

STATYBOS TAISYKLIŲ ST 188710638.06:2004
„AUTOMOBILIŲ KELIŲ ŽEMĖS SANKASOS ĮRENGIMAS“
3 priedas (privalomasis)

**AUTOMOBILIŲ KELIŲ ŽEMĖS SANKASOS
STABILUMAS**

VILNIUS
2004

TURINYS

I DALIS

PYLIMAI ANT SILPNŲ PAGRINDŲ

1. TAIKYMO SRITIS	1
2. NUORODOS	1
3. SILPNIEJI GRUNTAI	1
3.1. Gamtiniai silpnieji gruntai	2
3.1.1. Pelkės	2
3.1.2. Ežerų ir upių zonos	2
3.2. Negamtinės kilmės silpnieji gruntai	3
3.2.1. Sąvartų medžiagos	3
3.2.2. Buitinės šiukšlės	3
3.2.3. Industrinės atliekos	3
4. INŽINERINIAI GEOLOGINIAI TYRINĖJIMAI IR GRUNTŲ TYRIMAI	4
4.1. Bendrosios nuostatos	4
4.2. Nurodymai gruntams tirti	4
4.2.1. Blogai susiskaidžiusios durpės	4
4.2.2. Vidutiniškai ir gerai susiskaidžiusios durpės, organinės ir neorganinės minkštos nuogulos ...	4
4.2.3. Sąvartų medžiagos	5
4.2.4. Požeminiai vandenys	5
4.2.5. Specialisto išvados	5
5. PYLIMŲ STABILUMO IR DEFORMACIJŲ NUSTATYMAS	6
5.1. Bendrosios nuostatos	6
5.2. Stabilumo patikrinimas	6
5.2.1. Pradinis stabilumas	6
5.2.2. Galutinis stabilumas	8
5.3. Sėdimų įvertinimas	8
5.3.1. Greitasis sėdimas	8
5.3.2. Pradinis sėdimas	9
5.3.3. Antrinis sėdimas	12
5.4. Žemės sankasos pagrindų pagerinimas	13
5.4.1. Vertikalusis drenažas	13
5.4.2. Išankstinė apkrova	14
5.4.3. Gruntų pakeitimas	14
5.4.4. Kiti metodai	15
6. MATAVIMAI	15
6.1. Bendrosios nuostatos	15
6.2. Matavimai prieš darbų pradžią ir jų metu	15
6.2.1. Sėdimų matavimai	16
6.2.2. Porų vandens slėgio matavimai	16
6.2.3. Horizontaliųjų deformacijų matavimas	17
6.2.4. Grunto slėgio matavimai	17
6.3. Matavimai supylus pylimą	17
6.4. Matavimo prietaisai ir metodai	17
6.4.1. Porų vandens slėgio matavimai	17
6.4.2. Sėdimų matavimai	17
6.4.3. Šlyties matavimai	18

6.5. Papildomi nurodymai	18
7. PYLIMŲ SUPYLIMO BŪDAI ANT SILPNŲ PAGRINDŲ NEKEIČIANT GRUNTO	18
7.1. Bendrosios nuostatos	18
7.2. Žemės sankasos ant silpno pagrindo įrengimas	18
7.2.1. Pylimų supylimas be specialaus pagrindo paruošimo	19
7.2.2. Pylimų supylimas naudojant specialias priemones	19
7.2.3. Medžiagos ir priemonės pylimo pagrindui gerinti	20
8. PYLIMŲ SUPYLIMAS VISIŠKAI PAKEIČIANT SILPNUS GRUNTUS	26
8.1. Bendrosios nuostatos	26
8.2. Grunto pakeitimas	26
8.2.1. Tranšėjos skersinis profilis	26
8.2.2. Grunto pakeitimas sausoje tranšėjoje	28
8.2.3. Grunto pakeitimas ekskavatoriumi kasant tranšėją po vandeniu	28
8.2.4. Silpno grunto pakeitimas hidromechaniniu būdu	29
8.3. Silpno grunto išspaudimas	30
8.3.1. Silpno grunto išspaudimas papildoma pylimo apkrova	30
8.3.2. Silpno grunto pašalinimas sprogdinimu	31
9. DALINIS GRUNTO PAKEITIMAS	32
9.1. Bendrosios nuostatos	32
9.2. Iškasamos tranšėjos skersinis profilis	33
9.3. Sankasos įrengimo būdai	33
10. KELIŲ REKONSTRAVIMAS	33
10.1. Bendrosios nuostatos	33
10.2. Platinimas panaudojant esamą žemės sankasą	34
10.3. Platinimas supilant naują žemės sankasą	35
11. ŽEMĖS DARBAI TIES TILTAIS, VANDENS PRALAIMOMIS IR VAMZDYN AIS	35
11.1. Bendrosios nuostatos	35
11.2. Tiltai	35
11.3. Vandens pralaidos ir vamzdynai	35
11.3.1. Rekonstruojamos vandens pralaidos ir perstatomi vamzdynai	35
11.3.2. Naujos vandens pralaidos ir nauji vamzdynai	36
11.3.3. Darbų atlikimas	36

II DALIS

ŽEMĖS SANKASOS IR RELJEFO NUOŠLIAUŽOS

1. TAIKYMO SRITIS	37
2. TERMINAI IR APIBRĖŽIMAI	37
2.1. Staigus reljefo aukščių pokytis, žemės sankasos šlaitas, atkalnė, atraminė siena	37
2.1.1. Staigus reljefo aukščių pokytis	37
2.1.2. Žemės sankasos šlaitas	37
2.1.3. Atkalnė	37
2.1.4. Atraminė siena	37
2.2. Šlaitų, atkalnės ir reljefo nuošliaužos	38
2.2.1. Šlaito (atkalnės) nuošliauža	38
2.2.2. Reljefo nuošliauža	38
2.3. Nuošliaužos vyksmo schema	38
2.4. Nuošliaužos masyvas	38
2.5. Kirpimo zona, kirpimo pjūvis, slinkimo paviršius, slinkimo linija	38
2.5.1. Kirpimo zona	38
2.5.2. Kirpimo pjūvis	38
2.5.3. Slinkimo paviršius	38
2.5.4. Slinkimo linija	38
2.6. Skaičiuojamoji ribinė pusiausvyra	39
2.7. Apskaičiuotų reakcijos jėgų išnaudojimo laipsnis I/f	39
3. FORMULIŲ ŽYMENYS	39
4. TECHNINĖ DOKUMENTACIJA	42
5. AKTYVIOSIOS JĖGOS	42
5.1. Bendrosios nuostatos	42
5.2. Aktyviųjų jėgų rūšys	42
6. REAKCIJOS JĖGOS	43
7. SLINKIMO LINIJOS IR NUOŠLIAUŽŲ VYKSMAS	46
8. SKAIČIUOTĖS METODAI	52
8.1. Bendrosios nuostatos	52
8.2. Tiesiosios ir vienos krypties kreivosios slinkimo linijos	53
8.2.1. Blokų metodas	53
8.2.2. Beblokis metodas	54
8.3. Nuošliaužų su tiesiomis slinkimo linijomis vyksmas	55
8.3.1. Stambių slenkančių blokų metodas	55
8.3.2. Sudėtinis nuošliaužos su tiesiomis slinkimo linijomis vyksmas	56
8.3.3. Skaičiuojamojo atsparumo išnaudojimo laipsnis I/f	57
8.3.4. Grunto sluoksnių įtaka nuošliaužoms	58
9. ATKALNIŲ YPATUMAI	59
10. NAUDOTI TINKAMŲ GRUNTŲ RIBINĖ BŪKLĖ	60
A priedas (privalomasis). Matavimo vienetai	61
B priedas (informacinis). Gruntų rodikliai (B.1–B.5 lentelės ir B.1 iliustracija)	63
C priedas (informacinis). Skaičiavimų pavyzdžiai pagal I dalies 5 skyrių	67
NAUDOTA LITERATŪRA	72

I DALIS

PYLIMAI ANT SILPNŲ PAGRINDŲ

1. TAIKYMO SRITIS

Ši I dalis taikoma naujiems ir rekonstruojamiems bei taisomiems keliams ant silpnų pagrindų projektuoti.

Pateikti paprasti skaičiuotės metodai leidžia apytikriai įvertinti pylimų deformacijas pradinėse tyrinėjimų ir projektavimo stadijose. Jais remiantis parenkami darbų atlikimo metodai, numatoma reikiamų priemonių apimtis ir nustatomas trasos variantų tinkamumas. Darbo projekto stadijoje skaičiuotė turi būti tikslinama, vadovaujantis gruntų laboratorinių tyrimų duomenimis ir prireikus taikant II dalyje nurodytus metodus.

2. NUORODOS

1-me priede pateiktos nuorodos į šiuos norminius dokumentus:

- 2.1. Techninių reikalavimų reglamentą STR 2.06.03:2001 „Automobilių keliai“ (Žin., 2002, Nr. 19-755);
- 2.2. Statybos taisyklės ST 8871063.06:2004 „Automobilių kelių žemės sankasos įrengimas“;
- 2.3. Statybos rekomendacijas R 33-02 „Automobilių kelių inžineriniai geologiniai tyrinėjimai“;
- 2.4. Lietuvos standartą LST 1331:2002 „Automobilių kelių gruntai. Terminai ir apibrėžimai. Klasifikacija“;
- 2.5. Lietuvos standartą LST 1445:1996 „Geotechnika. Gruntų klasifikacija ir identifikacija“.

3. SILPNIEJI GRUNTAI

Silpnaisiais (mažos laikomosios galios) gruntais vadinami gruntai, kurių atsparumas šlyčiai gamtinėmis sąlygomis mažesnis kaip 0,07 MPa.

Silpnieji gruntai paplitę pelkėse, paežerėse, upių slėniuose ir pajūrio zonose. Sąvartų gruntai taip pat priskiriami prie silpnųjų gruntų.

3.1. Gamtiniai silpnieji gruntai

3.1.1. Pelkės

Pelkėse paplitę natūralūs durpynai.

Durpes sudaro nevysiškai išsiskaidžiusios augalų liekanos. Skaidymosi metu vyksta humifikacijos ir mineralizacijos procesai. Gruntas durpėja trūkstant deguonies, iš dalies esant mažai pH reikšmei ir mažam dirvožemio faunos aktyvumui.

Priklausomai nuo dirvožemio savybių, geomorfologijos, klimato ir hidrologinių sąlygų susidaro aukštapelkės arba žemapelkės.

3.1.1.1. Žemapelkės

Žemapelkės susidaro veikiant požeminiam vandeniui, turinčiam daug maistinių medžiagų (paežerės, senvagės, sudumblėjęs slėnių dirvožemis, šaltiniuotos vietos). Pelkių durpės, priklausomai nuo gruntinių vandenų, turi daugiau ar mažiau maistinių medžiagų su silpnai šarminė iki rūgščios reakcijos. Dažnai tokie durpynai turi tamprų ryšį su ežerų nuogulomis. Pagal savo kilmę skiriamos samanišės, meldų, miškų augmenijos ir kt. durpės.

3.1.1.2. Aukštapelkės

Aukštapelkių durpės susidaro dėl kritulių pertekliaus ir nepriklausomai nuo požeminio vandens režimo. Jos slūgso tokiose vietose, kuriose kritulių yra daugiau negu nutekančio ir išgaruojančio vandens.

Aukštapelkėms būdinga skurdi augmenija.

3.1.2. Ežerų ir upių zonos

Ežerų ir upių zonose silpnuosius gruntus dažniausiai sudaro organinės ir smulkiagrūdės mineralinės nuogulos, susiklosčiusios stovinčiame arba silpnai tekančiame gėlame vandenyje.

3.1.2.1. Ežerų nuogulos

Dažnai po neslūgiais sluoksniais slūgso tarpglacialinių periodų nuogulos (diatomitai ir kt.).

Organiniai komponentai susidarė iš planktono liekanų. Mineralinę dalį daugiausia sudaro moliai, smėliai ir dulkiai, kurie į ežerus pateko kaip įtekančių upių sąnašos, krantų plovimo ir gretimų dirvų erozijos produktai.

Mineraliniai komponentai gali ir patys susidaryti, pvz., chemiškai ir biologiškai veikiant išsiskyrusioms kalkėms formuojasi karbonatiniai diatomitai, silikatai. Iš organinių ir įvairios granulometrinės sudėties komponentų susidarė didelė nuosėdinių padermių įvairovė:

- limnoglacialiniai moliai ir dulkiai, nuo šviesiai pilkos iki tamsiai melsvai pilkos, rečiau žalsvos, arba rudai pilkos ar raudonos spalvos;
- dumblas plastiškas, tokios konsistencijos su stipriu sieringojo vandenilio kvapu, nuo melsvai juodos iki juodos spalvos (kai vanduo turi daug maistinių medžiagų, trūksta deguonies ir veikia anaerobinės bakterijos).

3.1.2.2. Upių nuogulos

Tekančio vandens mažesnio greičio zonose (senvagėse, salpose, žemupiuose) susikaupusios nuogulos priskiriamos prie silpnų gruntų. Sutinkami staigūs, iki kelių metrų sluoksnių storių pokyčiai skersai srovės krypties.

Senvagėse upių nuogulos pagal savybes artimos ežerų nuoguloms.

Tarp organinės kilmės nuogulų galimi cikliška pasikartojantys mineralinių medžiagų sluoksniai.

3.2. Negamtinės kilmės silpnieji gruntai

3.2.1. Sąvartų medžiagos

Sąvartų medžiagos gali būti labai įvairios. Konkrečiais atvejais, kai yra cheminės arba kitos nežinomos kilmės medžiagos, reikia patikrinti tokių sąvartų tinkamumą žemės sankasai.

3.2.2. Buitinės šiukšlės

Buitinės šiukšlės sąvartynuose supilamos taisyklingai pagal gamtosaugos reikalavimus ir kelių tiesimo reikalams paprastai nenaudojamos. Senų sąvartynų medžiagos, suverstos į žvyruobes, išnaudotas kasvietes ar lomas, gali būti panaudotos. Tais atvejais reikia nustatyti irstančių organinių medžiagų dalį ir irimo būklę. Kol tęsiasi irimo procesas, negalima apskaičiuoti nusėdimų.

3.2.3. Industrinės atliekos

Jos apibūdinamos pagal vyraujančias nekontaminuojančias medžiagas (gumą, plastmasę, popierių, statybinių laužą ir pan.). Apskritai šios atliekos turi mažai organinių ir irstančių medžiagų. Jų tinkamumas nustatomas kruopščiais tyrimais.

4. INŽINERINIAI GEOLOGINIAI TYRINĖJIMAI IR GRUNTŲ TYRIMAI

4.1. Bendrosios nuostatos

Inžineriniai geologiniai tyrinėjimai atliekami pagal STR 2.06.03:2001 [2.1] VII skirsnį, statybos taisyklės ST 8871063.06:2004 [2.2] ir R 33-02 [2.3], o laboratoriniai gruntų tyrimai – pagal Lietuvos standartus.

Šiame skyrelyje trumpai aprašyta silpnųjų gruntų tyrinėjimų specifiška.

Silpnųjų gruntinių pagrindų tyrinėjimai apima esamų gruntų žvalgymą, jų padėtį, mechanines ir statybines savybes bei vandens režimą. Tyrimų apimtis turi atitikti projekto stadijas. Jau kelio trasos pasirinkimo metu arba techninio projekto stadijoje tyrinėjimai turi būti pakankami, kad išvengtume galimos su statybomis susietos rizikos.

Gruntų žvalgymo metodus pasirenka specialistai.

4.2. Nurodymai gruntams tirti

4.2.1. Blogai susiskaidžiusios durpės¹⁾

Durpes apibūdina organinių liekanų susiskaidymo laipsnis.

Blogai susiskaidžiusios durpės (susiskaidymo laipsnis mažiau kaip 15 proc.) dėl savo atsparumo tempimui gręžinyje yra palyginti tvirtos. Kad gręžiant jos nesusispaustų, bandinius reikia išpjauti plokštesniais aštriais įtaisais. Bandiniai sudedami į vandeniui ir orui nelaidžią medžiagą.

Kai durpes nenumatoma pašalinti, tai tyrimais reikia nustatyti drėgnį, tankį, peleningumą, suspaužiamumą (standumo modulis) ir kerpamąjį bei tempiamąjį stiprius.

Reikia atsižvelgti į tai, kad lauko sąlygomis konsolidaciją dažnai lydi kirpimo ir išspaudimo procesai, todėl standumo modulis dažnai neduoda pakankamos informacijos.

4.2.2. Vidutiniškai ir gerai susiskaidžiusios durpės¹⁾, organinės ir neorganinės minkštos nuogulos

Vidutiniškai susiskaidžiusių durpių susiskaidymo laipsnis – 15–50 proc., gerai susiskaidžiusių – daugiau kaip 50 proc.

Detalūs tyrimai atliekami tuomet, kai silpnus gruntus nenumatoma pakeisti.

Bandinius iš gręžinių reikia imti dirbant be pertraukos, nes priešingu atveju pritekėjęs vanduo gali pakeisti medžiagos struktūrą.

Kerpamajam stipriui nustatyti ir nesuardytai struktūrai išsaugoti taikomas atitinkamas zondavimas.

¹⁾ Čia nurodyti susiskaidymo laipsniai pagal LST 1445:1996.

4.2.3. Sąvartų medžiagos

Tyrinėjimų metu reikia nustatyti sąvartose esančias medžiagas, jų susiklostymą ir bendrą sluoksnių storį. Ypač svarbu atsižvelgti į:

- sąvartų medžiagų, pirmiausia organinių ir dirbtinių, būklę;
- tuštumas sudarančias sanklodus – automobilių laužą, statines ir pan.;
- kasimui nepatogius daiktus – sijas ir kitą statybinių laužą;
- medžiagų įvairovę horizontalia ir vertikalia kryptimis;
- medžiagų cheminę sudėtį.

Sąvartų medžiagas geriausia tirti šurfais, papildomai gręžiant ir zonduojant. Gali būti taikomi ir seisminiai matavimai sąvartų riboms ir jų homogeniškumui nustatyti.

4.2.4. Požeminiai vandenys

Požeminių vandenų tyrinėjimai būtini visada. Reikia nustatyti viršutinio ir gruntinio vandens lygius ir jų kitimo pobūdį. Įvairūs vandens lygiai tiriami atskirai. Nustatomos gruntinio vandens srovės ir jų įtaka statiniams.

4.2.5. Specialisto išvados

Bendruosius tyrimų rezultatus aprašo inžinierius geologas arba gruntų mechanikos specialistas kelio juostos inžinerinių geologinių tyrinėjimų ataskaitoje, vadovaudamasis lauko geologiniais tyrinėjimais, laboratorinių bandymų rezultatais, pagrindiniais kelio projektiniais sprendiniais ir valstybiniais standartais bei statybos taisyklėmis [2.2], [2.3].

Ypač svarbūs šie ataskaitos skirsniai:

- gruntų apibūdinimas ir laukiama jų būklė, veikiant projektinėms apkrovoms;
- duomenys apie gruntų stiprį, konsolidacijos greitį, rekomenduojamą pagerinimą;
- rekomendacijos apie naudotinus kasimo, transportavimo ir statybos metodus;
- duomenys apie cheminių medžiagų įtaką aplinkai;
- duomenys apie požeminių vandenų įtaką;
- duomenys apie projektuojamų statinių įtakos sferą;
- rekomendacijos žemės sankasos stabilumui užtikrinti ir deformacijų stebėjimo programai sudaryti.

5. PYLIMŲ STABILUMO IR DEFORMACIJŲ NUSTATYMAS

5.1. Bendrosios nuostatos

Pagal 5.1–5.4 p. aprašytus metodus [1] galima jau pradinių tyrinėjimų metu apytikriai nustatyti būsimos žemės sankasos stabilumą, įvertinti pasirinktą darbų atlikimo būdą ir trasos variantų tinkamumą.

Taikant skaičiuotės metodus, reikia žinoti sluoksnių ribas ir gruntų fizinius bei mechaninius rodiklius. Skaičiavimų pavyzdžius žr. C priede, o gruntų fizinius rodiklius – B priede.

5.2. Stabilumo patikrinimas

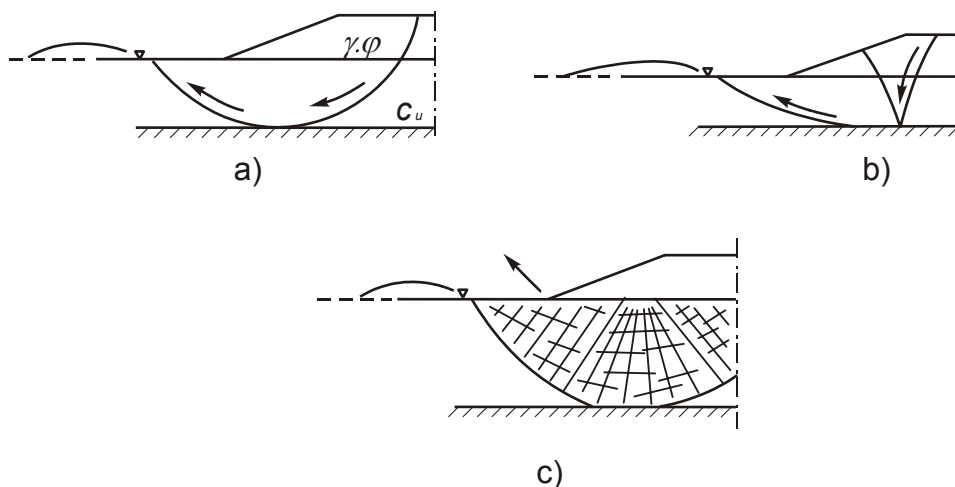
Reikia ištirti pradinę, tarpinę ir galutinę gruntų ir statinių padėtis.

Silpnų gruntų kerpamasis stipris neleidžia pagrindui deformuotis iki tam tikro pylimo aukščio. Kai projektuojamas pylimas yra aukštesnis, pirmiausia reikia supilti apatinę jo dalį (stadijiniai darbai), o vėliau, kai pagrindo stiprumas dėl susispaudimo padidės – likusią dalį (žr. 7 sk.).

Pradiniuose tyrinėjimuose dažnai pakanka apžvalginės geologinės informacijos. Tikslesniems duomenims gauti reikia atlikti detalius kelio zonos inžinerinius geologinius tyrinėjimus ir laboratorinius bandymus.

5.2.1. Pradinis stabilumas

Pasiekus tam tikrą pylimo aukštį h , silpnieji pagrindo gruntai pradedami išspausti žemyn ir į šonus (žr. 5.1 paveikslą).



5.1 paveikslas. Aukštų pylimų deformacijos vyksmas

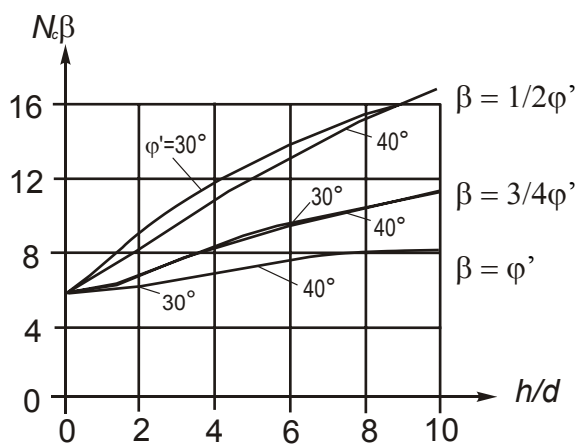
Pagrindų gruntas faktiškai nekeičia tūrio, t.y. jo kerpamasis stipris c_u yra toks pat kaip nedrenuoto grunto.

Didžiausias leidžiamas pylimo aukštis

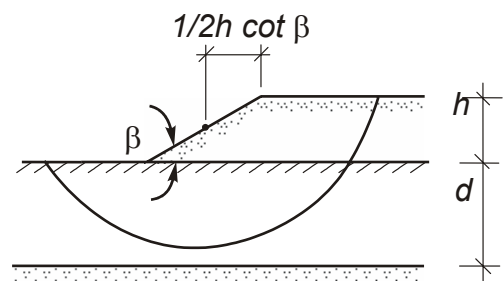
$$h = c_u N_{c\beta} / \gamma, \text{ m}, \quad (1)$$

priklauso nuo pylimo pagrindo nedrenuoto grunto kerpamojo stiprio c_u , kN/m², laikomosios galios faktoriaus $N_{c\beta}$ ir pylimo grunto tūrinio sunkio γ , kN/m³.

$N_{c\beta}$ nustatomas pagal 5.2 paveikslą, atsižvelgiant į sluoksnių storių santykį h/d , pylimo šlaito kampą β ir supilto grunto trinties kampą φ' .



a)



b) Kai nepalanki slinkimo kreivė

5.2 paveikslas. Laikomosios galios faktorius $N_{c\beta}$

Trinties kampas φ' turi mažai įtakos, todėl pakanka priimti puriems gruntams $\varphi' \approx 30^\circ$ ir tankiems gruntams $\varphi' \approx 40^\circ$. Santykis h/d ir β priimami pagal pradinis projektinius sprendinius, o c_u ir φ' iš B priedo B.1 lentelės (φ' reikšmės žr. kartu su 5.2.2 p.). Šie dydžiai nenaudojami galutiniam ribiniam pylimo aukščiui nustatyti.

Pradinėje projektavimo stadijoje pakanka parinkti γ iš B.4 arba B.5 lentelių ir padidinti jį daliniu atsargos koeficientu $\eta = 1,1$.

Slegiant gruntą didėja c_u . Praėjus t laikui gruntas nusėda $S_1 + S_2$ dydžiu (žr. 5.3.2 p. ir 5.3.3 p.). Silpno pagrindo sluoksnio poringumo koeficientas mažėja nuo e_0 (pradinis dydis, atitinkantis pradinį drėgnį) iki

$$e \approx e_0 - (1 - e_0) (S_1 + S_2)/d, \quad (2)$$

ir kartu didėja kerpamasis stipris nuo c_{u0} iki

$$C_{ul} \approx C_{u0} \cdot \exp \frac{e_0 - e}{C_k}; \quad (3)$$

čia: $S_1 + S_2$ – žemės sankasos nusėdimas ties šlaito viduriu (B taškas 5.6 paveiksle);

C_k – kompresijos koeficientas (žr. B priedo B.2 lentelę).

5.2.2. Galutinis stabilumas

Po tam tikro laiko (žr. 5.3.2 p. ir 5.3.3 p.) faktiškai išnyksta padidėjęs porų vandens slėgis. Vadinamoji galutinė ribinė būklė yra galima, jei esamas bendras atsparumo kirpimui kampas φ' yra mažesnis negu atitinkantis neleistinas grunto deformacijas. Reikalingas trinties kampas φ' priklauso nuo laikomosios galios faktoriaus N_b , kuris nustatomas lygtimis:

$$N_b \approx \frac{\gamma \cdot h}{\gamma' \cdot b'}, \text{ kai } b' \leq 2 h \operatorname{ctg} \beta, \text{ (žr. 5.4 a paveikslą),} \quad (4 \text{ a})$$

$$N_b \approx \frac{\gamma \cdot h}{2\gamma' \cdot \operatorname{ctg} \beta}, \text{ kai } b' > 2 h \operatorname{ctg} \beta, \quad (4 \text{ b})$$

ir naudojantis 5.2 bei 5.6 paveikslais;

čia: γ' – grunto tūrinis sunkis žemiau vandens lygio.

Tokie skaičiavimai reikalingi pradinėse projektavimo stadijose tuomet, kai dėl gruntų deformacijos gresia palaipsnis φ' mažėjimas. Grėsmės nėra, jei φ' pagal B priedo B.1 lentelę yra mažiausiai 30 proc. didesnis negu apskaičiuotas reikalingas dydis.

5.3. Sėdimų įvertinimas

Žymūs bei iš dalies ilgai trunkantys sėdimai vyksta ir esant pakankamam pradiniam pastovumui.

Pradinio projektavimo metu pakanka nustatyti bendrą nuosėdį S ties pylimo viduriu. Jis susideda iš greitojo nuosėdžio S_0 , pradinio nuosėdžio S_1 ir antrinio nuosėdžio S_2 .

$$S \approx S_0 + S_1 + S_2. \quad (5)$$

Jei šie trys sėdimo procesai priskiriami gretimiesiems laiko intervalams (žr. 5.3 paveikslą), jų eiga įvertinama toliau aprašytu paprastu būdu (sėdimų matavimus žr. 6 sk.).

5.3.1. Greitasis sėdimas

Sėdimas S_0 prasideda pylimo supylimo metu, išspaudžiant silpnus gruntus ir suspaudžiant porose esantį orą.

Pagal tamprumo teoriją:

$$S_0 \approx b' \cdot \gamma \cdot h \cdot f_s / E_v; \quad (6)$$

čia: b' – vidutinis pylimo plotis, m (žr. 5.4 a paveikslą);

f_s – įtakos faktorius greitajam pylimo sėdimui, priklausantis nuo santykio d/b' (žr. 5.4 b paveikslą);

E_v – deformacijos modulis, MN/m².

Apytikriai: $E_v \approx \alpha \cdot c_u$, (7)

čia: $\alpha \approx 150\text{--}500$ – empirinis koeficientas.

Tikslesniems skaičiavimams E_v nustatomas pagal detalių tyrimų duomenis.

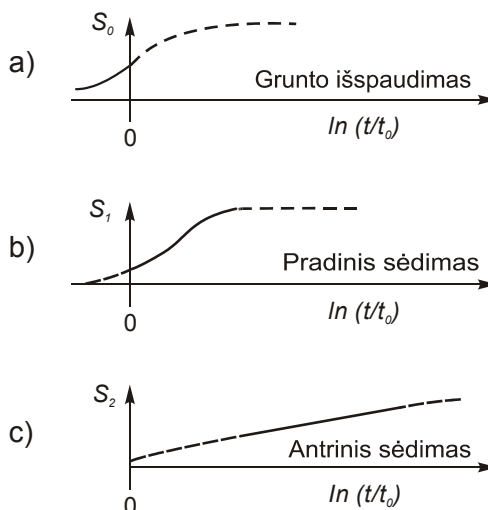
5.3.2. Pradinis sėdimas

Ties pylimo viduriu padidėja vertikalieji įtempimai:

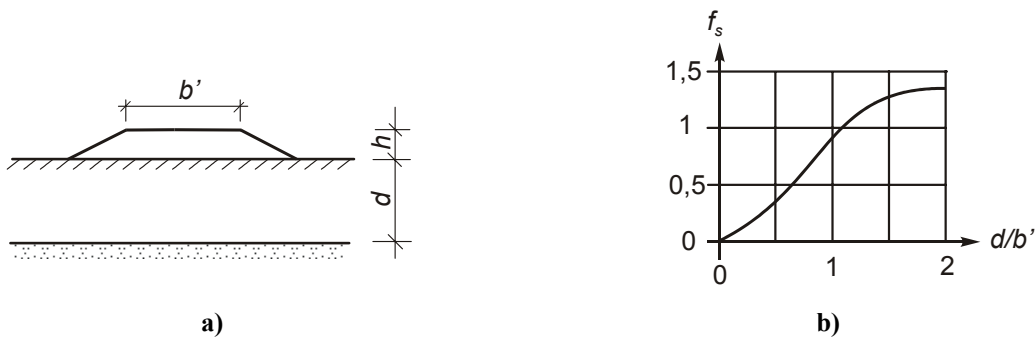
$$\Delta\sigma = \gamma \cdot h \quad (\text{žr. 5.5 a paveikslą}).$$

Maždaug tuo pačiu dydžiu padidėja vandens slėgis porose, kuris, vandenį išspaudus, vėl sumažėja iki požeminio vandens lygį atitinkančio dydžio (žr. 5.5 c paveikslą). Tuo pat metu poringumo koeficientas e mažėja (žr. 5.5 b paveikslą). Pradinis sėdimas baigiasi, kai išnyksta padidėjęs vandens slėgis porose.

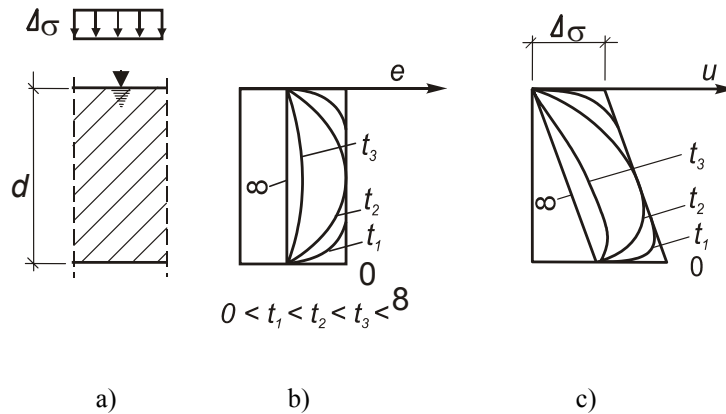
Dėl grunto susisluoksniavimo ir nevienodo slėgimo šis procesas yra sudėtingas, todėl tikslesnės prognozės reikalauja nuodugnaus gruntų tyrimo. Pradinėje stadijoje dažnai pakanka nagrinėti du sluoksnius.



**5.3 paveikslas. Sėdimo sudedamųjų didėjimas laikui bėgant $t_0 \approx d^2/c_v$
(principinės schemos)**



5.4 paveikslas. Įtakos faktorius f_s greitajam sėdimui ties pylimo viduriu



5.5 paveikslas. Poringumo koeficiento e ir porų vandens slėgio u kitimas pradinio sėdimo metu

Visas pradinis dviejų grunto sluoksnių nuosėdis yra:

$$S_{lv} \approx \Delta\sigma_1 d_1 / E_{S1} + \Delta\sigma_2 d_2 / E_{S2}. \quad (8)$$

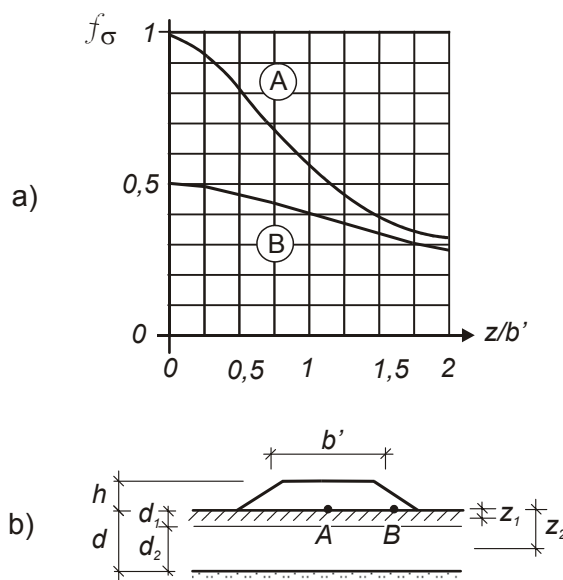
Standumo modulius žr. B priedo B.2 lentelėje.

Pagrindai gali turėti viršutinį padidinto standumo sluoksnį. Dažniausiai sutinkamų tokių sluoksnių storiai nurodyti B.2 lentelėje. Jei šio sluoksnio nėra, tai $d_1 = d_2 = d/2$.

Slėgimo padidėjimas priklauso nuo pylimo aukščio:

$$\Delta\sigma \approx \gamma h f_\sigma \quad (9)$$

Įtakos faktorius f_σ vertikaliam slėgimui nustatomas pagal 5.6 paveikslą.



5.6 paveikslas. Įtakos faktorius f_σ vertikaliam pylimo apkrovos slėgimui

Pakanka apskaičiuoti deformacijas ties pylimo ir šlaito viduriais (taškai A ir B). Sluoksnių vidurio gyliai $z_1 = d_1/2$ ir $z_2 = d_1 + d_2/2$.

Kai silpni gruntai turi viršutinį padidinto standumo sluoksnį, E_S parenkami iš B.2 lentelės.

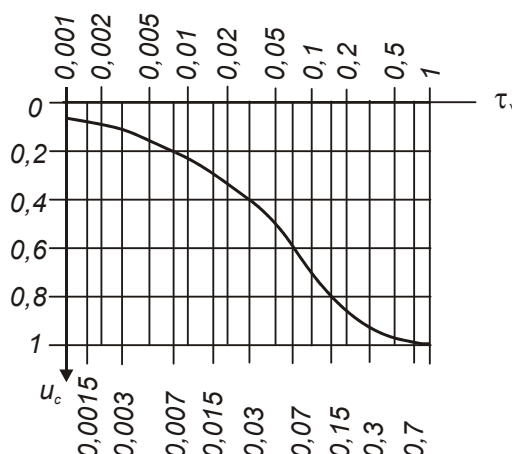
Mažiausias iš anksto neapkrautų gruntų standumo modulis z gylyje yra:

$$E_S = \gamma' z (1 + e_0) / C_k; \quad (10)$$

čia: γ' – tūrinis sunkis žemiau vandens lygio;

e_0 – pradinis poringumo koeficientas, nustatomas pagal pradinį drėgnį W_0 , $e_0 \approx 2,6 W_0$;

C_k – kompresijos koeficientas (B.2 lentelė).



5.7 paveikslas. Dydžiai τ_v ir U_c pradiniam sėdimui apskaičiuoti pagal (11) ir (12) formules

Apkraunant palaipsniui, su pertraukomis E_s dėl suspaudimo padidėja dydžiu:

$$1 + \Delta\delta/(\gamma' \cdot z);$$

čia $\Delta\delta$ – slėgimo padidėjimas pilant pylimą.

Pradinio sėdimo eiga nustatoma pagal konsolidacijos teoriją tokiu būdu. Apskaičiuojamas laiko faktorius

$$\tau_v = c_v \cdot t/d^2; \quad (11)$$

čia: t – laukimo laikas, s, priimamas bandymo būdu;

c_v – konsolidacijos rodiklis (žr. B priedo B.3 lentelę);

d – sluoksnio storis, m, drenuojamas vertikalia kryptimi.

Kai pagrindas neturi smėlio sluoksnių ir pylimo grunto laidumas vandeniui daug didesnis negu pagrindo gruntų, tai d priimamas pagal 5.6 b paveikslą. Esant ištisiniams smėlio sluoksniams, į (11) lygtį vietoje d įstatomas jų vidutinis storis d_2 .

Po t laiko pradinis nuosėdis bus:

$$S_I \approx U_C \cdot S_{Iv}; \quad (12)$$

čia: U_C – sutankėjimo (konsolidacijos) laipsnis, nustatomas pagal 5.7 paveikslą, prieš tai pagal (11) formulę apskaičiavus τ_v ;

S_{Iv} – visas pradinis nuosėdis (žr. (8) formulę).

Galima, priešingai, priėmus tam tikrą sėdimo dydį S_I , pagal (12) formulę nustatyti U_C , pagal 5.7 paveikslą – τ_v ir pagal (11) formulę – reikiamą laukimo laiką t .

5.3.3. Antrinis sėdimas

Pradinis sėdimas, apskaičiuotas pagal (11) lygtį ir 5.7 paveikslą, praėjus laikui $t_0 = d^2/c_v$ faktiškai pasibaigia. Po to prasideda antrinis sėdimas S_2 (žr. 5.3 c paveikslą).

$$S_2 \approx d_3 C_B \ln(c_v t/d_2^2). \quad (13)$$

Šioje formulėje, kuri galioja tik kai $t > d_2^2/c_v$, d_3 yra pradžioje sutankintas pagrindo sluoksnis, o C_B – medžiagos konstanta (žr. B.3 lentelę). Pradiniuose skaičiavimuose d_3 gali būti lygus visam padidinto standumo sluoksnio storiui.

(13) lygtis galioja, kai $S_2 < S_I$. Sluoksnio storis d_2 yra lemiamas nustatant τ_v .

5.4. Žemės sankasos pagrindų pagerinimas

7–9 skyriuose aprašytus pagrindų gruntų pagerinimo būdus sunku įvertinti gruntų mechanikos požiūriu. Todėl čia pateikiami metodai yra patikimi ir ekonomiškai, kai procesai stebimi ir atitinkamai koreguojami.

Gerinant gruntuos, kartu reikia atsižvelgti į ST 8871063.06:2004 [2.2] nurodymus.

5.4.1. Vertikalusis drenažas

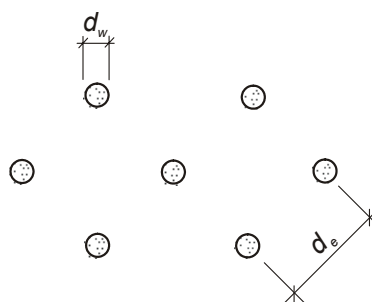
Naudojant skaldos, smėlio ar sintetinių medžiagų drenažą, veikiančiu skersmeniu d_w laikomas gręžinio skersmuo; b pločio drenažinėse įpjovose: $d_w \approx 2 b_w / \pi$.

Drenų išdėstymas plane nurodytas 5.8 a paveiksle.

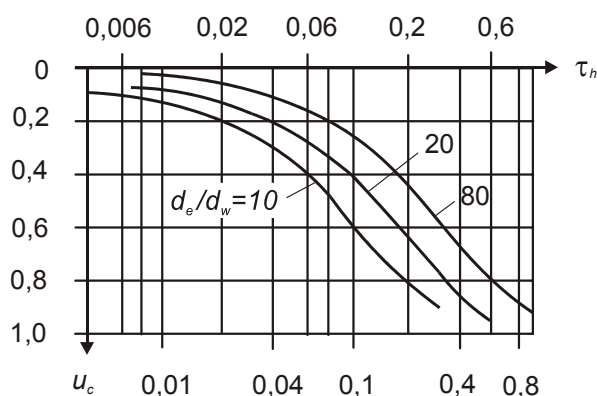
Pradinis nuosėdis S_I per t laiką apskaičiuojamas pagal (12) lygtį, nustačius laiko faktorių τ_h pagal lygtį:

$$\tau_h = c_v \cdot t / d_e^2, \quad (14)$$

U_C – pagal 5.8 b paveikslą ir S_{Iv} – pagal (8) lygtį.



a) Planas



b) Konsolidacijos eiga pagal Baroną (Barron)

5.8 paveikslas. Duomenys pradiniam sėdimui apskaičiuoti, kai naudojamas vertikalusis drenažas

5.4.2. Išankstinė apkrova

Išankstine apkrova čia vadinama tokia pagrindo apkrova, kurios vėliau nepasieks projektinio pylimo ir transporto apkrovos. Tuo būdu sumažinus poringumo koeficientą e , faktiškai įtempimai σ' nuo grunto masės ir transporto apkrovų niekur nepasieks e dydžiui ekvivalentinių įtempimų σ_e . Pakartotinai apkraunant pagrindo gruntų moduliai E_{V2} ir E_{SW} greitojo ir pradinio sėdimo metu padidėja 3–10 kartų, lyginant su pradine apkrova.

Antrinis nuosėdis pakartotinai apkraunant yra mažas, ir jo galima nepaisyti.

Čia kalbama tik apie laikiną pagrindo perkrovimą, per aukštai supilant pylimą Δh dydžiu iš tos pačios medžiagos. Kitos medžiagos retai naudojamos. Rekomenduojamas toks Δh , kad nuosėdis per pasirinktą laiką t_1 būtų lygus nepaaukštintos sankasos nuosėdžiui per numatytą eksploatacijos laiką t_2 . Taip pat reikia atsižvelgti ir į nuslinkimo pavojų. Ši skaičiuotė yra nepakankamai tiksli, todėl būtina stebėti faktiškus pylimo pado sėdimus. Sudėtingais atvejais matuojamos silpnų gruntų deformacijos. Supilto grunto perteklius pašalinamas tik atlikus tyrimus.

5.4.3. Gruntų pakeitimas

Silpni minkšti gruntai pakeičiami tinkamomis medžiagomis pagal 8 ir 9 skyrių rekomendacijas:

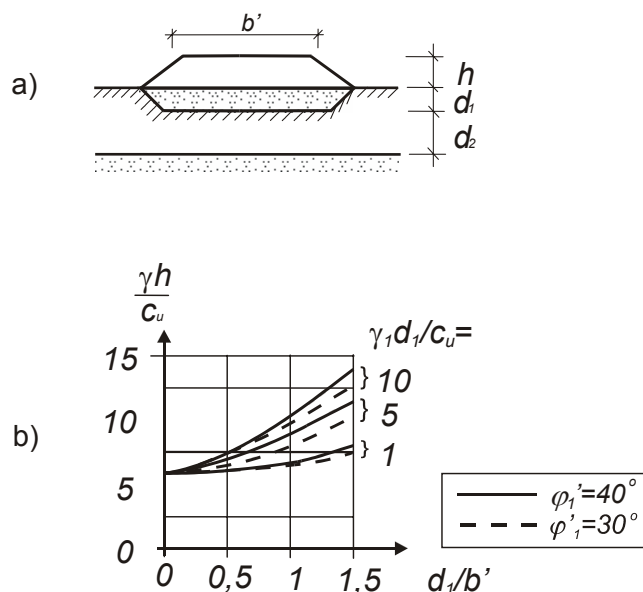
- visu gyliu ir pločiu;
- visu pločiu, bet ne visu gyliu;
- grėžiniuose arba įpjovose visu gyliu.

Taip sustiprintas pagrindas yra mažiau homogeniškas už natūralų pagrindą, todėl sunku prognozuoti jo pastovumą bei deformacijas. Tais atvejais būtini žemės paviršiaus stebėjimai gruntų mechanikos požiūriu.

Žemės sankasos sėdimai nepavojingi, kai minkštos padermės visiškai pašalinamos ir pakeičiamos sutankintu rupiu buriu gruntu. Sėdimai dėl paliktų minkštų gruntų sluoksnių įvertinami pagal (8) lygtį. Siauresnėms sankasoms turi įtakos šoninis grunto išspaudimas, kurio kol kas dar negalima patikimai prognozuoti.

Kai minkštos padermės iki d_I gylio (5.9 a paveikslas) pakeičiamos piltiniu gruntu, kurio tūrinis sunkis žemiau vandens lygio yra γ'_I (viršutinis vandens lygis apytikriai žemės paviršiuje) ir vidinės trinties kampas ϕ'_I , tai galima pylimo h reikšmei nustatyti vietoje (1) lygties naudojamas 5.9 b paveikslas. Nuosėdžiai pagal 5.3 p. gaunami mažesni, negu esant $d_I = 0$, nes pakeisto grunto modulis E_S yra didesnis.

Laikomosios galios padidinimas vertikaliu nesutvirtintu skaldos drenažu ar skaldos drenažo įpjomis labai minkštuose gruntuose (apie $c_u < 15 \text{ kN/m}^2$) yra negarantuotas. Patikimumą galima nustatyti tik ilgalaikiais bandomaisiais matavimais.



5.9 paveikslas. Pakeisto sluoksnio silpnuose pagrinduose laikomoji galia

5.4.4. Kiti metodai

Be bandymų yra nepatikima nusėdimų skaičiuotė, kai pagrindai sutvirtinti:

- blokų, sijų arba tvirtų tankinimui nepalankių medžiagų atliekomis;
- mediniais, betono ar metalo paklotais;
- poliais iš grunto ir kalkių mišinių;
- į gruntą įspaustais akmenimis;
- nusauginant nuolatine srove (elektroosmosas).

6. MATAVIMAI

6.1. Bendrosios nuostatos

Tiesiant kelius ant silpnų pagrindų, reikia laukti vertikaliųjų ir horizontaliųjų deformacijų ir slėgimų į gruntą pokyčių, kurių eiga turi būti kontroliuojama.

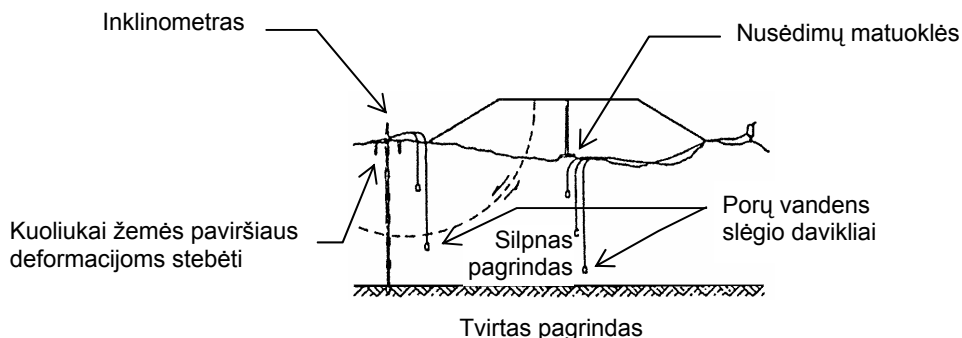
6.2. Matavimai prieš darbų pradžią ir jų metu

Darbai turi būti atliekami tik tuomet, kai garantuojama reikiama nusėdimų kontrolė.

Projektuojamo kelio plane ir pjūviuose reikia pavaizduoti matavimo prietaisus bei jų išdėstymą ir aprašyti matavimų eigą. Prieš darbų pradžią turi būti atliekami pradiniai matavimai.

6.2.1. Sėdimų matavimai

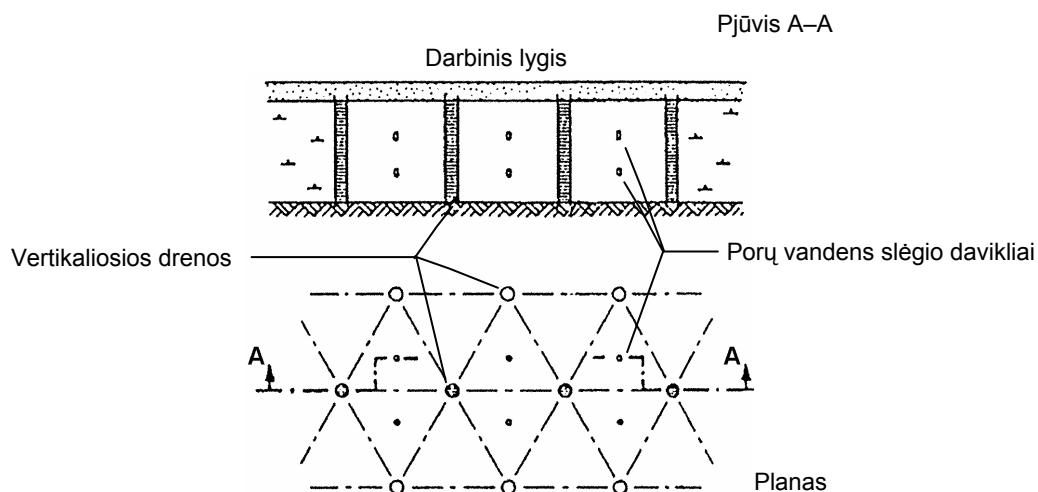
Sėdimai matuojami matuoklėmis arba specialiais davikliais (žr. 6.1 paveikslą ir 6.4 p.). Taip pat gali būti naudojami radijo matavimų zondai. Prireikus matuojami atskirų pagrindo sluoksnių nusėdimai. Visais atvejais reikia matuoti žemės paviršiaus deformacijas. Matavimų metu nustatoma sėdimų lokalizacija ir intensyvumas. Bendrieji nusėdimai kas tam tikrą laikotarpį pagal mastelį žymimi kelio išilginiame profilyje. Atsižvelgiant į rezultatus gali būti koreguojami pylimų supylimo procesai, jų įrengimo fazių terminai arba numatomos kitos papildomos priemonės.



6.1 paveikslas. Matavimo priemonių išdėstymas vertikaliosioms ir horizontaliosioms deformacijoms matuoti

6.2.2. Porų vandens slėgio matavimai

Pagal porų vandens slėgį nustatomas konsolidacijos laipsnis. Pradinio sėdimo fazė baigiasi, kai atsišato padidėjęs porų vandens slėgis. Vandens slėgį reikia matuoti kiekviename pylimo pagrindo sluoksnyje. Jei konsolidacijai pagreitinti daromas vertikalusis drenažas, matavimo prietaisus reikia išdėstyti, atsižvelgiant į drenų padėtį, didžiausio laukiamo vandens slėgio padidėjimo vietose (6.2 paveiksle – trikampių svorio centruose tarp vertikaliųjų drenų).



6.2 paveikslas. Porų vandens slėgio matavimo daviklių išdėstymas tarp vertikaliųjų drenų

6.2.3. Horizontaliųjų deformacijų matavimas

Horizontaliąsias pylimo pagrindo deformacijas gali prireikti kontroliuoti tais atvejais, kai arti yra:

- pastatai;
- vamzdiniai, kabeliai;
- orinių komunikacijų atramos;
- vandens nuleidimo latakai.

Tam reikalui tinka posvyrių matuokliai. Jie įmontuojami į elastinius vamzdžius ir gali judėti vertikalia kryptimi (žr. 5.4.3 p.). Rekomenduojama vamzdžius išdėstyti pylimo pade kas 10 m arba 20 m. Kartu su posvyrio matavimu fiksuojami ir paviršiaus taškų poslinkiai.

6.2.4. Grunto slėgio matavimai

Įtempimams grunte, pvz., pylimo pade, nustatyti naudojami slėgio davikliai. Juos sudaro alyva užpildyta slėgio matavimo dėžutė, kurios tūrio pasikeitimai slegiant matuojami hidrauliniu, pneumatiniu arba elektriniu būdu.

Rekomenduojama matavimui parinkti kelis skersinius profilius ir daviklius pastatyti didžiausių laukiamų įtempimų vietose, 15 cm storio smėlio sluoksnyje.

6.3. Matavimai supylus pylimą

Nereikia matuoti, kai pylimas supilamas pakeitus silpnus gruntus. Kai gruntas keičiamas iš dalies arba visiškai nekeičiamas, būtina toliau stebėti pylimo sėdimą.

6.4. Matavimo prietaisai ir metodai

6.4.1. Porų vandens slėgio matavimai

Ventiliniame daviklyje naudojama hidraulinė arba pneumatinė matavimo sistema. Ventilis atsidaro, kai vamzdeliu perduodamas slėgis viršija porų vandens slėgį, kuris tuo metu fiksuojamas.

Elektriniuose matavimo prietaisuose įtaisyta membrana, kurią slegiant porų vandeniui keičiasi srovės varža arba dažnumas, susietas su vandens slėgio matavimo prietaisu.

Slėgių daviklius galima su zondais įterpti į minkštą gruntą.

6.4.2. Sėdimų matavimai

Sėdimams matuoti dažniausiai pakanka paženklinėti dangos taškus įkalant metalinius strypus. Jei laukiama, kad bus nevienodas pylimo sėdimas, pylimo pade papildomai įtvirtinamos plokštės formos markės. Plokštė gali būti metalinė arba betoninė. Ji padedama ant sluoksnio, kurio sėdimą norima ma-

tuoti. Prie plokštės vidurio tvirtinamas strypas su apsauginiu vamzdžiu. Prireikus jį galima pailginti prisukant naujus strypus. Strypo viršus stebimas niveliavimu.

6.4.3. Šlyties matavimai

Horizontaliosios deformacijos gali būti nustatomos posvyrio matuokliais. Lankstus plastmasinis vamzdis pastatomas statmenai ant tvirto pagrindo sluoksnio. Matuojami vamzdžio pasvirimai, kurie atitinka sluoksnio pasislinkimą. Posvyrio matuoklis privalo laisvai nepersisukdamas judėti išilgai vamzdžio. Posvyrį fiksuoja švytuoklė, kuri yra sudėtinė elektrinio matavimo prietaiso dalis. Į sankasos viršų išvesto kabelio gale prijungiamas matavimo prietaisas rodo vamzdžio pasvirimo ir sluoksnio pasislinkimo dydį. Šie dydžiai gali būti išmatuoti dviem (x ir y) kryptimis.

6.5. Papildomi nurodymai

Deformacijas reikia matuoti ilgą laiką, nes porų vandens slėgio pokyčiai ir pylimo sėdimai vyksta pamažu. Matavimai baigiami, kai pylimas tampa stabilus. Būtina kontroliuoti matavimo prietaisų išdėstymą. Svarbūs davikliai turi būti dubliuojami 2–3 kartus.

7. PYLIMŲ SUPYLIMO BŪDAI ANT SILPNŲ PAGRINDŲ NEKEIČIANT GRUNTO

7.1. Bendrosios nuostatos

Mažas silpnų gruntų kerpamasis stipris reikalauja vengti apkrovų pasikeitimo trumpoje atkarpoje.

Žemės darbai inžinerinių statinių (pvz., tiltų, atraminių sienų, vamzdynų) zonoje turi būti atliekami iš anksto, kad vėliau atsiradusios sankasos deformacijos nekenktų šiems statiniams.

Taisant nusėdimus, naujai supiltos grunto masės gali vėl sukelti naujus nusėdimus.

7.2. Žemės sankasos ant silpno pagrindo įrengimas

Pilant pylimus ant silpno pagrindo, reikia atsižvelgti į jų įtaką pakelems, ypač:

- šoniniams grioviams;
- išlykiams;
- gruntinio vandens lygiui;
- kelio statiniams (tiltams, vandens pralaidoms);
- antžeminėms ir požeminėms konstrukcijoms;
- pastatams šalia kelio;

– nuovažoms.

Taip pat reikia atsižvelgti į galimų nusėdimų pataisymus. Atskirais atvejais reikalingos ypatingos priemonės sankasos stabilumui padidinti (žr. 5.4 p.).

7.2.1. Pylimų supylimas be specialaus pagrindo paruošimo

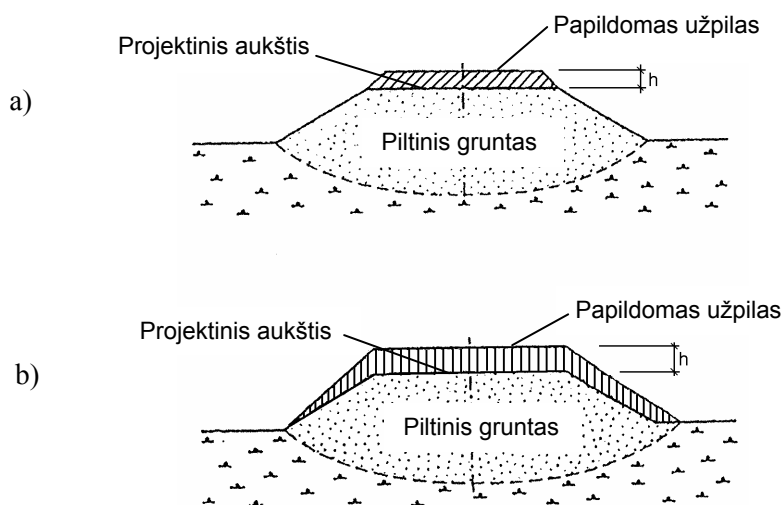
Šis sankasos įrengimo būdas rekomenduojamas žemės ūkio, miško ir laikiniams keliams. Dėl lėšų ekonomijos jis gali būti taikomas ir rajoninės reikšmės keliams su ribotu eismu. Pakanka supilti 1–3 m aukščio pylimus, atsižvelgiant į pagrindo gruntus ir transporto apkrovas. Jei pylimo pastovumas per nustatytą laikotarpį nepasiekiamas, reikia numatyti papildomas priemones (žr. 5.4; 7.2.2; 7.2.3 punktus).

7.2.2. Pylimų supylimas naudojant specialias priemones

7.2.2.1. Pradinis pylimo pagrindo perkrovimas

Pylimo sėdimas nuo savojo svorio arba eismo apkrovos gali būti žymiai paspartintas, laikinai perkraunant jo pagrindą (žr. 7.1 paveikslą).

Reikalingos apkrovos nustatomos pagal 5.3 p.



7.1 paveikslas. Pradinė papildoma apkrova pylimų sėdimams paspartinti

Papildoma apkrova turi būti ne mažesnė už būsimos dangos konstrukcijos ir transporto apkrovas. Papildoma apkrova laikoma tol, kol bus pasiekta reikiama gruntų konsolidacija.

7.2.2.2. Šakų, žabinių ir karčių paklotai

Tai seniausias metodas transporto apkrovoms paskirstyti į žemės paviršių, dažniausiai taikomas miško ir laikiniams keliams. Šakų ir žabinių paklotai gali būti taip pat naudojami žemų kategorijų vals-

tybiniuose keliuose. Šakos ir žabiniai klojami išilgine ir skersine kryptimis. Paklotas turi būti vandens apsemtas. Viršutinė dalis klojama skersai važiavimo krypties.

Žabinių paklotas dengiamas 20–30 cm storio žvyro ir smėlio mišinio sluoksniu.

7.2.2.3. Geotekstilė

Geotekstilė gaminama iš sintetinio pluošto. Ji naudojama:

- kaip skiriamasis sluoksnis tarp pylimo ir silpno grunto;
- sankasos šlaitų pastovumui padidinti;
- kaip filtruojantis sluoksnis drenažų konstrukcijose [2.2].

7.2.3. Medžiagos ir priemonės pylimo pagrindui gerinti

Pylimo pagrindui gerinti taikomos šios priemonės:

- vertikalusis drenažas;
- tankinimas smūgiuojant sunkiomis plokštėmis;
- gruntinio vandens lygio pažeminimas;
- nusausinimas vakuuminiu būdu.

Šios priemonės gali būti taikomos kartu su 7.2.2 p. rekomendacijomis.

7.2.3.1. Vertikalusis drenažas ir jo konstrukcijos

Vertikalusis drenažas greitina konsolidacijos sėdimus. Vanduo į drenas patenka iš slegiamų sluoksnių. Rekomenduojama atstumą tarp drenų nustatyti ne mažesnę už sluoksnio storį. Naudojamos kelios vertikaliojo drenažo konstrukcijos.

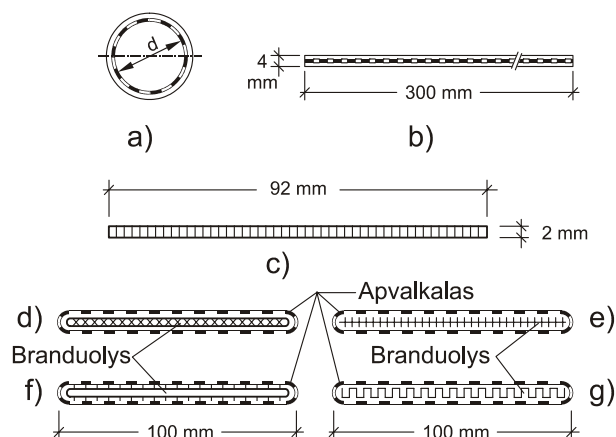
Smėlio drenažas yra seniausia drenažo rūšis. Jį sudaro vertikalūs 20–30 cm skersmens smėlio poliai. Smėlis turi būti su stabilia filtracija esamų gruntų atžvilgiu (dalelių skersmuo 0,2–2 mm). Kai yra horizontaliosios pylimo pado deformacijos, smėlio drenos gali būti nuglemžtos. Iš anksto paruoštos smėlio drenos susideda iš tekstilinių žarnų (minimalus skersmuo 6 cm), užpildytų stabilios filtracijos smėliu. Tokios drenos įstatomos į gręžinius.

Vamzdinį drenažą sudaro lankstus, išilgine kryptimi suspaudžiamas, vandeniui laidus plastmasinis vamzdis, apvilktas geotekstiline medžiaga. Vamzdžių skersmuo 4–5 cm (žr. 7.2 a paveikslą).

Juostinį drenažą sudaro juostos formos plastmasinis geotekstiline filtruojančia medžiaga apvilktas branduolys (šerdis), kuriuo gali tekėti vanduo. Juostinės drenos yra labai lanksčios ir lengvai prisitaiko prie grunto deformacijų. Juostinė drena dažniausiai daroma 10 cm pločio ir 4 mm storio (žr. 7.2 b–g paveikslus).

Geotekstilė turi tenkinti nustatytus reikalavimus [2.2].

Drenų įterpimui reikalingas pakankamai atsparus darbinis sluoksnis, kuris kartu tarnauja drenomis kylančiam vandeniui nuleisti.



- a) plastmasinė vamzdinė drena su neaustinės medžiagos apvalkalu;
- b) juostinė drena iš trisluoksnės neaustinės medžiagos;
- c) plastmasinė juostinė drena;
- d–g) plastmasinė juostinė drena su neaustinės medžiagos apvalkalu ir įvairiu drenuojančiu branduoliu.

7.2 paveikslas. Drenų skersiniai pjūviai

7.2.3.2. Drenažo įrengimas

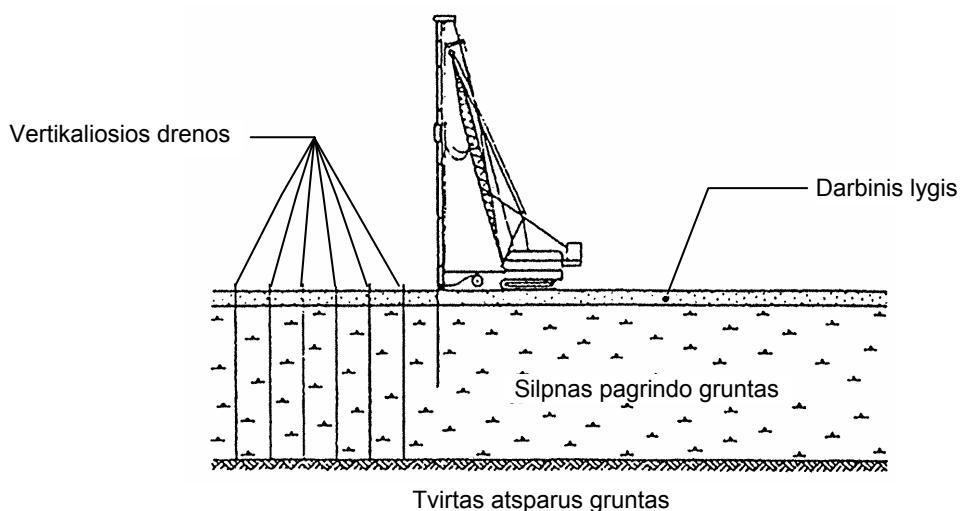
Smėlio drenos rengiamos gręžiniuose arba paplovimo, vibracijos bei kalimo būdu. Didžiausias gylis, gręžinį nuolat užpilant smėliu, paprastai siekia iki 15 m.

Juostinės drenos įterpiamos į gruntą specialia mašina (žr. 7.3 paveikslą). Tuščiaviduris plieninis strypas su jame patalpinta drena išspaudžiamas arba įvibruojamas į gruntą. Dreną grunte įtvirtinus, plieninis strypas ištraukiamas.

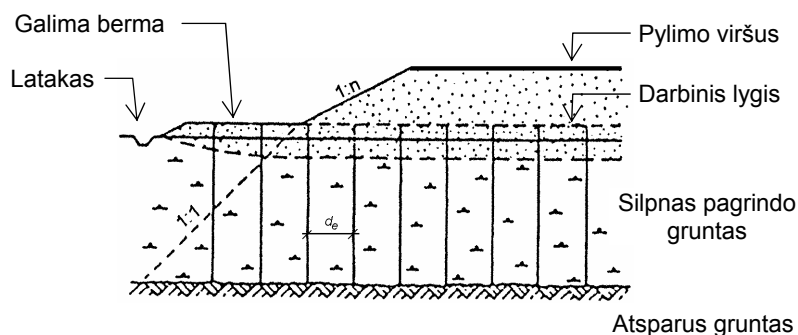
Vamzdinė drena įterpiama taip pat kaip juostinė. Strypą sudaro apsauginis cilindrinis vamzdis.

Drenos paprastai išdėstomos kaip parodyta 5.8 a paveiksle. Jų gylis, esant ištisiniam minkštų gruntų sluoksniui, galimas iki 35 m.

Atsižvelgiant į pylimo aukštį, šlaitų statumą ir silpnų grunto sluoksnių savybes, drenos gali būti išdėstytos ir už pylimo pado ribų (žr. 7.4 paveikslą).



7.3 paveikslas. Vertikaliųjų drenų įterpimas į gruntą



7.4 paveikslas. Vertikaliųjų drenų išdėstymas skersiniame profilyje

7.2.3.3. Vertikaliųjų drenų efektyvumas

Drenų efektyvumas priklauso nuo šių faktorių:

- vandens pritekėjimo sąlygų prie drenos;
- drenos filtro laidumo;
- vandens nuleidimo iš drenų.

Vandens pritekėjimas prie drenos priklauso nuo grunto laidumo horizontalia kryptimi, filtracijos kelio ilgio (atstumo tarp drenų), drenos sausinamo ploto ir hidraulinio nuolydžio. Reikia naudoti tokio laidumo drenos filtrą, kad prie drenos nesusidarytų patvankos. Drenos turi būti mechaniškai tvirtos, lanksčios, atsparios cheminių medžiagų ir bakterijų poveikiui. Drenos filtro stabilumas turi nekisti; ji turi išlikti veikli esant šlyties deformacijoms.

Grunto tvirtėjimo laipsnis ir sėdimo eiga kontroliuojami matuojant sėdimus, taip pat dažnai porų vandens slėgį ir šlyties deformacijas. Konsolidacijos metu padidėjęs atsparumas kirpimui gali būti patikrintas sparniniu arba šoniniu slėgio matavimo zondų.

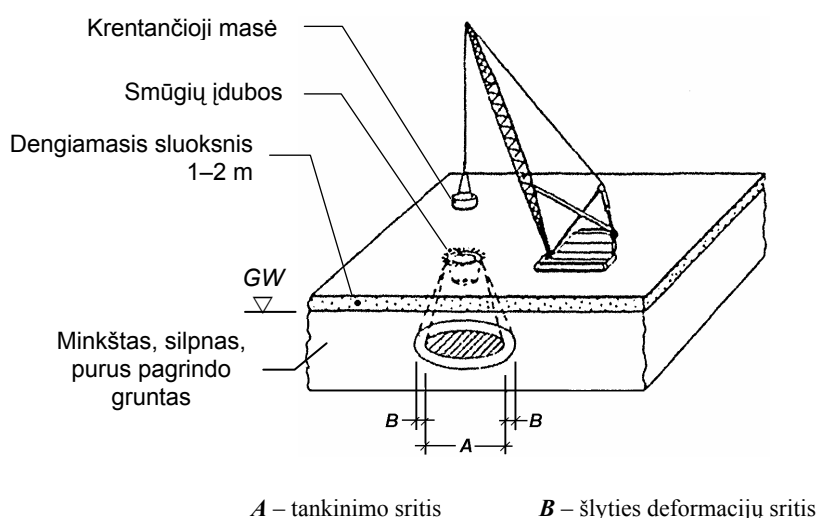
Vertikalusis drenažas ypač tinkamas tada, kai yra stori mažai laidūs ir slūgūs grunto sluoksniai. Esant didelio arba labai įvairaus laidumo sluoksniams (pvz., durpės, dumblas, dumblas su smėlio tarpsluoksniais) vertikalusis drenažas dažnai būna neefektyvus. Sausinant šiuos sluoksnius, reikalingi trumpesni vandens pritekėjimo keliai.

Gruntuose su ryškiu antriniu sėdimu, pvz., durpėse, vertikalusis drenažas pagreitina tik pradinį sėdimą.

7.2.3.4. Tankinimas sunkiomis krentančiomis plokštėmis

Tankinant plokštės smūgiais pagrindas gerinamas dinaminio poveikiu (žr. 7.5 paveikslą). Tankinama kelis kartus pereinant viena vieta. Smūgių vietos perdengiamos. Tarp mechanizmo ėjimų daromos pertraukos.

Prieš darbų pradžią bandomuoju tankinimu arba laboratoriniais tyrimais nustatomi optimalūs plokštės svoris, kritimo aukštis, atstumas tarp smūgio vietų ir smūgių skaičius. Ant silpno grunto supilamas 1–2 m storio sluoksnis iš smėlio, žvyro, šlako ar kitų panašių medžiagų, kuris tarnauja kaip darbinis sluoksnis ir perduoda smūgių poveikį pagrindui. Gruntinio vandens lygis turi būti ne mažiau kaip dviem metrais žemesnis už darbinio sluoksnio viršų. Esant aukštesniam vandens lygiui, jį reikia pažeminti. Tankinimo procese pasirodžiusį vandenį būtina nuleisti. Tankinant formuojasi piltuvo formos įdubos. Dėl šio proceso žemiau įdubų ir jų aplinkoje padidėja porų vandens slėgis ir pasikeičia grunto struktūra. Laisvas porų vanduo pakyla į viršų.



7.5 paveikslas. Tankinimo sunkia krentančia plokšte scheminis vaizdas

Porų vandens slėgimo padidėjimas mažina kerpamąjį stiprį. Sumažėjus porų vandens slėgiui padidėja pagrindo grunto atsparumas. Pakankamai sumažėjus padidėjusiam porų vandens slėgiui galima kartoti tankinimą.

Padidėjusio atsparumo išplitimo riba (gylis ir plotis) priklauso nuo grunto sudėties, plokštės masės, jos kritimo aukščio, atstumo tarp smūgiavimo vietų, smūgių skaičiaus ir gruntinio vandens lygio. Palankiais atvejais galima pasiekti 80–90 proc. bendro pagrindo sėdimo, kuris būtų vien tik nuo pylimo ir transporto apkrovų. Lyginant su pradine padėtimi silpno grunto kerpamasis stipris c_u ir standumo modulis E_s gali būti padidinti nuo 4 iki 10 kartų. Toks tankinimo būdas tinka natūraliems ir supiltiems gruntams, kuriuose smūgiuojant padidėjęs porų vandens slėgis greitai užgęsta, taip pat ploto atžvilgiu nehomogeninėms sąvartoms – buitinėms ir industrinėms atliekoms, šlamui, atskirais atvejais durpėms.

Baigus tankinimą plokščių smūgiais, viršutinis išpurentas sluoksnis tankinamas atskirai.

7.2.3.5. Požeminio vandens lygio pažeminimas

Požeminio vandens lygio pažeminimas gravitaciniais šuliniais mažina priešpriešinį vandens slėgį ir sukelia su tuo susietus papildomą apkrovą ir silpnų gruntų sėdimą.

Silpnų gruntų sluoksniai nusausinami nuleidžiant vandenį iš žemiau esančių stambiagrūdžių gruntų. Dėl to atsiradęs papildomas slėgis – apie 10 kN/m² kiekvienam pažeminimo metrui – skatina rišlių gruntų konsolidacijos procesus, kurie laikui bėgant didina pagrindo laikomąją galią. Jei žeminant vandens lygį apatinė rišlaus arba organinio grunto sluoksnio dalis ilgesnį laiką lieka sausa, ji gali papildomai sėsti dėl sėdimo įtempimų ir cheminių pokyčių.

Prieš žeminant vandens lygį rišlių grunto sluoksnių laikomajai galiai didinti, turi būti ištirta, ar tai neturės neigiamos įtakos gretimiesiems statiniams ir šuliniams.

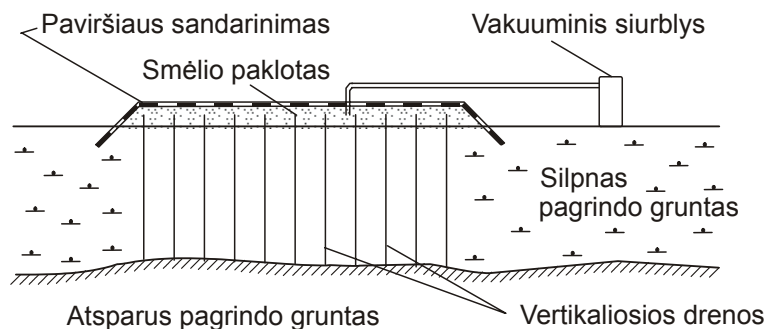
Kontrolės metodai:

- vandens lygių matavimai specialiuose šulinėliuose;
- zondavimas sparniniais grąžtais;
- porų vandens slėgio matavimai;
- sėdimų matavimai.

7.2.3.6. Vakuuminis sausinimas

Vakuuminis būdu sausinama specialiais vamzdžiais, įterptais į gruntą paplovimu arba sudarant vakuumą po hermetizuota ertme virš silpnų gerintinių gruntų.

Vakuuminis būdas yra tinkamas dulkinguose gruntuose (molingasis dulkis, dulkis, dulkingasis smėlis). Vandens lygį galima pažeminti žemiau siurblio iki 6 m (žr. 7.6 paveikslą).



7.6 paveikslas. Sausinimas vakuuminiu būdu

Sausinant pagal 7.6 paveikslą į silpnus gruntus įterpiamos vertikaliosios smėlio drenos. Viršutinė jų dalis užpilama smėlio paklotu ir hermetizuojama. Siurbliais sudaromas vakuumas virš rišlaus grunto.

Vakuuminis būdas taikytinas tais atvejais, kai dėl žemės sankasos stabilumo negalima pylimo per daug papildomai apkrauti arba taip daryti yra neekonomiška.

Darbų kontrolė tokia pat kaip žeminant požeminio vandens lygį.

7.2.3.7. Poliai iš grunto ir kalkių mišinio

Minkšti moliai ir labai molingi dulkiai, neturintys organinių priemaišų, gali būti pagerinti įrengiant gręžinius su kalkių užpildais.

Yra du tokių polių įrengimo būdai:

- gręžinių skylės užpildomos negesintomis kalkėmis;
- gruntų ir kalkių mišiniai paruošiami gręžiniuose.

Su šiuolaikiniais mechanizmais galima kalkių polius įrengti iki 10 m gylio.

Mažiausias gręžinio skersmuo turi būti 15 cm, o atstumas tarp jų iki 1 m. Rekomenduojama skersmens dydžius, kalkių kiekius ir atstumus tarp polių nustatyti bandant pagrindo atsparumą su poliais ir be jų.

Maišant gruntą su negesintomis kalkėmis vyksta kompleksiniai procesai, dėl ko pasikeičia grunto struktūra. Grunto atsparumas padidėja dėl:

- nusausinimo;
- reakcijos su gruntu.

8. PYLIMŲ SUPYLIMAS VISIŠKAI PAKEIČIANT SILPNUS GRUNTUS

8.1. Bendrosios nuostatos

Kai numatoma visiškai pakeisti silpnus gruntus, reikia, be žemės darbų ekonomiškumo, atsižvelgti į šiuos kriterijus:

- tiesiamo kelio reikšmę;
- ekologiją;
- tiesiamo kelio ruožo ilgį ir darbų apimtį;
- grunto karjerų (rezervų) vietas ir jų dydžius;
- keičiamo grunto sąvartų vietas;
- kelio ir pakelės statinius;
- grunto sėdimo pasekmes perdavus kelią naudoti;
- statybos trukmę.

Viso silpno grunto pakeitimą reikia numatyti svarbesniuose (AM, I–III kategorijos) keliuose, jei nepakeitus grunto negalima pasiekti būtino sankasos pastovumo dėl laiko, ekonominių ir techninių priežasčių. Tai galioja ir tuo atveju, kai, atidavus kelią naudoti, gali būti suardyta apkrovų pusiausvyrą, pvz., papildomai platinant žemės sankasą, žeminant vandens lygį ir pan.

Kai silpno grunto sluoksnio storis didesnis kaip 5 m, visiškas jo pakeitimas paprastai numatomas tik aukštų kategorijų keliuose. Jei ilgesniame ruože tokio sluoksnio storis didesnis kaip 12–15 m, visišką grunto pakeitimą sunku ekonomiškai pagrįsti.

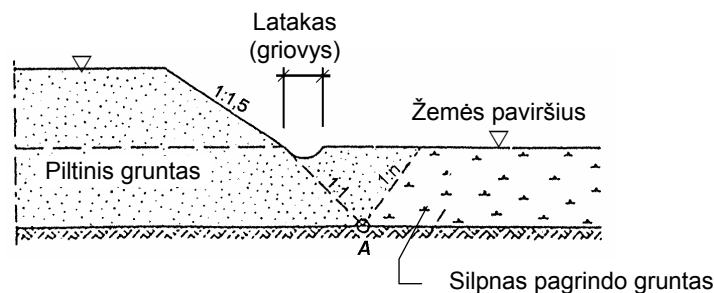
8.2. Grunto pakeitimas

8.2.1. Tranšėjos skersinis profilis

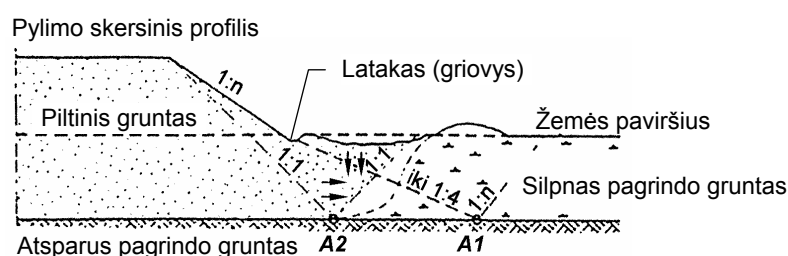
Kasamos tranšėjos šlaitų statumas priklauso nuo:

- silpno grunto sluoksnio storio ir atsparumo kirpimui;
- darbų vykdymo metodo (sausą tranšėją arba kasimas iš po vandens, laikas tarp kasimo ir užpylimo);
- laikinos papildomos ir galimos dinaminės apkrovos;
- klimato įtakos.

Dažniausiai pakanka pylimo šlaito statumo 1:1 žemiau žemės paviršiaus (žr. 8.1 paveikslą). Šlaito po vandeniu statumas, pvz., pilant gruntą hidromechaniniu būdu, priklauso nuo sluoksnio storio bei medžiagos granulometrijos, ir paprastai priimamas tarp 1:2 ir 1:4.



8.1 paveikslas. Tipinis skersinis profilis. Grunto pakeitimas



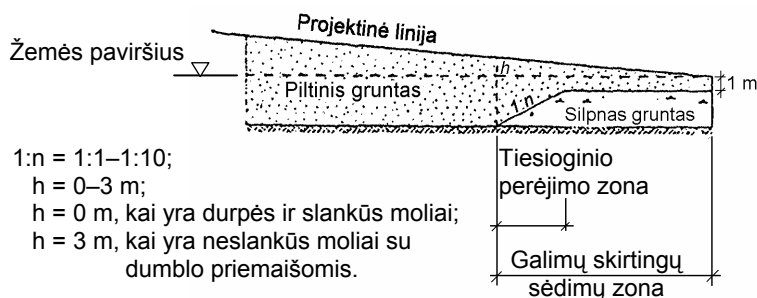
8.2 paveikslas. Labai silpnų gruntų (durpių) pakeitimas

Tranšėjos dugno ir jos šlaito susikirtimo taškas A, esant pakankamam silpno grunto atsparumui, gali būti arčiau pylimo, bet ne arčiau kaip iki fiktyvios tiesės, pravestos nuo pylimo briaunos iki tranšėjos dugno nuolydžiu 1:1 (taškas A₂). Nepalankiais atvejais, kai yra labai silpni gruntai ir atsižvelgiant į pilamą medžiagą, tiesė pravedama nuo pylimo pado nuolydžiu 1:2–1:4 iki taško A₁ (žr. 8.2 paveikslą). Didžiausias šios tiesės nuolydis, esant negiliai tranšėjai, gali būti 1:1.

Ekonominiais sumetimais iškastos tranšėjos šlaitai daromi kaip galima statesni. Reikia atsižvelgti į tai, kad esant ypač minkštiems gruntams, pvz., dumblui su drėgniu $W_n > 150\%$ ir durpėms su $W_n > 500\%$, iškastos tranšėjos šlaitai kartu su supiltu gruntu gali išsiplėsti. Šlaitai deformuojasi suspaudžiant ir išspaudžiant silpną gruntą.

Viso ir dalinio grunto pakeitimo sandūrose pylimai skirtingai sėda.

Siekiant išvengti nusėdimų skirtumo, ypač aukštesnių kategorijų keliuose, pereinamosiose zonose reikia numatyti papildomas priemones (žr. 7.2 p.). Kai gruntai pilami sluoksniais, perėjimą reikia daryti kaip galima lėkštesnį – 1:10. Kai gruntai pilami „galvos“ būdu, tai, atsižvelgiant į gruntus ir kelio reikšmę, perėjimai gali būti statesni, iki 1:1. Galimi skirtingi nusėdimai lokalizuojami trumpame ruože, už viražo atlangų ar įgaubtųjų kreivių ribų.



8.3 paveikslas. Iškastos tranšėjos išilginis profilis

8.2.2. Grunto pakeitimas sausoje tranšėjoje

Kai tranšėja sausa, gruntas keičiamas pagal schemą: ekskavatorius – savivartis automobilis – grunto gabenimas. Tranšėjos skersinis profilis projektuojamas atsižvelgiant į pylimo ir silpno grunto šlaitų pastovumo sąlygas.

Gruntą galima keisti ir pritekant vandeniui, jei, esant atitinkamam pritekėjusio vandens lygiui, garantuojamos tranšėjos šlaitų ir pado pastovumas. Kai yra dideli žemės darbai, vandens pašalinimo įrenginių naudojimas pateisinamas tik tuomet, jei turimas gruntas yra netinkamas pilti į vandenį.

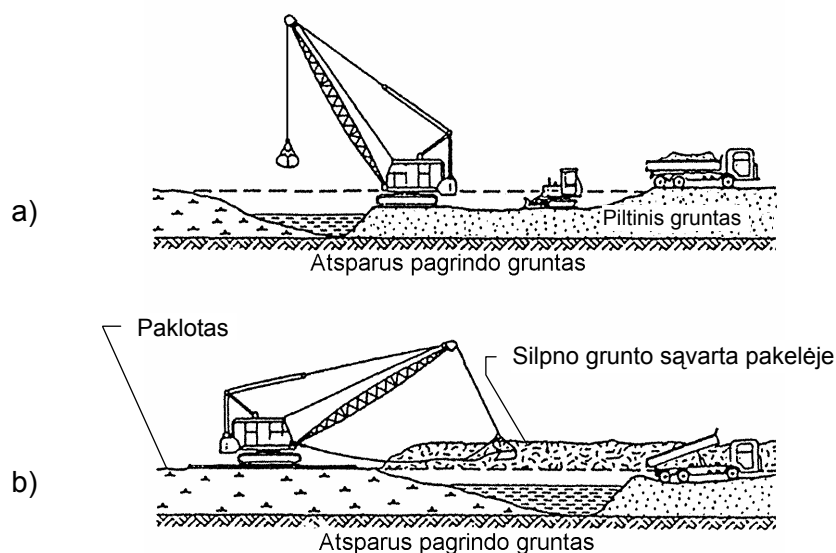
8.2.3. Grunto pakeitimas ekskavatoriumi kasant tranšėją po vandeniu

Dažniausiai taikomi du darbų metodai.

1. Tranšėja kasama ekskavatoriumi-draglainu, kuris stovi ant supilto grunto. Netinkamas gruntas išvežamas. Tuo pat metu pilamas autotransportu atvežtas tinkamas gruntas (žr. 8.4 a paveikslą).

2. Ekskavatorius, stovėdamas ant silpno grunto, šalia tranšėjos išpila netinkamą gruntą, kuris vėliau išvežamas autotransportu arba paskleidžiamas vietoje (žr. 8.4 b paveikslą).

Atstumas tarp iškasamo ir užpilamo grunto priklauso nuo tranšėjos gylgio bei šlaitų nuolydžio ir turi būti kaip galima mažesnis, apie 5–10 m.



- a) ekskavatorius dirba stovėdamas ant supilto grunto;
b) ekskavatorius dirba stovėdamas ant silpno grunto.

8.4 paveikslas. Silpno grunto pašalinimas ir tranšėjos užpylimas

Supilto grunto tankinimo rodiklį reikia tikrinti pagal ST 8871063.06:2004 [2.2]. Sutankinimo rodiklis po vandeniui tikrinamos poliniais zondais. Prireikus rengiami bandomieji ruožai. Pagrindžiant statinių šioje zonoje statybą reikia numatyti ypatingas priemones – giluminį tankinimą arba papildomą laikiną apkrovimą.

8.2.4. Silpno grunto pakeitimas hidromechaniniu būdu

Hidromechanizacijos taikymas žemės darbuose yra ekonomiškai esant šioms sąlygoms:

- aukštas gruntinio vandens lygis;
- palankūs gruntai;
- turimi dideli plotai išplautam gruntui;
- yra ne mažesnis kaip 2,5 m vandens gylis, reikalingas plaukiojamajai žemsiurbei;
- yra garantuoti gretimų statinių pastovumas ir apsauga nuo paplovimo;
- grunto gabenimui savivarčiais nepalankūs: reljefas, grunto karjerų (rezervų) išdėstymas, eismo sąlygos ir pan.

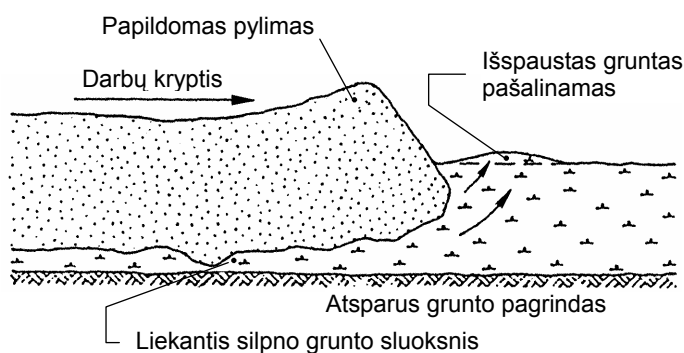
Darbų kontrolė turi būti tokia pat, kaip kasant ekskavatoriais po vandeniui (8.2.3 p.).

8.3. Silpno grunto išspaudimas

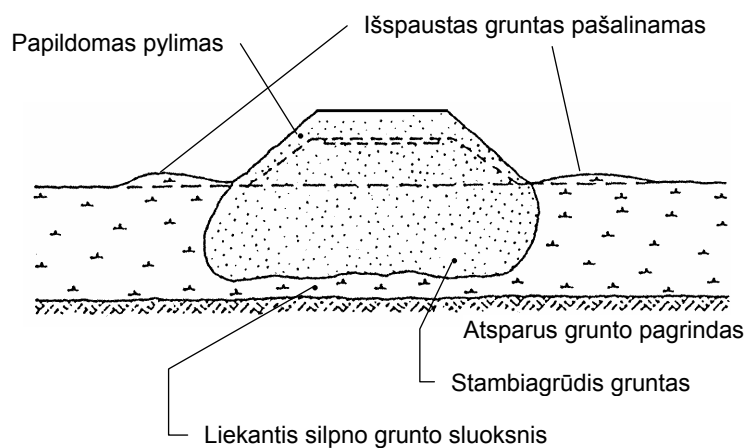
Išspaudimo būdas taikomas tada, kai tam palankūs gruntai ir kai nepritaikomos kitos silpno grunto pašalinimo priemonės.

8.3.1. Silpno grunto išspaudimas papildoma pylimo apkrova

Grunto pakeitimas išspaudžiant pylimo svoriu galimas tik tada, kai yra mažas kerpamasis stipris (žr. 8.5 ir 8.6 paveikslus).



8.5 paveikslas. Silpno grunto išspaudimas papildoma pylimo apkrova. Išilginis profilis



8.6 paveikslas. Silpno grunto išspaudimas papildoma pylimo apkrova. Skersinis profilis

Išspaudimas galimas skersine ir išilgine kryptimis. Norimam rezultatui pasiekti būtina:

- iš po būsimo pylimo pašalinti viršutinį grnto sluoksnį;
- pylimą supilti per trumpą laiką;
- išspausťą grntą pašalinti;

– pylimą papildomai laikinai apkrauti.

Išspausti gruntai sudaro reljefo pakilimus šalia pylimo, o nepalankiais atvejais ir toliau nuo jo. Tokie grunto kauburiai, atsižvelgiant į aplinkybes, paliekami, išlyginami vietoje arba išvežami į sąvartą. Išspaudžiamo grunto kiekius galima numatyti tik apytikriai.

Yra galimi vėlesni žemės sankasos nusėdimai dėl silpnų gruntų deformacijos ir pylimo išsklidimo. Išspaudimui pasibaigus matuojami nusėdimai.

8.3.2. Silpno grunto pašalinimas sprogdinimu

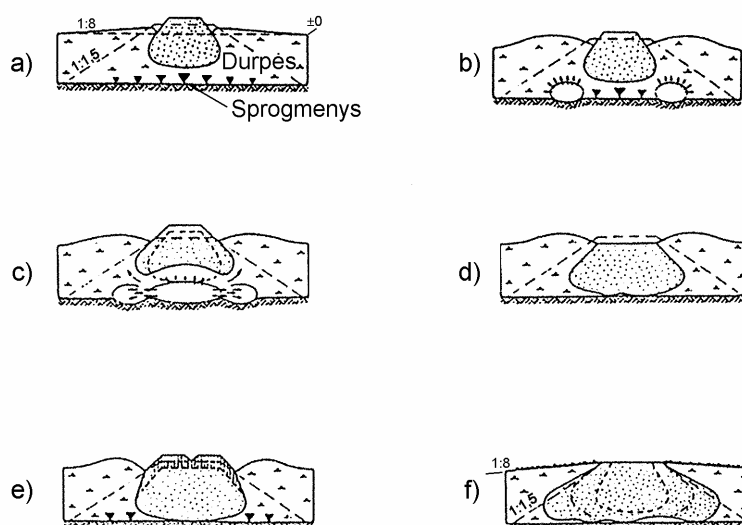
Durpes šalinant sprogdinimu, pirmiausia ant durpyno supilamas pylimas. Dalis durpių išspaudžiama. Pylimas pilamas aukštesnis negu projekte numatyta. Papildomas aukštis turi atitikti sprogimo sukeltą vertikaliąją deformaciją. Sprogimo metu durpės po pylimu laikinai pasidaro tokios ir išspaudžiamos skersine, išilgine ir vertikalia kryptimis. Ties pylimo galu išspaustos durpės pašalinamos. Sprogdinimų eiga parodyta 8.7 paveiksle.

Išspaudimai turi būti nuolat kontroliuojami, kad sprogmenys būtų teisingai naudojami.

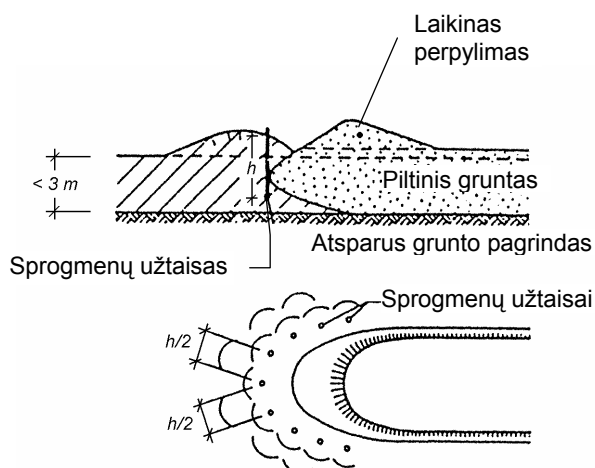
Ištisinis sprogdinimas – durpių išspaudimas iš karto visame ruože – retai taikomas. Vietinio sprogdinimo būdas (8.8 paveikslas), t.y. laipsniškas durpių išsprogdinimas, kiekvienu sprogimu pasistumiant pirmyn 3–5 m, taikomas tuomet, kai negalima naudoti hidromechanizacijos, ekskavatorių arba kai reikia pakeisti didelius grunto kiekius.

Išspaudimas kontroliuojamas pagal 8.2.3 p.

Durpių pašalinimą sprogdinimu projektuoja ir vykdo specializuotos žinybos, vadovaudamosi Lietuvoje išbandytais būdais [3].



8.7 paveikslas. Durpių pašalinimas sprogdinimu



8.8 paveikslas. Vietinio sprogdinimo būdas – sprogmenų išdėstymas prieš pylimą

9. DALINIS GRUNTO PAKEITIMAS

9.1. Bendrosios nuostatos

Pakeičiamas tik viršutinis silpno grunto sluoksnis. Reikia atsižvelgti į tai, kad maži pylimų nusėdimai vyks ir perdavus kelią naudoti.

Dalinis grunto pakeitimas, lyginant su viso silpno grunto (durpių) pakeitimu, taikytinas *dėl ekonomiško, kai:*

- turima mažai pakeisti tinkamo grunto;
- galima naudoti mažus žemės plotus, reikalingus pakeitimo procesams;
- yra labai stori silpno grunto (durpių) sluoksniai;

dėl techninių galimybių, kai:

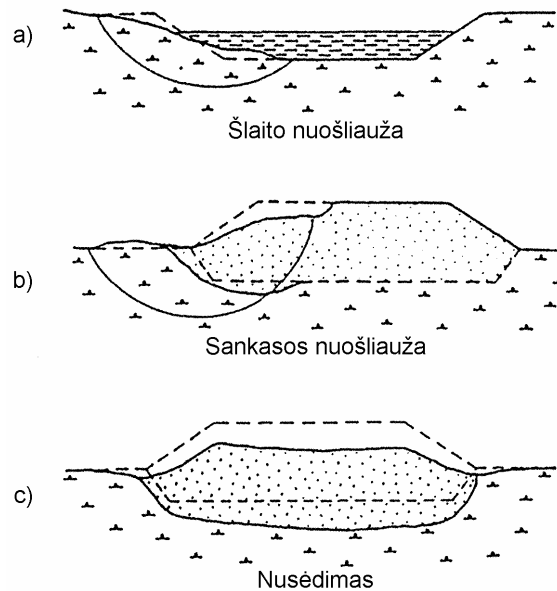
- tik viršutinėje durpyno dalyje yra skirtingo storio bei konsistencijos durpių arba ypač minkštų gruntų sluoksniai ir iš dalies keičiant gruntą pasiekiamos vienodesnės pylimo supylimo sąlygos;
- ribotas pylimo aukštis ir tik pakeitus dalį nepalankių gruntų galima įrengti pakankamo storio dangos konstrukciją su šalčio išskylos atspariu sluoksniu;
- esami gruntai turi būti išsaugomi kaip izoliacinis sluoksnis (pvz., vandenviečių zonoje).

Organinių gruntų dalinis pakeitimas taikomas tik išimtiniais atvejais arba žemesnių kategorijų keliuose.

Neorganinių gruntų dalinis pakeitimas galimas, jei laukiami nusėdimai yra leidžiami. Kitu atveju reikalingos priemonės liekamiems silpniems gruntams pagerinti, pvz., geotekstilės [2], vertikalinių

drenų, laikinų papildomų apkrovų panaudojimas, t.y. dalinio grunto pakeitimo ir 7.3 p. nurodytų priemonių kombinacija.

9.2. Iškasamos tranšėjos skersinis profilis



9.1 paveikslas. Galimos sankasos deformacijos iš dalies keičiant gruntą

Parenkant kasamos tranšėjos skersinį profilį turi būti atsižvelgta į šlaitų pastovumą ir sėdimo eigą įvairiais statybos tarpsniais (žr. 5.2 p. ir 9.1 paveikslą).

9.3. Sankasos įrengimo būdai

Gruntas keičiamas naudojant hidromechanizaciją arba ekskavatorius su savivarčiais (žr. 8.2 p.). Darbų būdas parenkamas pagal kasimo gylį, darbų apimtį ir grunto savybes. Tinkamas gruntas pilamas sluoksniais, atsižvelgiant į nuslinkimo pavojų.

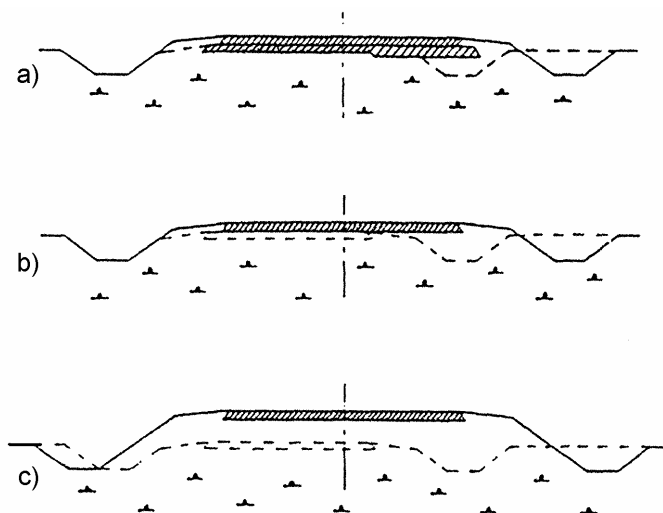
10. KELIŲ REKONSTRAVIMAS

10.1. Bendrosios nuostatos

Esama žemės sankasa gali būti platinama, nukasama arba pakeliama (žr. 10.1 paveikslą).

Kai pagrindų gruntai yra silpni, paplatinimuose ir po esama sankasa galima laukti skirtingų nusėdimų.

Reikia ištirti ir įvertinti senojo kelio žemės sankasą, pylimo pagrindą ir dangos konstrukciją. Taip pat reikia nustatyti, kokios įtakos turės žemės sankasos rekonstravimas kelio zonoje esantiems statiniams ir komunikacijoms. Lauko tyrinėjimų medžiagą reikia papildyti kelio eksploatacijos tarnybų duomenimis. Taikytini tokie darbų vykdymo būdai, kurie duoda apytikriai lygius nusėdimus po platinama ir esama važiuojamąja dalimi. Kai numatomi maži nusėdimų skirtumai, rekomenduojama darbus vykdyti stadijiniu būdu. Galutiniai dangos sluoksniai klojami pasibaigus sėdimams. Kai ilgai tęsiasi skirtingi sėdimai, reikia vadovautis 7.2 p. nurodymais.



a) važiuojamosios dalies paplatinimas;
b) ir c) esama važiuojamoji dalis nepanaudojama.

10.1 paveikslas. Kelių rekonstravimas

10.2. Platinimas panaudojant esamą žemės sankasą

Esama žemės sankasa gali būti panaudota, jei ji įrengta pagal 8 skyriaus reikalavimus. Šiuo atveju paplatinimuose keičiamas visas silpnas gruntas.

Kai žemės sankasa įrengta pagal 7 sk. ir 9 sk., tai:

- gruntai po esama važiuojamąja dalimi visuose statybos tarpsniuose turi būti stabilūs;
- paplatinimuose atliekami darbai negali daryti žalos esamai važiuojamajai daliai.

Šiuo atveju sankasą reikia platinti pagal 7.2 p. ir 8 sk. arba 9 sk. nurodymus. Gali tekti taikyti papildomas priemones esamo pylimo pagrindui gerinti (žr. 7.2.3 p.).

Be 7 sk. ir 9 sk. kriterijų, statybos būdo parinkimas iškasant gruntą taip pat priklauso nuo:

- visų tipų komunikacijų kelio zonoje;
- vandens nuleidimo įrenginių;
- gretimų statinių.

Keičiant gruntą šalia esamos važiuojamosios dalies, gali atsirasti deformacijos dėl netvirtintos tranšėjos sienutės. Iš principo kiekvienas iškasimas turi būti tuoj pat užpilamas. Jei tokiu būdu negalima išvengti žymių deformacijų, tai reikia numatyti papildomus sutvirtinimus, pvz., įlaidines sienutes. Deformacijas galima sumažinti kasant pralaidžiui trumpomis atkarpomis. Atkarpų ilgį reikia taip parinkti, kad grūntinės atsparos veiktų iki užpylimo.

Silpnus gruntus paliekant po žemės sankasa, negalima kasti kelio griovių prie pat pylimo pado.

Dangos plyšius galima sumažinti dangą ir pagrindą armuojant tinkliniu sintetiniu audiniu.

10.3. Platinimas supilant naują žemės sankasą

Jei negalima išvengti esamos žemės sankasos ir paplatinimų deformacijos ekonomiškai pagrįstomis išlaidomis, tai parenkamas toks darbų vykdymo būdas kaip naujose vietose. Reikia atsižvelgti į senosios žemės sankasos konsolidaciją. Pagrindo apkrovą galima sumažinti ribojant pylimo aukštį.

11. ŽEMĖS DARBAI TIES TILTAIS, VANDENS PRALAIMOMIS IR VAMZDYNIAIS

11.1. Bendrosios nuostatos

Jei tiesiant kelią silpni gruntai nepakeičiami pagal 8 sk., tai ties tiltais, vandens pralaidomis ir vamzdynais susiduriama su ypatingomis problemomis, kurios kyla dėl žemės sankasos ir minėtų statinių skirtingų sėdimų. Jiems pašalinti arba sumažinti kiekvienam statiniui reikalingos skirtingos priemonės.

Užpilant statinius reikia vadovautis ST 8871063.06:2004 [2.2].

11.2. Tiltai

Tiltai silpnų gruntų zonoje paprastai statomi ant giliųjų arba polinių pamatų. Priemonės skirtin-
giems nusėdimams redukuoti aptariamos tiltų projektuose.

11.3. Vandens pralaidos ir vamzdynai

11.3.1. Rekonstruojamos vandens pralaidos ir perstatomi vamzdynai

Vandens pralaidas ir vamzdynus reikia patikrinti ar jie yra atsparūs naujo pylimo apkrovoms ir ar laukiamos deformacijos jiems nepavoingos. Kitais atvejais reikia minėtus statinius:

- iškelti už pylimo sėdimo kreivės ribų;
- perkloti;

– atitverti (pvz., įlaidine sienute).

Perklojant ir naujai klojant vamzdžius žr. 11.3.2 p.

11.3.2. Naujos vandens pralaidos ir nauji vamzdynai

Atsižvelgiant į statinio matmenis, konstrukcijas ir gruntus reikia rengti plokštinius arba giliuosius pamatus. Be standžių gali būti naudojamos ir lanksčios konstrukcijos arba apsauginiai vamzdžiai.

11.3.3. Darbų atlikimas

Vandens pralaidos ir vamzdžiai ant plokštinių pamatų rengiami tik pasiekus tam tikrą silpnų pagrindų po pylimais konsolidaciją. Reikia siekti, kad konsolidacijos laipsnis būtų $U_c > 70 \%$. Turi būti stebima sėdimo proceso eiga.

Deformacijai jautrius vamzdynus (dujos, degalai ir kt.) reikia kloti apsauginiuose vamzdžiuose taip, kad vėliau vamzdynus būtų galima koreguoti.

II DALIS

ŽEMĖS SANKASOS IR RELJEFO NUOŠLIAUŽOS

1. TAIKymo SRITIS

Šie skaičiuotės metodai taikomi kelio sankasos bei reljefo šlaitų ir atraminių sienų prie staigaus reljefo aukščių pokyčio stabilumui patikrinti, nepriklausomai nuo sienų konstrukcijų ir pamatų tipo. Pateiktais metodais nustatoma laikomosios galios ribinė būklė 1A galimos nuošliaužos slinkimo paviršiais. Jie taip pat taikomi tuomet, kai sankasa deformuojasi be ryškesnio slinkimo paviršiaus.

Pateiktais metodais galima nustatyti tempiamų elementų, garantuojančių žemės sankasos ir reljefo stabilumą, ilgį.

Tinkamumo naudoti pagrindimai (2-oji ribinė būklė) yra apytikriai, nes pagal nurodytus metodus negali būti apskaičiuojami deformacijų dydžiai.

Skaičiuotės metodai yra tinkami, kai erdvinių konstrukcijų jėgos veikia palankiai (neskatina slinkimo). Metodai netaikomi, kai sankasa deformuojasi dėl gruntų ištižimo.

2. TERMINAI IR APIBRĖŽIMAI

2.1. Staigus reljefo aukščių pokytis, žemės sankasos šlaitas, atkalnė, atraminė siena

2.1.1. Staigus reljefo aukščių pokytis

Staigus reljefo aukščių pokytis yra natūrali arba dirbtinė reljefo pakopa su atramine siena arba be jos.

2.1.2. Žemės sankasos šlaitas

Žemės sankasos šlaitas yra dirbtinis pylimų arba iškasų elementas.

2.1.3. Atkalnė

Atkalnė yra natūraliai susiformavęs pasviręs žemės paviršius.

2.1.4. Atraminė siena

Atraminė siena yra konstrukcija, skirta žemės masyvo stabilumui užtikrinti, esant staigiems jo aukščių pokyčiams.

2.2. Šlaitų, atkalnės ir reljefo nuošliaužos

Pastaba: Nėra esminio skirtumo tarp šlaito, atkalnės ir reljefo nuošliaužų.

2.2.1. Šlaito (atkalnės) nuošliauža

Šlaito (atkalnės) nuošliauža yra žemės masyvo nuošliauža, kai slinkimą sukeliančios jėgos viršija grunto atsparumą kirpimui. Slenkantis žemės masyvas gali pats deformuotis arba nuslinkti kaip apytikriai standus kūnas.

2.2.2. Reljefo nuošliauža

Reljefo nuošliauža yra žemės paviršiaus nuošliauža kartu su atraminiu statiniu (jei toks yra), kai slinkimą sukeliančios jėgos viršija grunto ir konstrukcinių elementų atsparumą kirpimui.

2.3. Nuošliaužos vyksmo schema

Nuošliaužos vyksmo schema yra paslanki šlaitų, atkalnės arba reljefo nuošliaužos sistema, susidedanti iš kirpimo zonos ir slenkančio masyvo.

2.4. Nuošliaužos masyvas

Nuošliaužos masyvas yra žemės (grunto) kūnas su atraminiu statiniu arba be jo, kuris slenka slinkimo paviršiumi arba kirpimo zona.

2.5. Kirpimo zona, kirpimo pjūvis, slinkimo paviršius, slinkimo linija

2.5.1. Kirpimo zona

Kirpimo zona yra sritis, kurioje, esant šlaito ar reljefo nuošliaužoms, vyksta kirpimo deformacijos ribinėje grunto būklėje.

2.5.2. Kirpimo pjūvis

Kirpimo pjūvis yra plona ploto pavidalo kirpimo zona.

2.5.3. Slinkimo paviršius

Slinkimo paviršius yra kirpimo zona arba pjūvis grunte, kurie suprastintai priimami kaip paviršius.

2.5.4. Slinkimo linija

Slinkimo linija yra kreivė slinkimo paviršiaus pjūvio plokštumoje.

2.6. Skaičiuojamoji ribinė pusiausvyra

Skaičiuojamoji ribinė pusiausvyra yra pusiausvyra tarp apskaičiuotų aktyviųjų jėgų dydžių ir reakcijos jėgų dydžių, padaugintų iš $\frac{1}{f}$.

2.7. Apskaičiuotų reakcijos jėgų išnaudojimo laipsnis $\frac{1}{f}$

Apskaičiuotų reakcijos jėgų išnaudojimo laipsnis yra pusiausvyrai reikalingų reakcijos jėgų dydžio santykis su apskaičiuotu reakcijos jėgų dydžiu.

3. FORMULIŲ ŽYMENYS

Visi krūviai, jėgos ir momentai yra siejami su 1 m pločio slenkančiu bloku.

1 lentelė. Formulų žymenys

Eil. Nr.	Formulių žymenys	Pavadinimas	Matavimo vnt. (pavyzdys)
Fiziniai rodikliai			
1.	c_u	Nedrenuotų gruntų sankiba	kN/m ²
2.	c'	Drenuotų gruntų sankiba (Sankibos jėgos nuošliaužose žr. 23–26 eil. Nr.)	kN/m ²
3.	γ	Drėgno grunto tūrinis sunkis	kN/m ³
4.	γ'	Grunto tūrinis sunkis žemiau VL	kN/m ³
5.	γ_r	Vandens prisotinto grunto tūrinis sunkis	kN/m ³
6.	γ_w	Vandens tūrinis sunkis	kN/m ³
7.	φ_u	Nedrenuotų gruntų trinties kampas	laipsnis
8.	φ'	Drenuotų gruntų trinties kampas	laipsnis
9.	φ_k'	Birių gruntų kritinis trinties kampas (Trinties kampus nuošliaužose žr. 61–63 eil. Nr.)	laipsnis
Atstumai ir linijų žymenys nuošliaužų schemų iliustracijose			
10.	a_i	Išorinė nuošliaužos masyvo slinkimo linija	–
11.	b	Nuošliaužos bloko plotis	m
12.	e	Atstojamosios jėgos F_d atstumas nuo apskritiminio slinkimo centro	m
13.	h_c	Šlaito aukštis rišliuose gruntuose	m
14.	h_s	Požeminio vandens lygio aukštis virš slinkimo linijos	m
15.	h_u	Hidrostatinio slėgio aukštis virš slinkimo linijos	m
16.	h_w	Vandens gylis	m
17.	Δh	Požeminio ir paviršinio vandens lygių skirtumas	m
18.	$\Delta \Delta h$	Potencialų skirtumas tarp dviejų potencialų linijų	m

1 lentelės tęsinys

Eil. Nr.	Formulių žymenys	Pavadinimas	Matavimo vnt. (pavyzdys)
19.	i	Nuošliaužos bloko arba masyvo numeris	1
20.	i_{ij}	Vidinės slinkimo linijos tarp nuošliaužos masyvų i ir j numeris	1
21.	l_c	Nuošliaužos masyvo slinkimo linijos arba apskritiminės slinkimo linijos ilgis, kuriame veikia sankibos jėgos	m
22.	r	Apskritiminės slinkimo linijos spindulys	m
Apkrovos ir jėgos			
23.	c_i	Sankibos jėga išoriniame nuošliaužos masyvo slinkimo paviršiuje	kN/m
24.	c_i	Sankibos jėga vieno nuošliaužos bloko arba jos masyvo išoriniame slinkimo paviršiuje (bendra)	kN/m ²
25.	c_{ij}	Sankibos jėgos vidiniame nuošliaužos masyvų i ir j slinkimo paviršiuje	kN/m
26.	c_{ij}	Sankibos jėga nuošliaužos masyvų i ir j vidiniame slinkimo paviršiuje (bendra)	kN/m ²
27.	E_{ij}	Grunto slėgis į vidinį nuošliaužos masyvų i ir j slinkimo paviršių	kN/m
28.	F	Atstojamoji jėga	kN/m
29.	F_A	Inkarą arba standžią atramą veikianti jėga	kN/m
30.	G	Vieno nuošliaužos bloko arba masyvo savojo apkrova	kN/m
31.	M_S	Aktyvusis į G_i ir P_{vi} neįeinančių jėgų momentas apie slinkimo apskritimo centrą	kN·m/m
32.	M_R	Reakcinis jėgų, neįeinančių į F_A ir T_S , momentas	kN·m/m
33.	P	Apkrova, veikianti vieną nuošliaužos bloką arba masyvą	kN/m
34.	p	Laikinoji tolygiai paskirstyta apkrova	kN/m ²
35.	q	Nuolatinė tolygiai paskirstyta apkrova	kN/m ²
36.	Q	Jėga nuošliaužos masyvo išoriniame slinkimo paviršiuje	kN/m
37.	Q_{ij}	Jėga nuošliaužos masyvų i ir j vidiniame slinkimo paviršiuje	kN/m
38.	R	Slinkimo paviršiuje veikiančių reakcinių kirpimo jėgų atstojamoji	kN/m
39.	R_M	Reakcinių momentų apie slinkimo centrą atstojamoji	kN·m/m
40.	S	Apkrovų atstojamoji	kN/m
41.	S_M	Momentų apie apskritiminį slinkimo centrą atstojamoji	kN·m/m
42.	T	Kirpimo jėga nuošliaužos vieno bloko arba jos masyvo išoriniame slinkimo paviršiuje	kN/m
43.	T_S	Kirpimo jėga konstrukcijos dalyje arba atsiradusi dėl šios konstrukcijos dalies, kurią kerta slinkimo linija. Veikia statmenai konstrukcijos dalies ašiai	kN/m
44.	ΔT_i	Papildoma nuošliaužos masyvo i jėga, lygiagreti jo išoriniam slinkimo paviršiui	kN/m

1 lentelės tęsinys

Eil. Nr.	Formulių žymenys	Pavadinimas	Matavimo vnt. (pavyzdys)
45.	u_i	Porų vandens slėgimo jėgų atstojamoji išoriniame nuošliaužos masyvo slinkimo paviršiuje	kN/m
46.	u_i	Porų vandens slėgis į išorinį nuošliaužos masyvo slinkimo paviršių	kN/m ²
47.	u_{ij}	Porų vandens slėgimo jėgų atstojamoji vidiniame nuošliaužos masyvų i ir j slinkimo paviršiuje	kN/m
48.	u_{ij}	Porų vandens slėgis į vidinį nuošliaužos masyvų i ir j slinkimo paviršių	kN/m ²
Kampai			
49.	α	Pusė kampo, ribojančio apskritiminės slinkimo linijos galus	laipsnis
50.	α_A	Slinkimo linijos ir inkaro krypties susikirtimo kampas	laipsnis
51.	β	Šlaito posvyrio kampas	laipsnis
52.	β_M	Vidutinis dviejų gretimų nuošliaužos masyvų šlaitų kampas	laipsnis
53.	β_W	Kampas tarp vandens srovės krypties ir horizontalės	laipsnis
54.	δ	Grunto slėgimo jėgos bloko pjūvyje posvyrio į horizontalę kampas	laipsnis
55.	ε_A	Konstrukcijos elemento arba inkaro ašies posvyrio į horizontalę kampas	laipsnis
56.	ε_{ij}	Kampas tarp išorinių susikertančių slinkimo linijų a_i ir a_j	laipsnis
57.	ε	Atstojamosios F arba apkrovos jėgos P posvyrio į horizontalę kampas	laipsnis
58.	ϑ	Slinkimo linijos į horizontalę kampas taške, per kurį eina bloko svorio centro linija. Nuošliaužos masyvo išorinės slinkimo linijos kampas	laipsnis
59.	ϑ_j	Kampas tarp išorinės a_j ir vidinės i_{ij} slinkimo linijų ties j nuošliaužos masyvu	laipsnis
60.	ϑ_{ij}	Vidinės slinkimo linijos i_{ij} posvyrio į horizontalę kampas ties i nuošliaužos bloku	laipsnis
61.	φ	Trinties kampas išorinėje nuošliaužos masyvo slinkimo linijoje (bendras)	laipsnis
62.	φ_M	Vidutinis trinties kampas nuošliaužos bloko pjūvyje (bendras)	laipsnis
63.	φ_{ji}	Trinties kampas nuošliaužos masyvų i ir j vidinėje slinkimo linijoje (bendras). (Kitus trinties kampus žr. 7–9 eil. Nr.)	laipsnis
Atsargos koeficientai			
64.	γ_φ^u	Dalinis nedrenuotų gruntų trinties kampo atsargos koeficientas	vnt.
65.	γ_φ	Dalinis drenuotų gruntų trinties kampo atsargos koeficientas	vnt.
66.	γ_{cw}	Dalinis nedrenuotų gruntų sankibos atsargos koeficientas	vnt.
67.	γ_c	Dalinis drenuotų gruntų sankibos atsargos koeficientas	vnt.
68.	γ_γ	Dalinis grunto tūrinio sunkio atsargos koeficientas	vnt.
69.	γ_{FA1}	Tempiamų elementų tempimo jėgų ir standžių atramų apkrovos jėgų dalinis atsargos koeficientas	vnt.
70.	γ_{FA2}	Su slėgimu vietoje betonuotų inkarų reglamentuotos jėgos dalinis atsargos koeficientas	vnt.
71.	γ_G	Atraminų sienų, birių ir gabalinių medžiagų, skysčių ir statybinių detalių savojo sunkio apkrovos atsargos koeficientas	vnt.

1 lentelės pabaiga

Eil. Nr.	Formulių žymenys	Pavadinimas	Matavimo vnt. (pavyzdys)
72.	$\frac{I}{f}$	Skaičiuojamųjų reakcijos jėgų išnaudojimas	vnt.
73.	ξ	Kiti koeficientai ir indeksai Formos koeficientas, taikomas normalinių įtempimų išdėstymui slinkimo linijoje	vnt.
74.	d	Indeksas projektinės ribinės būklės dydžiams žymėti	–
75.	i, j, k	Indeksai nuošliaužos bloką, masyvų arba inkarų eilės numeriams žymėti	–
76.	m	Indeksas vidutiniams dydžiams žymėti	–
77.	v, h	Indeksai vertikaliai, horizontaliai padėčiai žymėti	–

4. TECHNINĖ DOKUMENTACIJA

Žemės sankasos stabilumui nuošliaužų zonoje pagrįsti reikia turėti duomenis apie:

- statybines konstrukcijas, jų masę, statybines medžiagas ir šlaito padėtį;
- normalią ir ekstremalią vandens būklę, aktyviųjų ir reakcijos jėgų dydžius, jų pobūdį bei vertę;
- esamų gruntų charakteristikas pagal Lietuvos standartą LST 1331:2002 [2.4];
- būdingus esamų gruntų tūrinio sunkio ir kirpimo parametrų rodiklius.

5. AKTYVIOSIOS JĖGOS

5.1. Bendrosios nuostatos

Nustatant aktyviųjų jėgų dydžius, jiems turi būti taikomi atsargos koeficientai pagal A priedo A.3 lentelę, atsižvelgiant į palankias ir nepalankias darbo sąlygas.

5.2. Aktyviųjų jėgų rūšys

Aktyviosios jėgos yra:

- a) Nuošliaužos masyvo ir atraminės sienutės savasis tūrinis sunkis.

Kai nuošliaužos masyvą veikia nuolatinės jėgos (nuošliaužos masyvių statybinių dalių ir grunto apkrovos), skaičiuojamieji tūriniai sunkiai yra $\gamma_d = I \cdot \gamma$ (žr. A priedo A.3 lentelę).

- b) Jėgos nuošliaužos masyve arba virš jo.

Į šias jėgas atsižvelgiama tik tuomet, kai jos veikia nepalankiai (žr. A.3 lentelę).

c) Vandens slėgis į slinkimo paviršių.

Porų vandens slėgis u nustatomas pagal srovių ir potencialiųjų linijų tinklą arba hidrostatinio slėgio aukštį h_w virš slinkimo paviršiaus, taip pat pagal vandens slėgį į kitus gretimus plotus (žr. 1 a ir b paveikslus). Reikia nustatyti slinkimo metu galimus nepalankius vandens režimo pokyčius.

Vyraujant horizontaliosioms vandens srovėms be padidėjusio porų vandens slėgio, šis slėgis gali būti suprastintai apskaičiuotas pagal vietinį požeminio vandens lygio aukštį h_s virš slinkimo linijos.

Kai srovių kryptys labai nukrypsta nuo horizontalios padėties, reikia, nustatant porų vandens slėgį, atsižvelgti į srovių ir potencialiųjų linijų tinklą.

Pastaba. Šlaito stabilumas taip pat gali būti apskaičiuotas atsižvelgiant į srovių jėgas ir grunto tūrinį sunkį žemiau VL, jei yra aiškiai žinoma srovių jėgų kryptis nagrinėjamame nuošliaužos masyve (žr. 8.2.2.3 p.)

6. REAKCIJOS JĖGOS

Reakcijos jėgos yra:

a) **skaičiuojamosios kirpimo jėgos**, atsirandančios dėl grunto dalelių trinties ir sankibos slinkimo paviršiuje.

Skačiuojamosios grunto kirpimo jėgos nustatomos, dalinant būdingus kirpimo parametrų ir tūrinių sunkių dydžius iš dalinių atsargos koeficientų (žr. A priedo A.4 lentelę):

$$tg \varphi'_d = \frac{tg \varphi'}{\gamma_{\varphi'}}; \quad (1)$$

$$tg \varphi'_{ud} = \frac{tg \varphi_u}{\gamma_{\varphi_u}}; \quad (2)$$

$$c'_d = \frac{c'}{\gamma c'}; \quad (3)$$

$$c'_{ud} = \frac{c_u}{\gamma_{c_u}}; \quad (4)$$

$$\gamma_d = \frac{\gamma}{\gamma_{\gamma}}. \quad (5)$$

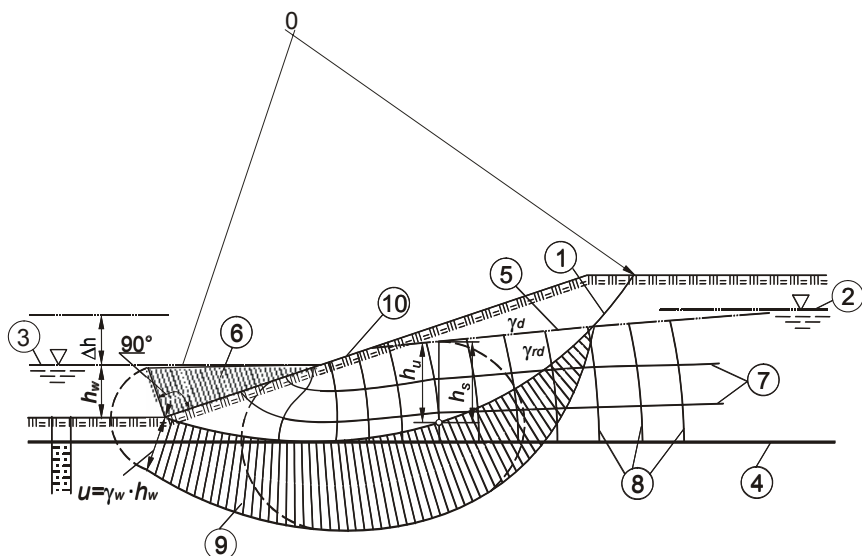
Tikrinant rišlių gruntų stabilumą bendru atveju priimami nedrenuotų gruntų kirpimo parametrai (φ_u , c_u , pradinis stabilumas) ir drenuotų gruntų kirpimo parametrai (φ' , c' , galutinis stabilumas).

Molingų gruntų atkalnės, kuriose dėl konsolidacijos nepasireiškia padidėjęs porų vandens slėgimas, stabilumas apskaičiuojamas su drenuotų gruntų kirpimo parametrais. Kai požeminiai vandenys turi įtakos stabilumui, skaičiuotėje priimamas normaliai konsoliduotų gruntų efektyvusis trinties kampas.

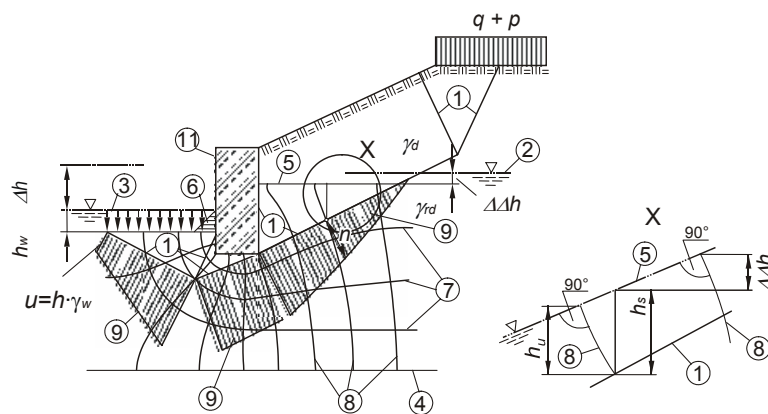
Tikrinant iškasų su labai konsoliduotais gruntais stabilumą, reikia gerai apsvarstyti skaičiuojamųjų parametrų charakteringų dydžių parinkimą.

Pastaba. Kasant iškasas labai konsoliduotuose gruntuose, sumažinamas porų vandens slėgimas, kuris padidina pradinį stabilumą. Porų vandens slėgimo sumažėjimas laikui bėgant išnyksta, todėl apskaičiuojant galutinį stabilumą reikia atsižvelgti į drenuotų gruntų kirpimo parametrus be sumažėjusio porų vandens slėgimo.

Kai yra geologiškai nustatyti slinkimo paviršiai arba jei jau yra prasidėjusi didesnė kaip 0,10 m šlytis, lemiamą reikšmę turi liekamasis atsparumas kirpimui.



a) Šlaitas su apskritimine slinkimo linija



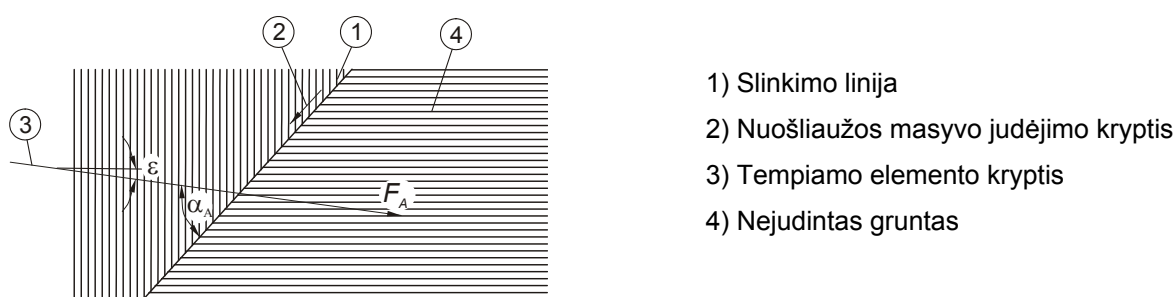
b) Staigus reljefo aukščių pokytis su sudėtinu slinkimo vyksmu
(vandens slėgis pažymėtas tik virš išorinės slinkimo linijos; iliustracijoje $\Delta\Delta h = 0,1\Delta h$)

- | | |
|--------------------------------------|--|
| 1) Slinkimo linija | 7) Srovių linijos |
| 2) Nepakitęs požeminio vandens lygis | 8) Potencialų linijos |
| 3) Paviršinis vanduo | 9) Porų vandens slėgio pasiskirstymas išilgai slinkimo linijos |
| 4) Vandeniui nelaidus sluoksnis | 10) Požeminio vandens ištekėjimo zona |
| 5) Požeminio vandens paviršius | 11) Atraminė siena |
| 6) Paviršinio vandens slėgis | |

1 paveikslas. Pavyzdys su vandens srovių tinklu, vandens slėgiu ir porų vandens slėgiu pagal 5.2 p.

Reikia atsižvelgti į tai, kad požeminio vandens ištekėjimo į šlaitus vietose gali išnykti rišlių gruntų sankiba. Tikrinant pradinį stabilumą galima neatsižvelgti arba iš dalies atsižvelgti į grunto atsparumo kirpimui padidėjimą dėl papildomų apkrovų, po kurių prasideda konsolidacija. Kai yra sluoksniai, kurie konsoliduojasi dėl savosios apkrovos ar žymios papildomos apkrovos, reikia įvertinti nedrenuotų gruntų kirpimo parametrus, kurie buvo prieš papildomą pylimo apkrovimą.

Grunto kirpimo jėgos, atsiradusios dėl tempiamų elementų, kuriuos kerta slinkimo linijos, bendro veikimo, tik tada naudojamos skaičiuotėje, kai elementas yra tempiamas pagal slinkimo mechanizme priimtą schemą (įsitempiantis elementas) ir kai kampas α_A tarp išorinės slinkimo linijos ir tempiamo elemento yra ne didesnis kaip 75° (žr. 2 paveikslą).



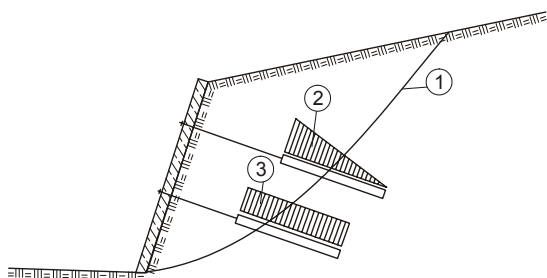
2 paveikslas. Įsitempiančio elemento sąlyga: $\alpha_A \leq 75^\circ$

b) *tempiamų elementų ir standžių statinių jėgos*, kertančios slinkimo liniją arba veikiančios į nuošliaužos masyvo išorę.

Parenkant atsargos koeficientus pagal A priedo A.3 lentelę, reikia kiekvienam nuošliaužos vyksmui nustatyti, ar šios jėgos veikia palankiai, ar nepalankiai. Kadangi jos atskirais atvejais skatina slinkimą, tai slinkimo paviršiuje trinties nesukeliantiems komponentams taikomas dalinis atsargos koeficientas $\gamma_{FA} = 1$ (žr. A priedo A.4 lentelę).

Tempiamų elementų skaičiuojamosios reakcijos jėgos monolitiniuose su slėgimu betonuotuose arba gręžtiniuose poliuose nustatomos pagal jiems būdingas ištraukimo jėgas su atitinkamais daliniais atsargos koeficientais (žr. A.4 lentelę). Čia gali būti priimti tik tie aktyviųjų jėgų skaičiuojamieji dydžiai, kurie veikia už slinkimo masyvo nejudintame grunte.

Nustatant aktyviasias tempimo jėgas nejudintame grunte, kai yra ribinė šlaito arba reljefo slinkimo būklė, trintis į elemento sienutes gali būti priimta kaip tolygiai išsidėsčiusi, jei atsirandančios deformacijos yra pakankamos sukelti ribinę sienučių trintį. Kitu atveju reikia priimti trinties jėgų trikampi, palinkusį į elemento galą (žr. 3 paveikslą).



- 1) Slinkimo linija
- 2) Trinties jėgų išsidėstymas inkaro sienutėje pagal trikampę diagramą (pvz., jungtiniame inkare)
- 3) Tolygus trinties jėgų išsidėstymas (pvz., slėginuose vamzdiniuose inkaruose)

3 paveikslas. Tempiamų elementų sienučių trinties jėgų išsidėstymas

Tolygiai išsidėsčiusios sienučių trinties jėgos, esant leidžiamoms deformacijoms, gali būti taikomos tempiamų gręžtinių arba gatavų polių ir vamzdinių inkarų parametrams apskaičiuoti.

Kai yra iš anksto įtempti su slėgimu betonuoti inkarai, reikia skaičiuojamąją inkaro jėgą nustatyti atsižvelgiant į ribinę būklę ir aktyvųjį grunto slėgimą su jam būdingais dydžiais. Jei su slėgimu betonuoti inkarai apskaičiuoti padidintam grunto slėgimui, tai reglamentuota inkaro jėga laikoma skaičiuojamąja jėga. Esant šlaitams ir staigiems reljefo pokyčiams (atraminės sienos), kai inkarą veikianti jėga apskaičiuota pagal šiuos nurodymus atsižvelgiant į laikomosios galios ribinės būklės sąlygas (žr. 8.1 p. (7) lygtį), iš anksto įtemptų, su spaudimu betonuotų inkarų reglamentuota jėga yra skaičiuojamoji jėga, padauginta iš $\eta_{FAZ} = 1,15$.

Pastaba. Pagal šiuos nurodymus nustatant šlaitų ir staigių reljefo pokyčių su atraminėmis sienomis stabilumą priimta, kad iš anksto įtemptų, su spaudimu betonuotų inkarų jėgos nekeičiamos sustojus nuošliaužos vyksmui.

c) **kirpimo jėgos** nuo ir dėl konstrukcijos detalių, kurias perkerta slinkimo linija.

7. SLINKIMO LINIJOS IR NUOŠLIAUŽŲ VYKSMAS

Stabilumui pagrįsti reikia atsižvelgti į visas aktualias nuošliaužos vyksmo schemas.

Aktualios nuošliaužos vyksmo schemas yra:

a) nuošliaužos masyvas

- su tiesia slinkimo linija (žr. 4 paveikslą);
- su apskritimine slinkimo linija (žr. 5 ir 6 paveikslus);
- su bet kokia vienos krypties kreiva slinkimo linija (žr. 8 paveikslą);

b) sudėtinis nuošliaužos vyksmas su keliais nuošliaužos masyvais ir tiesiomis slinkimo linijomis (žr. 10 ir 11 paveikslus).

1. Pastaba. Stabilumui pagrįsti su drenuotų ir nedrenuotų gruntų kirpimo parametrais lemiamą reikšmę gali turėti nuošliaužos vyksmo schema.

Šlaituose su homogeniniais arba apytikriai homogeniniais gruntais, kuriuose bendrai neveikia konstrukciniai elementai, taip pat staigiuose reljefo aukščių pokyčiuose su storu minkštu pagrindu sluoksniu, pakanka priimti apskritimines slinkimo kreives (žr. 5 ir 6 paveikslus). Ilguose šlaituose su lygiu paviršiumi ir biriais homogeniniais gruntais reikia taip pat išnagrinėti šlaitui lygiagrečias slinkimo linijas.

2. Pastaba. Stabilumui nepalankioms slinkimo riboms nustatyti homogeniniuose gruntuose padeda pagrindiniai bandymai su apskritiminėmis slinkimo linijomis. Slinkimo linijos pravedamos per šlaito pado kraštą, kai trinties kampas $\varphi' \geq 5^\circ$. Esant staigiam reljefo aukščių pokyčiui, kai atsparumas kirpimui mažėja kartu su gyliu, reikia ištirti giliau einančias apskritimines slinkimo linijas (pradiniai taškai parenkami prieš šlaito pado kraštą). Kitus nurodymus apie nepalankios apskritiminės slinkimo linijos centro padėtį žr. 7 paveiksle.

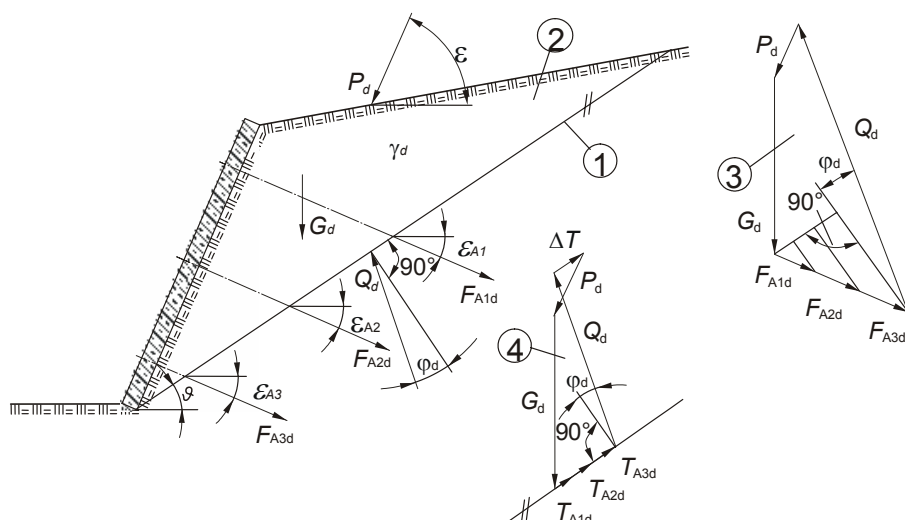
Biriuose gruntuose stabilumui nepalankūs slinkimo paviršiai sutampa su natūralaus šlaito paviršiumi.

Kai yra staigūs reljefo aukščių pokyčiai su atraminėmis sienutėmis arba šlaitai su kartu veikiančiais konstrukciniais elementais, paprastai reikia išnagrinėti tiesias slinkimo linijas ir sudėtinio nuošliaužos vyksmo schemą su tiesiomis slinkimo linijomis (žr. 4, 10, 12 paveikslus). Taip pat reikia išnagrinėti inkarais įtvirtintus šlaitus ir staigius reljefo pokyčius, kurių slinkimo linijos kerta arba visiškai apima tempiamus elementus.

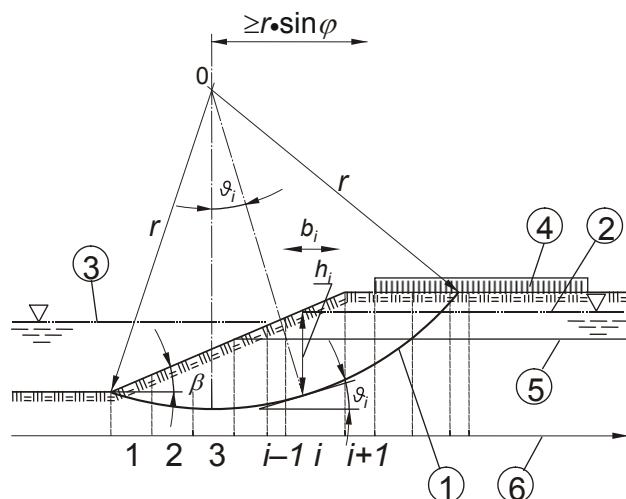
3. Pastaba. Tokiu būdu įrodoma, kad pakanka tempiamų elementų ilgio ribinei būklei pasiekti.

Jei viršutinis sluoksnis yra gana sankibus, skaičiuotės pagrindu priimamas sudėtinis šlaitų arba reljefo su staigiu paviršiaus pokyčiu nuošliaužos vyksmas su tiesiomis slinkimo linijomis.

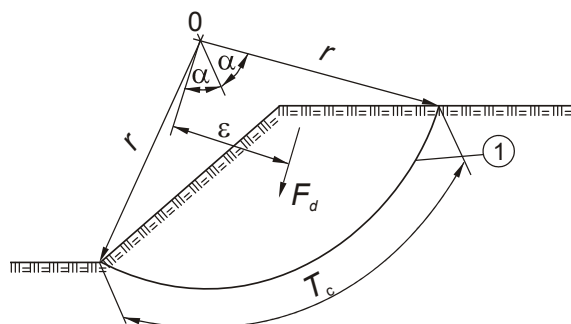
Tokiais atvejais, esant ribinei laikomosios galios būklei, pagal skaičiuojamąją schemą atsiranda tempimo jėgos vidiniame slinkimo paviršiuje, kurios fiziškai yra negalimos. Šios tempimo jėgos išryškėja taikant sudėtinio nuošliaužos vyksmo su tiesiomis slinkimo linijomis skaičiuotę. Tinkamai parinkus nuošliaužos vyksmo schemą, fiziškai negalimos tempimo jėgos eliminuojamos.



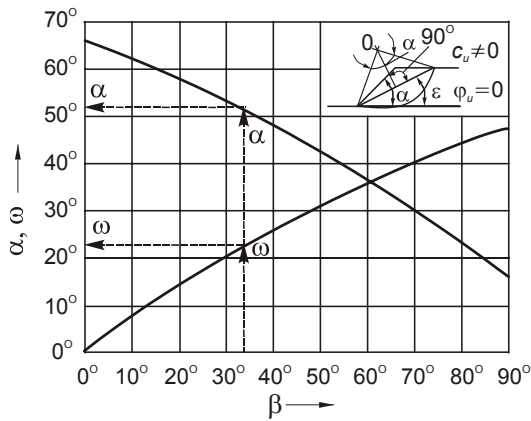
4 paveikslas. Nuošliaužos masyvas su tiesia slinkimo linija ir inkarais įtvirtinta sienute



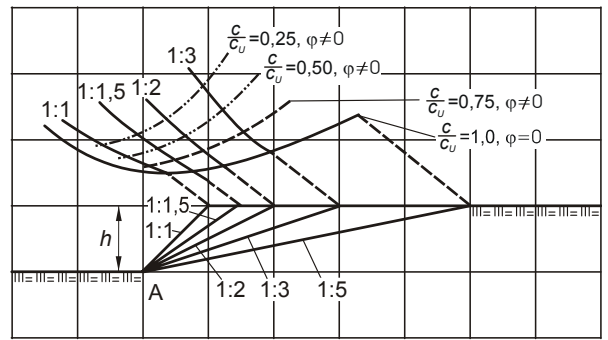
5 paveikslas. Apskritiminė slinkimo linija ir šlaito suskirstymas blokais



6 paveikslas. Beblokis metodas su apskritimine slinkimo linija



a) Diagrama nepalankaus slinkimo apskritimo centrui nustatyti, kai $\varphi = 0$ pagal Fellenijų (Fellenius)



b) Santykinė slinkimo apskritimo, einančio per pylimo pado kraštą, centro padėtis, priklausomai nuo sankibos bei trinties ir šlaito statumo pagal Fellenijų (Fellenius);

čia:

c_u – ribinei būklei reikalinga sankiba, kai $\varphi_u = 0$ pagal 7c paveikslą;

c – ribinei būklei reikalinga sankiba, kai $\varphi_u \neq 0$.

Eiga.

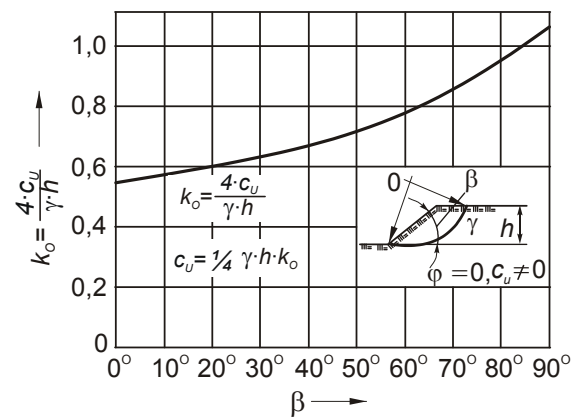
Gruntams su $\varphi_u = 0, c_u \neq 0$:

– pagal 7a paveikslą nustatyti nepalankaus slinkimo apskritimo centrą, kai $\varphi_u = 0, c_u \neq 0$.

Gruntams su $\varphi_d > 0, c_d > 0$:

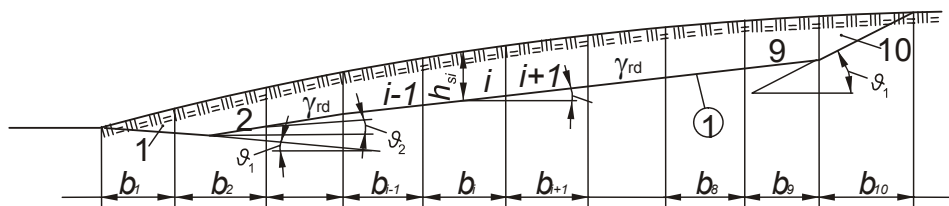
1) – pagal 7c paveikslą nustatyti ribinei būklei reikalingą dydį c_u , kai $\varphi_d = 0$; $c_u = (1/4) \gamma \cdot h \cdot k_o$;

2) – pagal 7b paveikslą interpoliuoti slinkimo apskritimo centro padėtį ribinei būklei, priklausomai nuo reikšmės $\varphi_d > 0$ reikalingos sankibos c_d ; nustatyti reikalingą sankibą c_u , kai $\varphi_d = 0$.

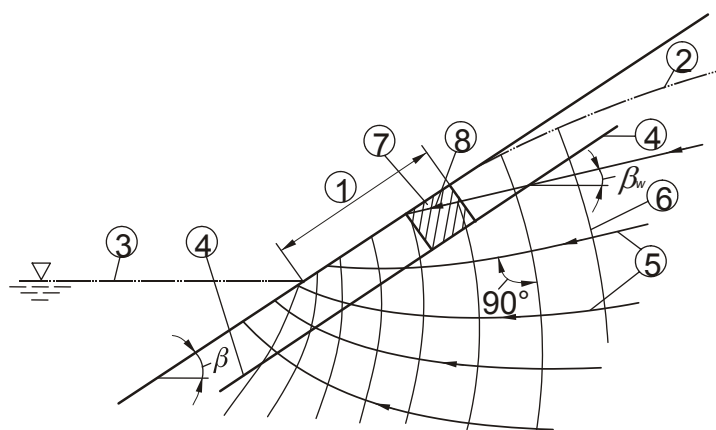


c) Pagalbinė diagrama ribinei būklei c_u nustatyti pagal Fellenijų (Fellenius)

7 paveikslas. Stabilumui nepalankaus slinkimo apskritimo centro padėties kriterijai

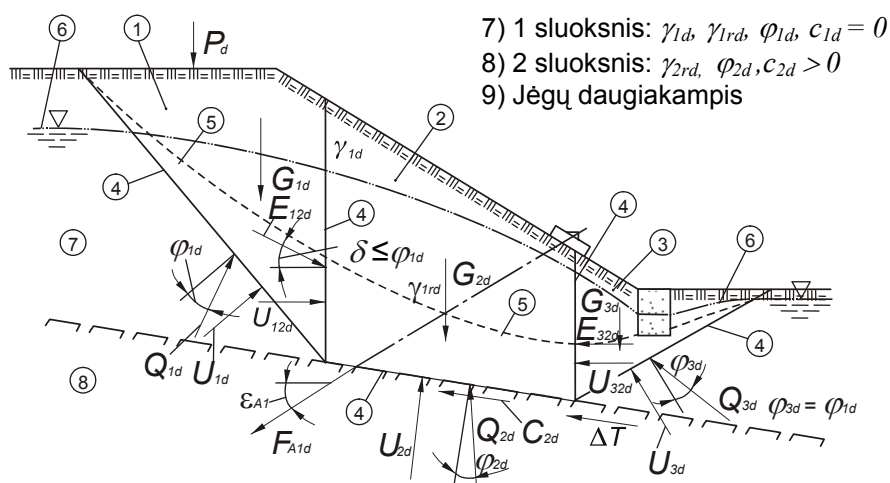


8 paveikslas. Pavyzdys, kai slinkimo linija yra neapskritiminė, apytikriai lygiagreti šlaitui ir padalyta į blokus

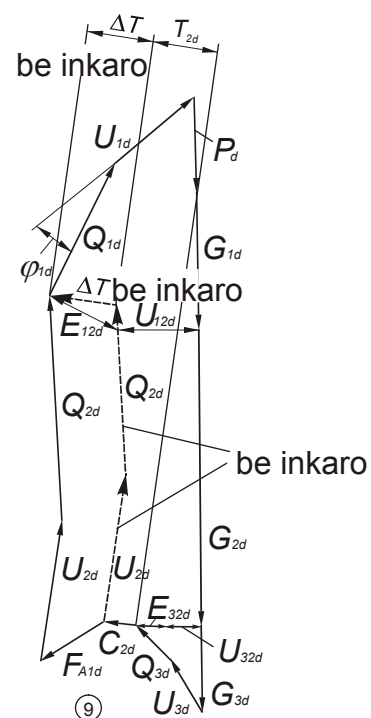


- 1) Požeminio vandens išteklėjimo zona
- 2) Požeminio vandens paviršius
- 3) Paviršinis vanduo
- 4) Slinkimo linija
- 5) Srovių linijos
- 6) Potencialų linijos
- 7) Tūrinis elementas
- 8) Srovių kryptys

9 paveikslas. Pavyzdys, kai požeminio vandens srovės išteka į šlaitą, slinkimo linija lygiagreti šlaitui



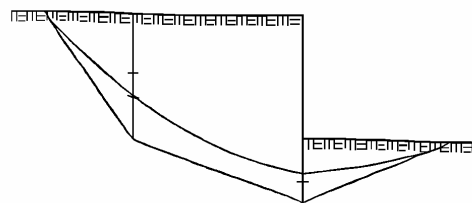
- 7) 1 sluoksnis: $\gamma_{1d}, \gamma_{1rd}, \varphi_{1d}, c_{1d} = 0$
- 8) 2 sluoksnis: $\gamma_{2rd}, \varphi_{2d}, c_{2d} > 0$
- 9) Jėgų daugiakampis



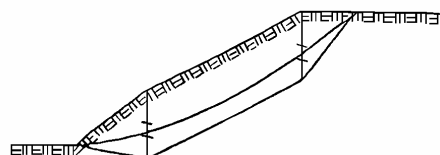
- 1), 2), 3) Nuošliaužos masyvai
- 4) Slinkimo linija
- 5) Atraminė linija
- 6) Požeminio vandens paviršius

10 paveikslas. Stambių nuošliaužos blokų metodo pavyzdys

a) Staigaus reljefo pokyčio atvejis

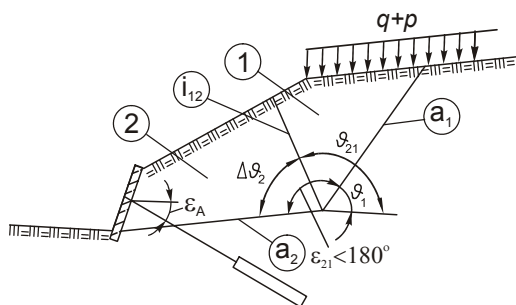


b) Šlaito atvejis

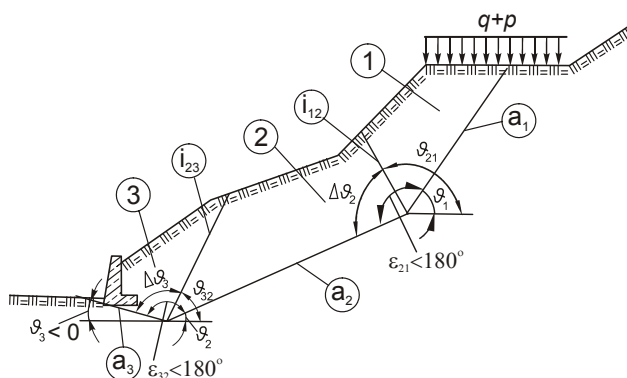


11 paveikslas. Pavyzdys su atraminėmis linijomis, taikant stambių nuošliaužos blokų metodą

a) Su dviem nuošliaužos masyvais 1) ir 2)

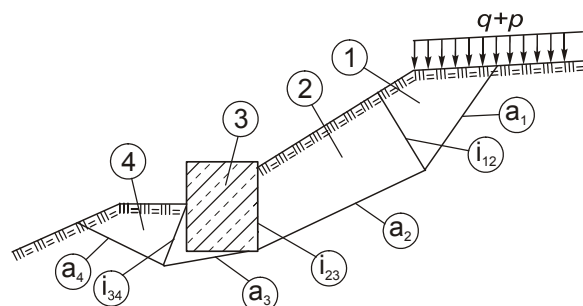


b) Su trimis nuošliaužos masyvais 1), 2) ir 3)



c) Su keturiais nuošliaužos masyvais 1)–4)

a_1), a_2) ir t.t. – išorinės slinkimo linijos;
 i_{12}), i_{23}) ir t.t. – vidinės slinkimo linijos



12 paveikslas. Sudėtinis nuošliaužos vyksmas su tiesiomis slinkimo linijomis

Šlaituose su rišliais gruntais reikia atsižvelgti į tempimų plyšius, kurių gylis

$$h_c = \frac{2,8 \cdot c'}{\gamma' \operatorname{tg}\left(45^\circ - \frac{\varphi'}{2}\right)}, \quad (6)$$

ir į vandens slėgimą plyšiuose. Taip pat reikia atsižvelgti į geologinę sandarą parenkant slinkimo liniją.

Kai į šlaitus išteka požeminiai vandenys, reikia taip pat patikrinti vandeningos zonos ribinę būklę pagal šlaitui lygiagrečią slinkimo liniją.

8. SKAIČIUOTĖS METODAI

8.1. Bendrosios nuostatos

Gruntai yra pakankamai stabilūs, kai

$$\sum R_d - \sum S_d \geq 0,$$

arba

(7)

$$\sum R_{Md} - \sum S_{Md} \geq 0.$$

Pakankamas stabilumas pagrindžiamas nagrinėjant kelis nepalankaus nuošliaužos vyksmo variantus.

Čia negali būti pažeistos stabilumo ribinės būklės sąlygos:

$$\frac{\sum R_d}{\sum S_d} = f \geq 1,$$

arba

(8)

$$\frac{\sum R_{Md}}{\sum S_{Md}} = f \geq 1.$$

Jei pagrindžiant stabilumą pagal (7) arba (8) lygtis reikia nustatyti skaičiuojamąjį reakcijos jėgų išnaudojimo laipsnį $1/f$, tai sprendžiama lygybė tarp aktyviųjų ir reakcijos jėgų. Tam reikalui skaičiuojamieji reakcijos dydžiai dalinami iš f :

$$\sum R_d/f = \sum S_d,$$

arba

(9)

$$\sum R_{md}/f = \sum S_{Md}.$$

Kiti negu čia aptarti metodai leidžiami, jei jie neprieštarauja statikai bei kinetikai ir remiasi ribinės būklės (7) lygtimi.

Kitų skyrių lygtyse φ_d ir c_d naudojami su 6 sk. nurodytais skaičiuojamaisiais kirpimo parametrais.

8.2. Tiesiosios ir vienos krypties kreivosios slinkimo linijos

8.2.1. Blokų metodas

8.2.1.1. Apskritiminės slinkimo linijos

Esant dažniausiai vertikaliam apkrovų veikimui, slinkimo masyvas dalijamas į blokus, kurių plotis parenkamas atsižvelgiant į gruntų sluoksnius ir reljefo formas (žr. 5 paveikslą).

Aktyviosios jėgos $\sum S_{Md}$ ir reakcijos jėgos $\sum R_{Md}$ apskaičiuojamos pagal formules:

$$\sum S_{Md} = r \cdot \sum_i (G_{di} + P_{vdi}) \sin \vartheta + \sum M_{sd}; \quad (10)$$

$$\sum R_{Md} = r \cdot \sum_i \frac{(G_{di} + P_{vdi} - u_{di} \cdot b_i) \cdot \operatorname{tg} \varphi_{di} + c_{di} \cdot b_i}{\cos \vartheta_i + \frac{1}{f} \cdot \operatorname{tg} \varphi_{di} \cdot \sin \vartheta_i}; \quad (11)$$

Pastabos:

1) $\sum R_{Md}$ apskaičiuojama pagal (11) lygtį su pasirinktu f dydžiu. $\sum R_{Md}$ ir $\sum S_{Md}$ įstačius į (8) lygtį, gaunamas pataisytas f , su kuriuo vėl skaičiuojama (11) lygtis.

Skaičiavimai kartojami, kol f dydžiai skirsis ne daugiau kaip 1 %.

2) Į papildomas reakcijos jėgas atsižvelgiama (11) lygtyje kaip toliau išdėstyta (žr. 11^a lygtį).¹⁾

Standžių atramų jėgas reikia pridėti prie blokų, ties kuriais jų veikimo linija kerta slinkimo liniją.

Kai yra neįsitempantieji inkarai (žr. 2 paveikslą) ir pradinėje būklėje inkarai, kuriems veikiant slinkimo linijos zonoje konsoliduojasi gruntai, į (11^a) lygtį įstatomas:

$$F_{Ad_i} \cdot \sin \varepsilon_{A_i} = 0;$$

Jei reikia pagrįsti tik stabilumo pakankamumą, tai galima į (11) lygtį įstatyti $f = 1$ ir atsisakyti skaičiavimų kartojimo.

¹⁾ (11^a) lygtis:

$$\begin{aligned} \sum R_{Md} = r \cdot \sum_i \frac{\left(G_{di} + P_{vdi} + \frac{1}{f} \cdot F_{Ad_j} \cdot \sin \varepsilon_{A_i} - \frac{1}{f} \cdot T_{sd_i} \cdot \cos \varepsilon_{A_i} - u_{di} \cdot b_i \right) \cdot \operatorname{tg} \varphi_{di} + c_{di} \cdot b_i}{f \cdot \cos \vartheta_i + \sin \vartheta_i \cdot \operatorname{tg} \varphi_{di}} + \\ + \frac{1}{f} \cdot F_{Ad_i} \cdot \cos(\vartheta_i + \varepsilon_{A_i}) + \frac{1}{f} \cdot T_{sd_i} \cdot \sin(\vartheta_i + \varepsilon_{A_i}) + \frac{1}{f} \cdot \sum M_{Rd}; \end{aligned}$$

Slinkimo linijos posvyris į horizontalę žemutinėje vandens ištekėjimo vietoje turi būti ne statesnis kaip $\vartheta = 45^\circ - \frac{\varphi}{2}$.

Priešingu atveju bandomos kitos slinkimo linijos, kita slinkimo vyksmo schema.

8.2.1.2. Neapskritiminės, apytikriai šlaitui lygiagrečios slinkimo linijos

Aktyviosios ir reakcijos jėgos (žr. 8 paveikslą):

$$\sum S_d = \sum_i (G_{d_i} + P_{vd_i}) \cdot \operatorname{tg} \vartheta_i + F_{hd}; \quad (12)$$

$$\begin{aligned} \sum R_d = \sum_i & \frac{\left(G_{d_i} + P_{vd_i} + \frac{1}{f} \cdot F_{Ad_i} \cdot \sin \varepsilon_{A_i} - \frac{1}{f} \cdot T_{sd_i} \cdot \cos \varepsilon_{A_i} - u_{d_i} \cdot b_i \right) \cdot \operatorname{tg} \varphi_{d_i} + c_{d_i} \cdot b_i}{\cos^2 \vartheta_i \cdot (f + \operatorname{tg} \vartheta_i \cdot \operatorname{tg} \varphi_{d_i})} + \\ & + \frac{1}{f} \cdot F_{Ad_i} \cdot \frac{\cos(\vartheta_i + \varepsilon_{A_i})}{\cos \vartheta_i} + \frac{1}{f} \cdot T_{sd_i} \cdot \frac{\sin(\vartheta_i + \varepsilon_{A_i})}{\cos \vartheta_i}; \end{aligned} \quad (13)$$

Pastaba. $\sum R_d$ apskaičiuojama pagal (13) lygtį su pasirinktu f dydžiu. $\sum R_d$ ir $\sum S_d$ ištačius į (8) lygtį gaunamas pataisytas f , su kuriuo vėl skaičiuojama (13) lygtis. Skaičiavimai kartojami, kol f skirsis ne daugiau kaip 1 %.

Visų išorinių jėgų horizontalūs komponentai F_{hd} į (12) lygtį įstatomi su teigiamu ženklu, jei jie verčia gruntą slinkti.

Standžiose atramose veikiančias jėgas (žr. (13) lygtį) reikia pridėti prie nuošliaužos bloką, ties kuriais jų veikimo linija kerta slinkimo liniją.

Kai yra neištemptantieji inkarai (žr. 2 paveikslą) ir kai pradinėje būklėje dėl inkarų gruntai slinkimo linijos zonoje stabilizuojasi, į (13) lygtį reikia įstatyti $F_{Ad_i} \cdot \sin \varepsilon_{A_i} = 0$.

8.2.2. Beblokis metodas

8.2.2.1. Apskritiminės slinkimo linijos

Skaičiuojant atsparumą slinkimui, kai yra tik vienas grunto sluoksnis ir apskritiminė slinkimo linija, aktyviosios jėgos sudedamos į atstojamąją F_d ir nustatomas jos atstumas e nuo apskritimo centro (žr. 6 paveikslą).

Aktyviųjų jėgų poveikis yra:

$$S_{Md} = F_d \cdot e; \quad (14)$$

slinkimui priešinasi:

$$R_{Md} = \left(F_d \sqrt{1 - (e/r)^2} \cdot \xi \cdot \operatorname{tg} \varphi_d + c_d \cdot l_c \right) \cdot r; \quad (15)$$

čia: $\xi = 0,5 \left(1 + \frac{\arccos \alpha}{\sin \alpha} \right)$, kai normaliniai įtempimai išsidėsto pagal pjautuvo formos slinkimo liniją;

$\xi = 1$ – taškinio apkrovų perdavimo slinkimo linijoje ribiniu atveju.

8.2.2.2. Tiesi bendroji slinkimo linija

Kai yra tiesi slinkimo linija (žr. 4 paveikslą), veikia jėgos:

$$S_d = G_d \cdot \sin \vartheta + P_d \cdot \cos(\varepsilon - \vartheta); \quad (16)$$

slinkimui priešinasi:

$$R_d = \left[G_d \cdot \cos \vartheta + \sum_k F_{Ak_d} \cdot \sin(\varepsilon_A + \vartheta) + P_d \cdot \sin(\varepsilon - \vartheta) - u_d \right] \cdot \operatorname{tg} \varphi_d + c_d \cdot l_c + \sum_k F_{Ak_d} \cdot \cos(\varepsilon_A + \vartheta). \quad (17)$$

Kai yra neišsitempantieji inkarai (žr. 2 paveikslą) ir kai pradinėje būklėje dėl inkarų gruntai slinkimo linijos zonoje stabilizuojasi, į (17) lygtį įstatoma:

$$F_{Ak_d} \cdot \sin(\varepsilon_A + \vartheta) = 0;$$

8.2.2.3. Šlaitams lygiagreči tiesi slinkimo linija

Aktyviosios jėgos nevandeninguose šlaituose priklauso nuo nuošliaužos tūrinio sunkio:

$$S_d = \gamma'_d \cdot \sin \beta; \quad (18)$$

šiuo atveju slinkimui priešinasi:

$$R_d = \gamma'_d \cdot \cos \beta \cdot \operatorname{tg} \vartheta_d. \quad (19)$$

Šlaite su ištekancio vandens srovėmis homogeniniuose biriuose gruntuose, priklausomai nuo srovės krypties β_w (žr. 9 paveikslą), veikia stumiančios jėgos:

$$S_d = (\gamma'_d + \gamma_w) \cdot \sin \beta, \quad (20)$$

ir slinkimui priešingos jėgos:

$$R_d = [\gamma'_d \cdot \cos \beta - \gamma_w \cdot \sin \beta \cdot \operatorname{tg}(\beta - \beta_w)] \cdot \operatorname{tg} \vartheta_d. \quad (21)$$

8.3. Nuošliaužų su tiesiomis slinkimo linijomis vyksmas

8.3.1. Stambių slenkančių blokų metodas

8.3.1.1. Bendrosios nuostatos

Naudojant stambių slenkančių blokų metodą bendru atveju nagrinėjami trys slinkimo blokai su vertikaliomis tarp jų ribomis (žr. 10 paveikslą). Į šių blokų ribas veikiančios žemės slėgimo jėgų kryptys nustatomos turint atraminės linijos padėtį. Atraminė linija gali būti pravedama per slinkimo linijos susikirtimo su reljefu taškus ir per blokų ribų vidurį bei apatinį trečdalį (žr. 10 ir 11 paveikslus).

Pastaba. Ties žemutine vertikalia bloko riba atraminės linijos posvyrio į horizontalę kampas negali būti didesnis kaip vidutinis šlaito kampas β_m apatinėje slenkančio masyvo dalyje (žr. 11 paveikslą). Bloko riboms statmeni žemės slėgimo jėgų komponentai nustatomi pagal skaičiuojamuosius trinties ir sankibos dydžius.

8.3.1.2. Stabilumo pagrindimas

Atsparumas slinkimui yra pakankamas, jei kiekvienam nuošliaužos mechanizmui pagal 8.3.1 p. su skaičiuojamaisiais aktyviųjų ir reakcijos jėgų dydžiais gali būti sukuriamas pusiausvyra, pridedant reikiama kryptimi veikiančią papildomą jėgą $\Delta T > 0$. Stabilumą reikia tikrinti pagal kelias nuošliaužos vyksmo schemas.

Pastaba. Rekomenduojama ΔT_i pridėti prie didžiausio slenkančio masyvo.

8.3.2. Sudėtinis nuošliaužos su tiesiomis slinkimo linijomis vyksmas

8.3.2.1. Nuošliaužos vyksmo schema

Šlaito arba reljefo nuošliaužos su tiesiomis slinkimo linijomis sudėtinio vyksmo schema susideda iš keleto atskirai paimtų standžių slinkimo blokų. Kiekvienas toks blokas slenka nejudintu gruntu viena išorine slinkimo linija ir sąlyginai viena arba dviem vidinėmis slinkimo linijomis link gretimo bloko. Per dviejų išorinių slinkimo linijų susikirtimo tašką pravedama vidinė slinkimo linija (žr. 12 paveikslą). Nepalankiausiam nuošliaužos vyksmui surasti nagrinėjami įvairūs išorinių ir vidinių slinkimo linijų variantai.

Paprastai, analizuojant nuošliaužų vyksmą, pakanka daugiausia keturių slinkimo blokų, kai kampas ε_{ij} tarp dviejų susikertančių išorinių slinkimo linijų yra mažesnis kaip 180° (žr. 12 a ir c paveikslus).

Nuošliaužų schemos ir slinkimo linijų kryptys atmetamos, kai tarp slinkimo blokų, statmenai slinkimo linijoms pagal apskaičiavimus grunte atsiranda tempimo arba be galo didelės slėgio jėgos. Tuo atveju $\Delta \vartheta_i$ tarp išorinių ir vidinių slinkimo linijų turi tenkinti nelygybę (žr. 12 paveikslą):

$$\Delta \vartheta_i > \arccos \frac{\operatorname{tg} \varphi_{jd}}{f} + \arccos \frac{\operatorname{tg} \varphi_{jid}}{f}; \quad (22)$$

$$(j = i + 1).$$

Pastaba. Nuošliaužų vyksmas, kai statmenai slinkimo linijoms gaunamos be galo didelės slėgimo jėgos arba nerišliuose gruntuose – tempimo jėgos, fiziškai yra negalimas ir todėl neskaičiuotinas. Kai nagrinėjamos nuošliaužos yra rišliuose gruntuose, tai nepakanka (22) lygties, kad būtų galima atmesti tempimo jėgas. Tokiais atvejais reikia, esant skaičiuojamajai ribinės pusiausvyros būklei, apskaičiuoti jėgų normales visose slinkimo linijose ir patikrinti, ar atsiranda tempimo jėgos vidinių linijų dalyse, nors ir prisilaikoma (22) lygties sąlygų. Jei taip yra, tai būtina analizuoti nuošliaužos vyksmą, kuriame slinkimo linijos neina rišliu grunto sluoksniu.

8.3.2.2. Stabilumo pagrindimas

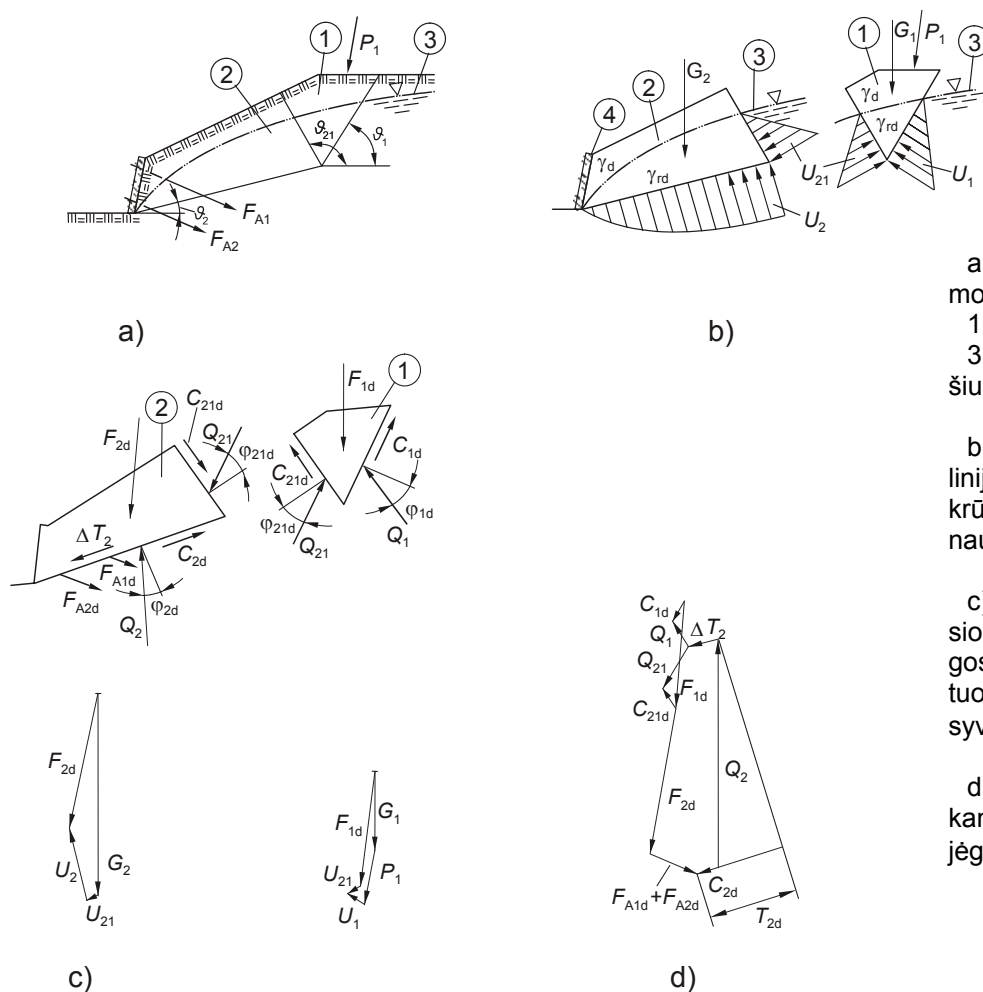
Atsparumas slinkimui yra pakankamas, jei kiekvienam nuošliaužos vyksmui pagal 8.3.2.1 p. su skaičiuojamomis aktyviosiomis ir reakcijos jėgomis gali būti sukuriamas pusiausvyra, pridėdant reikiama kryptimi veikiančią papildomą jėgą $\Delta T > 0$.

Stabilumą reikia tikrinti pagal kelias nuošliaužos vyksmo schemas.

Pastaba. Rekomenduojama ΔT_i pridėti prie didžiausio iš eilės slenkančio bloko.

8.3.3. Skaičiuojamojo atsparumo išnaudojimo laipsnis I/f

Įvairioms nuošliaužos vyksmo schemoms palyginti apskaičiuojamas atsparumo išnaudojimo laipsnis. Apskaičiavimai atliekami kartojimo būdu, išskyrus grynai rišlius gruntus. Visi atsparumo parametrai dauginami iš I/f . Po to tikrinama, ar apskaičiuojant su pamažintais atsparumo parametrais gaunama ribinė pusiausvyra tarp visų slinkimo masyvą veikiančių aktyviųjų jėgų (įskaitant jėgas slinkimo linijos kertamose konstrukcijų dalyse) ir slinkimui priešingų reakcijos jėgų (įskaitant kertamų konstrukcijos elementų kirpimo jėgas) ir normalinių jėgų slinkimo linijoje (žr. 13 paveikslą).



13 paveikslas. Sudėtinio nuošliaužos vyksmo su dviem slinkimo masyvais pavyzdys

Skaičiuojamajai pusiausvyrai gauti prie didžiausio slenkančio bloko, lygiagrečiai jo šorinei slinkimo linijai, pridedama papildoma reakcijos jėga ΔT_i . Jei, remiantis jėgų pusiausvyros apskaičiavimais, gaunama $\Delta T_i = 0$, tai reiškia, kad yra pasiekta ribinė pusiausvyra, o dydis $1/f$ yra skaičiuojamojo atsparumo išnaudojimo laipsnis tiriamam nuošliaužos vyksmui. Kartojimas baigiamas, kai

$$\left| \frac{\Delta T_i}{T_{id}} \right| \leq 0,01, \quad (23)$$

čia T_{id} yra skaičiuojamasis bendras atsparumas i -jo slinkimo bloko išorinėje slinkimo linijoje, kai $f = 1$.

Pastaba. Jei ΔT_i gaunama kaip stumianti jėga ($\Delta T_i > 0$), tai reikia $1/f$ sumažinti, jei kaip slinkimą sulaikanti jėga ($\Delta T_i < 0$), $1/f$ reikia padidinti.

8.3.4. Grunto sluoksnių įtaka nuošliaužoms

Kai slinkimo linija, esant sudėtiniam nuošliaužos vyksmui, eina dviem ar daugiau sluoksnių su skirtingais trinties kampais, tai kirpimo jėgoms atskiruose sluoksniuose nustatyti reikia naudoti sluoksnių riboms statmenus blokų pjūvius.

Žemės slėgimo posvyrio kampas δ dėl trinties bloko pjūvyje gali būti taikomas:

$$\beta_m / 2 \leq \delta \leq \varphi_{md}; \quad (24)$$

čia: β_m – vidutinis kampas šlaito, kurį sudaro abi bloko pjūviui gretimos atkarpos iki artimiausio kito bloko pjūvio arba slinkimo linijos susikirtimo su žemės paviršiumi;

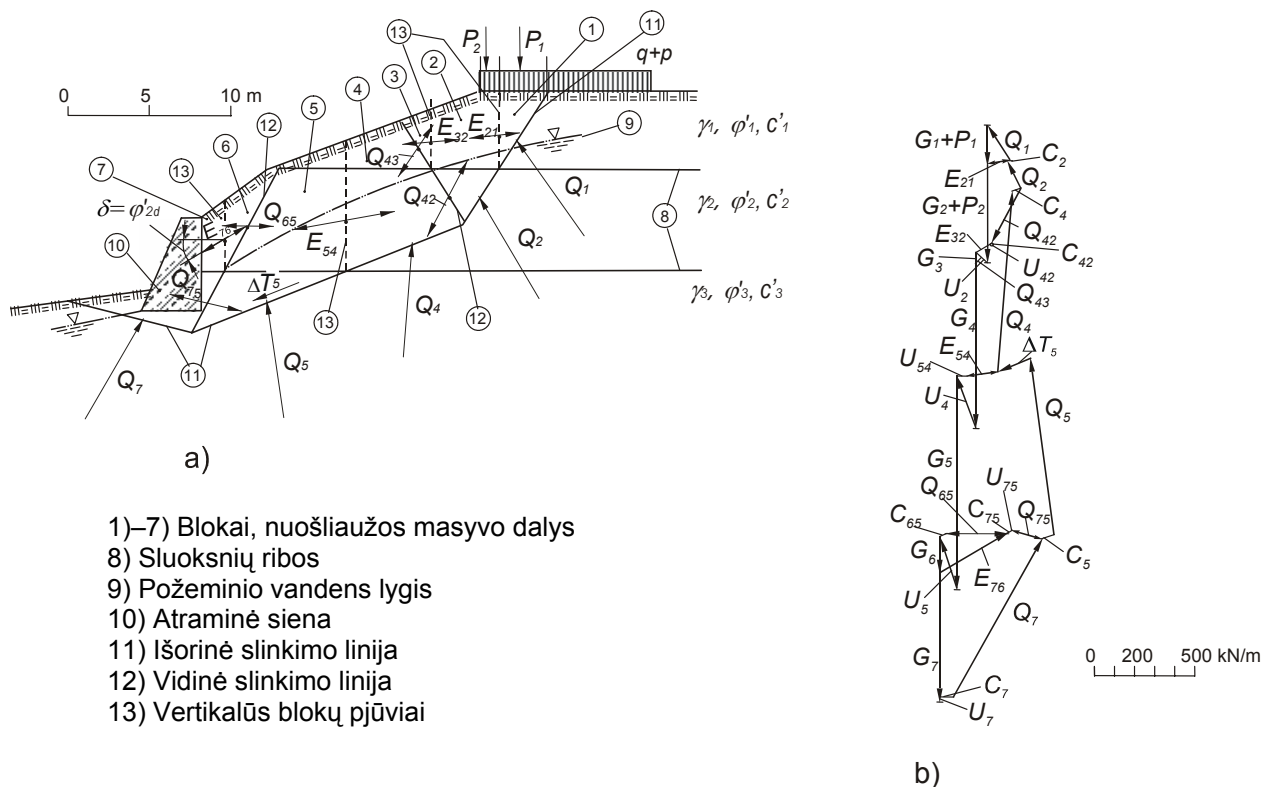
φ_{md} – vidutinis svertinis skaičiuojamasis trinties kampas (žr. 14 paveikslą).

Būdingi gruntų ir medžiagų fiziniai rodikliai pavyzdyje:

$$\gamma_1 = \gamma_2 = \gamma_3 = 20 \text{ kN/m}^3;$$

atraminė siena $\gamma_3 = 22 \text{ kN/m}^3$.

$$\begin{aligned} \varphi'_1 &= 30^\circ, & c'_1 &= 0; \\ \varphi'_2 &= 35^\circ, & c'_2 &= 10 \text{ kN/m}^2; \\ \varphi'_3 &= 20^\circ, & c'_3 &= 10 \text{ kN/m}^2. \end{aligned}$$



a) Nuošliaužos su blokų pjūviais ir pjūvių jėgų kryptimis vyksmas; sankibos ir vandens slėgio jėgos nepažymėtos

b) Skaičiuojamųjų jėgų daugiakampis. Pusiausvyrai reikalinga stumianti jėga ΔT_s , t.y. stabilumas garantuotas

14 paveikslas. Sudėtinio nuošliaužos vyksmo pavyzdys, kai yra staigus reljefo pokytis (atraminė siena) ir sluoksniuoti gruntai. Vertikalūs blokų pjūviai eina per slinkimo linijos ir sluoksnių ribų sankirtas

9. ATKALNIŲ YPATUMAI

Iširėžus į šlaitą, kurio ribinė kėlimo galios būklė, kai yra nepalankus vandens režimas, jau pasiekta, stabilumo skaičiuotėje gali būti taikomas dalinis atsargos koeficientas $\gamma_\varphi \geq 1,1$.

Jei stabilumą galima padidinti papildomais konstrukciniais elementais, tai γ_φ leidžiama sumažinti iki $\gamma_\varphi = 1,05$. Šiuo atveju reikia išlaikyti tokias sąlygas:

a) slinkimo paviršiaus padėtis, požeminio vandens režimas ir atkalnės deformacijos turi būti žinomi iš stebėjimų; deformacijos darbų metu turi būti kontroliuojamos matavimais.

b) stabilumą reikia pagrįsti bendroju atsparumo kirpimui kampu, kurio būdingas dydis nustatomas atvirkštine tvarka, priimant, kad nepažeistos atkalnės su požeminio vandens režimu kėlimo galios ribinės būklės dalinis atsargos koeficientas yra lygus vienetui.

Darbų metu stabilumas turi būti ne mažesnis kaip nepažeisto šlaito esant nepalankioms sąlygoms.

Molio gruntų atkalnėse, kai netenkinamos atsparumo galios ribinės būklės sąlygos, bet pažeidus šlaitą deformacijų nelaukiama, negalima toliau didinti skaičiuojamojo atsparumo išnaudojimo laipsnio *I/f*. Kai šlaito deformacijos kontroliuojamos matavimais ir jo stabilumą galima pagerinti vėliau, stabilumas laikomas pakankamu, jei po šlaito pažeidimo yra ankstesnis atsparumo išnaudojimo laipsnis. Kitu atveju reikia konstrukcinėmis priemonėmis 10 proc. sumažinti išnaudojimo laipsnį.

10. NAUDOTI TINKAMŲ GRUNTŲ RIBINĖ BŪKLĖ

Vidutiniškai tankūs bei tankūs birūs gruntai ir kieti bei pusiau kieti rišlūs gruntai su daliniu atsargos koeficientu pagal 5 sk. ir 6 sk. paprastai turi pakankamą ribinės būklės atsargą.

Kai šlaitai yra puriuose biriuose ir minkštuose rišliuose gruntuose, jų tinkamumo naudoti ribinė būklė dažniausiai yra lemianti.

Siekiant užtikrinti sankasos stabilumą, gruntams su kirpimo deformacijomis, didesnėmis kaip 20 proc. pagal triašius bandymus, paprastai taikomas išnaudojimo laipsnis 0,67. Gruntams su kirpimo deformacijomis nuo 10 iki 20 proc. išnaudojimo laipsnis gali būti linijiniai interpoliuojamas tarp 1 ir 0,67.

A priedas (privalomasis)

Matavimo vienetai

A.1 lentelė. Senųjų svorio-jėgos matavimo vienetų perskaičiavimas į naujuosius matavimo vienetus [4]

Senieji svorio-jėgos matavimo vienetai			Naujieji matavimo vienetai		
gramas, g	kilogramas ¹⁾ , kg	tona, t	niutonas, N	kiloniutonas, kN	meganiutonas, MN
1			0,01		
10			0,10		
100	0,1		1,0		
1000	1		10		
	10		100	0,10	
	100	0,1	1000	1,0	
	1000	1		10	
		10		100	0,10
		100		1000	1,0
		1000			10

¹⁾ 1 kg j = 9,80665 N ≈ 10 N

A.2 lentelė. Senųjų matavimo vienetų – į plotą veikiančių jėgų (įtempimas, stipris, ploto apkrova, slėgis) – perskaičiavimas į naujuosius matavimo vienetus [4]

Senieji matavimo vienetai				Naujieji matavimo vienetai		
kg/m ²	t/m ²	kg ²⁾ /cm ²	kg/mm ²	N/m ²	kN/m ²	MN/m ²
				paskalis, Pa	kilopaskalis, kPa	N/mm ² MPa
0,1				1,0		
1				10		
10				100	0,10	
100				1000	1,0	
1000	1				10	
	10	1			100	0,10
	100	10			1000	1,0
	1000	100	1			10
		1000	10			100
			1000			1000

²⁾ 1 kg/cm² = 0,0980665 MN/m² ≈ 0,1 MN/m².

Pastaba. Priesagos žymi daugiklius: kilo (*k*) – 10³, mega (*M*) – 10⁶.

A priedo pabaiga

A.3 lentelė. Aktyviųjų jėgų daliniai atsargos koeficientai

Apkrovos	Atsargos koeficiento žymuo	Dalinis atsargos koeficientas				Išorinio pastovumo d. atsargos koeficientas, kai sąlygos	
		išorinio pastovumo, kai sąlygos		tinkamumo naudoti, kai sąlygos			
		palankios	nepalankios	palankios	nepalankios	palankios	nepalankios
1. Nuošliaužos masyvų savasis sunkis	γ_γ	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
2. Atraminų statinių savasis sunkis	γ_G	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
3. Statinių dalių, nepriklausančių atraminiams statiniams, savasis sunkis	γ_G	1,00	0	1,00	0	1,00	0
4. Nominali ekvivalentinė eismo apkrova ir atskirais atvejais žinoma eismo apkrova	γ_Q	1,00	0	1,00	0	1,00	0
5. Eismo apkrova kaip atskiro krovinio dydis	γ_Q	1,35	0	1,00	0	1,00	0
6. Kontroliuojami birūs ir gabaliniai kroviniai	γ_G	1,35	0	1,00	0	1,00	0
7. Nekontroliuojami birūs ir gabaliniai kroviniai	γ_G	1,50	0	1,00	0	1,00	0
8. Skysčiai	γ_G	1,0	0	1,00	0	1,00	0
9. Žemės drebėjimo jėgos	γ_γ	1,0	0	1,00	0	1,00	0

A.4 lentelė. Gruntų fizinių rodiklių daliniai atsargos koeficientai

Gruntų rodikliai	Atsargos koeficiento žymuo	Dalinis atsargos koeficientas	Dalinis atsargos koeficientas apkrovų atvejais ¹⁾		
			1 atvejis	2 atvejis	3 atvejis
1. Grunto trinties kampas	γ_φ	1,25	1,30	1,20	1,10
2. Grunto sankiba	γ_c	1,80	1,75	1,60	1,50
3. Grunto tūrinis sunkis	γ_γ	1,00	1,00	1,00	1,00
4. Su slėgimu vietoje betonuotų polių ir tempiamų polių ištraukimo jėga, standžių atramų apkrova	γ_{FA1}	2,00	2,00	1,75	1,50
5. Iš anksto įtemptų, su slėgimu vietoje betonuotų inkarų reglamentuotoji jėga	γ_{FA2}	1,15	1,15	1,10	1,05

¹⁾ 1 apkrovų atvejis: nuolatinės apkrovos ir reguliariai pasikartojančios eismo apkrovos (taip pat vėjo apkrova).

2 apkrovų atvejis: be 1-ojo apkrovų atvejo, tuo pat metu bet nereguliariai pasikartojančios didelės eismo apkrovos; tik statybos metu galimos apkrovos.

3 apkrovų atvejis: be 2-ojo apkrovų atvejo, tuo pat metu galimos nenumatytos apkrovos (pvz., sutrikus eksploatacijos ir saugumo įrenginiams arba atsiradus apkrovoms dėl nelaimingų atsitikimų).

B priedas (informacinis)**Gruntų rodikliai****B.1 lentelė. Kerpamojo stiprio parametrų dydžiai, kai gruntai iš anksto neapkrauti [1]**

Gruntų pavadinimai	c_u , kN/m ²	φ' , °
Durpės	nuo 5 iki 25	nuo 5 iki 15
Sapropelis	nuo 5 iki 15	nuo 10 iki 20
Salpų molis	nuo 20 iki 30	nuo 25 iki 30
Dumblingas, smėlingas molis	nuo 25 iki 40	nuo 25 iki 30
Dumblingas molis su dideliu organinių priemaišų kiekiu	nuo 10 iki 25	nuo 15 iki 25

B.2 lentelė. Nusėdimams skaičiuoti taikomi gruntų rodikliai [1]

Gruntų pavadinimai	Viršutinio standesnio sluoksnio		Kompresijos koeficientas pradinio apkrovimo metu, C_k
	oris d_I , m	sandumas E_{sI} , MN/m ²	
Durpės	nuo 0 iki 2	nuo 1 iki 3	nuo 0,7 iki 3
Sapropelis	nuo 0 iki 1	nuo 1 iki 4	nuo 0,4 iki 0,7
Salpų molis	nuo 0,5 iki 2	nuo 10 iki 40	nuo 0,1 iki 0,2
Dumblingas, smėlingas molis	nuo 1 iki 2,5	nuo 5 iki 20	nuo 0,05 iki 0,15
Dumblingas molis su organinėmis priemaišomis	nuo 1 iki 2,5	nuo 1 iki 5	nuo 0,2 iki 0,4

B.3 lentelė. Tipiniai iš anksto neapkrautų gruntų sėdimo rodikliai [1]

Gruntų pavadinimai	Konsolidacijos rodiklis c_v , m ² /s	Medžiagos konstanta C_B , (žr. (13) lygtį)
Durpės	nuo 10^{-4} iki 10^{-6}	nuo 0,1 iki 0,5
Sapropelis	nuo 10^{-4} iki 10^{-6}	nuo 0,1 iki 0,5
Salpų molis	nuo 10^{-5} iki 10^{-6}	nuo 0,002 iki 0,004
Dumblingas, smėlingas molis	nuo 10^{-4} iki 10^{-5}	nuo 0,001 iki 0,002
Dumblingas molis su dideliu organinių priemaišų kiekiu	nuo 10^{-5} iki 10^{-6}	nuo 0,005 iki 0,03

B priedo tęsinys

B.4 lentelė. Birių gruntų rodikliai [5]

Ei-lutė	Grunto rūšis	Trumpasis žymuo	Būklė ¹⁾	Savasis tūrinis sunkis, kai gruntas			Trinties kampas
				natūralaus drėgnumo	prisotintas vandens	žemiau VL	
skaičiuojamieji dydžiai							
γ , kN/m ³	γ_r , kN/m ³	γ' , kN/m ³	φ' , °				
1.	Smėlis, silpnai dumblingas smėlis, blogai frakcionuotas žvyro ir smėlio mišinys	SB, taip pat	purus	17,0 (1,70)	19,0 (1,90)	9,0 (0,90)	30
2.		SD su $c_u \leq 6$	vid. tank.	18,0 (1,80)	20,0 (2,00)	10,0 (1,00)	32,5
3.			tankus	19,0 (1,90)	21,0 (2,10)	11,0 (1,10)	35
4.	Žvyras, žvirgždas su maža smėlio priemaiša, blogai frakcionuotas	ŽB	purus	17,0 (1,70)	19,0 (1,90)	9,0 (0,90)	32,5
5.			vid. tank.	18,0 (1,80)	20,0 (2,00)	10,0 (1,00)	35
6.			tankus	19,0 (1,90)	21,0 (2,10)	11,0 (1,10)	37,5
7.	Smėlis, žvyro ir smėlio mišinys, gerai frakcionuotas arba periodinio frakcionavimo	SG, SP,	purus	18,0 (1,80)	20,0 (2,00)	10,0 (1,00)	30
8.		SD, ŽG, ŽP	vid. tank.	19,0 (1,90)	21,0 (2,10)	11,0 (1,10)	32,5
9.		su $6 < c_u \leq 15$	tankus	20,0 (2,00)	22,0 (2,20)	12,0 (1,20)	35
10.	Smėlis, žvyro ir smėlio mišinys, žvyras, silpnai dumblingas žvyras, gerai frakcionuotas arba periodinio frakcionavimo	SG, SP,	purus	18,0 (1,80)	20,0 (2,00)	10,0 (1,00)	30
11.		SD, ŽG, ŽP	vid. tank.	20,0 (2,00)	22,0 (2,20)	12,0 (1,20)	32,5
12.		su $c_u > 15$ taip pat ŽD	tankus	22,0 (2,20)	24,0 (2,40)	14,0 (1,40)	35

¹⁾ Purus gruntas $0,15 < D \leq 0,30$; vid. tankus $0,30 < D \leq 0,50$; tankus $0,50 < D \leq 0,75$; $D = (\text{maks. } n - n)/(\text{maks. } n - \text{min. } n)$; n – poringumas.

Pastaba. Skliausteliuose nurodyti dydžiai senaisiais matavimo vienetais – 1 m³ svorio jėga tonomis.

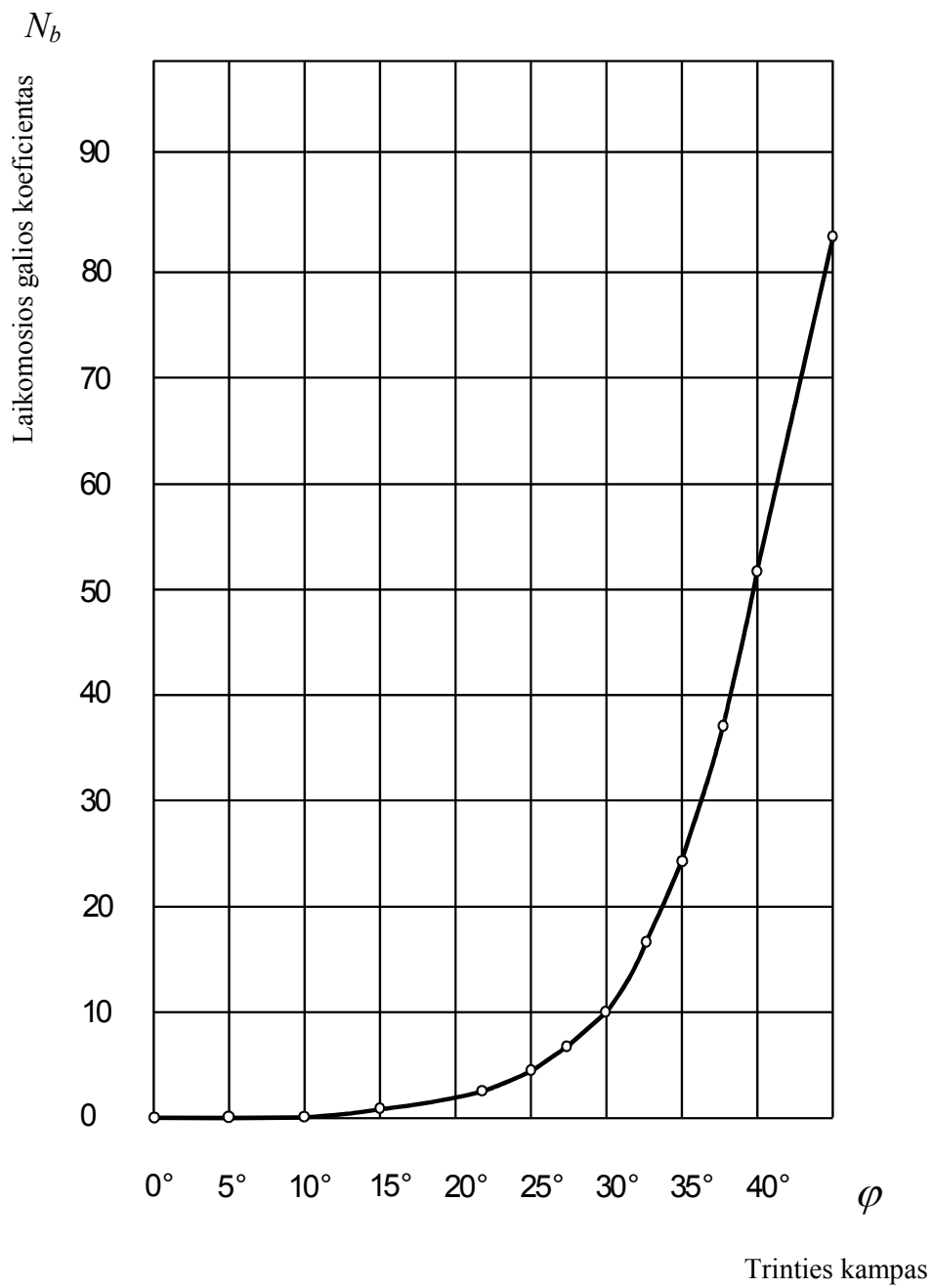
B priedo tęsinys

B.5 lentelė. Rišlių gruntų ir organinių gruntų rodikliai [5]

Eilu- tė	Grunto rūšis	Trum- pasis žymuo	Būklė ¹⁾	Savasis tūrinis sunkis		Trinties kampas	Sankiba	
				virš vandens	po vandeniu			
				skaičiuojamieji dydžiai				
				γ , kN/m ³	γ_r , kN/m ³	φ' , °	c' , kN/m ²	c_u , kN/m ²
1.	Neorganiniai rišlūs	MR	minkštas	18,0 (1,80)	8,0 (0,80)	17,5	0 (0)	15 (1,5)
2.	didelio plastiškumo		standus	19,0 (1,90)	9,0 (0,90)	17,5	10 (1,0)	35 (3,5)
3.	gruntai ($W_L > 50 \%$)		pusiau kietas	20,0 (2,00)	10,0 (1,00)	17,5	25 (2,5)	75 (7,5)
4.	Neorganiniai rišlūs	MV ir	minkštas	19,0 (1,90)	9,0 (0,90)	22,5	0 (0)	5 (0,5)
5.	vidutinio plastišku-	DV	standus	19,5 (1,95)	9,5 (0,95)	22,5	5 (0,5)	25 (2,5)
6.	mo gruntai $(50 \% \geq W_L \geq 35 \%)$		pusiau kietas	20,5 (2,05)	10,5 (1,05)	22,5	10 (1,0)	60 (6,0)
7.	Neorganiniai rišlūs	ML ir	minkštas	20,0 (2,00)	10,0 (1,00)	27,5	0 (0)	0 (0)
8.	mažo plastiškumo	DL	standus	20,5 (2,05)	10,5 (1,05)	27,5	2 (0,2)	15 (1,5)
9.	gruntai ($W_L < 35 \%$)		pusiau kietas	21,0 (2,10)	11,0 (1,10)	27,5	5 (0,5)	40 (4,0)
10.	Molis su organinėmis	OM ir	minkštas	14,0 (1,40)	4,0 (0,40)	15	0,0	10,0 (1,0)
11.	priemaišomis, dulkis su organinėmis prie- maišomis	OD	standus	17,0 (1,70)	7,0 (0,70)	15	0,0	20,0 (2,0)
12.	Durpės be išankstinės	HN ir		11,0 (1,10)	1,0 (0,10)	15	2 (0,2)	10,0 (1,0)
13.	apkrovos. Durpės su saikinga išankstine apkrova	HU		13,0 (1,30)	3,0 (0,30)	15	5 (0,5)	20,0 (2,0)

¹⁾ Minkštas gruntas $0,50 < I_C \leq 0,75$; standus $0,75 < I_C \leq 1,00$; pusiau kietas $I_C > 1,00$; čia: konsistencijos rodiklis $I_C = (W_L - W)/(W_L - W_p)$, žr. LST 1360.4:1995.

Pastaba. Skliausteliuose nurodyti dydžiai senaisiais matavimo vienetais – 1 m³ svorio jėga tonomis.

B priedo pabaiga

B.1 paveikslas. Laikomosios galios koeficiento N_b priklausomybė nuo trinties kampo φ [7]

C priedas (informacinis)

Skaičiavimų pavyzdžiai pagal I dalies 5 skyrių

1 pavyzdys. Pradinis stabilumas (žr. 5.2.1 p.)

Pylimo pagrindo gruntas – dumblingas molis su dideliu organinių priemaišų kiekiu; sluoksnio storis $d = 6\text{--}8$ m.

Pylimas pilamas iš smulkaus smėlio, šlaitai 1:2, projektinis aukštis 6 m.

Reikia nustatyti, iki kokio aukščio gali būti be pertraukos pilamas pylimas.

Pagal B priedo B.1 lentelę pagrindo grunto $c_u = 10$ kN/m² (žemutinė riba).

Kai $h = 6$ m, $h/d = 0,75$ iki $h/d = 1$.

Pagal 5.2 a paveikslą $N_{c\beta} \approx 5,5$, kai $\beta \approx 30^\circ$, $\varphi' = 40^\circ$.

Pagal B.4 lentelę $\gamma = 19$ kN/m³.

Dalinis atsargos koeficientas $\eta_\gamma = 1,1$.

Pagal (1) lygtį, vietoje γ įstačius $\eta_\gamma \cdot \gamma$, $h = c_u \cdot N_{c\beta} / \gamma = 10 \cdot 5,5 / 1,1 \cdot 19 = 2,6$ m (žr. 5.2.1 p.).

2 pavyzdys. Pradinis stabilumas (žr. 5.2.1 p.)

Duomenys tokie pat, kaip 1 pavyzdyje.

Reikia nustatyti, kokio pradinio ir antrinio nusėdimo $S_1 + S_2$ reikia laukti ties šlaito viduriu, kad būtų pasiektas pradinis stabilumas kai $h = 6$ m.

Pradinis poringumo koeficientas $e_o \approx 0,8$; $e_o \approx 2,6 W_o$; čia W_o – pradinis drėgnis.

Pagal B.2 lentelę kompresijos koeficientas $C_k \approx 0,2\text{...}0,4$.

Pagal (1) lygtį reikalinga sankiba:

$$c_o = \gamma h / N_{c\beta} \approx 1,1 \cdot 19 \cdot 6 / 5,5 \approx 22,8 \text{ kN/m}^2, \text{ kai atsargos koeficientas } \eta_\gamma = 1,1, \text{ ir}$$

$$c_{uo} \approx 1,5 \cdot 22,8 \approx 34 \text{ kN/m}^2, \text{ kai atsargos koeficientas } \eta = 1,5;$$

(čia indeksas o žymi pradinę padėtį).

Kai pradinė sankiba $c_{ug} \approx 10$ kN/m² (čia indeksas g žymi ribinį dydį), pagal (3) lygtį:

$$e_o - e = C_k \ln (c_{ul} / c_{uo}) \approx (0,2\text{...}0,4) \ln (34 / 10) \approx 0,24\text{...}0,49.$$

Kai $d \approx (6\text{...}8)$ m, tai pagal (2) lygtį sėdimas:

$$S_1 + S_2 \approx (e_o - e)d / (1 + e_o) \approx (0,24\text{...}0,49)(6\text{...}8) / (1 + 0,8) \approx 0,8\text{...}2,2 \text{ m}.$$

3 pavyzdys. Galutinis stabilumas (žr. 5.2.2 p.)

Vidutinis pylimo plotis $b' = 22$ m, aukštis $h = 6$ m, pylimo šlaito kampas $\beta = 30^\circ$, pylimo pagrindo gruntas – dumblingas molis.

Reikia patikrinti, ar pakankamas galutinis stabilumas (5.2.2 p.).

Kai $2h \operatorname{ctg} \beta = 2 \cdot 6 \cdot \operatorname{ctg} 30^\circ = 21 \text{ m} < b'$, taikoma (4 b) lygtis:

$$N_b = \gamma h / (2 \gamma' h \operatorname{ctg} \beta).$$

Kai $\gamma' \approx 7 \text{ kN/m}^3$ (B.5 lentelė),

$$N_b = 19 \cdot 6 / (2 \cdot 7 \cdot 6 \cdot \operatorname{ctg} 30^\circ) = 0,8.$$

Pagal B.1 paveikslą $\varphi' \approx 15^\circ$

Palyginimas su B.1 lentelės φ' rodo, kad reikia atsižvelgti į neleistino sėdimo pavojų.

4 pavyzdys. Greitasis sėdimas (žr. 5.3.1 p.)

Pylimo gruntai kaip 1-me pavyzdyje; $b' = 22$ m.

Reikia nustatyti, kiek pylimas iš karto nusės (greitasis sėdimas).

Pagal (7) lygtį $E_v \approx \infty \cdot c_u$ ir B.1 lentelę:

$$E_v \approx (150 \dots 500) / (10 \dots 25) \text{ kN/m}^2 \approx (1,5 \dots 12,5) \text{ MN/m}^2.$$

Pagal 5.4 paveikslą įtakos faktorius $f_s \approx 0,2$, kai $d / b' \approx 6 / 22 \approx 0,3$.

Pagal (6) lygtį:

$$S_o \approx b' \gamma h f_s / E_v \approx 22 \cdot 19 \cdot 6 \cdot 0,2 / (1500 \dots 12500) \approx 0,0 \dots 0,3 \text{ m}.$$

Išvada. Sėdimui S_o apskaičiuoti nereikia papildomai tirti gruntus, nes S_1 ir S_2 dalys yra žymiai didesnės.

5 pavyzdys. Pradinis sėdimas (žr. 5.3.2 p.)

Pylimas ir jo pagrindas tokie pat, kaip 1-me pavyzdyje.

Reikia nustatyti ribinius pylimo vidurio nusėdimus.

Žemutinė riba.

Silpno grunto viršutinis padidinto standumo sluoksnis $d_1 = 2,5$ m (žr. 5.6 paveikslą).

Silpno grunto apatinis sluoksnis $d_2 = 6 - 2,5 = 3,5$ m.

$$z_2 \approx 2,5 + 3,5 / 2 \approx 4,3 \text{ m}.$$

Pagal B.2 lentelę: $E_{SI} = 5 \text{ MN/m}^2$ ir $C_{k2} = 0,2$.

Pagal B.5 lentelę: $\gamma' \approx 7 \text{ kN/m}^3$; $e_o = 2,6$; $W_o \approx 0,8$ (žr. 5.3.2 p.).

Pagal (10) lygtį standumo modulis:

$$E_{s2} \approx \gamma z (1 + e_o) / C_{k2} \approx 7 \cdot 4,3 (1 + 0,8) / 0,2 \approx 270 \text{ kN/m}^2.$$

Laikui bėgant E_{s2} dvigubai padidėja; $E_{s2} \approx 540 \text{ kN/m}^2$.

Pagal 5.6 a paveikslą (A kreivė):

$$z_2 / b' = 4,3 / 22 = 0,2; \quad f_{\sigma 2} = 0,96.$$

Priėmus tik pusę projektuojamo pylimo aukščio $h = 3 \text{ m}$, pagal (9) lygtį:

$$\Delta \sigma \approx \gamma h f_{\sigma} \approx 19 \cdot 3 \cdot 0,96 \approx 54,7 \text{ kN/m}^2 \text{ (A taškas 5.6 paveiksle).}$$

E_s padidėja $1 + \Delta \sigma / \gamma' z_2 = 1 + 54,7 / 7 \cdot 4,3 \approx 2,82$ karto. Tuo būdu viršutinė riba yra

$$E_{s2} \approx 2,82 \cdot 540 \approx 1,5 \text{ MN/m}^2.$$

Pagal 5.6 a paveikslą (A kreivė): $z_1 / b' = (2,5 / 2) / 22 = 0,05; \quad f_{\sigma 1} = 1.$

Pagal (8) ir (9) lygčių sistemos sprendinį:

$$S_{IV} = \gamma \cdot h \cdot (f_{\sigma 1} \cdot d_1 / E_{s1} + f_{\sigma 2} \cdot d_2 / E_{s2}) = 19 \cdot 6 \cdot (1,0 \cdot 2,5 / 5000 + 0,96 \cdot 4,3 / 1500) \approx 0,4 \text{ m}.$$

Viršutinė riba.

Viršutinio sluoksnio $d_1 = 1 \text{ m}$, $E_{s1} = 1 \text{ MN/m}^2$, apatinio sluoksnio $d_2 = 8 - 1 = 7 \text{ m}$ ir $C_{k2} = 0,4$.

Pagal (10) lygtį $z_2 = 1 + 7 / 2 = 4,5 \text{ m}$.

$$E_{s2} \approx 7 \cdot 4,5 (1 + 0,8) / 0,4 \approx 142 \text{ kN/m}^2.$$

Su anksčiau apskaičiuotu padidinimo faktoriumi 2,82

$$E_{s2} = 2,82 \cdot 142 \approx 400 \text{ kN/m}^2.$$

Kai $f_{\sigma} \approx 1,0$ arba 0,96, kaip ir anksčiau gauname

$$S_{IV} \approx 19 \cdot 6 \cdot (1,0 \cdot 1,0 / 1000 + 0,96 \cdot 7 / 400) \approx 2,0 \text{ m}.$$

Išvados. Reikia laikinai supilti aukštesnį pylimą. Gruntų tyrimai, prireikus ir vertikalieji drenažai bei nusėdimų kontrolė, turi užtikrinti, kad pradiniai sėdimai baigtųsi prieš kelio dangos klojimą.

6 pavyzdys. Pradinis sėdimas (žr. 5.3.2 p.)

Pylimas ir jo pagrindas tokie pat, kaip 1-me pavyzdyje.

Neišsintiniai smulkaus smėlio sluoksniai.

Reikia nustatyti per kokį laiką pylimas nusės iki 1-me pavyzdyje apskaičiuotų dydžių, jei galutinis nuosėdis šlaito viduryje $S_{IV} \approx 1,0 \dots 2,5 \text{ m}$. Į antrinį sėdimą neatsižvelgiama.

Pagal (12) lygtį $S_I \approx U_C S_{IV}$;

$$U_C \approx S_I / S_{IV} \approx (0,8 \dots 2,2) / (1 \dots 2,5) \approx 0,3 \dots 1 \text{ (į } U_C > 1 \text{ neatsižvelgiama).}$$

Pagal 5.7 paveikslą $\tau_V \approx 0,02...1$.

I (11) lygtį $t = \tau_V d^2 / c_V$ įstačius c_V iš B.3 lentelės:

$$t \approx (0,02...1) \cdot (6^2...8^2) / (10^{-5}...10^{-6}) \approx 7,2 \cdot 10^4...6,4 \cdot 10^7 \approx \text{nuo 1 dienos iki 2 metų.}$$

Išvada. c_V turi būti tiksliau nustatoma.

7 pavyzdys. Antrinis sėdimas (žr. 5.3.3 p.)

Pylimas ir jo pagrindas tokie pat, kaip 1-me pavyzdyje.

Ištisiniai smulkaus smėlio tarp sluoksniai $d_2 \approx 0,3...1,0$ m.

Reikia nustatyti koks galimas antrinis sėdimas per laiką $t = 3$ metai $\approx 10^8$ s.

Kai $d_3 \approx 3,5...7$ m ir gruntų rodikliai parenkami iš B.3 lentelės, tai pagal (13) lygtį:

$$S_2 \approx d_3 C_B \ln(c_V t / d_2^2) \approx (4...7) \cdot (0,005...0,03) \cdot \ln[(10^{-5}...10^{-6}) \cdot 10^8 / 0,3^2] \approx 0,1...2,0 \text{ m.}$$

Išvada. Dėl didelio galimų nusėdimų skirtumo reikia patikslinti gruntų rodiklius.

8 pavyzdys. Vertikalusis drenažas (žr. 5.4.1 p.)

Pylimas ir jo pagrindas tokie pat, kaip 1-me pavyzdyje.

Reikia nustatyti per kokį laiką pylimas nusės 6-me pavyzdyje nurodytomis sąlygomis, naudojant vertikalųjį drenažą. Drenų skersmuo $d_W = 0,20$ m ir atstumas tarp drenų $d_e = 2$ m (žr. 5.4.1 p.).

Kaip ir 6 pavyzdyje $U_C \approx 0,3...1$:

$$d_e / d_W = 2 / 0,2 = 10.$$

Pagal 5.8 b paveikslą $\tau \approx 0,04...1$.

Pagal (14) lygtį $\tau_h = c_V t / d_e^2$ ir B.3 lentelę, kai $c_V = (10^{-5}...10^{-6})$ m²/s, nustatomas laukimo laikas:

$$t = \tau_h d_e^2 / c_V \approx (0,04...1) \cdot 2^2 / (10^{-5}...10^{-6});$$

$$t = (1,6 \cdot 10^4...4 \cdot 10^6) \text{ s} \approx 4 \text{ val. } ...1,5 \text{ mėn.}$$

Išvada. Jei pagal gruntų tyrimus c_V gaunamas artimas žemutiniam B.3 lentelės dydžiui, verta taikyti vertikalųjį drenažą.

9 pavyzdys. Pylimo pagrindo perkrova

Pylimai ir pagrindai tokie pat, kaip 1–7 pavyzdžiuose su ištisiniais smulkaus smėlio sluoksniais.

Reikia nustatyti papildomą pylimo aukštį Δh , kai laukimo laikas $t_I = 6$ mėn., kad antrinis sėdimas pagal 7 pavyzdį truktų trumpiau.

Laikoma, kad pradinis sėdimas, supylus pylimą iki 2,5 m, jau yra pasibaigęs ir c_u padidėjo mažiausiai iki 20 kN/m² (1 ir 2 pavyzdžiai). Tuo pat metu E_s gali būti dvigubai padidėjęs (5 ir 6 pavyzdžiai).

Žemutinė riba (gruntai sąlyginai standūs).

Kai $S_2 \approx 0,10$ m (7 pavyzdys), $E_{S2} \approx 1500$ kN/m² ir $d_2 \approx 6$ m (pagrindas be viršutinio standesnio sluoksnio), tai pagal (8) ir (9) lygčių sistemos sprendinį ($f_\sigma = 1$):

$$\Delta h = \Delta \sigma / \gamma = S_2 E_s / (\gamma \cdot d_2) \approx 0,10 \cdot 1500 / (19 \cdot 6) \approx 1,3 \text{ m.}$$

Kai sluoksnio dalies storis $d_2 \approx 0,3 \dots 1,0$ m, $c_v \approx 10^{-5}$ m²/s ir $t = 6$ mėn., tai pagal (11) lygtį (laiką perskaičiavus į s) ir 5.7 paveikslą:

$$\tau_v = c_v \cdot t / d^2 \approx 10^{-5} \cdot 6 \cdot 30 \cdot 24 \cdot 3600 / (0,3^2 \dots 1,0^2) > 1,$$

t.y. sėdimas trunka trumpiau kaip 6 mėn.

Viršutinė riba (gruntai sąlyginai minkšti).

Kai $S_2 \approx 2,0$ m (7 pavyzdys), $E_{S2} \approx 540$ kN/m² (5 pavyzdys) ir $d_2 \approx 6,0$ m, tai pagal (8) ir (9) lygčių sistemos sprendinį:

$$\Delta h \approx 2,0 \cdot 540 / (19 \cdot 6) \approx 9,5 \text{ m.}$$

Išvada. Perkrovą galima didinti tik palaipsniui, pakartotinai matuojant sėdimus ir kerпамąjį stiprį.

10 pavyzdys. Gruntų pakeitimas (žr. 5.4.3 p.)

Pylimas ir pagrindas tokie kaip 1 ir 5 pavyzdžiuose.

Pakeisto grunto $d_I = 2$ m, $\varphi_I' = 35^\circ$, $\gamma_I' = 10$ kN/m³.

Reikia nustatyti, kokio aukščio pylimą galima pilti be pertraukos ir koks pradinis nusėdimas, kai $h = 6$ m.

Pagal 5.9 b paveikslą, kai $d_I / b' = 2 / 22 \approx 0,1$, $\gamma h / c_u \approx 6$, beveik kaip 1 pavyzdyje; $h \leq 2,5$ m.

Skaičiuojant su 5 pavyzdžio duomenimis, kai pagrindas be viršutinio standesnio sluoksnio, gaunama:

žemutinė pradinio nusėdimo riba

$$S_{IV} \approx 19 \cdot 6 \cdot 1 \cdot (6 - 2) / 1000 \approx 0,5 \text{ m}$$

ir viršutinė riba

$$S_{IV} \approx 19 \cdot 6 \cdot 1 \cdot (8 - 2) / 270 \approx 2,5 \text{ m.}$$

Išvada. Toks grunto pakeitimas neapsimoka, nes pilant ant viršutinio standesnio sluoksnio, pylimas sėstų vienodai. Kitas atvejis būtų, kai pylimo pagrindas be viršutinio standesnio sluoksnio ir didesnis d_I .

NAUDOTA LITERATŪRA

1. Merkblatt über Strassenbau auf wenig tragfähigem Untergrund, FGSV Ausgabe 1988
 2. Merkblatt für Anwendemg von Geotextilien und Geogittern in Erdbau des Strassenbaus, FGSV-535 Ausgabe 1994
 3. А. Г. Смирнов, И. С. Биржишкис. Использование взрыва при строительстве сооружений на водонасыщенных грунтах.
 4. DIN 1080, Teil 2
 5. DIN 1055, Teil 2
 6. DIN 4084, ENTWURF, 1990
 7. DIN 4017
 8. DIN 4020
-