2. pielikums

Latvijas būvnormatīvam LBN 207-15

"Ģeotehniskā projektēšana"

(apstiprināts ar Ministru kabineta  
2015. gada 2. jūnija

noteikumiem Nr. 265)

**Dispersās gruntīs balstītu pāļu grunts pretestības noteikšana saskaņā ar grunts pārbaudes rezultātiem**

1. Šī metodika raksturīgo grunts pretestību noteikšanai dispersās gruntīs balstītiem pāļiem saskaņā ar grunts pārbaudes rezultātiem lietojama šādiem pāļu tipiem:

1.1. dzītie pāļi (regulāras formas gatavpāļi), iebūvēti saskaņā ar LVS EN 12699;

1.2. bez grunts izņemšanas iestrādāti vietas pāļi, iebūvēti saskaņā ar LVS EN 12699;

1.3. ar grunts izņemšanu iestrādāti urbtie pāļi, iebūvēti saskaņā ar LVS EN 1536, tai skaitā ar apvalkcauruli urbtie pāļi un CFA pāļi.

2. Šī metodika nav tieši piemērojama citiem pāļu tipiem, jo citu pāļu tipu nestspējas atbilstība šai metodikai, ņemot vērā pāļu pārbaudes rezultātus, Latvijā nav apstiprināta. Par šīs metodikas piemērošanu citiem pāļu tipiem atbildīgs ir projektētājs.

3. Projektētāji ir tiesīgi izmantot citu aprēķina metodiku raksturīgo grunts pretestību noteikšanai dispersās gruntīs, uzņemoties atbildību par to korektu lietojumu.

4. Rekomendējama ir pāļu raksturīgās nestspējas noteikšana dispersās gruntīs saskaņā ar LVS EN 1997-2 D pielikuma D.7 piemēru, pamatojoties uz grunts pārbaudēm ar statisko zondēšanu. Nosakot pāļu nestspēju saskaņā ar statiskās zondēšanas rezultātiem, par pamatu ņem LVS EN ISO 22476-1 daļā norādītos statiskās zondēšanas rezultātus. Pārējo zondēšanas veidu izmantošana pieļaujama, ja ir pietiekamas šo rezultātu korelācijas sakarības ar LVS EN ISO 22476-1 daļā norādītajiem rezultātiem.

5. Pāļiem, kuri balstās klinšainā gruntī, grunts nestspējas aprēķinus veic saskaņā ar citām praksē apstiprinātām aprēķina metodikām, piemēram, "*Pile Design and Construction Practice (M. Tomlinson – Taylor & Francis, 2008*)" vai citām. Projektētājs ir atbildīgs par šo metodiku korektu lietojumu.

6. Smilšainām gruntīm raksturīgs šāds granulometriskais sastāvs:

6.1. grantainas – > 2 mm izmēra daļiņu masa pārsniedz 25 %;

6.2. rupjas – > 0,5 mm izmēra daļiņu masa pārsniedz 50 %;

6.3. vidēji rupjas – > 0,25 mm izmēra daļiņu masa pārsniedz 50 %;

6.4. smalkas – > 0,1 mm izmēra daļiņu masa ir 75 % vai vairāk;

6.5. putekļainas – > 0,1 mm izmēra daļiņu masa ir mazāka nekā 75 %.

7. Šajā pielikumā noteiktās raksturīgās grunts pretestības vērtības var tikt lietotas pāļu nestspējas aprēķiniem saskaņā ar LVS EN 1997-1-1 7.6.2.3.(8) un 7.6.3.3.(6) apakšpunktu.

8. Grunts raksturīgo pretestību zem pāļa apakšējā gala qb;k un sānu virsmas raksturīgo pretestību qs;i;k i-tajā grunts slānī ir pieļaujams noteikt, izmantojot šādas formulas:

qb;k = qb γcb γc (1)

qs;i;k = qs;i γcs γc, kur(2)

qb – grunts pretestība zem pāļa apakšējā gala, ko nosaka saskaņā ar šā pielikuma 9. punktu;

qs;i – sānu virsmas pretestība i-tajā grunts slānī, ko nosaka saskaņā ar šā pielikuma 4. tabulu;

γcb – darba apstākļu koeficients pamatnes gruntij zem pāļa apakšējā gala, ko nosaka saskaņā ar šā pielikuma 5. tabulu;

γcs – darba apstākļu koeficients gruntij uz pāļa sānu virsmas, ko nosaka saskaņā ar šā pielikuma 5. tabulu;

γc – darba apstākļu koeficients, kuru pieņem pāļiem, kas slogoti:

spiedē γc = 1,0;

stiepē, ja pālis gruntī iedziļināts mazāk nekā 4,0 m, γc = 0,6;

stiepē, ja pālis gruntī iedziļināts 4,0 m un vairāk, γc = 0,8.

9. Grunts pretestību zem pāļa apakšējā gala qb nosaka:

9.1. dzītiem pāļiem un bez grunts izņemšanas iedziļinātiem vietas pāļiem saskaņā ar šā pielikuma 1. tabulu;

9.2. ar grunts izņemšanu iedziļinātiem urbtajiem pāļiem mālainās gruntīs saskaņā ar šā pielikuma 2. tabulu;

9.3. ar grunts izņemšanu iedziļinātiem urbtajiem pāļiem, kuri iestrādāti rupjdrupu gruntīs ar smilšu aizpildījumu vai smiltīs ne mazāk kā 2,0 m dziļumā, bet ne mazāk par pāļa vai paplašinājuma diametru, izmantojot formulu:

qb = 0,75 α4  (α1  γ′z d + α2 α3 γ’v h), kur (3)

α1, α2, α3 un α4 – bezdimensiju koeficienti, kas ir atkarīgi no grunts iekšējās berzes leņķa φ un kuru aprēķina vērtības pieņem saskaņā ar šā pielikuma 3. tabulu;

γ′z – grunts efektīvā īpatnējā svara vērtība (ieskaitot ūdens cēlējspēku) zem pāļa apakšējā gala;

γ’v – pa slāņiem vidējotā grunts efektīvā īpatnējā svara vērtība (ieskaitot ūdens cēlējspēku) virs pāļa apakšējā gala;

d – pāļa diametrs vai paplašinājuma diametrs pāļiem ar paplašinātu apakšējo galu;

h – pāļa vai pāļa paplašinājuma apakšējā gala iestrādāšanas dziļums, skaitot no dabīgā reljefa virsmas vai planēšanas atzīmes.

10. Ja projektā paredzēta teritorijas norakšana vai iespējama grunts noskalošana ūdenstilpē, summē visu to grunts slāņu pretestību, kuri atrodas zem planēšanas atzīmes vai līdz ūdenstilpes dibenam.

11. Ja pāļi balstīti irdenās smiltīs (ID < 0,33) vai mālainās gruntīs   
(IP  > 0,01) ar plūstamības rādītāju IL > 0,6, pāļu nestspēju nosaka saskaņā ar statiskās zondēšanas datiem vai pāļu statiskās slogošanas pārbaužu rezultātiem.

12. Lietojot pāļu nestspējas raksturīgos lielumus, kas noteikti saskaņā ar šajā pielikumā noteikto metodiku, Latvijas standarta LVS EN 1997-1-1 A pielikumā noteiktās parciālo faktoru vērtības γb, γs un γs;t koriģē, reizinot ar papildu modeļa faktoru, kas ir ne mazāks par 1,25.

13. Nosakot grunts pretestību zem pāļa apakšējā gala un pāļa sānu virsmas pretestību, izmanto tādus grunts stiprības raksturlielumus, kas noteikti ar varbūtības ticamību, kas nav zemāka par 0,95 (95 %).

1. tabula

**Grunts pretestība zem dzīto un bez grunts izņemšanas iedziļināto vietas pāļu (kas izgatavoti saskaņā ar LVS EN 12699) apakšējā gala**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Pāļa apakšējā gala iestrādāšanas dziļums, m | Grunts pretestība qb, kPa | | | | | | |
| vidēji blīvas smiltis (0,33 < ID < 0,67) | | | | | | |
| grantainas (>2 mm izmēra daļiņu masa pārsniedz 25 %) | rupjas  (>0,5 mm izmēra daļiņu masa pārsniedz 50 %) | – | vidēji rupjas (>0,25 mm izmēra daļiņu masa pārsniedz 50 %) | smalkas (>0,1 mm izmēra daļiņu masa ir 75 % vai vairāk | putekļainas (>0,1 mm izmēra daļiņu masa ir mazāka nekā 75 %) | – |
| mālaina grunts (IP > 0,01) ar plūstamības rādītāju IL | | | | | | |
| 0,0 | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 |
| 3 | 7500 | 6600  4000 | 3000 | 3100  2000 | 2000  1200 | 1100 | 600 |
| 4 | 8300 | 6800  5100 | 3800 | 3200  2500 | 2100  1600 | 1250 | 700 |
| 5 | 8800 | 7000  6200 | 4000 | 3400  2800 | 2200  2000 | 1300 | 800 |
| 7 | 9700 | 7300  6900 | 4300 | 3700  3300 | 2400  2200 | 1400 | 850 |
| 10 | 10500 | 7700  7300 | 5000 | 4000  3500 | 2600  2400 | 1500 | 900 |
| 15 | 11700 | 8200  7500 | 5600 | 4400  4000 | 2900 | 1650 | 1000 |
| 20 | 12600 | 8500 | 6200 | 4800  4500 | 3200 | 1800 | 1100 |
| 25 | 13400 | 9000 | 6800 | 5200 | 3500 | 1950 | 1200 |
| 30 | 14200 | 9500 | 7400 | 5600 | 3800 | 2100 | 1300 |
| 35 | 15000 | 10000 | 8000 | 6000 | 4100 | 2250 | 1400 |

Piezīmes.

1. Virs svītras norādītas grunts pretestības vērtības smiltīm, zem svītras – mālainām gruntīm.

2. Pāļa apakšējā gala iedziļināšanas dziļumu skaita:

2.1. no dabīgā reljefa atzīmes, ja, teritoriju planējot, uzber vai norok līdz 3 m;

2.2. no nosacītās atzīmes atbilstoši 3 m zem uzbērtā vai virs noņemtā līmeņa, ja, teritoriju planējot, uzber vai norok no 3 m līdz 10 m;

2.3. no palu ūdeņu noskalotā dibena aprēķina atzīmes ūdenstilpē;

2.4. no purva dibena atzīmes purvā.

3. Ja pāļa apakšējā gala iedziļināšanas dziļums un grunts plūstamības rādītājs IL atšķiras no tabulā norādītā, grunts pretestību zem pāļa apakšējā gala qb nosaka interpolējot.

4. Ja pāļu pamatus būvē bez līdera urbumiem un ieskalošanas blīvās smiltīs (ID > 0,67), kuru blīvums noteikts ar zondēšanu, smilšu pretestību qb palielina par 100 %. Ja grunts blīvums noteikts, izmantojot citas pārbaudes metodes, blīvo smilšu pretestību qb palielina par 60 %, bet ne vairāk kā līdz 20000 kPa.

5. Tabulā minēto pretestību zem pāļa apakšējā gala qb pieļaujams izmantot, ja pāli iedziļina nenoskalojamā vai nenorokamā gruntī ne mazāk kā 3,0 m.

6. Sīkdispersām gruntīm ar plastiskuma skaitli 0,01 ≤ IP ≤ 0,04 (mālsmiltīm) un porainības koeficientu e < 0,8 pretestību zem pāļa apakšējā gala qb pieņem kā vidēji blīvām putekļainām smiltīm.

2. tabula

**Mālainas grunts pretestība zem urbto pāļu (kas izgatavoti saskaņā ar LVS EN 1536) apakšējā gala, kas iestrādāti ar grunts izņemšanu**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Pāļa apakšējā gala iestrādāšanas dziļums, m | Mālaina grunts (IP > 0,01) ar plūstamības rādītāju IL pretestība qb, kPa | | | | | | |
| 0,0 | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 |
| 3 | 850 | 750 | 650 | 500 | 400 | 300 | 250 |
| 5 | 1000 | 850 | 750 | 650 | 500 | 400 | 350 |
| 7 | 1150 | 1000 | 850 | 750 | 600 | 500 | 450 |
| 10 | 1350 | 1200 | 1050 | 950 | 800 | 700 | 600 |
| 12 | 1550 | 1400 | 1250 | 1100 | 950 | 800 | 700 |
| 15 | 1800 | 1650 | 1500 | 1300 | 1100 | 1000 | 800 |
| 18 | 2100 | 1900 | 1700 | 1500 | 1300 | 1150 | 950 |
| 20 | 2300 | 2100 | 1900 | 1650 | 1450 | 1250 | 1050 |
| 30 | 3300 | 3000 | 2600 | 2300 | 2000 | – | – |
| 40 | 4500 | 4000 | 3500 | 3000 | 2500 | – | – |

3. tabula

**Bezdimensiju koeficienti α1, α2, α3 un α4**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Koeficients | Grunts iekšējās berzes leņķis φ, grādi | | | | | | | | |
| 23 | 25 | 27 | 29 | 31 | 33 | 35 | 37 | 39 |
| α1 | 9,5 | 12,6 | 17,3 | 24,4 | 34,6 | 48,6 | 71,3 | 108 | 163 |
| α2 | 18,6 | 24,8 | 32,8 | 45,5 | 64,0 | 87,6 | 127 | 185 | 260 |
| α3, ja attiecība h/d ir: | | | | | | | | | |
| 4,0 | 0,78 | 0,79 | 0,80 | 0,82 | 0,84 | 0,85 | 0,85 | 0,85 | 0,87 |
| 5,0 | 0,75 | 0,76 | 0,77 | 0,79 | 0,81 | 0,82 | 0,83 | 0,84 | 0,85 |
| 7,5 | 0,68 | 0,70 | 0,71 | 0,74 | 0,76 | 0,78 | 0,80 | 0,82 | 0,84 |
| 10,0 | 0,62 | 0,65 | 0,67 | 0,70 | 0,73 | 0,75 | 0,77 | 0,79 | 0,81 |
| 12,5 | 0,58 | 0,61 | 0,63 | 0,67 | 0,70 | 0,73 | 0,75 | 0,78 | 0,80 |
| 15,0 | 0,55 | 0,58 | 0,61 | 0,65 | 0,68 | 0,71 | 0,73 | 0,76 | 0,79 |
| 17,5 | 0,51 | 0,55 | 0,58 | 0,62 | 0,66 | 0,69 | 0,72 | 0,75 | 0,78 |
| 20,0 | 0,49 | 0,53 | 0,57 | 0,61 | 0,65 | 0,68 | 0,72 | 0,75 | 0,78 |
| 22,5 | 0,46 | 0,51 | 0,55 | 0,60 | 0,64 | 0,67 | 0,71 | 0,74 | 0,77 |
| 25,0 un vairāk | 0,44 | 0,49 | 0,54 | 0,59 | 0,63 | 0,67 | 0,70 | 0,74 | 0,77 |
| α4, ja d ir m: | | | | | | | | | |
| 0,8 un mazāk | 0,34 | 0,31 | 0,29 | 0,27 | 0,26 | 0,25 | 0,24 | 0,23 | 0,22 |
| 4,0 | 0,25 | 0,24 | 0,23 | 0,22 | 0,21 | 0,20 | 0,19 | 0,18 | 0,17 |

Piezīme. φ, h/d un d starpvērtībām koeficientu α1, α2, α3 un α4 vērtības nosaka interpolējot.

4. tabula

**Grunts pretestība uz pāļu sānu virsmas**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Grunts slāņa vidējais dziļums, m | Grunts pretestība qs;i, kPa | | | | | | | | | | |
| vidēji blīvas smiltis (0,33 < ID < 0,67) | | | | | | | | | | |
| rupjas un vidēji rupjas (>0,25 mm izmēra daļiņu masa pārsniedz 50 %) | smalkas (>0,1 mm izmēra daļiņu masa ir 75 % vai vairāk) | putekļai­nas (>0,1 mm izmēra daļiņu masa ir mazāka nekā 75 %) | – | – | – | – | | – | | – |
| mālaina grunts (IP > 0,01) ar plūstamības rādītāju IL | | | | | | | | | | |
| 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | | 1,0 | |
| 1 | 35 | 23 | 15 | 12 | 8 | 4 | 4 | 3 | | 2 | |
| 2 | 42 | 30 | 21 | 17 | 12 | 7 | 5 | 4 | | 4 | |
| 3 | 48 | 35 | 25 | 20 | 14 | 8 | 7 | 6 | | 5 | |
| 4 | 53 | 38 | 27 | 22 | 16 | 9 | 8 | 7 | | 5 | |
| 5 | 56 | 40 | 29 | 24 | 17 | 10 | 8 | 7 | | 6 | |
| 6 | 58 | 42 | 31 | 25 | 18 | 10 | 8 | 7 | | 6 | |
| 8 | 62 | 44 | 33 | 26 | 19 | 10 | 8 | 7 | | 6 | |
| 10 | 65 | 46 | 34 | 27 | 19 | 10 | 8 | 7 | | 6 | |
| 15 | 72 | 51 | 38 | 28 | 20 | 11 | 8 | 7 | | 6 | |
| 20 | 79 | 56 | 41 | 30 | 20 | 12 | 8 | 7 | | 6 | |
| 25 | 86 | 61 | 44 | 32 | 20 | 12 | 8 | 7 | | 6 | |
| 30 | 93 | 66 | 47 | 34 | 21 | 12 | 9 | 8 | | 7 | |
| 35 | 100 | 70 | 50 | 36 | 22 | 13 | 9 | 8 | | 7 | |

Piezīmes.

1. Pāļa grunts slāņa vidējo dziļumu skaita:

1.1. no dabīgā reljefa atzīmes, ja, teritoriju planējot, uzber vai norok līdz 3 m;

1.2. no nosacītās atzīmes atbilstoši 3 m zem uzbērtā vai virs noņemtā līmeņa, ja, teritoriju planējot, uzber vai norok no 3 m līdz 10 m;

1.3. no palu ūdeņu noskalotā dibena aprēķina atzīmes ūdenstilpē;

1.4. no purva dibena atzīmes purvā.

2. Ja pāļa grunts slāņa vidējais dziļums un grunts plūstamības rādītājs IL atšķiras no tabulā norādītā, grunts pretestību uz sānu virsmas qs;i nosaka interpolējot.

3. Sīkdispersām gruntīm ar plastiskuma skaitli 0,01 < IP < 0,04 (mālsmiltīm) un porainības koeficientu e < 0,8 pretestību uz sānu virsmas qs;i pieņem kā vidēji blīvām putekļainām smiltīm.

4. Nosakot pāļa sānu virsmas grunts pretestību qs;i, grunts iežus dala viendabīgos slāņos, kuri nav biezāki par 2 m.

5. Blīvajām smiltīm (ID > 0,67) pāļa sānu virsmas grunts pretestību qs;i palielina par 30 %.

6. Sīkdispersām gruntīm ar plastiskuma skaitli 0,01 < IP < 0,17 (mālsmiltīm un smilšmālam) un porainības koeficientu e < 0,6 neatkarīgi no plūstamības rādītāja IL pāļa sānu virsmas gruntīs aprēķina pretestību qs;i palielina par 15 %.

5. tabula

**Grunts darba apstākļu koeficienti**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Nr. p. k. | Pāļu iebūvēšanas tehnoloģijas veidi un grunts veidi | Grunts darba apstākļu koeficienti | |
| apakšējam galam γcb | sānu virsmai γcs |
| 1. | Pāļu iedzīšana ar mehāniskiem pāļdziņiem | 1,0 | 1,0 |
| 2. | Pāļu apakšējā gala iesišana vai iespiešana līdera urbumā ne mazāk kā 1 m zem urbuma apakšējās atzīmes, ja urbuma diametrs ir: | | |
| 2.1. | vienāds ar kvadrātveida pāļa malas izmēru | 1,0 | 0,5 |
| 2.2. | par 0,05 m mazāks nekā kvadrātveida pāļa malas izmērs | 1,0 | 0,6 |
| 2.3. | par 0,15 m mazāks nekā kvadrātveida pāļa malas izmērs vai apaļa pāļa diametrs | 1,0 | 1,0 |
| 3. | Pāļu vibroiegremdēšana un vibroiespiešana šādās gruntīs: | | |
| 3.1. | smiltīs | 1,0 | 1,0 |
| 3.2. | mālainās gruntīs (IP>0,01) ar plūstamības rādītāju IL = 0,5 | 0,7 | 0,9 |
| 3.3. | mālainās gruntīs (IP>0,01) ar plūstamības rādītāju IL ≤ 0 | 1,0 | 1,0 |
| 4. | Vietas pāļu iestrādāšana bez grunts izņemšanas | 1,0 | 0,7 |
| 5. | Urbto pāļu iestrādāšana ar grunts izņemšanu | 1,0 | 0,6 |

Piezīme. Koeficientus γcb un γcb mālainām gruntīm (IP > 0,01) ar plūstamības rādītāju 0,5 > IL > 0 šīs tabulas 3. punktā nosaka interpolējot.

Ekonomikas ministre Dana Reizniece-Ozola