąstato:

$$t_v = 0,06 \cdot (1000 + 100) / 15 = 4,40 \text{ min.}$$

Laikas, reikalingas sąstatui užstumti iš atvykimo kelyno į kalnelį:

$$t_{už.} = 0,06 \cdot 412 / 5 = 5,04 \text{ min.}$$

Sąstato išformavimo per kalnelį laikas (manevriniu lokomotyvu):

$$t_{for} = 0,06 \cdot \frac{50 \cdot 14}{6,12} = 6,86 \text{ min.}$$

Kaupiamojo kelyno keliuose esantiems vagonams iš kalnelio pusės sustumti reikalingas laikas:

$$t_{sus} = 0,06 \cdot 50 = 3,0 \text{ min}$$

Sąstatų išformavimo trukmė:

$$T_{isf} = 4,40 + 5,04 + 6,86 + 3,0 = 19,3 \text{ min.}$$

Dažniausiai formuojant rinktinį traukinį, vidutiniškai, vienu metu varomi vagonai į 2 paskirties punktus, todėl $k=2$.

$$m_{sur} = 50 \cdot (2 - 1) / 2 = 25$$

$$T_{sur} = 1,8 \cdot 1 + 0,3 \cdot 25 = 9,3 \text{ min.}$$

Bendra sąstato suformavimo trukmė:

$$T''_{form} = 19,3 + 9,3 = 28,6 \text{ min.}$$

Skaičiuojamas ΣT :

Traukinių formavimo plane numatyta 4 perdavimo traukiniai. Stoties veiklos technologijoje numatytas 2 sąstatų į privažiuojamųjų kelių rajonus formavimas. Kalnelio įrenginių priežiūrai numatyta 150 min/parą.

$$\Sigma T = 4 \cdot 9,3 + 4 \cdot 19,3 + 150 = 265 \text{ min.}$$

Skirstymo kalnelio pajėgumas:

$$B = \frac{0,97 \cdot 1440 - 265}{19,3} \cdot 50 = 2932 \text{ vag/parą.}$$

Skirstymo kalnelio pajėgumas 2932 vag/parą.