

UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI

Cu titlu de manuscris

C.Z.U.: 624.131:624.137(478)(043.3)

CÎRLAN ALEXANDRU

**Studiul proprietăților reologice ale solurilor pentru evaluarea stării
de tensiune-deformație a terenurilor de fundații**

211.02 – MATERIALE DE CONSTRUCȚII, ELEMENTE ȘI EDIFICII

Teză de doctor în științe tehnice

Conducător științific:

Polcanov Vladimir

conferențiar universitar,
doctor în științe tehnice

Autor:

Cîrlan Alexandru

CHIȘINĂU, 2019

© CÎRLAN ALEXANDRU, 2019

CUPRINS

ADNOTARE (în română, rusă și engleză).....	6
LISTA ABREVIERILOR	9
LISTA SEMNELOR CONVENȚIONALE	10
INTRODUCERE	11
1. ABORDĂRI CONCEPTUALE PRIVIND STUDIUL NATURII FENOMENELOR REOLOGICE ȘI CALCULUL STĂRII DE TENSIUNE-DEFORMAȚIE A PĂMÂNTURILOR DE FUNDARE	19
1.1. Prevederi moderne privind rezistența de lungă durată a pământurilor	19
1.2. Modele reologice care descriu comportarea pământurilor la acțiunea sarcinilor...	25
1.3. Metode de determinare a parametrilor reologici ai pământurilor	34
1.4. Metode de evaluare cantitativă a stării de tensiune-deformație a masivului de pământ	38
1.5. Concluzii la capitolul 1.....	43
2. IDENTIFICAREA NATURII REZISTENȚEI PĂMÂNTURILOR ARGILOASE DIN REPUBLICA MOLDOVA	45
2.1. Proprietățile fizico-mecanice ale argilelor sarmațiene din Republica Moldova	45
2.2. Diminuarea rezistenței pământurilor argiloase în timpul manifestării deformațiilor de fluaj pe versanți	53
2.3. Alegerea valorilor de calcul ale parametrilor rezistenței pământurilor pentru estimarea capacității portante a terenurilor de fundare	60
2.4. Concluzii la capitolul 2.....	68
3. STUDIILE EXPERIMENTAL-TEORETICE ALE PROPRIETĂȚILOR REOLOGICE ALE PĂMÂNTURILOR ARGILOASE DIN REPUBLICA MOLDOVA	69
3.1. Rezultatele determinării pragului de fluaj și a coeficientului de vâscozitate pe baza experimentelor cu viteză controlată de deformare	73
3.2. Caracteristicile proprietăților fizico-mecanice și reologice ale pământurilor pentru zonele studiate	83
3.3. Concluzii la capitolul 3.....	99
4. EVALUAREA CAPACITĂȚII PORTANTE A TERENURILOR DE FUNDARE CU EVIDENȚA PROPRIETĂȚILE REOLOGICE ALE PĂMÂNTURILOR	101
4.1. Evidența prevederilor teoriei rezistenței de lungă durată a pământurilor la proiectarea taluzurilor debleurilor de mare adâncime	101

4.1.1. Cauzele deformării debleurilor și studiul proprietăților reologice ale pământurilor argiloase pentru asigurarea stabilității secțiunilor transversale la reconstrucția drumurilor	110
4.1.2. Schema sectoarelor potențial periculoase, scurta caracteristică a lor și recomandări pentru asigurarea stabilității de lungă durată a taluzurilor debleurilor.....	120
4.2. Modelarea stării de tensiune-deformație a taluzurilor de debleu ținând cont de manifestarea proprietăților reologice ale pământurilor	121
4.3. Concluzii la capitolul 4.....	131
CONCLUZII GENERALE ȘI RECOMANDĂRI	132
BIBLIOGRAFIE.....	135
ANEXE.....	150
<i>Anexa 1.</i> Modele reologice ale pământurilor.....	150
<i>Anexa 2.</i> Rezultatele încercărilor pentru determinarea caracteristicilor fizico-mecanice ale pământurilor argiloase ce formează versanții alunecătorii din R. Moldova	153
<i>Anexa 3.</i> Determinarea pragului de fluaj pe baza încercărilor “cu viteză constantă de forfecare	186
<i>Anexa 4.</i> Curbe de fluaj.....	193
<i>Anexa 5.</i> Variația caracteristicilor fizico-mecanice ale argilelor sarmațiene de pe sectorul alunecător "Km 4 al drumului regional G69 Ustia-Holercani".....	194
<i>Anexa 6.</i> Variația caracteristicilor fizico-mecanice ale argilelor sarmațiene de pe sectorul alunecător "Răscrucea Orhei".....	195
<i>Anexa 7.</i> Variația caracteristicilor fizico-mecanice ale argilelor sarmațiene de pe sectorul alunecător “Km 80 al drumului republican R1 Chișinău-Ungheni”.....	196
<i>Anexa 8.</i> Secțiunile transversale a debleurilor de pe drumul magistral M21 Chișinău-Dubăsari-Poltava.....	197
<i>Anexa 9.</i> Cantitatea de precipitații înregistrată la stațiile meteorologice din R. Moldova pentru anii 2007-2016.....	199
<i>Anexa 10.</i> Caracteristicile fizice ale pământurilor investigate de pe tronsonul drumului M21 Chișinău-Dubăsari-Poltava.....	218
<i>Anexa 11.</i> Rezultatele încercărilor la forfecare a probelor de pământ de pe drumul M21 Brest-Chișinău-Poltava	221
<i>Anexa 12.</i> Rezultatele investigațiilor zonelor supuse deformațiilor a drumului M21 Brest-Chișinău-Poltava.....	234

<i>Anexa 13.</i> Rezultatele calcului stabilității taluzurilor debleurilor de pe drumul M21 Brest-Chișinău-Poltava folosind metodele clasice.....	240
<i>Anexa 14.</i> Rezultatele calcului stabilității taluzurilor debleurilor cu software-ul PLAXIS	244
<i>Anexa 15.</i> Harta geologică a Republicii Moldova.....	260
<i>Anexa 16.</i> Harta. Pronosticul activizării alunecărilor de teren pe teritoriul Republicii Moldova.....	261
<i>Anexa 17.</i> Repartizarea versanților afectați de alunecări de teren și a celor cu pericol de alunecări de teren.....	263
<i>Anexa 18.</i> Certificatele de confirmare a implementării rezultatelor tezei de doctor	264
DECLARAȚIE PE PROPRIA RĂSPUNDERE	266
CURRICULUM VITAE	267

ADNOTARE

la teza pentru obținerea titlului de doctor în tehnică
„Studiul proprietăților reologice ale solurilor pentru evaluarea stării de tensiune-deformație a terenurilor de fundații”
CÎRLAN Alexandru, Chișinău, 2019

Specialitatea: 211.02 – Materiale de construcții, elemente și edificii

Structura lucrării: introducere, patru capitole, concluzii și recomandări, bibliografie (203 surse). Conținutul este expus pe 134 pagini text de bază; conține 22 tabele (fără anexe), 32 figuri, 18 anexe. Rezultatele cercetării sunt publicate în 8 lucrări științifice.

Cuvinte cheie: teren de fundare, taluzuri de debleu, argile sarmațiene, rezistență, stabilitate, deformații de fluaj, reologie, metode de calcul, metoda elementelor finite, PLAXIS.

Domeniul de studiu: taluzuri de debleu și teren de fundare a construcțiilor și edificiilor, amplasate pe versanți alunecători, terenuri potențial alunecare.

Scopul lucrării: dezvoltarea unei metode de evaluare a stării de tensiune-deformație pentru asigurarea stabilității de lungă durată a taluzurilor de debleu și lucrul fiabil a terenurilor de fundare, bazată pe studiul proprietăților reologice ale pământurilor.

Obiectivele lucrării sunt determinate de scopul principal al studiului și vizează: determinarea rolului proprietăților reologice ale pământurilor argiloase la posibila pierdere a stabilității taluzurilor debleurilor adânci; identificarea factorilor de bază care determină caracteristicile de rezistență a argilelor sarmațiene; stabilirea rolului deformațiilor de curgere lentă asupra pierderii stabilității taluzurilor debleurilor adânci.

Noutatea și originalitatea științifică a lucrării. Sa studiat influența diferitor factori asupra rezistenței pământurilor argilo-nisipoase de origine sarmațiană din Republica Moldova, cu stabilirea influenței gradul de tulburare a structurii naturale, consistenței, rezistenței reziduale asupra rezistenței acestora; au fost determinate caracteristicile reologice ale argilelor sarmațiene și influența acestora asupra stării de tensiune-deformație a taluzurilor debleurilor multistratificate; au fost determinate condițiile și cauzele deformării taluzurilor de debleu, săpate în aceste straturi de pământ.

Importanța problemei științifice constă în: elaborarea unei metode, care va permite evidența proprietățile reologice ale pământurilor argiloase la proiectarea taluzurilor gropilor de fundare adânci și taluzurilor debleurilor drumurile, pentru asigurarea stabilității locale și de lungă durată, precum și îmbunătățirea prognozei stabilității acestora.

Semnificația teoretică și valoarea aplicativă: constă în posibilitatea utilizării rezultatelor obținute pentru folosirea versanților alunecători în calitate de teren de construcție, proiectarea și realizarea debleurilor adânci, determinarea stării de tensiune-deformație a terenului de fundare, zona activă a cărora este formată din argile sarmațiene, precum și evaluarea stabilității de lungă durată a taluzurilor care urmează a fi realizate, cu excavarea gropilor de fundare adânci și dezvoltarea unui set de măsuri de profilaxie. Ecuațiile obținute pentru determinarea rezistenței argilelor vor permite reducerea duratei investigațiilor.

Implementarea rezultatelor științifice: Metoda propusă a fost utilizată pentru stabilirea secțiunilor de proiect a taluzurilor debleurilor la elaborarea proiectului de reconstrucție a drumului M21 (Chișinău-Dubăsari-Poltava) precum și la calculul stabilității terasamentelor tronsonului drumului M5 km 182,0-182,4 și aprecierea stabilității pantei de pe str. V. Trandafirilor nr.4 mun. Chișinău, în cadrul cărora au fost stabilite manifestări de alunecări de teren.

АННОТАЦИЯ

к диссертационной работе на соискание учёной степени доктора технических наук
„Исследование реологических свойств грунтов для оценки напряженно-деформированное состояние основания”
КЫРЛАН Александру, Кишинэу, 2019

Специальность: 211.02 – Строительные материалы, элементы и сооружения

Структура диссертации: введение, четыре главы, выводы и рекомендации, библиография (203 источников). Содержание изложено на 134 страницах основного текста; содержит 22 таблицы (без учёта приложений), 32 рисунков, 18 приложений. Результаты исследования опубликованы в 8 научных работах.

Ключевые слова: основания, откосы выемок, сарматские глины, прочность, устойчивость, деформации ползучести, реология, методы расчётов, метод конечных элементов, PLAXIS.

Область исследования: откосы выемок и основания фундаментов зданий и сооружений, размещённых на оползневых склонах, оползнеопасные территории.

Цель исследования: разработка методики оценки напряженно-деформированное состояние основания, для обеспечения длительной устойчивости откосов выемок и надёжной работы оснований фундаментов, на основе исследования реологических свойств грунтов.

Задачи определены главной целью исследования и направлены на: изучение роли реологических свойств глинистых грунтов в нарушении устойчивости откосов глубоких выемок; выявление основных факторов, определяющих прочностные свойства сарматских глин; установление роли деформации ползучести в нарушении устойчивости откосов глубоких выемок.

Научная новизна и оригинальность работы. Изучено влияние различных факторов на прочность песчано-глинистой толще сарматских отложений Р. Молдовы, с установлением зависимости прочности от степени нарушения естественной структуры, консистенции, остаточной прочности; определены реологические характеристики сарматских глин и их влияние на напряженно-деформированное состояние многослойных откосов выемок, обоснован упрощённый метод установления реологических характеристик и длительной прочности; выявлены условия и причины деформаций откосов выемок, раскрываемых в этой толще.

Важность научной проблемы состоит в: разработке методики, позволяющая учесть реологические свойства глинистых грунтов при проектировании откосов глубоких котлованов и раскрытии выемок на транспортных магистралях с целью обеспечения локальной и длительной устойчивости и повышения обоснованности прогноза устойчивости.

Теоретическая значимость и практическая ценность заключается в возможности использования полученных результатов при освоении оползнеопасных склонов, проектировании и строительстве глубоких выемок, расчёте напряженно-деформированное состояние основания, сложенного в активной зоне сарматскими глинами, а также для оценки длительной устойчивости откосов, подлежащих застройке, при отрывке глубоких котлованов и разработке комплекса профилактических противодеформационных мероприятий. Полученные зависимости, определяющие прочность глин, позволят сократить продолжительность изысканий.

Внедрение научных результатов. Предложенная методика использовалась при назначении проектных профилей откосов выемок при разработке проекта реконструкции автодороги М21 Кишинэу-Полтава, а также для расчета устойчивости откоса выемки на участке дороги М5 км 182,0-182,4 и оценки устойчивости склона на ул. В. Трандафирилор, 4, муниципий Кишинэу, на которых наблюдались признаки оползневых деформаций.

ANNOTATION

To the thesis for obtaining the PhD degree in technical sciences
„Investigation of the rheological properties of soils for the assessment the base stress-strain state”
CIRLAN Alexandru, Chisinau, 2019

Specialty: 211.02 – Building materials, elements and buildings

Thesis structure: Introduction, four chapters, conclusions and recommendations, bibliography (203 sources). The content is presented on 134 pages of the main text; 22 tables (excluding appendix), 32 figures, 18 appendices. The results of research are published in 8 scientific papers.

Key words: foundation ground, excavation slopes, sarmatian clays, strength, stability, creep deformations, rheology, calculation methods, finite element method, PLAXIS.

Area of research: excavations slopes and buildings and structures foundations located on landslide slopes, landslide areas.

Aim of the research: development a method for assessing the stress-strain state of the base, to ensure long-term stability of excavations slopes and reliable work of foundations, based on the study of rheological properties of soils.

Objectives are determined by the main objective of the study and are aimed at: studying the possible role of the rheological properties of clay soils in the loss of excavation slopes stability; identification of the main factors that determine the strength properties of Sarmatian clay; establishing the role of creep deformation on stability loss of deep excavation slopes;

Scientific novelty and originality. The influence of various factors on the resistance of the Sarmatian clay-sandy soil from Republic of Moldova was studied, determining the influence of the degree of disruption of the natural structure, consistency, residual resistance on their resistance; the rheological characteristics of the Sarmatian clays and their influence on the stress-strain state of the slopes of the multilayer slopes of excavations were determined; the conditions and causes of the deformation of the excavation slopes executed in these soil layers were determined.

The importance of the scientific problem consists of developing a method that allows to take into account the rheological properties of clay soils to design the slopes of deep excavations and the pits on transport highways in order to ensure local and long-term stability and increase the validity of stability prognoses.

Theoretical significance and applicative value of the thesis lies in possibility of using the obtained results for development of landslide slopes, for designing and constructing of deep excavations, for calculating of stress-strain state of the base composed in the active zone by Sarmatian clays, and also in assessing the long-term stability of the slopes that should be built up, for excavation of foundation pit and development the complex of preventive anti-deformational measures. The resulting dependences, determining the strength of clays, will shorten the duration of experiments.

Implementation of the scientific results The proposed method was used to design the excavation slopes for reconstruction project of M21 road (Chisinau-Dubasari-Poltava), and calculation the slopes stability of 182,0-182,4 km section of M5 road and appreciation of slope stability on V. Trandafirilor Street, no. 4, mun. Chisinau, affected by landslides.

LISTA ABREVIERELOR

AȘM – Academia de Științe a Moldovei;

CSI – Comunitatea Statelor Independente;

DIIT – Institutului de Ingineri ai Transportului din Dnepropetrovsk, actualmente Universitatea Națională de Transport Feroviar din Dnepropetrovsk (în rusă ДИИТ);

EGI – element geo-ingineresc

GEOLCOM – Comitetul de Geologie (în rusă ГЕОЛКОМ);

ISP – Institutul de Stat de Proiectări (în rusă ГПИ);

IPC S. Lazo – Institutul Politehnic din Chișinău S. Lazo (actualmente – Universitatea Tehnică din Moldova, UTM);(în rusă КПИ им. С. Лазо);

MAD – Măsurile antideformaționale;

MADI – Institutul Auto și Drumuri din Moscova, actualmente Universitatea Auto și Drumuri Tehnică de Stat din Moscova (în rusă МАДИ);

MGU – Universitatea de Stat din Moscova M.V. Lomonosov; (în rusă МГУ);

MISI – Institutul Ingineresc de Construcții din Moscova (actualmente – MGSU – Universitatea de Stat de Construcții din Moscova) (în rusă МИСИ);

MOLDGIINTIZ – Institutul de Stat de Inginerie și Prospeccțiuni Tehnice (actualmente – Întreprinderea de Stat Institutul de Geodezie, Prospeccțiuni Tehnice și Cadastru, INGEOCAD) (în rusă МОЛДГИИНТИЗ);

MOLDGIPTOAVTODOR – Institutul de Stat de Proiectare a Drumurilor Auto (actualmente – IPDA) (în rusă МОЛДГИПРОАВТОДОР);

MONIL – Laborator de cercetare interdisciplinară pe alunecări de teren (în cadrul IPC S. Lazo); (în rusă МОНИЛ);

MPAT – masuri de prevenire a alunecărilor de teren

PNIIS – Institutul de Producție, Cercetare și Prospeccțiuni Inginerești (în rusă ПНИИИС);

RSSAM – Republica Sovietică Socialistă Autonomă Moldovenească;

RSSM – Republica Sovietică Socialistă Moldovenească;

SGP – Sovietul Gospodăriei Poporului; (în rusă СНХ)

STD – Starea de tensiune-deformație;

LISTA SEMNELOR CONVENȚIONALE

- C – coeziunea pământurilor argiloase, Pa;
- C_c – coeziunea structurală a pământurilor argiloase, Pa;
- C_w – coeziune totală a pământurilor argiloase, Pa;
- F_p – coeficient de rezistență la forfecare pentru sarcina p ;
- H – înălțimea stratului de pământ, m;
- k – coeficientul de stabilitate;
- p_n – presiunea normală, Pa;
- p_z – tensiune normală de compresiune verticală în pământ la adâncimea z , Pa
- $S_{p,w}$ – rezistența la forfecare a pământului argilos pentru sarcina p și umiditatea lui w , Pa;
- S_∞ – rezistența de lungă durată a pământului argilos, Pa;
- S_{med} – rezistența medie la forfecare de-a lungul suprafeței de alunecare, Pa;
- t – durata acțiunii sarcinii pe pământ, sec;
- t_{np} – timpul de reducere a rezistenței pământului până la starea limită, sec;
- u – deformații de deplasare a pământului la acțiunea tensiunilor tangențiale, m;
- v – viteza de deformare a pământului la acțiunea tensiunilor tangențiale, m/sec;
- α – unghiul de înclinare a versantului sau taluzului, grade;
- γ – deformația relativă de formă a probei sau a stratului de pământ, m;
- $\Delta\tau$ – tensiunile tangențiale remanente, Pa;
- η – vâscozitatea dinamică, Pa·sec;
- λ – deformații de forfecare (mărima fluajului), m;
- Σ_w – coeziunea de natură hidrocoloidală în pământurile argiloase, Pa;
- τ – tensiunea tangențială, Pa;
- τ_{crit} – tensiunea tangențială critică (efortul unitar tangențial), la care are loc ruperea pământului, Pa;
- τ_{lim} – tensiunea inițială de rupere, pragul de fluaj, Pa;
- φ – unghiul de frecare internă a pământului, grad;
- φ_w – unghiul de frecare internă a pământului argilos, ținând cont de gradul de compactitate-umiditate a acestuia, grad;
- ψ_p – unghiul de rezistență a pământului la forfecare pentru sarcina p , grad.

INTRODUCERE

Actualitatea temei este determinată de necesitatea abordării problemei evaluării și asigurării stabilității de lungă durată a taluzurilor construcțiilor artificiale și terenurilor de fundare a clădirilor și edificiilor.

Procesul de construcție în Republica Moldova este agravat în mare parte de caracterul reliefului, prezența zonelor afectate de procese periculoase, precum și a porțiunilor de versanți temporar stabili.

Practica arată că tăierea versanților, solicitarea acestora ca urma a edificării construcțiilor, duce în mod inevitabil la schimbarea stării de tensiune-deformație (STD) și ca rezultat la pierderea stabilității versantului. De regulă, pierderea stabilității versanților este asociată cu costuri suplimentare semnificative; prejudicii considerabile pentru economia republicii.

De exemplu, conform estimărilor efectuate de INTEXNAUCA S.A., reconstrucția drumului Chișinău-Hîncești-Cimișlia, cu o lungime de 38,7 km, va necesita circa 322 mln lei, inclusiv 250 mln lei pentru protecția împotriva proceselor geologice periculoase. Construcția drumului R30 Anenii Noi-Ștefan Vodă (ocolirea satului Troița Nouă) va necesita 119 mln lei, inclusiv 78 mln lei pentru măsuri de protecție împotriva alunecărilor de teren.

În același timp, limitarea teritoriului delimitat construcțiilor și dorința de a păstra terenurile agricole valoroase impun proiectanții din Republica Moldova să folosească versanții potențial alunecători în calitate de teren de construcție. Aceasta înseamnă că asigurarea condițiilor normale în procesul de edificare și exploatare a construcțiilor și a autostrăzilor necesită o evaluare fiabilă a gradului de stabilitate a versanților și taluzurilor de debleu.

Cercetările și monitorizarea din ultimii ani a comportării construcțiilor și structurilor reale în procesul de exploatare a acestora [161, 162, 185, 197], au demonstrat că abordarea tradițională privind evaluarea stabilității precum și stabilirea pantei de proiect folosind “metodele standard”, nu în toate cazurile, oferă un rezultat satisfăcător, chiar și în cazul folosirii coeficienților de siguranță recomandați. Nu sunt rare cazurile când taluzurile debleurilor, în special cele realizate în pământuri argiloase și caracterizate printr-un coeficient de siguranță mai mare decât cel necesar, de fapt, se dovedesc a fi instabile. Este tipic că instabilitatea acestora se manifestă prin dezvoltarea lentă a deformațiilor, cauzată de formarea fisurilor și doar după o anumită perioadă urmată de o cedare bruscă. Originile acestei forme de pierdere a stabilității trebuie căutate în procesul de fluaș, adică în proprietățile reologice ale pământurilor argiloase.

Ținând cont de cele menționate mai sus, studiul proprietăților reologice ale pământurilor pentru estimarea stării de tensiune-deformație trebuie considerată ca fiind o problemă actuală ce necesită de a fi soluționată.

Descrierea situației în domeniul de cercetare. Studiul materialelor științifice la tema tezei și definirea ulterioară a obiectivelor cercetării, a necesitat de la autor studierea detaliată a bazelor teoretice stabilite de cercetătorii din Republica Moldova și de peste hotare.

Majoritatea covârșitoare a specialiștilor confirmă faptul că cercetarea proprietăților reologice ale pământurilor argiloase, condițiile de manifestare a deformațiilor de fluaj care determină rezistența de lungă durată sunt extrem de importante în evaluarea capacității portante a terenurilor de fundare, a versanților naturali și a taluzurilor structurilor artificiale: debleurilor de mare adâncime, rambleurilor ”grele”.

Metodele utilizate pentru descrierea și determinarea parametrilor reologici sunt destul de diverse. La baza lor stau rezultatele cercetărilor efectuate de savanții sovietici: Vyalov S.S., Goldstein M.N., Zaretsky Yu.K., Maslov N.N., Meschan S.R., Ter-Martirosyan Z.G., Ter-Stepanyan G.I., Florin V.A., Tsytovich N.A., precum discipolii lor: Budin A.Ya., Dobrov E.M., Ziangyrov R.S., Kazarnovsky V.D., Karaulova Z.M., Lombardo V.N., Osipov V.I, Polcanov V.N, Sotnikov S.N., Timofeeva T.A., Turovskaya A.Ya., Shadunts K.Sh. ș.a.

Cât privește savanții occidentali, pot fi evidențiați următorii: Bishop A.W., Blondeau F., Cazagrande A., Comșa R., Constantinescu A., Henkel D.J., Manoliu I., Marinescu C., Matei L., Mușat V., Peterson R., Rădulescu D., Răileanu P., Saito U., Skempton A.W., Stănculescu I., Šuklje L., Terzaghi K. ș.a.

Au trecut aproximativ 250 ani de când Coulomb S. în 1773 a stabilit relația dintre rezistența la forfecare și presiunea normală pentru pământurile nisipoase și bolovănoase. Cu toate acestea, până în prezent, cu regret, natura rezistenței și, în primul rând, cea a pământurilor argiloase, nu poate fi considerată pe deplin cunoscută. Dovada acestui fapt sunt numeroasele cercetări efectuate în laboratoare din mai multe țări și numărul mare de publicații legate de identificarea legilor care ar putea explica comportarea pământurilor în masiv. Nu fac excepție și argilele sarmațiene, care formează majoritatea versanților predispuși la alunecare, în special în partea centrală și nordică a republicii, cu specificul și particularitățile sale

Analiza literaturii realizată de către autor a arătat că în pofida unei varietăți largi de lucrării științifice, cu referință la alunecările de teren din țară, numărul publicațiilor privind studiul proprietăților reologice ale argilei sarmațiene este limitat.

O contribuție semnificativă la studierea argilelor sarmațiene din Republica Moldova au avut: Abelev Yu.M., Anosova A.A., Bogdevici O.P., Vovc V.M., Ziangirov R.S., Clinova G.I., Longe

O.K., Moniușco A.M., Olianschi Yu.I., Polcanov V.N., Robustova T.I., Sorochan E.A., Sîrodoeva N.G., Sîrodoev G.N., Timofeeva T.A. ș.a. Activitatea acestor cercetători a făcut posibilă soluționarea problemelor legate de stratigrafie, litologie, geneză, condițiile de formare și răspândire a argilelor sarmațiene. Sa constatat că aceste roci sunt adesea expuse pe versanți și pot provoca alunecări de teren.

În același timp, ele servesc drept fundație a clădirilor și a construcțiilor ingineresti. Aceasta înseamnă că cunoașterea naturii rezistenței argilelor sarmațiene este o sarcină ce necesită a fi soluționată.

O analiză a studiilor efectuate în diferite perioade arată că, în pofida numărului aparent mare de rezultate, nu există un răspuns clar la divergențele existente în proprietățile argilelor sarmațiene din diferite regiuni.

Cele menționate mai sus au stat la baza formării obiectului studiului, scopului și obiectivelor acestuia.

Obiectul cercetării: terenuri cu pericol de alunecare pe care se preconizează construcția clădirilor și structuri liniare.

Subiectul cercetării: proprietățile reologice ale argilelor sarmațiene de pe teritoriul Republicii Moldova și procesele care determină starea de tensiune-deformație a terenurilor de fundare și taluzurilor debleurilor adânci de pe versanți potențial alunecători.

Scopul lucrării constă în elaborarea unei metodologii de estimare a stării de tensiune-deformație a terenurilor de fundare pentru asigurarea stabilității de lungă durată a versanților, debleurilor precum și exploatarea fiabilă a terenurilor de fundare, ca rezultat a studierii proprietăților reologice ale pământurilor.

Obiectivele lucrării sunt stabilite de scopul cercetării științifice, și anume:

1. Studiarea influenței proprietăților reologice ale pământurilor argiloase asupra pierderii stabilității taluzurilor debleurilor adânci realizate în stratul de pământ argilo-nisipos al versanților potențial alunecători de pe teritoriul Republicii Moldova;
2. Identificarea principalilor factori care determină parametrii rezistenței argilelor sarmațiene și stabilirea valorilor de calcul a parametrilor ce corespund rezistenței de lungă durată a pământurilor studiate;
3. Elaborarea unei metode simplificate, pe baza prelucrării și analizei rezultatelor determinării proprietăților reologice ale argilelor sarmațiene de pe teritoriul Republicii Moldova, care ar permite determinarea caracteristicilor reologice (pragul de fluaj) în condiții de producție fără a efectua investigații costisitoare de lungă durată;

4. Determinarea influenței deformațiilor de fluaj la pierderea stabilității taluzurilor debleurilor adânci și versanților care ating starea limită;
5. Determinarea intensității manifestării deformațiilor de fluaj în urma stabilirii valorilor coeficientului de vâscozitate al pământurilor argiloase;
6. Efectuarea unei analize comparative a metodelor numerice și analitice de determinare a stării de tensiune-deformație a terenurilor de fundare formate din pământuri argiloase cu scopul selectării celei mai fiabile metode ce ar permite determinarea stabilității de lungă durată a taluzurilor debleurilor adânci;
7. Elaborarea unor recomandări pentru excavarea debleurilor adânci cu asigurarea stabilității de lungă durată a acestora.

Metodologia cercetării științifice. Pentru evaluarea STD a taluzurilor debleurilor, autorul a studiat și analizat experiența modelării atât din țară cât și de peste hotare. În teză a fost folosită o abordare complexă care ia în considerare diferite metode de evaluare a gradului de stabilitate de lungă durată pe baza unui studiu aprofundat al proprietăților reologice ale pământurilor argiloase și modelarea matematică folosind software PLAXIS.

Pentru analiza reologică au fost folosite metode de prelucrare statistică a datelor. În procesul de cercetare au fost folosite rezultatele investigațiilor de teren și de laborator. La baza cercetării teoretice au stat rezultatele activității cercetătorilor din țară și de peste hotare: monografiile, articolele, materialele simpozioanelor.

Drept bază informativă a servit materiale de arhivă ale instituțiilor de proiectare, a fostei Catedre Geodezie, Cadastru și Geotehnică (actualmente Departamentul Inginerie Civilă și Geodezie) a UTM, actele normative și de instruire ale INCERCOM și IPDA.

Importanța problemei științifice este asociată cu elaborarea unei metode practice, ce ar permite de a ține cont de proprietățile reologice ale pământurilor argiloase la proiectarea taluzurilor gropilor adânci de fundație și realizarea debleurilor pe drumurile auto în vederea asigurării stabilității locale și de lungă durată. O astfel de metodă va ridica calitatea estimării stabilității, luând în considerare posibilitatea nu doar a diminuării rezistenței pământurilor, dar și a manifestării deformațiilor în fluaj.

Noutatea și originalitatea științifică. Pe baza investigațiilor de teren și de laborator au fost efectuate un șir de calcule:

1. A fost studiată influența diferitor factori asupra rezistenței argilelor sarmațiene din R. Moldova.
2. A fost stabilită dependența rezistenței argilelor sarmațiene de gradul de tulburare a structurii acestora, consistență, rezistența reziduală; ecuațiile obținute pot fi utilizate pentru determinarea valorilor preliminare ale rezistenței de lungă durată și evaluarea capacității portante a terenului de fundare.

3. Au fost identificate condițiile și cauzele deformării taluzurilor debleurilor, realizate în stratul argilo-nisipos al depozitelor sarmațiene, și propuse secțiunile transversale care asigură stabilitatea de lungă durată a taluzurilor.
4. Au fost determinate caracteristicile reologice ale argilelor sarmațiene din Republica Moldova (pragul de curgere lentă și coeficientul de vâscozitate), care permit evaluarea posibilității dezvoltării deformațiilor de fluaj a taluzurilor debleurilor adânci și a intensității acestora.
5. A fost argumentată metoda simplificată de stabilire a caracteristicilor reologice și rezistenței de lungă durată a pământurilor argiloase.
6. A fost studiată influența proprietăților reologice ale argilelor sarmațiene asupra distribuției tensiunilor și a stabilității de lungă durată a taluzurilor debleurilor multistratificate ținând cont de caracteristicile geologice și parametrilor geometrici ai taluzurilor debleurilor.

Valoarea aplicativă a rezultatelor cercetării constă în posibilitatea implementării rezultatelor obținute la studierea versanților potențial alunecători, proiectarea și executarea debleurilor adânci, calculul STD a terenurilor de fundare a căror zonă activă este formată din argile sarmațiene și, de asemenea, evaluarea stabilității de lungă durată a taluzurilor, care urmează a fi construite, la executarea săpăturilor de mare adâncime.

Rezultatele obținute permit determinarea rezistenței argilelor studiate și vor face posibilă reducerea duratei investigațiilor, necesitatea efectuării unor încercări de lungă durată și costisitoare pentru determinarea parametrilor reologici.

Rezultatele obținute, concluziile făcute pe baza acestora și recomandările formulate vor permite anticiparea unei pre-possibile pierderi a stabilității taluzurilor debleurilor, elaborarea într-un timp scurt a unui set de măsuri anti-deformaționale cu caracter profilactic, prin urmare, reducerea resursele materiale, care vor fi canalizate pentru înlăturarea consecințelor eventualelor alunecări de teren.

Fiabilitatea rezultatelor studiului este justificată prin utilizarea corectă a bazelor teoretice ale geologiei inginerești, mecanicii pământurilor, teoriei elasticității, plasticității și teoriei fizico-tehnice a fluajului. Concluziile obținute sunt confirmate de convergența convingătoare a rezultatelor obținute din calcul cu datele observațiilor și investigațiilor de teren.

Rezultatele științifice principale înaintate spre susținere:

1. Rezultatele studiului proprietăților reologice ale argilelor sarmațiene din Republica Moldova, inclusiv ecuațiile analitice și dependențele grafice, care permit determinarea rezistenței maxime, reziduale precum și pragului de curgere lentă;
2. Modele mecanico-matematice ale debleurilor studiate realizate în stratul de pământ argilo-nisipos, schemele de calcul și soluțiile obținute folosind MEF, care determină poziția și forma celor mai

periculoase suprafețe de alunecare; valoarea coeficientului de stabilitate; secțiuni transversale ale debleurilor cu stabilitate asigurată pentru o anumită perioadă de exploatare (de serviciu);

3. Rezultatele studiilor analitice, inclusiv dependențele grafice și analiza influenței caracteristicilor reologice asupra distribuției tensiunilor în stratul de pământ și în taluzul debleurilor;
4. Metoda de prognozare a stabilității de lungă durată a taluzul debleurilor, ce permite efectuarea unei evaluări rezonabile a pericolului de manifestare a deformațiilor de fluaj bazată pe analiza reologică;
5. Rezultatele calculelor efectuate și implementarea recomandărilor cercetării

Implementarea rezultatelor științifice. Metoda propusă a fost utilizată pentru stabilirea secțiunilor de proiect a taluzurilor debleurilor la elaborarea proiectului de reconstrucție a drumului M21 (Chișinău-Dubăsari-Poltava) precum și la calculul stabilității terasamentelor tronsonului drumului M5 km 182,0-182,4 și aprecierea stabilității pantei de pe str. V. Trandafirilor nr.4 mun. Chișinău, în cadrul cărora au fost stabilite manifestări de alunecări de teren, confirmate prin certificatele de confirmare a implementării rezultatelor oferite de ”SIMBO-PROIECT” S.R.L. și INTEXNAUCA S.A.

Aprobarea rezultatelor cercetării. Rezultatele cercetărilor au fost raportate și aprobate la conferințe naționale și internaționale cu publicarea în lucrările acestora: Conferința științifică națională cu participare internațională ”Mediul și dezvoltarea durabilă” Ediția a III-a, Chișinău, Republica Moldova, UST, 06-08 octombrie 2016; Conferința tehnico-științifică internațională ”Probleme actuale ale urbanismului și amenajării teritoriului”, Ed. a 8-a, UTM, Chișinău, Republica Moldova, 17-19 noiembrie 2016; Международная научная конференция “Интеграция, партнёрство и инновации в строительной науке образовании”, НИ МГСУ, Москва, Российская Федерация, 16-17 noiembrie 2016; Conferința tehnico-științifică a colaboratorilor, doctoranzilor și studenților, UTM, Chișinău, Republica Moldova, 1-14 decembrie 2016.

Publicații la tema tezei. Rezultatele activității de cercetare au fost publicate în 8 lucrări științifice, printre care: 5 în reviste recomandate de ANACEC, 3 în materialele conferințelor naționale și internaționale, printre care 2 articole fiind fără coautori.

Volumul și structura tezei. În vederea realizării obiectivelor formulate, teza de doctor include adnotarea în limba română, rusă și engleză, lista abrevierilor, lista semnelor convenționale, introducerea, patru capitole, concluzii generale și recomandări, bibliografie (203 surse) și 18 anexe. Conținutul de bază a tezei este expus pe 134 pagini conținând 32 figuri și 22 tabele.

Cuvinte cheie: teren de fundare, taluzuri de debleu, argile sarmațiene, rezistență, stabilitate, deformații de fluaj, reologie, metode de calcul, metoda elementelor finite, PLAXIS.

În introducere este argumentată actualitatea temei, se reflectă gradul de cercetare științifică a problemei, sunt formulate scopul și obiectivele cercetării, valoarea științifică și importanța practică a rezultatelor obținute.

În *Capitolul I* - „*Abordări conceptuale privind studiul naturii fenomenelor reologice și calculul stării de tensiune-deformație a pământurilor de fundare*“, în urma studierii literaturii de specialitate au fost identificate abordările moderne privind studierea rolului fenomenelor reologice la pierderea stabilității taluzurilor debleurilor adânci realizate în straturile de pământuri argiloase. Au fost analizate posibilele tipuri de manifestare a deformațiilor de fluaj, determinând necesitatea introducerii mai multor concepte de rezistență a pământurilor argiloase și anume: “rezistența maximă (de vârf)”, “rezistența reziduală”, “limita rezistenței de lungă durată maximă”, “rezistența de serviciu”, “pragul de curgere lentă (fluaj)”.

O contribuție semnificativă la studiul naturii fenomenelor reologice au avut-o savanții școlilor sovietice: Vyalov S.S., Goldstein M.N., Maslov N.N., Tsytovich N.A. A fost reflectat și rolul savanților occidentali: Skempton A.W., Terzaghi K., Šuklje L., Bishop A.W., Taylor D.W., Mitchell J.N. ș.a.

Au fost analizate modelele mecanice ale pământurilor argiloase, cum ar fi cele ale lui: Hooke; Newton; Saint-Venant; Kelvin-Voigt; Maxwell; Hohenemser-Prager; Prandtl, Bingham; Shvedova; modele combinate: Poynting-Thomson; Lesersich; Jeffrey; Burgers; Terzaghi-Gersevanov; Taylor; Anagnost; Tâng Thiên Ki; Gibson-Lo; Schiffman.

Au fost evidențiate modelele care iau în calcul curgerea lentă la forfecare, cum ar fi cele ale lui: Vyalov, Goldshtein; Kisel-Folque; Budin; Ter-Martirosyan și modelul lui Maslov N.N., care definește principiile fundamentale ale teoriei fizico-tehnice a fluajului.

Pe baza analizei situației existente în ce privește studierea stabilității taluzurilor debleurilor adânci, realizate în stratul de pământ argilo-nisipos, ce formează majoritatea versanților de pe teritoriul Republicii Moldova, sa preferat folosirea teoriei curgerii lente propusă de Maslov N.N. pentru soluționarea obiectivelor propuse

A fost efectuată analiza STD a terenurilor de fundare folosind metodele clasice inginerești și complexelor software moderne. Este necesar de remarcat faptul că particularitățile regionale pot crea dificultăți suplimentare la efectuarea calculelor folosind MEF.

Capitolul II “*Identificarea naturii rezistenței pământurilor argiloase din Republica Moldova*”, este consacrată analizei rezultatelor cercetărilor teoretice și de laborator cu scopul determinării ulterioare a naturii rezistenței pământurilor argiloase.

Capitolul conține informații despre cercetările anterioare privind proprietățile fizico-mecanice ale argilelor sarmațiene. Analiza lor a arătat că valorile rezistenței argilelor sarmațiene

variază într-un interval destul de mare iar acest fenomen nu au fost pe deplin studiat. Din acest motiv, autorul și-a pus obiectivul să analizeze aceste caracteristici făcând legătură cu deformațiile observate pe taluzurile debleurilor, adesea cu caracter alunecător.

În urma prelucrării a peste 1300 de rezultate experimentale de determinare a rezistenței la forfecare folosind metodele statistice de corelare și regresie, au fost obținute ecuații de regresie, ce caracterizează rezistența argilelor sarmațiene în funcție de gradul de perturbare a structurii și umezire.

În **Capitolul III** - "*Studiile experimental-teoretice ale proprietăților reologice ale pământurilor argiloase din Republica Moldova*" sunt prezentate rezultatele studierii proprietăților reologice ale argilelor sarmațiene care formează majoritatea versanților din centrul și nordul Republicii Moldova.

Analiza investigațiilor de teren și rezultatele obținute de instituțiile de proiectare, a arătat o neconcordanță între profilurile de proiect a taluzurilor debleurilor și starea lor reală caracterizată prin deformații de alunecare pe numeroase porțiuni de drum. Prin urmare, a apărut necesitatea studierii proprietăților reologice ale pământurilor argiloase, care au dus la dezvoltarea deformațiilor de fluaj. Aici sunt descrise principalele metode de studiere a proprietăților reologice ale pământurilor și sunt prezentate rezultatele încercărilor de laborator pentru determinarea caracteristicilor reologice realizate de către autor pe terenurile de referință.

Capitolul IV - "*Evaluarea capacității portante a terenurilor de fundare cu evidența proprietățile reologice ale pământurilor*", este dedicat identificării cauzelor deformării și pierderii stabilității taluzurilor debleurilor pe mai multe tronsoane ale traseului M21.

Pe baza teoriei fizico-tehnică a fluajului și numeroasele calcule folosind valorile obținute ale caracteristicilor reologice ale argilelor sarmațiene, a fost demonstrată posibilitatea pierderii stabilității taluzurilor debleurilor drept urmare a dezvoltării deformațiilor de fluaj. Concluziile obținute sunt confirmate prin calculele efectuate cu ajutorul complexului PLAXIS. Sunt propuse secțiunile transversale ale taluzurilor debleurilor, care asigură o rezervă garantată a stabilității de lungă durată a lor pe durata exploatării.

1. ABORDĂRI CONCEPTUALE PRIVIND STUDIUL NATURII FENOMENELOR REOLOGICE ȘI CALCULUL STĂRII DE TENSIUNE-DEFORMAȚIE A PĂMÂNTURILOR DE FUNDARE

1.1. Prevederi moderne privind rezistența de lungă durată a pământurilor

Au trecut aproximativ 100 de ani de când în anul 1925, prof. austriac Karl von Terzaghi a publicat în limba germană lucrarea fundamentală “Erdbaumechanik auf bodenphysikalischer Grundlage”, în care era postulată necesitatea obținerii unor teorii veridice privind comportarea masivului de pământ pentru soluționarea problemelor ingineresti complexe [188]. Totuși, nici până în prezent, problemele legate de stabilitatea de lungă durată a versanților și taluzurilor, formate din pământuri argiloase, nu au o soluție unică.

Una din direcțiile, ce permite rezolvarea unui șir întreg de probleme practice, este studierea naturii fenomenelor reologice ce au loc în pământurile argiloase.

Astfel de cercetări au început încă în anii '30 ai secolului trecut. În Rusia drept motiv a servit demararea lucrărilor de construcție pe r. Svir, unde se preconiza realizarea unor structuri de sprijin pentru centrala hidroelectrică, amplasate pe un strat gros de argile devoniene cu multiple fâșii intermediare de pământuri argiloase fine de consistență plastic moale [127]. Pentru cercetătorii din vest drept motiv au servit catastrofele barajelor franceze Grobua și Buzey [128].

Fenomenul de fluaj, sau cu alte cuvinte, deformarea de lungă durată în condiții de stare de tensiune permanentă, pentru prima data a fost stabilit de W. Weber în 1935, care studia deformația în timp a filamentelor din cuarț folosite în galvanometrie. Cercetările ulterioare au arătat că fluajul materialelor, în funcție de tipul lor, precum și de valoarea presiunii aplicate, poate avea caracter elastic, elastoplastic și plastic.

La sfârșitul anilor '30 a început studierea aprofundată a proceselor reologice, deja aplicabile pentru pământuri și urma a fi determinate tipurile de deformații ale pământurilor și natura lor.

În prezent, în rezultatul cercetărilor efectuate, în primul rând de Vyalov S.S., Maslov N.N. precum și discipolii lor, confirmate de savanții școlilor din vest, pot fi delimitate următoarele tipuri de deformații în timp ale pământurilor argiloase acționate de tensiuni tangențiale (Fig. 1.1):

- 1 – deformație inițială convențional-instantanee (reversibilă și ireversibilă);
- 2, 3 – fluaj nestabilizat (amortizat);
- 4 – fluaj progresiv.

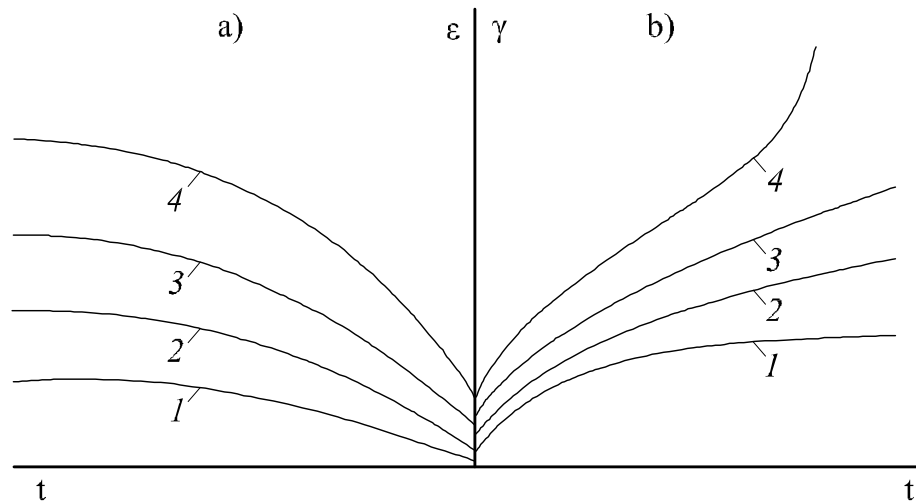


Fig. 1.1. Dezvoltarea deformațiilor de volum (a) și de forfecare (b) în timp:
 1, 2, 3, 4 – corespunzător diferitor etape de solicitare, aplicate probelor-gemene de pământ
 Sursa: Ter-Martirosyan Z.G. [184, fig. 4.8, p.159]

Valabilitatea acestor poziții este bine-cunoscută în teoria fluajului mediului continuu și demonstrată, pentru pământurile argiloase, atât de investigațiile de laborator realizate de un șir de cercetători [3, 28, 41, 62, 63, 64, 71, 141], precum și de investigațiile în teren, în special, a cedării taluzurilor construcțiilor inginerești, efectuate pentru diferite perioade de timp de la edificarea acestora – de la câteva luni până la 55 ani [9, 10, 13, 18, 19, 25, 29, 35, 37, 127, 172].

Comparând rezistența pământului în momentul colapsului taluzului cu cea de până la cedare, Henkel D. J. [10] și Šuklje L. [37, 202] au obținut curba rezistenței de lungă durată, asemănătoare curbei prezentate în Fig. 1.2. Totodată sa constatat că în timp, până la 50–55 ani, rezistența pământului sa redus de 2,5–3 ori.

Peterson R. (1953) [25] aduce exemple, care descriu cedarea taluzurilor peste 1/2–4 ani de la construcția acestora ca urmare a reducerii rezistenței lor de până la 50%. Este de menționat faptul că, pentru argilele dense reducerea rezistenței este nesemnificativă, de doar 20–30%, pe când, spre exemplu, pentru pământurile înghețate, rezistența poate să se reducă de 3–10 ori [63].

Studierea naturii proprietăților reologice ale pământurilor este indispensabil legată de noțiunea “rezistența pământurilor”. Trebuie remarcat faptul că mulți cercetători, practic simultan, au exprimat necesitatea introducerii unor concepte diferite de rezistență [1, 3, 21, 34, 37, 62, 71, 127, 133, 172].

Analiza literaturii de specialitate a arătat că primele rezultate ale determinării rezistenței *reziduale* a argilei cu structură intactă (din canalul Weser-Elbe), au fost publicate de către Dr. B. Tiedemann încă în 1937 [33, p. 80]. El a efectuat încercările cu drenare în aparatul de forfecare inelar.

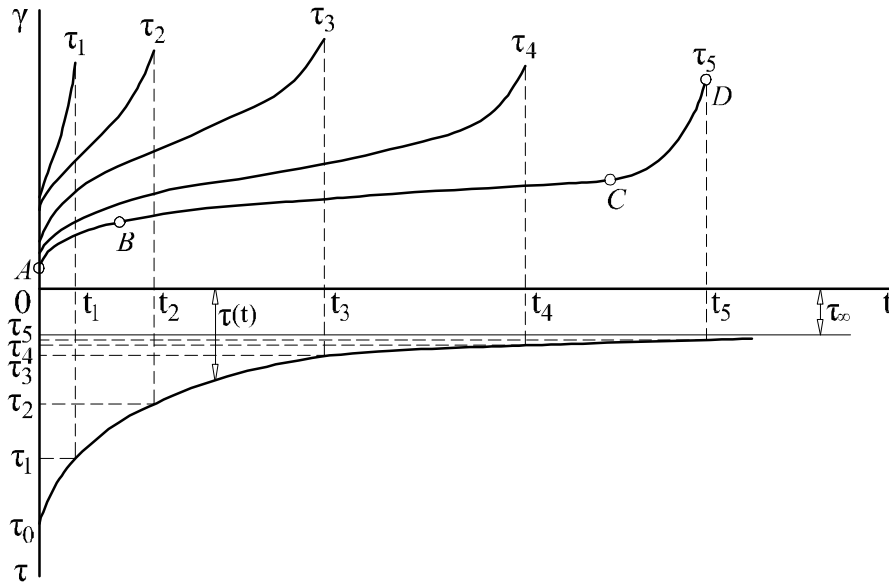


Fig. 1.2. Curbele de fluj și curba rezistenței de lungă durată (schematic)

Sursa: Vyalov S.S. [68, Fig. 1, p. 57]

Astfel de încercări au fost realizate și de Dr. M.J. Hvorslev (1937) pe două tipuri de argile (Wiener Tegel și Little Belt), consolidate din suspensie [33, p. 80].

Prof. R. Haefeli a introdus termenul "**rezidual**" în 1938 (în limba germană) și în 1950 (în limba engleză). Marea realizare a sa poate fi considerată insistența cu care accentua importanța practică a rezistenței reziduale, în perioada când abia se găsea cineva cointerestat în acest aspect al proprietăților argilelor la forfecare [33, p. 80].

J. MacNeil Turnbull în 1952 [33, p. 80] a prezentat un îndrumar practic pentru determinarea aproximativă a rezistenței reziduale pentru unele pământuri compacte.

Skempton A.W. [33, p. 79-80] studiind stabilitatea versanților și barajelor formate din argile supraconsolidate, a atins problema rezistenței maxime și reziduală, sau cum le numește în publicația sa: rezistențele "**peak**" și "**residual**" ale pământurilor argiloase, și în special pentru argilele supraconsolidate, deoarece stabilitatea versanților depinde în mod direct de aceste caracteristici. Skempton A.W a remarcat că, în practica de zi cu zi, de obicei se determină doar valoarea maximă a rezistenței de forfecare, dar, continuând încercările, se poate observa că deformațiile cresc, iar rezistența se reduce. Această micșorare a rezistenței nu poate fi infinită, însă ajunge până la o anumită valoare, numită "**rezistență reziduală**". Această valoare rămâne practic neschimbată pentru deformații mari.

Valoarea maximă a rezistenței la forfecare poate fi determinată cu ecuația :

$$s_f = \bar{c}' + \sigma' \cdot \tan \phi', \quad (1.1)$$

unde \bar{c}' – coeziunea interceptată (cohesion intercept);

φ' – unghiul rezistenței la forfecare (angle of shearing resistance);

σ' – tensiunea efectivă (effective stress) $\sigma' = \sigma - u$ normală la suprafața de alunecare.

Ecuția pentru rezistența reziduală, respectiv, va avea forma:

$$s_r = c'_r + \sigma' \cdot \tan \varphi'_r, \quad (1.2)$$

unde c'_r – coeziunea reziduală;

φ'_r – unghiul rezistenței la forfecare corespunzător rezistenței reziduale.

Conform rezultatelor obținute de Skempton A.W., valoare lui c'_r este foarte mică sau aproximativ egală cu zero. Astfel, pentru rezistența reziduală se propune utilizarea ecuației:

$$s_r = \sigma' \cdot \tan \varphi'_r. \quad (1.3)$$

Cu alte cuvinte, la trecerea de la rezistența maximă la cea reziduală, coeziunea structurală c' își epuizează complet valoarea, iar unghiul de frecare internă se reduce cu 1-2°, în unele cazuri chiar și cu 10°.

Cu toate acestea, trebuie subliniat faptul că această afirmație a lui Skempton A.W. a fost contestată de un șir de savanți cu renume și, în primul rând, de Maslov N.N.

Tipice pot fi considerate și declarațiile lui Skempton A.W., care în lucrările sale ulterioare, cade de acord că coeziunea structurală în pământuri nu poate fi „complet exclusă“. Cu alte cuvinte, afirmația că “ $c=0$ ” nu a fost justificată.

După cum sa menționat deja, practica în domeniul construcțiilor a fost cea care “a forțat” efectuarea unor cercetări mai detaliate a proprietăților reologice ale pământurilor. În acest sens, este necesar să se acorde o atenție deosebită studiilor școlii sovietice, ale căror savanți și-au expus viziunile care, uneori, contrazic lucrările unor savanți occidentali.

Un interes deosebit prezintă teoria rezistenței pământurilor a lui Maslov N.N., conform căreia rezistența pământurilor depinde de unghiul de frecare internă φ_w determinat de starea de compactitate-umiditate și de coeziunea totală care este divizată în coeziunea structurală C_c , ce nu depinde de starea de compactitate-umiditate a pământului precum și de coeziunea vâscoasă (coeziunea de natură hidrocoloidală Σ_w), caracteristic pentru fiecare starea de compactitate-umiditate.

O contribuție importantă la studiul proprietăților reologice ale pământurilor au adus lucrările lui M.N. Goldstein și ale ucenicilor săi [49, 50, 72, 73, 78, 80, 164, 190, 192, 194 etc.].

Începând cu anii '50 ai secolului XX, "Școala lui Goldstein" a publicat sute de lucrări privind studierea (și testarea) fenomenului de fluaj a pământurilor, rezistenței de lungă durată, precum și evaluarea stabilității versanților și taluzurilor structurilor artificiale, ținând cont de deformațiile de fluaj.

În cadrul prezentului studiu, trebuie de menționat faptul că, la studierea rezistenței pământurilor alunecătoare de către savanții școlii Goldstein M.N. în baza efectului stabilit experimental privind influența regimului de solicitare asupra rezistenței, s-a analizat așa-numita „*limită a rezistenței de lungă durată*“, ca valoarea minim posibilă a rezistenței pentru deformații infinite de lente în procesul formării și dezvoltării alunecărilor de teren. Reducerea rezistenței la forfecare se explică prin creșterea umidității argilei în zona de forfecare și reorientării particulelor argiloase paralel direcției de forfecare. Formarea unor zone cu particule supuse reorientării începe de la cele mai mici sarcini. Astfel, dacă într-un oarecare punct din cadrul pământurilor argiloase sa depășit valoarea maximă a rezistenței la forfecare, atunci rezistența în acest punct începe să se reducă. Acest proces duce la suprasolicitarea altor puncte și, în consecință, la un colaps progresiv., care nemijlocit este legate de micșorarea rezistenței la forfecare până la valoarea "reziduală".

Microfisurile (zonele cu rezistență redusă) nu este singura cauză ce duce la micșorarea rezistenței în timp. Valori maxime ale rezistenței au fost obținute în laboratorul Institutului Național al Transportului Feroviar din Dnepropetrovsk (anterior DIIT) chiar și pentru o durată de solicitare a epruvetelor de câteva săptămâni. Aceste valori sunt mult mai mari decât cele la care pot apărea deformații de forfecare în cazul solicitării timp de zeci sau sute de ani. Cu alte cuvinte fluajul, ca o caracteristică reologică a pământurilor, este crucială la studierea problemelor privind reducerea rezistenței pământurilor în timp.

La noțiunea "rezistența pământurilor argiloase", cercetătorii contemporani se întorc din nou [12, 36, 39, 40, 45, 157]. Acest lucru permite apropierea opiniilor, uneori contradictorii, a unor personalități recunoscute, cum ar fi: Budin A.Ya., Vyalov SS, Goldstein M.N., Maslov N.N., Meschan S.R., Reltov B.F., Sotnikov S.N., Turovskaya A.Ya., Saito M., Uezawa H., Skempton AW ș.a.

Actualmente, cu un anumit grad de certitudine, se poate spune că caracteristicile pământurilor argiloase: compoziția granulometrică, compoziția chimică și mineralogică, structura, textura, consistența etc. duc la apariția forțelor de legătură între particule și oferă o anumită rezistență mecanică pământului. Această rezistență poate fi determinată experimental prin încercări: la comprimare, întindere sau la forfecare. Un interes deosebit prezintă încercările la forfecare, în virtutea modului manifestării lor la interacțiunea cu sistemul "tensiuni-deformații" extern.

Atunci când forțele externe și, în consecință, forțele interne ajung la o anumită valoare limită, o simplă depășire a acestor valori duce la pierderea stabilității între particulele pământului și, în consecință, la apariția unei suprafețe de alunecare. Pământul în aceste condiții trece în starea de

fluaaj plastic, adică se poate spune că forțele de forfecare pe suprafața studiată depășesc rezistența la forfecare.

Rezistența la forfecare este o funcție complexă rezultată din combinarea a două funcții, exprimând procese aflate în interacțiune [18, p. 95-96]:

$$\tau = F[f_1(C_p), f_2(C_{ef,t})], \quad (1.4)$$

unde $f_1(C_p)$ – funcția caracteristicilor fizico-chimice ale pământului, iar $f_2(C_{ef,t})$ – funcția, care exprimă modul de solicitare la care este supus în timp pământul.

Trebuie subliniat faptul că pământul este un material cu totul particular caracterizat prin aceea că rezistența este funcție de starea de tensiune-deformație.

Christensen R.W. [4] leagă procesul de deformare în argile cu o combinație de deformații regenerabile rezultate din încovoierea și rotirea particulelor individuale și a deformațiilor nerecuperabile rezultate din mișcarea relativă între particulele adiacente în punctele lor de contact. Având în vedere că rezistența este în mare parte determinată de durata de solicitare, unii savanți, de exemplu Cristescu S.L., Ștefănică M., Marin M. [8], prezentând părțile clasice ale reologiei, subliniază posibilitatea reală de aplicare a acestor abordări.

Pe lângă sarcina statică aplicată, un interes practic și teoretic îl au și sarcinile dinamice, de exemplu, cutremurul, vibrațiile etc. Cercetările lui Hu Hua [11] efectuate în această direcție au făcut posibilă obținerea unor caracteristici reologice și construirea unui model reologic care ține cont de factorii obiectivi (climă, vreme, condiții geologice, relief etc.).

Aici poate fi remarcat faptul că, rezultatele cercetării, bineînțeles, pot fi aplicate și în Republica Moldova, ținând cont de condițiile locale. Totuși, în prezent, această sarcină este una mult prea complicată, având în vedere lipsa echipamentului, utilajelor necesare și a unor investigații de teren obiective.

1.2. Modele reologice care descriu comportarea pământurilor la acțiunea sarcinilor

Proprietățile mecanice și cele reologice ale pământurilor au fost studiate de savanți de pe diferite poziții. Acest lucru a dus la crearea unei diversități mari de modele mecanice ale pământurilor argiloase. În procesul cercetării teoretice, autorul a studiat doar cele mai principale modele, după părerea sa.

Metoda descrierii proprietăților reologice ale pământului cu ajutorul modelelor mecanice, ce combină caracteristicile elastice, vâscoase și plastice, este des folosită în teoria elasticității liniare datorită clarității și simplității sale. Modelele moderne mult mai complexe [64, p. 205-218] sunt create în urma combinării modelelor simple:

Modelul (Elementul) Hooke [64, p. 205] – reprezintă proprietățile elastice ale pământului, fiind redat schematic sub forma unui arc care respectă legea lui Hooke $\tau = G \cdot \gamma$, acest element este notat cu simbolul **H** (Fig. A1.1, a).

Modelul (Elementul) Newton [64, p. 205] – reprezintă proprietățile vâscoase ale pământului, fiind redat schematic sub forma unui cilindru umplut cu lichid în care este scufundat un piston perforat, iar viteza de imersiune este descrisă de legea Newton $\tau = \eta \cdot \dot{\gamma}$, acest element este notat cu simbolul **N** (Fig. A1.1, b).

Modelul (Elementul) Saint-Venant [64, p. 205] – reprezintă proprietățile plastice ale pământului, este redat schematic printr-un corp de greutate G așezat pe o suprafață rugoasă, care respectă legea Saint Venant $\tau = \tau_r$, deformația plastică apare după ce forța ce acționează depășește o anumită valoare critică, denumită prag de curgere, acest element este notat cu simbolul **SV** (Fig. A1.1, c).

Montarea în serie a acestor elemente este marcată de o linie orizontală (de exemplu **H – N**) și cea în paralel printr-o linie verticală (de exemplu **H | N**).

În urma numeroaselor încercări cu diferite materiale sa ajuns la concluzia că descrierea proprietăților cu ajutorul modelelor și ecuațiile deformațiilor ce rezultă din acestea, nu oferă rezultate ce ar coincide cu comportarea reală a acestor materiale, însă acest lucru este ceva normal, din moment ce nici modelele simple și nici cele compuse nu pot reflecta proprietățile reale ale materialelor. Ele prezintă interes dacă sunt folosite pentru examinarea părții calitative a procesului.

Modelul compus Kelvin-Voigt [64, p. 206]. Acest model caracteristic unui pământ plastic poate fi obținut prin montarea în paralel a modelelor Hooke (elastic) și Newton (vâscos), notat cu simbolul **K** (Fig. A1.2, a).

$$K = H | N. \quad (1.5)$$

Modelul compus Maxwell [64, p. 207]. Acest model caracteristic unui lichid vâscos poate fi obținut prin montarea în serie a modelelor Hooke (elastic) și Newton (vâscos), notat cu simbolul **M** (Fig. A1.2, b).

$$M = H - N. \quad (1.6)$$

Modelul vâscoelastic generalizat (Modelul Hohenemser-Prager) [64, p. 208]. Proprietățile acestuia pot fi prezentate ca o combinație a modelelor Maxwell și Kelvin-Voigt (Fig. A1.2, c).

$$HP = H_0 - (H_1 | N) = H - K \quad (1.7)$$

Modelul elasto-plastic (Modelul Prandtl) [64, p 210] poate fi obținut prin montarea în serie a elementului plastic Saint-Venant și a celui elastic Hooke. Acest model arată că pentru tensiuni $\tau < \tau_T$ apar deformații elastice $\gamma = \tau/G$, iar pentru $\tau > \tau_T$ apar deformații nelimitate $\gamma \rightarrow \infty$. (Fig. A1.3, a).

$$P = H - SV \quad (1.8)$$

Modelul vâscoplastic Bingham [64, p. 210] constă dintr-un element elastic H, un element vâscos N și unul plastic SV (Fig. A1.3, b):

$$B = H - (N | SV) \quad (1.9)$$

Modul de deformare a modelului Bingham este determinată de condiția $\tau = \tau^H + \tau_T$, de unde rezultă că:

$$\begin{aligned} \tau &= G \cdot \gamma & \text{pentru} & \tau < \tau_T; \\ \tau - \tau_T &= \eta_{pl} \cdot \dot{\gamma} & \text{pentru} & \tau \geq \tau_T; \end{aligned} \quad (1.10)$$

unde G – modulul de elasticitate a elementului Hooke; η – coeficientul de vâscozitate a elementului Newton; τ_m – limita de rezistență la forfecare a elementului Saint-Venant.

Modelul Shvedov [64, p. 211]. Modelul corpului vâscoplastic a fost obținut prin montarea a doua elemente elastice H_0 și H_1 cu unul vâscos N și unul plastic SV (Fig. A1.3, c).

$$SW = H_0 - [(H_1 - N) | SV] = H_0 - [M | SV]; \quad (1.11)$$

Ecuția corpului deformat:

$$\dot{\gamma} = \frac{\tau - \tau_T}{\eta} + \frac{\dot{\tau}}{G}. \quad (1.12)$$

Modelele combinate au fost obținute prin combinarea elementelor elastice, vâscoase și plastice:

Modelul Poynting-Thomson (PT) [64, p. 211] – obținut prin montarea în paralel a elementelor Hooke și Maxwell: $PT = H | M$.

Modelul Lesersich (L) [64, p. 211] – obținut prin montarea în serie a elementelor Newton și Kelvin: $L = N - K$.

Modelul Jeffrey (J) [64, p. 211] – obținut prin montarea în paralel a elementelor Newton și Maxwell: $J = N \parallel M$.

Modelul Burgers (Bu) [64, p. 211] – material vâscoelastic obținut prin montarea în serie a modelelor Maxwell și Kelvin: $Bu = M - K$.

Modele complexe [64, p. 211]. Din cauza discrepantei semnificative dintre proprietățile corpurilor reale și modelele acestora, unii savanți au încercat să folosească modele mai complexe, compuse dintr-un număr mare de elemente elastice și vâscoase. Aceste elemente au diferite caracteristici elastice G_j și vâscoase η_j , valoarea totală a căror și determină macro-comportarea corpului.

În cazul general, ecuația diferențială (1.12) pentru modelele cu un număr mare (însă finit) de elemente (pentru $a_0 = 0$) va avea forma:

$$\begin{aligned} \alpha_1 \tau + \alpha_2 \frac{d\tau}{dt} + \alpha_3 \frac{d^2\tau}{dt^2} + \alpha_3 \frac{d^3\tau}{dt^3} + \dots + \alpha_{n+1} \frac{d^n\tau}{dt^n} = \\ = \beta_1 \tau + \beta_2 \frac{d\gamma}{dt} + \beta_3 \frac{d^2\gamma}{dt^2} + \beta_3 \frac{d^3\gamma}{dt^3} + \dots + \beta_{n+1} \frac{d^n\gamma}{dt^n} \end{aligned} \quad (1.13)$$

Modelele care reflectă consolidarea pământurilor

Modelul Terzaghi-Gersevanov [64, p. 212]. Acesta este primul model mecanic care descrie procesul de consolidare a pământurilor în stare saturată. Convențional, acest model este reprezentat sub forma unui cilindru umplut cu lichid vâscos, în care este imersat un piston perforat cuplat cu un arc elastic (Fig. A.1.4, a). Lichidul din cilindru simulează apa din pori, orificiile din piston – capilarele pământului, iar arcul – scheletul pământului. Sarcina p se transmite inițial apei, și numai odată cu imersiunea pistonului începe să fie preluată de arcul elastic, fiind redistribuită între lichidul din cilindru (presiunea din pori u) și arcul elastic (tensiunea efectivă σ').

Procesul se finalizează atunci când sarcina este complet transmisă arcului elastic $\sigma' = p$ iar acesta din urmă se oprește.

Modelul Taylor [64, p. 213] Este compus din modelul Kelvin plasat într-un cilindru umplut cu lichid (Fig. A.1.4, b). Din moment ce modelul Kelvin reflectă comportamentul scheletului pământului, acesta din urmă este dotat cu proprietăți vâscoelastice, deci cu capacitatea de consolidare secundară.

Modelul Anagnost [64, p. 213]. Anagnost a creat versiunea sa pe baza modelului Taylor, adăugând un alt element elastic și obținând astfel două modele: modelul Kelvin care descrie partea sferică a tensorului tensiunilor și modelul Maxwell care descrie partea deviatorică a tensorului.

Modelul Tǎng Thiên Ki [64, p. 213]. Primul savant care a folosit modelele reologice pentru descrierea comportării pământurilor a fost Tǎng Thiên Ki, prin plasarea modelului Poynting-Thomson într-un cilindru umplut cu lichid (Fig. A1.4, c).

Modelul Gibson-Lo [64, p. 213] (Fig. A1.4, d). În acest model, scheletul pământului este redat prin modelul Hohenemser-Prager. Acest model corespunde și teoriei de consolidare a pământului propusă de V.A. Florin. Tensiunea efectivă inițial se transmite elementului elastic H_2 și elementului vâscos N . Odată cu scufundarea pistonului în cilindru mare și redistribuirii presiunii între apa din pori și scheletul pământului, tensiunea efectivă crește și împreună cu comprimarea arcului H_2 începe să se comprime și arcul H_1 .

Când tensiunea efectivă atinge valoarea maximă $\sigma' = p$, se finalizează comprimarea arcului H_2 și respectiv consolidarea primară ia sfârșit. Ulterior procesul va avea loc sub acțiunea tensiunii totale p preluată de elementul elastic H_1 și elementul vâscos N ; acest proces corespunde consolidării secundare.

Mai târziu, K. Lo a complicat acest model, conectând la modelul descris elementul Kelvin montat în serie prin elementul Saint-Venant; acest element reprezintă rezistența structurală a pământului.

Modelul Schiffman [64, p. 214]. Pentru o mai bună reprezentare a procesului de consolidare a pământului Schiffman a propus modelul care constă din montarea în serie a câtorva (doua sau trei) elemente Kelvin (Fig. A1.4, e).

Toate modelele mecanice care se folosesc pentru reprezentarea procesului de consolidare a pământurilor saturate, se bazează pe ipoteza redistribuirii presiunii între apa din pori și scheletul pământului. Cu toate acestea apa din pori, în toate cazurile, este redată printr-un cilindru exterior umplut cu lichid, iar scheletul pământului – printr-o combinație a elementelor elastice și vâscoase, ce permite reprezentarea rezistenței de natură vâscoasă a scheletului pământului, care determină propriuzis consolidarea secundară. Dacă din toate modelele analizate se elimină cilindrele exterioare, atunci modelele vor descrie procesul de consolidare a pământurilor nesaturate, unde sarcina, de la bun început, este preluată integral de scheletul pământului.

Modelele care reflectă fluajul la forfecare

Modelul Vyalov [64, p. 214]. Modelul descrie atât deformațiile amortizate cât și cele neamortizate ale pământului, și este obținut prin montarea în serie a modelului Hohenemser-Prager

și a modelului Bingham (Fig. A1.5, a). Ecuația deformațiilor se obține prin adunarea deformațiilor $\gamma^{HP} + \gamma^B$, unde γ^{HP} – deformația modelului Hohenemser-Prager; γ^B – deformația modelului Bingham.

Pentru tensiunea $\tau < \tau_T$:

$$\gamma = \frac{\tau}{G_\infty} - \tau \left(\frac{1}{G_\infty} - \frac{1}{G_0} \right) e^{-t/T_p}. \quad (1.14)$$

iar pentru tensiunea $\tau \geq \tau_T$:

$$\gamma = \frac{\tau}{G_\infty} - \tau \left(\frac{1}{G_\infty} - \frac{1}{G_0} \right) e^{-t/T_p} + \frac{\tau - \tau_T}{\eta_{pl}} t \quad (1.15)$$

aici G_0 și G_∞ – modulul de forfecare inițial și final; T_p – timpul postacțiune (amortizarea deformației); η_{pl} – coeficientul de vâscozitate plastică (Bingham).

Astfel, pentru tensiunile $\tau < \tau_T$ modelul descrie fluajul amortizat, iar pentru $\tau \geq \tau_T$ – neamortizat, care include deformația elastică postacțiune și frecarea vâscoplastică a pământului. La descărcare se restabilește deformația instantanee și deformația elastică postacțiune; deformația fluajului plastic-vâscos este ireversibilă.

Modelul Goldshtein (Fig. A1.5, b) [64, p. 215]. Spre deosebire de modelul propus de Vyalov, acest model are încă un element Saint-Venant și presupune că pământul are două tensiuni limită: limita de proporționalitate SV1 până la care sunt posibile doar deformații elastice și limita de fluaj SV2, la depășirea căruia apare fluajul plastic-vâscos.

Modelul Kisel (Fig. A1.5, c) [64, p. 215]. Modelul are un singur element vâscos și prezintă un postefect elastic pentru $\tau < \tau_T$, și un fluaj de tip Maxwell pentru $\tau \geq \tau_T$. Un model identic a fost propus de J. Folkue pentru a descrie consolidarea pământului nesaturat. Același model, dar cu montarea unui arc elastic suplimentar după elementul Sen-Venan, a fost folosit de Falkue pentru a descrie procesul de consolidare a pământurilor supraconsolidate.

Modelul Fedder-Bredz [64, p. 215]. Obținut prin combinarea mai multor modele diferite (Fig. A1.5, d).

Modelele mecanice ale pământurilor cu vâscozitate variabilă

Modelul Murayama-Shibata (Fig. A1.6, a) [64, p. 216]. Spre deosebire de modelele descrise mai sus, unde vâscozitatea pământului este redată printr-un element newtonian N , și care se presupune a fi constantă, acest model ia în considerare variația vâscozității în funcție de sarcina aplicată. Conform modelului Muroyama, se obține o lege de deformare de formă logaritmică dar nu exponențială. Curba de fluaj corespunzătoare acestui model este prezentată în Fig. A.1.6, b.

Modelele pământului, pornind de la ipoteza că elementele elastice respectă legea lui Hooke, iar cele vâscoase sunt neliniare, descrise de teoria lui Eyring, au fost de asemenea propuse de **Christianson, Abdel Hadi și alții**. Aceste modele diferă de modelul Muroyama printr-o altă combinație de elemente elastice și vâscoase.

Modelul Budin [64, p. 217]. Modelul descrie procesele structurale din pământ în timpul deformării sale. Sarcina este transferată prin intermediul elementului elastic H , montat în serie cu elementul vâscos N și un element structural deformat neliniar S (Fig. A.1.7). Acestuia din urmă îi este caracteristic faptul că reflectă schimbarea orientării particulelor de pământ în timpul deformării, în conformitate cu care se schimbă și viteza de deformare; modificarea orientării este modelată prin înclinarea dispozitivului elementului structural.

Elementul vâscos respectă legea lui Newton $\tau_N = \eta \cdot \dot{\gamma}_N$. Deformarea elementului structural este descrisă de o dependență neliniară:

$$\gamma_s = \gamma^* \operatorname{th} \left(\frac{\tau_s t}{\eta_s} \right). \quad (1.16)$$

unde $\gamma^* = \gamma^P / \sin \nu_s$ iar γ^P – deplasarea relativă, ce corespunde cu finalizarea completă a rearanjării structurii; ν_s – unghiul de limitare a înclinării elementului structural S .

Modelul include de asemenea două elemente Saint-Venant (mai precis - Coulomb) SV_1 și SV_2 cu limitele de fluaj $\tau_{T(1)}$ și $\tau_{T(2)}$.

Analiza efectuată a arătat că modelele mecanice pot da o reprezentare schematizată și calitativă a proceselor reologice reale care apar în pământuri. Însă, de regulă, ele nu oferă o compatibilitate cantitativă cu datele experimentale ale modelului. Unul dintre motivele acestei discrepante este faptul că majoritatea ecuațiilor, derivate din modele, duc doar la curbe de fluaj exponențiale.

Modele moderne

Modelul Ter-Martirosyan [184, p. 158-163]. O bună parte din modelele descrise mai sus au un dezavantaj comun: ele nu reflectă procesul de consolidare a pământurilor, însă doar mecanismul de distribuție a sarcinii externe între schelet (element reologic) și apă din pori într-un oarecare punct, adică ele sunt fără dimensiuni. Totodată, este bine cunoscut faptul că procesul de consolidare depinde în mod semnificativ de dimensiunea masivului consolidat, adică de grosimea stratului de pământ; deoarece este însoțită de un transfer de masă. Prin urmare, în dezvoltarea acestor modele Ter-Martirosyan a dezvoltat un model de consolidare a pământului prin introducerea unui parametru geometric, grosimea stratului h , de care procesul de consolidare depinde în mod substanțial.

Astfel, pentru scheletul elastic și apa din pori incompresibilă, există o relație între timpii de stabilizare, deformațiile de compactare pentru straturile de diferite grosimi h_1 și h_2 , deci:

$$t_1 / t_2 = h_1^2 / h_2^2 \quad (1.17)$$

Dacă $h_1 = 1 \text{ cm}$, $t_1 = 60 \text{ min}$, $h_2 = 10 \text{ cm}$ atunci $t_2 = 100 \text{ min}$.

Modelele de consolidare prezentate prin introducerea parametrului geometric h permit descrierea mecanismului de transfer al sarcinii de compactare exterioară între apa din pori și schelet pe întreaga înălțime h . În plus, un astfel de model oferă o idee clară despre conlucrarea celor două procese reologice în pământ – fluajul scheletului și filtrarea apei prin porii pământului.

Modelul prezentat în Fig. A1.8 a fost propus de Ter-Martirosyan pe baza rezultatelor numeroaselor investigații de laborator ale argilelor saturate cu apă în edometre cu înălțimi diferite (2 cm, 10 cm, 20 cm). Pentru încercarea mostrelor cu înălțimea de 10 cm și 20 cm au fost folosite edometre cu pereți flexibili în direcție verticală. Compresibilitatea apei din pori și proprietățile elastic-vâscoase ale pământului din acest model au dat posibilitatea descrierii caracterului de extremă a dispărării presiunii din pori și consolidarea secundară a argilelor.

Pe baza elementelor de bază ale modelelor reologice ale pământurilor H , N , SV se pot construi nu doar modele unidimensionale, dar și bidimensionale, și tridimensionale, care ar putea lua în considerare o gamă mai largă de proprietăți ale pământurilor, inclusiv anizotropia proprietăților elastice și neelastice [183].

Interpretarea proprie privind comportamentul reologic al pământurilor este propusă de Christensen R.W. [4], Hu H. [11], Li J.S. [14], Shao Y. [31], Wang D. [43], Zhang J.H. [44], Zhao M.H. [45].

Trebuie remarcat faptul că majoritatea modelelor testate sunt atribuite pământurilor care reflectă structura geologică a țării de origine a savantului. De exemplu, Zhang J.H. [44] a efectuat investigații pe mostre din argilă marină de consistență plastică din Lianyungang. Aceasta limitează posibilitatea aplicării modelului propus pentru studiul argilelor sarmațiene din Republica Moldova, fără a menționa și necesitatea de a avea un aparat triaxial adecvat pentru a descrie comportamentul pământurilor cu două suprafețe de fluaj.

Analiza modelelor reologice a arătat că în ultimele decenii cel mai popular s-a fi dovedit a fi modelul reologic propus de Maslov N.N., dezvoltat pe baza teoriei fizico-tehnice a fluajului. Deoarece anume acest model și-a găsit aplicarea în practica construcțiilor din Republica Moldova, autorul a considerat necesar pentru a fi discutat mai detaliat.

Modelul Maslov [128, p. 97-103]. În Fig. 1.3 este prezentat modelul reologic elaborat de Maslov N.N. pe baza modelelor Newton, Maxwell și Bingham-Shvedov, aplicabil deja pentru pământurile argiloase propriu-zise (Maslov N.N., 1964).

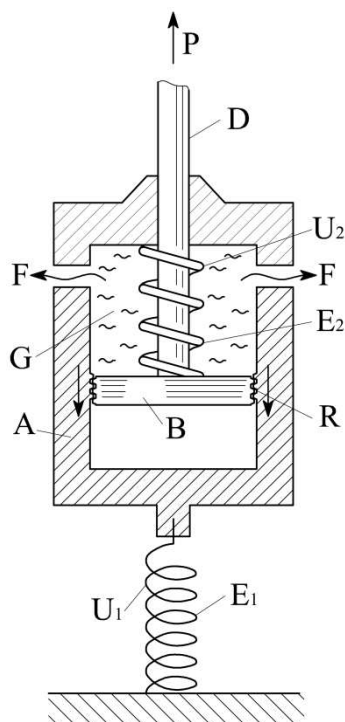


Fig. 1.3 Modelul reologic Maslov aplicabil pentru pământurile argiloase

Sursa: elaborat de Maslov N.N. [128, Fig. 6.6, p. 100]

Pistonul B se deplasează în cilindru A . Cilindru este atașat de podea cu ajutorul unui arc U_1 din fier moale. Pe tija pistonului D este fixat un alt arc U_2 , din sticlă. În peretele cilindrului sunt prevăzute două orificii mici F . Camera superioară G a cilindrului este umplută cu un material vâcos, de exemplu cu ulei mineral greu. Întregului sistem, prin intermediul tije D , i se aplică o forță exterioară P . Este evident, că imediat după aplicarea forței P apare o anumită deformare în sistem, cauzată în primul rând de mișcarea sa și anume prin întinderea arcului din fier moale. În funcție de mărimea forței P , această deformare poate fi elastică (reversibilă) și neelastică (reziduală, ireversibilă). Cu toate acestea, pistonul în cilindru poate să se deplaseze numai dacă forța P va depăși forța de frecare T care apare la suprafața de contact dintre peretele pistonului și cilindru, precum și rezistența arcului din sticlă U_2 . Dacă ambele aceste rezistențe vor fi depășite, apare o nouă rezistență drept urmare a deplasării pistonului în raport cu necesitatea de stoarcere a uleiului din camera G . Evident, viteza acestei mișcări, în cazul celorlalte condiții de egalitate, va fi determinată de vâscozitatea η_t a uleiului și de dimensiunile orificiilor F . La deplasarea

semnificativă a pistonului, arcul de sticlă fragil poate fi zdrobit, drept rezultat, rezistența inițială și ulterioară la deplasarea pistonului poate fi redusă drastic, ceea ce va duce la o creștere a presiunii asupra uleiului și va stimula stoarcerea mai intensă a acestuia din cameră. În această condiție, viteza de deplasare a pistonului crește.

Studiile arată că frecarea internă $p \cdot tg \varphi_w$ și coeziunea ireversibilă C_c au valori constante în timp. În același timp, coeziunea de natură hidrocoloidală Σ_w , care determină plasticitatea și vâscozitatea pământurilor argiloase, trebuie considerată ca un factor temporar, care se manifestă pe deplin la aplicarea bruscă a sarcinii și care se reduce la zero în timpul menținerii pe termen lung a sarcinii ce acționează asupra pământului

Pe baza modelului din Fig. 1 putem face următoarele analogii:

– Deformația inițială a sistemului, ca urmare a întinderii arcului U_1 , poate fi asemănată cu deformația inițială a pământului, parțial elastică și parțial ireversibilă, în funcție de mărimea și natura sarcinii aplicate asupra pământului.

– Forța de frecare de-a lungul suprafeței laterale a pistonului poate fi asemănată după natura sa cu frecarea internă într-un pământ argilos ($p \cdot tg \varphi_w$), capabil să se schimbe în timp, în primul rând datorită variației umidității pământului.

– Rezistența vâscoasă a materialului din cameră cu coeficientul de vâscozitate η_t poate corespunde aceleiași rezistențe a pământului argilos, determinate de coeziunea de natură hidrocoloidală a pământului Σ_w . Evident, vâscozitatea pământului, precum și coeziunea de natură hidrocoloidală a acestuia pot varia odată cu schimbarea umidității pământului w și pentru perioade lungi de timp – datorită formațiunilor structurale noi din pământ.

– Rezistența arcului din sticlă U_2 poate fi asemănat, prin natura sa, cu coeziunea structurală rigidă și ireversibilă C_c în pământ. Coeziunea în sol, caracterizată prin prezența legăturilor structurale rigide și ireversibile, poate fi distrusă ca urmare a deformării pământului. Totodată, coeziunea structurală C_c poate să crească în timp datorită fenomenelor tixotropice și noilor formațiuni structurale asociate cu procesul de sinereză

Analiza modelelor reologice, realizată de autorii acestui studiu, indică complexitatea problemei analizate, un număr mare de abordări în implementarea acesteia, ambiguitatea în viziunile diferitor cercetători.

Modelul reologic propus de Maslov este simplu și cel mai apropiat de esența fenomenului.

Având în vedere, că majoritatea pământurilor argiloase care formează versanții și taluzurile debleurilor de pe teritoriul Moldovei corespund tipurilor delimitate de Maslov, autorii au convenit, ca deciziile ulterioare să fie bazate pe modelul reologic al lui Maslov și pe teoria fizico-tehnică a fluaajului.

1.3. Metode de determinare a parametrilor reologici ai pământurilor

Proprietăților reologice ale pământurilor argiloase au fost studiate teoretic și experimental în lucrările și prin munca savanților sovietici cum ar fi: Arutyunyan N.H., Budin A.Ya., Vyalov S.S., Goldstein M.N., Goldin A.L., Denisov N.L., Zaretsky Ju.K., Lomize G.M., Malyshev M.V., Maslov N.N., Meschan S.R., Maksimyak R.V., Ter-Martirosyan Z.G., Ter-Stepanyan G.I., Florin V.A., Tsytovich N.A. ș.a. Dintre oamenii de știință occidentali, în primul rând este necesar să menționăm – Bio M., Casagrande A., Skempton A.W, Terzaghi K., Hefel R., Šuklje L. ș.a.

Majoritatea oamenilor de știință menționează faptul că parametrii reologici ai pământurilor, determinați experimental, depind în mare parte de metodele și aparatele de încercare, fiabilitatea și precizia lor.

În prezent, mai multe lucrări sunt consacrate elaborării metodelor noi de testare, însă nu există un consens referitor la cea mai perfectă metodă, argumentată științific și care ar putea fi standardizată pentru utilizarea pe scară largă la nivel internațional. Printre metodele elaborate se numără atât cele de laborator cât și cele de teren.

Pentru investigarea pământurilor în condiții de laborator, în prezent sunt utilizate următoarele metode: compresiune monoxială; compresiune triaxială; forfecare monoplană; forfecare inelară; prin torsiune; forfecare multiplanară; "teste cu bile" (presarea cu bile într-o centrifugă); cu viscozimetru rotativ; aparat de teșire etc.

Complexitatea alegerii metodei, procedurii și/sau procedeele de investigare depinde, pe de o parte, de evidența stării și proprietăților pământurilor, iar pe de altă parte, rezultatele obținute prin diferite metode trebuie să fie comensurabile.

Toate metodele disponibile în prezent pentru investigarea proprietăților reologice diferă între ele în funcție de două criterii principale:

- în funcție de starea de tensiune a probei și aparatului (compresiune mono și triaxială, forfecare monoplană și inelară etc.);
- după modul de solicitare a probei.

Ținând cont de conjunctura de factori geo-politici, în Republica Moldova cele mai utilizate metode sunt cele elaborate de Vyalov S.S., Maslov N.N. și Karaulova Z.M., Goldstein M.N. și colaboratorii săi, Meschan S.R., Sorokina G.V. [67, 72, 73, 78, 81, 97, 107-110, 116, 117, 128, 129, 132, 133, 134, 136, 137] ș.a.

Metoda "familiei de curbe" elaborată de Vyalova S.S. constă în testarea la sarcini constante, mai mici decât rezistența convențional-instantanee, a câtorva probe gemene tăiate dintr-un singur monolit de pământ omogen. În baza rezultatelor încercării eșantionului respectiv, sunt construite curbele de fluaj și

o curbă finală a rezistenței de lungă durată. De asemenea, se determină limita de fluaj, limita rezistenței de lungă durată, vâscozitatea pe segmentului cu fluaj stabilizat, timpul de deformare de la început experimentului până la stabilizarea convențională a fluajului sau până la cedare, viteza de deformare pentru diferite stadii ale fluajului. Încercările pot fi efectuate în aparate cu compresiune mono și/sau triaxială, cu aparatele de forfecare sau teșire. Dezavantajul metodei constă în dificultatea selectării mai multor probe absolut identice, din punct de vedere al omogenității, și în durata mare de testare.

Vyalov S.S. a elaborat, de asemenea, o metodă rapidă de determinare a rezistenței de lungă durată. Specificul metodei constă în încărcarea probelor prin intermediul unui element elastic.

Goldstein M.N. și discipolii săi au elaborat mai multe metode pentru studierea fluajului și rezistenței de lungă durată a pământului.

Testele efectuate cu aparatul de compresiune triaxială au arătat că, atunci când pământul argilos compactat este comprimat din toate direcțiile, deformațiile de volum depind în bună parte de viteza de solicitare. O creștere a duratei de solicitare poate duce la o scădere a compresibilității și la o schimbare a gradului de anizotropie a pământului ca rezultat al proceselor de transformare ale structurii. În condiții de testare după schema de tip închis, rigidizarea structurală a pământului, în cazul compresiunii triaxiale, afectează presiunea din pori, restricționând creșterea acesteia.

Schimbarea gradului de anizotropie în timp a pământurilor argiloase compactate indică faptul că coeficientul de deformare relativă transversală și coeficientul presiunii laterale depind nu doar de viteza medie de solicitare, dar și de valoarea sarcinii la fiecare etapă de solicitare. În cazul solicitării lente, majorarea rezistenței este mai evidentă, în schimb creșterea sarcinii în trepte mari duce la o tulburare a structurii și la o creștere a compresibilității pământului

Pentru regimul ciclic de solicitare, conform datelor prezentate de Goldstein M.N. și Babitskaya S.S., are loc acumularea mai intensă a deformațiilor reziduale (în comparație cu acțiunea statică a aceleiași sarcini).

Sorokina G.V. a elaborat o metodă de testare la fluaj a pământurilor cu consistență plastic-curgătoare. Această metodă a fost folosită pentru studierea influenței timpului de solicitare a pământului și modul de aplicare a sarcinii asupra rezistenței acestuia. Sorokina G.V., precum și Goldstein M.N., au ajuns la concluzia că, la aplicarea lentă a sarcinii cu o viteză constantă de deformare, rezistența este ceva mai mică decât la o solicitare rapidă în trepte.

Meschyan S.R. a propus o metodă de testare a pământurilor argiloase la torsiune. "Rezistența standard" la forfecare el a recomandat să fie determinată cu ajutorul aparatului de forfecare prin metoda de forfecare lentă. În urma analizei rezultatele încercărilor la fluaj s-a ajuns la concluzia că limita rezistenței de lungă durată este aproximativ egală cu "rezistența standard".

Toate metodele descrise mai sus necesită testare pe termen lung.

Una dintre metodele accelerate și simplificate a fost propusă de savanții Afanasyev B.G. și Pushkarev V.I. Metoda constă în determinarea rezistenței de lungă durată prin încercarea probelor în regimul de fluaj-relaxare la comprimare monoaxială cu o presă dotată cu un dinamometru cu arc.

Popov A.Z. a modificat concepția și a propus o metodă originală bazată pe utilizarea unei relații cantitative între parametrii de fluaj și cei de relaxare a tensiunilor în procesul de comprimare a pământului. Experimentele de determinare a relaxării necesită de zeci de ori mai puțin timp decât cele pentru determinarea parametrilor de fluaj, astfel determinarea acestora în urma unui calcul, vor simplifica în mod semnificativ lucrul.

Badalian R.G. și Meschyan S.R. au elaborat o metodă pentru studierea fluajului la acțiune vibrațională. Experimentele au fost efectuate cu ajutorul aparatelor de torsiune. Vibrațiile de torsiune au fost provocate de un minivibrator, montat pe talpa superioară a aparatului. Experimentele au arătat că fluajul probelor fără vibrații a durat 576 ore, iar în regim de vibrație doar 24 ore.

Gorkov I.M. recomandă studierea proprietăților reologice ale pământurilor slab saturate, a nămolurilor și pastelor argiloase cu ajutorul unui vâscozimetru rotativ numit reometru. Metoda permite obținerea unor curbe reologice și valorile limită reologice corespunzătoare (limita convențională de fluaj, limita convențională dinamică de fluaj, limita de tulburare structurală ș.a.), precum și determinarea vâscozității în zona de deformare plastică (vâscozitatea Shvedov) și vâscozitatea în regiunea cu fluaj redus (vâscozitatea Bingham).

Budin A.Ya. [59] recomandă folosirea unui dispozitiv similar pentru pământurile argiloase slabe.

Metodele de investigare în teren a proprietăților reologice ale pământurilor au fost dezvoltate într-o măsură mult mai modestă decât metodele de laborator.

Parametrii reologici utilizați în teoria fizico-tehnică a fluajului, și anume pragul de fluaj și coeficientul de vâscozitate sunt determinați, preponderent, din încercările cu o "viteză constantă de deformare" și metoda "biluțelor grele", care au fost propuse inițial de Karaulova Z.M.

Trebuie remarcat faptul că în anii '90 aceste metode au fost utilizate pe scară largă la studiul argilelor sarmațiene din Republica Moldova în cadrul tratatelor științifice desfășurate în republică.

Pe baza unei analize succinte a metodelor existente de studiere a proprietăților reologice ale pământurilor, se poate concluziona că metodele utilizate în prezent sunt foarte diverse, nu sunt în egală măsură teoretic justificate și prelucrate metodic. Rezultatele finale ale testelor sunt influențate în mare măsură nu numai de diversitatea aparatelor folosite, dar și de modul de testare însuși: regimul de încărcare, condițiile de menținere a valorilor inițiale ale umidității etc.

Odată cu modernizarea aparatelor și utilizarea echipamentelor de calcul în procesul de investigare, posibilitățile cercetătorilor au crescut. Acest lucru sa reflectat printr-un "salt" calitativ în ce privește determinarea parametrilor reologici [55, 126, 131, 138, 143, 177].

În lucrarea sa Boley K. și Strokova L.A. [55] au publicat rezultatele unui studiu privind determinarea dependenței parametrilor de rezistență și de fluaj de durată compactării preliminare. Pentru a determina acești parametri a fost folosit aparatul cu un singur plan de forfecare produs de Wille-Geotechnik cu înregistrare digitală a tensiunilor și deformațiilor, și stocarea datelor într-un calculator. Încercările au fost efectuate pe probe de argile ce urmau a fi folosite pentru realizarea unui baraj lângă orașul Haldensleben (Germania), după schema "forfecare consolidat-drenată". Rezultatele obținute au evidențiat faptul că durată acțiunii sarcinii de compactare de până la forfecare are un efect semnificativ asupra structurii și proprietăților argilelor, care se reflectă asupra parametrilor de rezistență și fluaj. În opinia autorului acestui studiu încercările propriu-zise, efectuate cu ajutorul aparatelor companiei Wille Geotechnik, sunt foarte valoroase, cu regret astfel de aparate lipsesc în laboratoarele din Republica Moldova. Utilizarea "directă" a rezultatelor menționate este dificilă, deoarece studiile au fost efectuate pe probe preparate artificial.

Mirsayapov I.T. și Koroleva I.V. [138] au prezentat rezultatele studiilor experimentale privind rezistența și deformabilitatea pământurilor argiloase în condițiile unei compresiuni triaxiale asimetrice ($\sigma_1 > \sigma_2 = \sigma_3$) la solicitare statică de lungă durată. În timpul încercării a fost determinat mecanismul de distrugere a probelor, care constă în următoarele: la o creștere treptată a sarcinii se formează zone compactate în formă de piramide în partea superioară, inferioară și pe fețele laterale ale probei. Dimensiunile piramidelor laterale sunt mult mai mici decât ale celor verticale. La continuarea solicitării, piramidele superioare și inferioare se unesc obținând o figură formată din două piramide trunchiate.

La fel, ca și în lucrările altor autori, cele realizate sub conducerea lui Mirsoyapov I.T. s-au efectuat pe probe cu structură tulburată, care de asemenea nu pot fi utilizate în mod univoc în studiile argilelor sarmațiene din Republica Moldova, care au particularitățile sale.

Una dintre lucrările în care sunt studiate proprietățile reologice ale pământurilor este teza lui Nasser A.E. [143], în care la efectuarea unei analize a condițiilor și particularităților interacțiunii construcției de sprijin pe piloți și masivului alunecător, el a realizat un studiu aprofundat al caracteristicilor de rezistență și reologice ale pământurilor argiloase.

Potrivit autorului acestei lucrări, rezultatele obținute merită atenție, dar trebuie menționat faptul că condițiile pentru dezvoltarea alunecărilor de teren din Republica Moldova și coasta Mării Negre din Caucaz (acestea din urmă fiind cercetate de Nasser A.E.) au un șir de particularități fundamentale. Cel mai semnificativ este faptul că versanții alunecători din Republica Moldova sunt supuși deformațiilor chiar și pentru o pantă de doar 5-8°.

Analiza metodelor de determinare a parametrilor reologici indică necesitatea îmbunătățirii ulterioare a acestora.

1.4. Metode de evaluare cantitativă a stării de tensiune-deformație a masivului de pământ

Problema evaluării stabilității versanților și taluzurilor debleurilor este destul de actuală, caracterizată prin soluții arhitecturale și ingineresti complexe. Importanța cercetării în această direcție crește concomitent cu necesitatea de a construi pe terenuri potențial alunecătoare.

Trebuie menționat faptul că în practica de construcție din Republica Moldova, pentru soluționarea problemelor de evaluare a STD a terenurilor de fundare, metoda elementelor finite (MEF) practic nu este utilizată. Pentru evaluarea stabilității taluzurilor și versanților sunt folosite un șir de metode a echilibrului limită, eficiența cărora a fost demonstrată în timp, și anume: metoda suprafețelor circular-cilindrice, metoda forțelor orizontale a lui Maslov-Berer, metodele lui Shahuneants, Terzaghi, Bishop etc. [170, 145]. Dezavantajul acestor metode constă în faptul că suprafața de alunecare se stabilește ipotetic până a începe calculele propriu-zise, iar apoi, prin iterații, se stabilește poziția critică a suprafeței de alunecare cu coeficientul de stabilitate minim. Metodele echilibrului limită conțin o serie de ipoteze [197, p. 24] și anume:

- se admite o anumită formă a suprafeței de alunecare;
- tensiunile sunt înlocuite cu forțe;
- se folosește ipoteza corpului solid întărit.

De asemenea, pot fi admise ipoteze privind acțiunea apelor freatice și sarcinilor seismice.

În pofida ipotezelor menționate mai sus, metodele echilibrului limită oferă rezultate destul de bune pentru condiții geologice de complexitate medie. Însă când apare necesitatea determinării gradul de stabilitate a unui taluz sau versant tridimensional inclusiv consolidat cu materiale sintetice, care în ultimul timp sunt tot mai des utilizate la construcția drumurilor, rezultatele evaluate prin metodele echilibrului limită au o dispersie relativ mare și sunt net inferioare față de cele obținute cu ajutorul programelor de calcul moderne, bazate pe metoda reducerii parametrilor rezistenței (ϕ/c reduction).

În ce privește viteza și precizia de calcul, metodele clasice nu pot concura cu programele de calcul bazate pe MEF sau de frontieră.

În țara noastră deja de mai mulți ani pentru calculul stabilității taluzurilor și versanților se folosește subprograma OTKOC a programului de calcul SCAD. Însă acest subprogram, din cauza capacităților sale funcționale, este inferior față de programul PLAXIS, datorit faptului că:

- acțiunea seismică, fiind real dinamică, este modelată ca una statică;
- este realizată preponderent pentru calculul stabilității taluzurilor drumurilor auto și căilor ferate, și nu este adaptată pentru calculul altor tipuri de probleme.

Programul PLAXIS, însă, nu este lipsit de neajunsuri, posibilitatea utilizării acestuia în unele cazuri este și poate fi pusă la îndoială. Autorul prezentului studiu, bazându-se pe publicațiile și lucrările științifice recente, a realizat o analiză a situației actuale a problemei date.

Necesitatea studierii detaliate a mecanismului de deformare la alunecare a versanților și taluzurilor la efectuarea calcului, a fost accentuată de Bobrovich A.S. [53]. El consideră că pentru ridicarea calității calculelor stabilității versanților este necesar de a elabora un model matematic al pământurilor anizotrope. Pentru a spori fiabilitatea calculelor, el a elaborat o metodă de determinare a coeficientului de stabilitate a versanților, combinând avantajele metodelor la baza cărora stau modelele izotropice și anizotropice prin introducerea unui model simplificat al pământului anizotrop [53, p. 4].

Comparând metodele de calcul pentru evaluarea stabilității versanților și taluzurilor, Kashlev R.I. a afirmat că o îmbunătățire a metodelor numerice este legată de analiza STD. În opinia lui „neajunsurile majore ale metodelor de calcul existente în prezent sunt:

- lipsa unei analize riguroase a STD a masivului de pământ;
- acceptarea a priori a prevederilor că în zona adiacentă pantei tensiunile verticale sunt egale cu greutatea straturilor superioare iar cele orizontale reprezintă aproximativ 1/3 din ele;
- calculul stabilității versanților și taluzurilor se efectuează folosind doar componenta verticală a tensiunilor fără a ține cont de astfel de proprietăți importante ale pământurilor ca: coeficientul presiunii laterale și modulul de elasticitate [115, p. 3].

Necesitatea unei analize mai aprofundate a STD a masivului de pământ a fost abordată și de Babakhanov N.B. [48]. În teza sa, el a folosit “metoda ce exclude procedura de împărțire a prisme de alunecare în blocuri separate, poziția și forma celei mai periculoase suprafețe de alunecare fiind considerate necunoscute la etapa inițială. Acestea depind de starea de tensiune, parametrii geometrice și proprietățile fizico-mecanice ale masivului de pământ” [48, p. 4].

În opinia autorului prezentei cercetări este greu de a nu fi de acord cu Babakhanov B.S. Cu toate acestea, este necesar de a se acorda o atenție sporită faptului că factorii care influențează poziția reală a suprafeței de alunecare se studiază de mult timp. De asemenea, este important faptul că avansarea tehnicii de calcul permite rezolvarea problemelor care anterior erau considerate nerealizabile.

De exemplu, Sudarev A.P. [178, p. 1], studiind alunecările de teren din RSS Moldovenească a evidențiat printre factorii care influențează procesul de alunecare: "... structura geologică și compoziția rocilor, condițiile geomorfologice, mișcările tectonice, condițiile climatice, condițiile hidrogeologice, precipitațiile atmosferice, nivelul apelor subterane, eroziunea și alți factori care variază rapid în timp ...”.

În opinia autorului acestui studiu, cunoașterea doar a factorilor nu permite cercetătorului (proiectantului) elaborarea schemei de calcul și determinarea poziției suprafeței de alunecare fără a efectua o analiză amplă. Faptul că ele vor influența mecanismul și, prin urmare, forma de

manifestare a procesului de alunecare, este incontestabilă. Acest lucru confirmă încă o dată studiile efectuate de către autorul acestui studiu pe tronsonul "Răscrucea Orhei", la stabilirea mecanismului de alunecare și prognoza stabilizării sale.

Pasajul traseului M21 Chișinău-Dubăsari-Poltava în preajma Răscrucii Orhei traversează vârful barierei de prevenire a eroziunilor de alunecare (Fig. 3.7). Versanții barierei sunt deformați de alunecări de teren de diferite tipuri: din dreapta - preponderent, de alunecări de teren vechi, cel din stânga - de alunecări de teren active și complexe.

Deplasarea marginii superioare a barierei în direcția bazinul hidrografic probabil a avut loc înainte de construcția drumului Chișinău-Orhei, ca urmare a alunecării porțiunilor separate și a erodării deluviale a pământurilor supuse alunecării în talveaua barierei. Aceste procese de dezvoltare a barierei au condus la acumularea în talveaua acesteia a unui stat considerabil de pământ fărâmițat și formarea unei pante relativ mică. Împădurirea mecanizată a nivelat finalmente panta de alunecare, eliminând denivelările, șuvoaietele și alte semne de deplasare, în special în partea inferioară a versantului. Construcția terasamentului a acoperit perturbările minore în partea superioară mai abruptă. Lângă marginea superioară a barierei, au fost efectuate lucrări de drenaj. Însă, deformațiile lente pe versant au continuat să se dezvolte, asta o demonstrează copacii "beți", pierderea liniarității plantației, prezența vegetației iubitoare de apă pe segmente de lungime relativ mare. Aceste deplasări, care pot fi atribuite etapei premergătoare a următoarelor deplasări dezastruoase, au condus la activarea deformațiilor în limitele cornișei.

Deplasarea în zona de cornișă a alunecării de teren, a unei porțiuni cu o lățime de aproximativ 30 m, a determinat dezvoltarea deformațiilor pe pantă. Judecând după profilul alunecării de teren, deformațiile mai jos de zona implicată în alunecare au un caracter de extrudare și suprapunere a acumulărilor tulburate, produsul procesului de alunecare, de consistență plastică, peste zonele amplasate mai jos. Fruntea alunecării de teren este slab conturată având forma val de suprapunere cu înălțimea de 0,5 ... 0,8 m. Taluzul mai sus de cornișă dezgolită, lipsită de suport, a alunecat împreună cu terasamentul de pe el.

Schema mecanismului deplasării, prezentat mai sus, descrie o alunecare de teren activă, bine reliefată. Ea nu exclude posibilitatea deplasării de-a lungul suprafeței slăbite existente la contactul cu stratul de fundament, situate mai adânc decât zona afectată de deformații active.

Analiza materialelor investigațiilor de teren, rezultatele lucrărilor geologice și cercetările de laborator au permis identificarea poziției probabile a suprafețelor de alunecare. Suprafața de alunecare superioară a fost trasată în stratul acumulărilor deluvial alunecătoare la o adâncime de aproximativ 6,0 m, la contactul dintre argilele pestrițe și cele sure alunecătoare; cea inferioară – la

contactul depozitelor deluvial alunecătoare cu argilele din stratul de bază amplasate inferior acestora, orizontal stratificate, cenușii și verzui-cenușii.

Pentru aceste suprafețe de alunecare a fost efectuat un "calcul invers" pentru starea actuală a versantului. Rezistența medie la forfecare de-a lungul suprafeței de alunecare (S_{med}), necesară pentru menținerea echilibrului, sa dovedit a fi mai mare pentru suprafața amplasată mai inferior: $S_{med} = 30$ kPa; în timp ce pentru suprafața superioară – $S_{med} = 16$ kPa.

Toate calculele de prognozare au fost efectuate prin metoda forțelor orizontale. Ca valori de calcul a rezistenței pământurilor alunecătoare în zona deplasărilor de alunecare, au fost folosite rezultatele încercărilor argilelor după metoda forfecării cu suprafață pregătită de forfecare, care coincid într-o mai mare măsură cu rezultatele calculului invers.

Rezultatele calculelor efectuate au arătat că coeficientul de stabilitate, ținând cont de influența terasamentului realizat pe versant, ipoteză aplicată în toate schemele de calcul, are valori subunitare (0,63-0,98).

Deformațiile de alunecare sunt atribuite stratului argilo-nisipos al Sarmațianului de Mijloc. Cele două zone slabe depistate în urma investigațiilor, din partea de mijloc a pantei, sub terasamentul deformat, corespund adâncimii de 6 și 12 m.

Conform rezultatelor calculelor, valorile minime ale coeficientului de stabilitate corespund zonei slabe inferioare. De asemenea, este posibilă dezvoltarea deformațiilor de alunecare pe pantă în sus, în direcția bazinului hidrografic.

În opinia autorului prezentei lucrări, rezultatele cercetărilor efectuate demonstrează necesitatea studierii detaliate a caracteristicilor geologico-inginerești ale versantului, a rezistenței rocilor și posibilității de reducere a acesteia înainte de a efectua calculele corespunzătoare, inclusiv utilizând MEF.

Ter-Martirosyan A.Z. [185] pe baza analizei rezultatelor calculelor stabilității taluzului format din pământ omogen, folosind metodele Terzaghi, Shahunyants, metoda suprafețelor circular-cilindrice, subprograma OTKOS (metoda Bishop) în pachetului software SCAD 11.5 cu cele obținute cu ajutorul software PLAXIS 2D și PLAXIS 3D, a ajuns la concluzia că, având în vedere convergența sporită a rezultatelor, sistemul software poate fi folosit pentru calculul stabilității versanților și taluzurilor. Este de menționat faptul că, problema plană în comparație cu problema spațială, oferă valori mai mici ale coeficientului de stabilitate a taluzului, ca rezultat al influenței efectului de conlucrare spațială. Ter-Martirosyan A.Z. recomandă pentru un calcul mai corect, utilizarea, în măsura posibilului, anume modelarea spațială a terenului analizat.

În conformitate cu concluziile lui Ter-Martirosyan A.Z., autorul prezentului studiu, consideră că este necesar de menționat faptul că rezultatele obținute pot fi folosite pentru estimarea stabilității taluzurilor rambleurilor formate dintr-un pământ omogen. Pentru taluzurile debleurilor

adânci, formate, în cazurile analizate, din straturile de pământ argilo-nisipoase, rezultatele calculelor și concluziile obținute trebuie corectate.

Fawaz A., Farah E., Hagechade F. [9], folosind complexul PLAXIS, au identificat factorii care au condus la cedarea versantului de lângă Dair al-Baidar din Liban în timpul lucrărilor de terasament efectuate pe drumul auto. În urma numeroaselor calcule, cercetătorii au ajuns la concluzia că nici activitatea seismică a zonei, nici schimbarea geometriei versantului în timpul lucrărilor de terasament nu au exercitat o influență decisivă asupra stabilității. Principalul motiv care a dus la cedarea versantului este scăderea parametrilor mecanici ai pământurilor argiloase, coeziunea și unghiul de frecare internă, ca rezultat a creșterii umidității pământului, deoarece lucrările de excavare au fost efectuate în timpul sezonului ploios. Deoarece pământul argilos este practic impermeabil, acumularea de apă pe suprafața stratului a dus la o scădere a caracteristicilor de rezistență în partea superioară a acestuia. În concluziile autorilor sa menționat că suprafața circular-cilindrică de alunecare în cazul straturilor cu structură omogenă se transformă într-o suprafață plană, în condițiile existenței unui strat subțire cu caracteristici mecanice scăzute.

Deoarece caracteristicile de rezistență și deformaționale ale pământurilor argiloase scad odată cu creșterea umidității, pentru determinarea valorii coeziunii în rezultatul majorării umidității cercetătorii au folosit formula propusă de Bjerrum L. [1]: $C = k(LL - w)^5$, iar pentru reducerea unghiului de frecare internă a fost utilizată ecuația liniară propusă de Mathe L. ș.a. [23], iar pentru modulul de deformație – graficul lui Lu Ning [15].

Folosind același complex de programe, autorii au propus un complex de măsuri de prevenire a alunecărilor de teren. Sa concluzionat că drenajul este o măsură eficientă pentru stabilizarea versantului, chiar și fără folosirea metodelor mecanice. În cazul unui drenaj parțial al versantului, este necesar de folosit mijloace suplimentare, cum ar fi piloții sau "gheare metalice" (construcții de ancorare).

Autorul prezentei lucrări consideră că materialul menționat mai sus este aplicabil în condițiile Republicii Moldova. În același timp, pe teritoriul republicii există cazuri de pierdere a stabilității versanților și taluzurilor în condiții ce nu țin de căderi anormale de precipitațiilor. Aversele de ploaie, în astfel de cazuri, pot fi considerate ca premisă pentru dezvoltarea unui proces de alunecare de teren și/sau modificarea în timp a proprietăților pământurilor.

Martin R. E., Rehwoldt E.B. [20] au folosit software PLAXIS pentru calcul stabilității versanților barajului pentru centrala hidroelectrică situată pe râul Botan, (afluent al râului Tigris, în sud-estul Turciei). O problemă majoră este că pe malul drept și stâng al viitorului iaz de acumulare au fost localizate două alunecări de teren vechi, care, atunci când bazinul de apă este umplut, și la o activitate seismică își pot pierde stabilitatea. După numeroase calcule și simulări, sa decis că din punct de vedere economic și ingineresc, pentru majorarea coeficientului de stabilitate a întregului versant cel mai bine ar fi modificarea

pantei părții superioare a versanților și edificarea a 50 construcții de sprijin. Utilizarea MEF a permis reducerea duratei de proiectare de câteva ori și stabilirea locului cel mai favorabil pentru construcția barajului.

Potrivit autorului, exemplul de mai sus accentuează încă o dată rolul și posibilitățile MEF, care devine tot mai des utilizată de proiectanți la calculul stabilității versanților și taluzurilor. În același timp, trebuie remarcat faptul că condițiile regionale a versanților, de amplasare a taluzurile debleurilor, litologia și alți factori pot crea dificultăți semnificative în utilizarea MEF impunând necesitatea unor calcule și studii suplimentare pentru identificarea soluției adecvate și fiabile.

1.5. Concluzii la capitolul 1

Analiza bazelor teoretice a studierii naturii fenomenelor reologice a pământurilor argiloase și determinarea STD permite formarea unor concluzii:

1. Inițiate încă la începutul anilor 30-e ai secolului XX, studiul proprietăților reologice ale pământurilor nu și-a pierdut actualitatea nici în zilele noastre, asta o demonstrează și numărul mare de simpozioane internaționale în domeniul reologiei și volumului mare de materiale a cercetărilor științifice la tema dată.

2. Majoritatea oamenilor de știință asociază numeroasele pierderi a stabilității versanților și taluzurilor cu manifestarea proprietăților reologice ale pământurilor argiloase.

3. Studiarea proprietăților reologice ale pământurilor a devenit tot mai intensivă în ultimele decenii. Pe baza lucrărilor fundamentale ale lui Vyalov S.S., Goldstein M.N., Ter-Martirosyan Z.G., Bjerrum L., Skempton A.W., Šuklje L., Terzaghi K. și altor cercetători, au fost formulate principalele ipoteze privind procesul de dezvoltare a deformațiilor de curgere lentă și fluajului de adâncime, care au loc în stratul de pământ argilos.

4. În practică pentru descrierea procesului de fluaj, prognozarea deformațiilor la acțiunea continuă a tensiunilor tangențiale sunt folosite câteva teorii. Susținătorii unor sau altor ipoteze pot fi divizați în funcție de modul de abordare a fenomenului de fluaj. O parte din acești cercetători susțin teoria fenomenologică, cealaltă parte – teoria fizico-tehnică.

5. În urma examinării metodelor de studiere a proprietăților reologice ale pământurilor argiloase, se disting trei abordări principale: cinetic, termodinamic și mecanic. Cea mai des folosită este cea din urmă – mecanică. Cu toate acestea, până în prezent nu există opinii comune, care dintre aceste metode sunt cele mai sigure din punct de vedere științific și ar putea fi standardizate pentru aplicarea pe scară largă în practică.

6. Autorul acestei lucrări a preferat aderarea și aplicarea în cercetările sale a teoriei fizico-tehnice a fluajului propusă de Maslov N.N., care, în pofida simplității sale, permite rezolvarea problemelor practice complexe și asigură un grad înalt de fiabilitate.

7. Particularitatea teoriei constă în aspirația de a cunoaște natura rezistenței pământurilor argiloase. Divizând coeziunea totală în - coeziunea structurală (C_c) și cea de natura hidrocoloidală (Σ_w), devine posibilă stabilirea rezistenței de lungă durată (S_∞).

8. În condițiile manifestării deformațiilor de fluaj, coeziunea structurală poate fi casată. În cazul existenței unor astfel de condiții, această componentă a coeziunii totale, la evaluarea capacității portante a terenului de fundare, trebuie exclusă. Coeziunea de natură hidrocoloidală va fi determinată de mărimea și intensitatea deformațiilor de fluaj admisibile în raport cu construcția edificată: taluzul debleului adânc, clădire cu rigiditatea stabilită etc.

9. Problema privind posibilitatea manifestării deformațiilor de fluaj poate fi ușor soluționată prin compararea tensiunilor tangențiale (τ), care apare în masiv, cu mărimea pragului de fluaj (τ_{lim}).

10. În pofida atenției sporite acordate problemelor reologiei proprietăților pământurilor de către specialiști și oameni de știință din multe țări, instituțiile moldovenești din domeniul construcției nu dispun de date suficiente despre proprietățile reologice ale pământurilor argiloase.

În legătură cu cele menționate mai sus, autorul studiului de față și-a pus obiectivul studierii proprietățile reologice ale argilelor sarmațiene din Republica Moldova în contextul asigurării stabilității de lungă durată a taluzurilor debleurilor adânci realizate în straturile argilo-nisipoase care formează majoritatea versanților alunecători din Republica Moldova.

Acesta, la rândul său, a necesitat soluționarea unor sarcini suplimentare:

- Studiarea proprietăților de rezistență ale argilelor sarmațiene din Republica Moldova;
- Evaluarea posibilității reducerii rezistenței pământurilor studiate pe durata dezvoltării deformațiilor de fluaj;
- Stabilirea indicatorilor de calcul a rezistenței pământurilor pentru evaluarea capacității portante a terenurilor de fundare;
- Determinarea caracteristicilor reologice ale argilelor sarmațiene pentru terenurile studiate;
- Pe baza investigațiilor pe teren, valorilor stabilite ale rezistenței și parametrilor reologici, să se identifice cauzele deformării și pierderea stabilității taluzurilor debleurilor adânci pe tronsoanele studiate ale drumului auto M21 (Chișinău-Dubăsari-Poltava).
- Studiarea STD a taluzurilor debleurilor folosind diferite metode, inclusiv complexul PLAXIS;
- Elaborarea în baza rezultatelor cercetării unor recomandări pentru stabilirea pantei taluzurilor debleurilor ce ar asigura stabilitate de lungă durată a acestora.

Rezultatele cercetării sunt reflectate în capitolele ulterioare și concluziile generale ale tezei.

2. IDENTIFICAREA NATURII REZISTENȚEI PĂMÂNTURILOR ARGILOASE DIN REPUBLICA MOLDOVA

2.1. Proprietățile fizico-mecanice ale argilelor sarmațiene din Republica Moldova

Unul dintre obiectivele tezei este studierea proprietăților rezistenței argilelor sarmațiene din Republica Moldova. Soluționarea acestei probleme a necesitat un studiu detaliat ale rezultatelor cercetărilor efectuate anterior. La bază au stat rezultatele investigațiilor din arhiva UTM, fostei instituții Moldgiproavtodor, precum și rezultatele publicate cu acces liber, inclusiv cele incluse în tezele unor savanți.

Studierea argilelor sarmațiene de pe teritoriul dintre râurile Prut și Nistru a început încă din timpuri străvechi. Primele informații documentate despre principalele tipuri de pământuri larg răspândite în această zonă: stâncoase, clastice, argiloase; se întâlnesc în lucrarea lui Cantemir D. "Descrierea Moldovei". La mijlocul secolului XIX, studierea particularităților litologie și geologie a fost realizată de Svinin P.P., Murchison R.R., Barbot de Marni N.P., Sintsov I.F. ș.a. Datorită rezultatelor acestor geologi, deja la sfârșitul secolului al XIX-lea a devenit evident că cele mai răspândite tipuri de pământuri pe teritoriul Moldovei sunt argilele neogene și loess-urile [199, p. 9-16].

În secolul al XIX-lea și XX studii sistematice ale acestei regiuni au fost efectuate de expedițiile Geolkom-ului (Mihailovski G.P., Grigorovich-Berdovsky N.A., Krishtofovich H.N.), de echipele Universității de Stat din Moscova, sub conducerea lui Lange O.K., academicianul Andrusov N.I. Cu toate că scopul principal al acestor lucrări a fost studierea geologică generală, o atenție deosebită s-a acordat distribuției argilelor sarmațiene, dat fiind faptul că anume acestea și cauzează numeroase alunecări de teren înecosebi din regiunea centrală a Republicii Moldova precum și alte regiuni. Cea mai importantă lucrare din acele timpuri destinată studierii argilelor sarmațiene este Harta paleografică a Mării Sarmatice, alcătuită de Andrusov N.I.

În perioada 1918-1940 savanții sovietici și-au concentrat cercetările pe malul stâng al râului Nistru – fiind realizate de Academia de Științe a URSS, Universitatea din Odessa, Universitatea din Harkov, Institutul de Hidrometeorologie din Kiev. Principalele lucrări în domeniul geologiei din acea perioadă aparțin lui Vyrzhikovskiy R.R., Laskarev V.D., Crocos V.I., Lungersgauzen G.F. Aceste lucrări au stat la baza stratigrafiei rocilor neogene-cuaternare, fiind folosite până în prezent.

Perioada dintre anii 1945-1960 marchează începutul lucrărilor asupra unui studiu sistematic și complex al resurselor naturale ale Moldovei. Sunt create un șir de instituții de proiectare din domeniul construcțiilor, în care se concentrează întregul volum de lucrări de proiectare și cercetare pentru construcții inginerești și civile. Arhivele acestor organizații au început să acumuleze un volum mare de materiale privind condițiile geologico-inginerești ale șantierelor de construcții și

proprietățile pământurilor, inclusiv și argilele sarmațiene. În aceeași perioadă, a fost realizată harta geologică a teritoriului cu scara 1:200000 de către Departamentul IV de Geologie a Comitetului pentru probleme geologice din cadrul SGP al URSS. Aceste lucrări geologice au fost însoțite, de asemenea, de un studiu al proprietăților ingineresti și geologice ale argilelor sarmațiene.

Astfel, până la sfârșitul anilor '50 ai secolului trecut, în instituțiile de proiectare și cele de cercetare au fost acumulate materiale privind proprietățile geotehnice ale principalelor tipuri de pământuri din regiune, inclusiv și a argilelor sarmațiene. Unele instituții aveau posibilitatea de a generaliza materialele științifice acumulate. De exemplu, în 1960 la ISP "Moldgiprostroy" Bauh E.I. și Kostik G.E. au prezentat lucrarea cu tema „Rezultatele studiului geologic pentru argumentarea lucrărilor de construcție în centrele raionale din RASSM“. Ulterior, datele acumulate cu privire la proprietățile argilelor sarmațiene se analizau și generalizau de către Institutul de Geofizică și Geologie al AȘ RSSM, Institutul Politehnic din Chișinău ș.a.

Din cercetătorii moderni care studiază argilele sarmațiene din Republica Moldova se poate număra: Bogdevici O.P. [54], Vovk V.M. [61], Moniușco A.M. [139,140], Olianschi I.P. [146], Orlov S.S. [24, 149-153], Polcanov V.N. [26, 27, 157-165], Sîrodoev G.N. [180, 181], Sîrodoeva N.G. [182], Timofeeva T.A. [42, 189-192], Charykova S.A. [199] ș.a.

De la mijlocul anilor '70 ai secolului trecut, AȘM a efectuat studii complexe privind formarea proprietăților geologico-ingineresti ale argilelor sarmațiene. De exemplu, Moniușco A.M. și Olianschi I.P., în urma prelucrării a peste 800 de date experimentale, au determinat proprietățile fizico-mecanice a unor tipuri de pământuri argiloase locale. Cu regret, gradul studierii rezistenței și, în special, proprietăților reologice ale pământurilor argiloase este insuficient, lucru menționat și de autori.

În Tabelul 2.1 sunt prezentate unele rezultate ale proprietăților fizico-mecanice ale pământurilor argiloase obținute de acești cercetători.

După prelucrarea a mai mult de 300 de rezultate a încercărilor la forfecare, autorii au constatat că "valorile coeziunii, în funcție de densitate și conținutul de particule nisipoase, variază de la $(0,2...0,5) \cdot 10^5$ Pa pentru pământuri cu indicele de plasticitate de 0,18...0,20, până la $(1,0...2,5) \cdot 10^5$ Pa pentru cele cu indicele de plasticitate mai mare de 0,28...0,30" [140, p. 123].

Pentru studiul ulterior, afirmația autorilor este foarte valoroasă: "... coeziunea pământurilor unui anumit tip genetic regional este o funcție a multor variabile, fiecare având semnul și valoare absolută a sa și, prin urmare, are un efect diferit asupra valorii finale a coeziunii. Pentru a obține caracteristici mai veridice ale rezistenței pământurilor unui anumit tip genetic regional, numărul acestor determinări trebuie să fie destul de mare ..." [140, p.124].

Cele menționate mai sus, accentuează necesitatea și importanța acestor studii.

Tabelul 2.1. Caracteristicile statistice și indicii mecanici ale pământurilor argiloase din R. Moldova

Indicatorii X	Limitele fluctuațiilor de la – până la, %	Media aritmetică \bar{X} , %	Numărul de probe N
Modulul de deformație $E \cdot 10^5$ Pa	150...370	257	6
	60...550	205	31
	90...430	144	22
Coeziunea $C \cdot 10^5$ Pa	0,20...2,32	1,25	21
	0,72...4,78	1,39	18
	0,28...4,0	1,34	262
Unghiul de frecare internă φ , grade	11...37	22,2	21
	0...32	9,4	18
	2...55	20,3	62

Sursa: elaborat de autor în baza [140, Tab. 5.3, p. 96]

Cercetările fundamentale, efectuate de A.M. Moniușco și I.P. Olianschi, privind prognoza schimbării proprietăților argilelor sarmațiene, în urma expunerii de lungă durată la acțiunea apei a terenului de fundare structurilor ingineresti, au fost continuate de discipolii lor.

Majoritatea lucrărilor lui Sîrodoev G.N. au fost îndreptate spre identificarea legității de variație spațială a principalelor componente ale condițiilor geologico-ingineresti, pentru prognozarea procesului de alunecare. El a analizat, în special, proprietățile fizice și cele de rezistență ale argilelor de diferite vârste obținând relația de corelație și regresie între unii indicatorii individuali [181].

În cadrul cercetărilor, efectuate de autor, o importanță majoră o au rezultatele observațiile lui Sîrodoev G.N., și anume, prezența fisurilor în argilele sarmațiene și direcția acestora față de axa de bază – de la 10° până la 60° . De asemenea, din descrierile microscopice și observațiile microsecțiunilor, au fost observate fisuri de-a lungul planurilor de clivaj și sub un unghi față de acestea.

Pentru autorul acestei teze, din punct de vedere a estimării gradului de stabilitate a taluzului debleurilor adânci, materialele lui Sîrodoev G.N. privind delimitarea a 10 tipuri de versanți în funcție de caracteristicilor structurii geologice, sunt foarte utile.

Sîrodoeva N.G. [182] a studiat factorii și legitatea formării proprietăților geotehnice ale argilelor Sarmațianului mediu a interfluviului dintre Prut și Nistru, în scopul evaluării de prognoză a utilizării lor. Pentru prima dată, a fost stabilită prezența în argilele Sarmațianului de mijloc a unor orizonturi de roci cu o textură micro cutată (Tabelul 2.2.). În cadrul acestui studiu, foarte importante sunt rezultatele obținute de Sîrodoeva N.G. privind posibila modificare a rezistenței argilelor sarmațiene ale stratului de fundament și implicate în deplasările de alunecare (corpul alunecării). Unele rezultate ale acestor studii sunt prezentate în Tabelul. 2.2.

Valorile din Tabelul. 2.2., și în primul rând, cele ale rezistenței, trebuie ajustate, deoarece acestea sunt obținute pentru un anumit teren afectat de alunecări de teren. Acesta se explică prin

faptului că parametrii de rezistență depind de stadiul de formare a versantului și, prin urmare, pot fi utilizați pentru a caracteriza pământurile versanților aflați în condiții de dezvoltare similare.

Tabelul 2.2. Caracteristicile statistice ale proprietăților geologico-ingineresti ale argilelor Sarmațianului mediu

Tipul de pământ și locul de prelevare a probelor (adâncimea, <i>m</i>)	Umiditatea naturală <i>W, frac. unit</i>	Umiditatea la limita de curgere <i>W_L, frac. unit</i>	Coeziunea specifică <i>C, MPa</i>	Unghiul de frecare internă <i>φ, grade.</i>
Argilele sarmațiene cu o textură micro stratificată				
pe versantul de bază (20-40m)	0,18	0,38	0,090	22
din patul de alunecare (0-30m)	0,20	0,38	0,052	20
din corpul alunecării (0-6,5m)	0,21	0,39	0,028	15
Argile sarmațiene cu textură micro cutată				
pe versantul de bază (26-30m)	0,20	0,40	0,073	21
din patul de alunecare (2,0-22,0m)	0,25	0,46	0,030	20
din corpul alunecării (0-6,5m)	0,27	0,49	0,009	8

Sursa: elaborat de autor în baza [182, Tab. 2, p.11]

Cercetările realizate de Sîrodoeva N.G. privind studierea argilelor sarmațiene din Republica Moldova, sunt orientate, în special, asupra studierii caracteristicilor structurale și de textură [182]. Acest lucru este confirmat de rezultatele studiului aprofundat al structurii geologice a teritoriului și al paleografiei bazinului de sedimentare.

Destul de valoroase sunt rezultatele obținute de Sîrodoeva N.G. în urma prelucrării caracteristicilor geologico-ingineresti ale argilelor sarmațiene [182, p. 11]. În Tabelul 2.2 sunt prezentate rezultatele acestor studii, care au fost folosite de autor pentru a obține caracteristicile generalizate. Este necesar de remarcat faptul că, aceste rezultate permit evaluarea gradului de perturbare a rezistenței inițiale în procesul de dezvoltare a alunecărilor de teren. Cu regret, determinarea "pragului de fluaj" folosind aceste rezultate poartă un caracter mai mult aproximativ.

O importanță fundamentală o au rezultatele obținute de Sîrodoeva N.G. în corelarea proprietăților argilelor sarmațiene din Republica Moldova cu dezvoltarea proceselor de alunecare pe teritoriul republicii, care sunt atribuite în principal depozitelor sarmațiene.

Bogdevici O.P [54] asociază schimbarea proprietăților fizico-mecanice ale argilelor cu procesele de dezagregare. Potrivit acestuia, principalul proces de dezagregare fizică este cel de "umflare-uscarea". Potrivit autorului acestei lucrări, informația privind reducerea rezistenței drept urmare a dezagregării poate servi drept bază pentru analiza gradului de stabilitate a taluzurilor debleurilor și a versanților naturali. Cu toate acestea, pentru fiecare caz analizat, este necesar să se determine parametrii de rezistență ai pământurilor și, în primul rând, în zona posibilei deplasări.

Remarcabile sunt cercetările efectuate de Vovc B.M. [61]. Pentru prima dată în Republica Moldova, a fost stabilit faptul că anume influența externă asupra mediului geologic influențează compoziția pământului, legăturile între componentele structurale, reduce proprietățile mecanice până la valori minime, ce nemijlocit duce la activizarea proceselor de alunecare. Sa constatat că valorile maxime ale coeziunii (0,48 MPa) le dețin pământurile supraconsolidate ale Sarmatului Superior. În cazul efectuării încercărilor la forfecare cu plan pregătit, coeziunea se reduce în medie de 5 ori; pentru suprafața pregătită și umezită – de 10-15 ori, până la valoarea de 0,01-0,03 MPa.

Destul de mare este reducerea rezistenței ca urmare a umflăturii – de peste 25 de ori. O reducere semnificativă o pot avea argilele ca rezultat al procesului ciclic de umflare-uscare. Parametrii de rezistență, conform Vovc V.M., pot descrește de zeci și sute de ori. Potrivit autorului acestei lucrări, aceste rezultate sunt foarte elocvente privind posibila dezvoltare a deformațiilor de fluaj a taluzurilor debleurilor formate din pământuri argiloase, atunci când acestea sunt expuse în timpul construcției drumurilor sau excavării gropilor adânci de fundație ale construcțiilor inginerești și civile.

Cu părere de rău în teza sa Vovc V.M. nu oferă date despre influența proceselor studiate asupra unor parametri reologici ai rocilor cum ar fi "pragul de fluaj" și "coeficientul de vâscozitate", care, în pentru prezenta lucrare, au o importanță decisivă.

O atenție deosebită merită și rezultatele ultimilor cercetări efectuate de Olianschi I.P. [146], orientate spre studierea rezistenței rocilor de vârstă sarmat-miocene. Parametrii de rezistență au fost determinați prin metode adâncirii conului și încercarea la forfecare. Sa constatat că " ... o rezistență mai mare o au argilele baltice și cele de Cahul: $S_{mt} = (3,3 \div 13,5) \times 10^5$ Pa și $(2,2 \div 12,8) \times 10^5$ Pa, respectiv. Argilele Sarmățianului mediu și cel superior au o rezistență mai mică: $S_{mt} = (2,7 \div 10,2) \times 10^5$ Pa și $(2,1 \div 12,0) \times 10^5$ Pa, respectiv ..." [146, p. 27].

În procesul studierii rezistenței la forfecare, sa stabilit că în funcție de valoarea sarcinii de forfecare la care are loc cedarea probelor $\tau_{0,1}$, argilele Sarmățianului superior, cele baltice și de Cahul au valori practic egale. Valorile medii ale lui τ sunt egale cu: (1,70; 1,77; $1,73 \times 10^5$ Pa). Valorile medii pentru argilele sarmățianului mediu sunt mai mici: $1,39 \times 10^5$ Pa.

Olianschi I.P. a stabilit că pe lângă contactele coagulante și mixte, în argilele studiate se întâlnesc așa-numitele contacte "punctiforme", ce le oferă o rezistență considerabilă. Acest lucru poate explica lipsa unei diferențe de rezistență dintre argilele Sarmățianului superior și cele baltice, unde contactele punctiforme între elementele structurale au un rol destul de mare. În argilele Sarmățianului mediu numărul contactelor punctiforme este considerabil mai mic ceea ce și explică o rezistență mai mică a acestora (146, p. 28).

În opinia autorului, această afirmație își găsește explicația în gradul de tulburare a coeziunii structurale rigide. În mod deosebit, acest lucru se manifestă în cazul argilelor alunecătoare. Un

exemplu poate servi rezultatele încercărilor la forfecare a pământurilor argiloase, preluate din zonele afectate de alunecări de teren din or. Edineț, Telenești, s. Hîrbovăț ș.a.

Cu regret, Olianschi I.P. a studiat proprietățile reologice pe paste de pământ, ce face dificilă utilizarea rezultatelor obținute în cadrul acestei cercetări științifice.

Shchekochikhina E.V. [203] studiind particularitățile geologico-inginerești ale argilelor și evaluării gradului de variație a proprietăților acestora la acțiunea de lungă durată a apei, a elaborat o metodologie de prognozare a indicilor de rezistență a fundațiilor construcțiilor inginerești.

Cu părere de rău, parametrii de rezistență au fost determinați doar prin metoda forfecării consolidate, iar rezistența reziduală – în baza coeziunii. Acești indicatori nu reflectă pe deplin comportamentul pământurilor pe taluzul debleurilor. Nu a fost dezvoltată, de asemenea, posibila reducere a rezistenței în masivul de pământ supus unei alunecări de teren lente.

Cercetările efectuate de Charykova S.A. [199] în mare parte sunt orientate spre obținerea unor parametri calitativi și cantitativi ai gradului de schimbare a compoziției și proprietățile fizico-mecanice ale argilelor sarmațiene în condiții de dezalcalinizare difuză. Ea propune ca prognoza rezistenței argilelor sarmațiene fără săruri din Republica Moldova, să fie efectuată în funcție de gradul de rezistență la inundare, obligatoriu luând în considerare prezența pirită fin dispersate.

Charykova S.A. prezintă date privind posibila modificare a indicilor de rezistență ale argilelor în cazul inundării acestora. Pentru argilele sarmațiene fără săruri, aceste modificări sunt de până la 2 ori – pentru unghiul de frecare intern și de până la 4 ori – pentru coeziunea specifică. Pentru argilele cu un conținut înalt de săruri – până la 1,5 și 2-3 ori respectiv.

Rezultatele obținute de Charykova S.A. sunt prezentate în Tab. 2.3.

Tabelul 2.3. Valorile prognozate ale parametrilor rezistenței argilelor sarmațiene fără săruri

Pentru argilele sarmat-miocene la general	Pentru argilele sarmațiene ce nu conțin pirită	Pentru argilele sarmațiene ce conțin pirită
După metoda lui Bogomolov A.N. și Olianschi I.P.	Corectate de Charykova S.A.	
$c = 0,025 \text{ MPa}$	$c = 0,016 \text{ MPa}$	$c = 0,026 \text{ MPa}$
$\varphi = 11^\circ$	$\varphi = 11^\circ$	$\varphi = 9^\circ$

Sursa: [199, Tab. 4, p. 21]

Valorilor prognozate ale indicilor de rezistență prezentate în Tab. 2.3, le corespund următoarele valori normate: $w = 0,19$; $W_L = 0,52$; $W_p = 0,23$; $I_p = 0,29$; $\rho = 2,0 \text{ g/cm}^3$; $C^n = 0,008 \text{ MPa}$; $\varphi^n = 16^\circ$.

Utilizarea valorilor prognozate a parametrilor rezistenței $C = 0,016 \text{ MPa}$ și $\varphi = 11^\circ$ – pentru argilele sarmațiene ce nu conțin pirită; $C = 0,026 \text{ MPa}$ și $\varphi = 9^\circ$ – pentru argilele sarmațiene ce conțin pirită, trebuie verificați pe cât mai multe probe, preluate de pe diferiți versanți alunecători.

Concluziile expuse de Charykova S.A. despre posibila reducere a rezistenței argilelor sarmațiene în cazul umezirii suplimentare a acestora corespund conceptului autorului tezei. Însă, cel

mai important este răspunsul la întrebarea: "cât de repede decurg procesele de dezalcalinizare?". Doar obținând răspuns la această întrebare se poate discuta despre timpul posibilei reduceri a rezistenței argilelor și, prin urmare, despre gradul de stabilitate a versanților, taluzurilor și terenurilor de fundare.

Robustova T.I. [171] de asemenea a studiat proprietățile reologice ale pământurilor argiloase din Republica Moldova. Ea a stabilit că dezvoltarea deformațiilor de fluaj neamortizat este asociată cu prezența legăturilor plastice de coagulare. Conform datelor prezentate de Robustova T.I., cele mai mici valori ale coeficientului de vâscozitate (până la $1,5 \cdot 10^{-10}$ P) și pragul de fluaj (53-62 % din rezistența argilelor) sunt caracteristice depozitelor implicate în alunecări de teren curgătoare.

Informații valoroase privind determinarea proprietăților fizico-mecanice ale rocilor, inclusiv și al argilelor sarmațiene din Republica Moldova, au fost obținute de cei de la DIIT.

O deosebită atenție necesită cercetările de ani de zile efectuate de Timofeeva T.A. și Polcanov V.N [157-165, 189-192], care s-au ocupat de studierea rezistenței pământurilor argiloase sarmațiene.

În special, este remarcabil faptul că pământurilor argiloase care formează versanții alunecători din Republica Moldova au o rezistență redusă în cadrul masivului. Un rol important în reducerea rezistenței acestor pământuri îl joacă activitatea tectonică caracteristică regiunii.

Acești cercetătorii menționează faptul că condițiile geologico-ingineresti complexe ale teritoriului Republicii Moldova, în combinație cu activitatea neotectonică, au condus la formarea numeroaselor zone cu rezistență redusă în stratul depozitelor de suprafață, care pot fi observate chiar și în spațiile bazinelor hidrografice.

Posibilitatea creării unor zone cu rezistență redusă în pământurile argiloase a fost confirmată în repetate rânduri de către cercetătorii din mai multe țări. În special, în cadrul Institutului de Ingineri ai Transportului din Dnepropetrovsk (DIIT), unde formarea unor astfel de zone a fost înregistrată în urma modelării cu ajutorul unei mașini centrifugale și în timpul observațiilor de teren ale dezvoltării deformațiilor de alunecare în argilele pseudoplastice din Odessa [194-196] ș.a.

Totodată, în Republica Moldova, cercetări detaliate în această direcție practic nu au fost realizate. Rezultatele unor cercetări pot fi găsite în [42, 189].

S-a constatat că mișcările tectonice, procesele seismo-gravitaționale și alunecările de teren contribuie la formarea în argilele sarmațiene a zonelor cu rezistență redusă și a suprafețelor de alunecare înclinate. Influența acestor zone asupra rezistenței totale a fost înregistrată în timpul încercărilor de laborator a pământurilor și a fost confirmată de investigațiile de teren și de rezultatele încercărilor unor modele de alunecări de teren.

Pe teritoriul părții centrale și de nord a Republicii Moldova, datorită particularităților formării reliefului modern, în stratul superior al versanților, la o adâncime de aproximativ 25 m, s-a format o zonă cu rezistență redusă. Adesea aceasta se caracterizează printr-o umiditate ridicată.

Potrivit investigațiilor de laborator și de teren, pentru obiectivele studiate, această zonă poate fi clar depistată la o adâncime de 6-12 m, separând partea superioară a stratului, caracterizată prin pământuri puternic dezagregate cu suprafețe de alunecare înclinate frecvent întâlnite, de pământuri subiacente caracterizate printr-un grad înalt de conservare a texturii și structurii primare, cu o stratificare orizontală bine marcată. Suprafețele de alunecare care apar în ele, sunt limitate la o anumită adâncime. Proprietățile mecanice și reologice ale pământurilor din zona slăbită determină natura și viteza de deformare: în argilele tari procesul de formare a suprafețelor de alunecare se finalizează cu un clivaj fragil (alunecare catastrofală); în cele plastice – se observă o dezvoltare a proceselor de fluaj de lungă durată, de multe ori cu viteze foarte mici.

Cercetările ulterioare ale rezistenței argilelor sarmațiene, efectuate de Timofeeva T.A. și Polcanov V.N., au fost îndreptate spre studierea următoarelor tipuri de argile:

1. Argilele stratului superior – pestrițe, cu structură “oolitică”, tulburate, cu fisuri verticale și suprafețe de alunecare oblice.

2. Argilele stratului de bază – gri-verzui, albastre închis, gri metalic, orizontal stratificate.

Pentru straturile menționate au fost determinate caracteristicile fizice și de rezistență. Totodată, după cum au menționat Timofeeva T.A. și Polcanov V.N., rezultate obținute trebuie considerate ca fiind incomplete și necesită a fi completate.

Rezultatele ultimelor încercări ale pământurilor argiloase au constatat că suprafețele de alunecare la forfecare au o formă complexă, care fuzionează treptat și formează o suprafață unificată ce duce la o cedare macroscopică a probei. Un impact major asupra dezvoltării suprafețelor de alunecare o au defectele structurale. Cele cu o rezistență mai redusă formează fisuri înclinate sub un unghi ascuțit față de suprafața de alunecare finală [55, 138, 200, 201].

Astfel, trebuie recunoscut faptul că evaluarea rezistenței pământurilor argiloase, continuă a fi considerată una dintre problemele nesoluționate ale mecanicii pământurilor. Cele mai recente lucrări mai multor autori sunt bazate pe cercetările efectuate încă în secolului trecut, de savanți ca: Vyalov S.S., Goldstein M.N., Maslov N.N., Tsytoovich N.A., Turovskaya A.Ya ș.a.

Având în vedere cele menționate mai sus, au fost puse următoarele sarcini suplimentare:

- studierea factorilor care determină rezistența argilelor sarmațiene din R. Moldova;
- determinarea valorilor normate și de calcul ale indicatorilor fizico-mecanici pentru evaluarea capacității portante a terenului de fundare;
- folosind metoda regresiei matematice, să se obțină ecuațiile care caracterizează rezistența la forfecare a pământurilor argiloase pentru straturile studiate.

În paragraful 2.2 sunt prezentate rezultatele cercetărilor efectuate de autor pentru realizarea obiectivelor propuse.

2.2. Diminuarea rezistenței pământurilor argiloase în timpul manifestării deformațiilor de fluaj pe versanți

Evaluarea STD a terenurilor de fundare, analiza și prognoza stabilității versanților în vederea efectuării MAD este imposibilă fără date veridice ale proprietăților fizico-mecanice ale pământurilor ce formează versanții și identificarea legităților de modificare a acestora atât în timp cât și în spațiu. O importanță majoră o au datele care caracterizează natura și modificarea rezistenței pământurilor argiloase în limitele stratului alunecător [48, 54, 56, 59, 64, 69, 74, 75, 89, 90, 94, 95, 99, 100-103, 111-114, 118-120, 122, 123, 128, 129, 154, 183, 186, 187, 193, 202].

Mai jos sunt prezentate rezultatele studierii proprietăților fizico-mecanice ale pământurilor alunecătoare din zona nordică și centrală a Republicii Moldova: Telenești, Glodeni, Hîrbovăț și Edineț.

Pentru monoliții prelevați din foraje prin metodele standard [82-87] au fost determinate indicii proprietăților fizice ale pământurilor investigate (Tab. 2.4).

Caracteristicile de rezistență ale pământurilor au fost determinate prin metoda forfecării rapide cu aparatele de forfecare monoplană de tip GGP-30 cu trei presiuni verticale $p = 100; 200; 300$ kPa. Încercările au fost efectuate pe probe cu structură naturală intactă, cu suprafață de forfecare pregătită precum și cu suprafață de forfecare pregătită și umezită.

Luând în considerare faptul că în perioada precipitațiilor atmosferice puternice și topirii zăpezii, are loc micșorarea valorii parametrilor de rezistență ale pământurilor care formează versanții alunecători, ca rezultat a umezirii acestora, unele probe au fost supuse încercării la forfecare după ce au fost umezite suplimentar în baie de nisip.

Valorile normate ale coeziunii și unghiului de frecare internă au fost determinate prin metoda celor mai mici pătrate conform ecuației liniare $\tau = S = ptg\varphi + C$.

Rezultatele cercetărilor științifice

Versantul studiat din *or. Edineț* este compus din depozite argilo-nisipoase sarmațiene, care au fost supuse amestecării ca rezultat al alunecărilor repetate. În urma investigațiilor de teren, în funcție de caracterul de dezagregare a argilelor alunecătoare, prezența zonelor cutate și a suprafețelor de alunecare, schimbarea culorii, au fost distinse două straturi ale roci.

Proprietățile fizico-mecanice au fost determinate pentru stratul superior a depozitelor alunecătoare, mai deformat, cu o grosime de până la 10,0 m, în care sunt prezente deformații active. Acest strat este format din argile pestrițe, oolitice, cu stratificare orizontală pronunțată, cu cuiburi și lentile intermediare de nisip. Argila este fărâmițată de fisuri intermediare multidireționale, adesea verticale, cu suprafețe de alunecare lucioase, rare, oblic orientate.

În urma investigațiilor, umiditatea naturală a argilelor variază în limitele 0,18 - 0,25, gradul de saturație este de 0,81 - 0,90. Pământurile au o consistență tare și plastic vârtoasă. După umezirea în baie de nisip timp de 40 de zile, umiditatea pământului s-a majorat în medie cu 0,12, ajungând până la 0,32. Gradul de umiditate sa schimbat de asemenea cu 0,12, atingând, în medie, o valoare apropiată de o unitate – 0,96.

Pentru a identifica legitatea modificării parametrilor de rezistență ale pământurilor au fost analizată variația valorilor rezistenței pământului în funcție de adâncimea de prelevare a probelor, de densitate și umiditatea acestora. Totuși, sa dovedit că nu există dependențe pentru acest sector. Astfel, pentru probele prelevate de la o adâncime de 1,0 m, cu umiditatea medie de 0,22 și densitatea pământului uscat $1,48 \text{ g/cm}^3$, rezistența la forfecare pentru $p = 200 \text{ kPa}$ sa dovedit a fi de 97 kPa . Pentru probele prelevate din același foraj, doar că de la adâncimea de 8,0 - 9,0 m cu umiditatea de 0,19 și densitatea pământului uscat $1,63 \text{ g/cm}^3$, rezistența la forfecare este aproximativ aceeași – 107 kPa . Pentru un interval relativ mic de fluctuație a umidității și presiunea verticală $p = 100 \text{ kPa}$, a fost observată o variație semnificativă a rezistenței: de la 69 la 141 kPa . Probele de pământ prelevate de la o adâncime de 8,0 m pentru aceleași valori ale densității și umidității ($w = 0,20$; $\rho_d = 1,62 \text{ g/cm}^3$), rezistența la forfecare pentru aceeași presiune verticală ($p = 300 \text{ kPa}$) a variat aproape dublu – $74 - 134 \text{ kPa}$. Datele prezentate arată că factorul principal care influențează asupra rezistenței la forfecare a pământurilor sunt particularitățile structurale ale acestuia: prezența și orientarea zonelor cu rezistență redusă și în primul rând a suprafețelor de alunecare.

Lipsa unor legități de variație a rezistenței în stratul studiat a permis efectuarea unei analize statistice a rezultatelor încercărilor și obținerea valorilor normative și de calcul ale parametrilor rezistenței. Se constată că în stare naturală, în lipsa zonelor cu rezistență redusă, pământul are o rezistență destul de mare. Pentru probele cu structură naturală, pentru presiunea verticală $p = 200 \text{ kPa}$, rezistența medie la forfecare este $S = 96 \text{ kPa}$.

Prezența fisurilor în masiv poate duce la o micșorare a parametrilor rezistenței de aproximativ 1,6 ori, pentru probele cu suprafață de forfecare pregătită, $S = 62 \text{ kPa}$. Această valoare coincide cu valoarea medie a rezistenței la forfecare determinată în urma calcului invers folosind metoda Fp și corespunde stării actuale a pământului din zona de forfecare.

În cazul pătrunderii apei prin fisuri are loc o micșorare și mai mare a rezistenței la forfecare: pentru probele cu o suprafață de forfecare pregătită și umezită, $S = 34 \text{ kPa}$, deci este de 1,7 ori mai mică decât valoarea de rezistență la forfecare pentru aceleași probe cu suprafață de forfecare neumezită, și de 2,6 ori mai mică decât rezistența probelor cu structură naturală.

În perioada cantităților maxime a precipitațiilor atmosferice și a topirii zăpezii, are loc saturarea completă a pământului. În acest caz, în zonele cu rezistență redusă aceasta poate să se micșoreze până la valori minime: pentru probele de pământ cu suprafață de forfecare pregătită după umezirea suplimentară în baie de nisip – $S=29$ kPa, deci rezistența sa micșorat de 3,3 ori în comparație cu rezistența probelor cu structură naturală.

Pe teritoriul fabricii de cărămidă din *or. Telenești*, versantul alunecător până la adâncimea de 9,0 m este format din depozite deluvial-alunecătoare puternic degradat. Acest strat este format din argile sarmațiene pestrițe, oolitice, cutate cu lentile intermediare de nisip și aleurit cu incluziuni de ghips și carbonați. Fisurile au o orientare predominant verticală, dar se întâlnesc deseori și suprafețe de alunecare înclinate. Umiditate naturală a probelor prelevate din acest strat variază într-un interval relativ mic (0,22-0,30), gradul de saturație atinge valoarea de 0,90, de consistență plastic vârtoasă și plastic consistentă. După umezirea în baie de nisip timp de 50 de zile, umiditatea probelor a crescut în mediu cu 0,12, atingând o valoare de 0,38, gradul de saturație cu 0,05 (atingând valoarea 0,95).

Analiza rezultatelor studiului parametrilor de rezistență a pământurilor a arătat că nu există o legitate de variație a acestora în funcție de umiditate și densitate, ca în primul caz. În intervalul mic de variație a umidității, rezistența la forfecare variază pentru aceeași presiune verticală de la 100 kPa până la 220 kPa; probele de pământ cu o umiditate mai mică au o rezistență mai mică decât probele cu umiditate mai mare și densitate mai mică. În unele cazuri, nu sa depistat o legitate de variație a rezistenței la forfecare în funcție de presiunea verticală. Astfel, la o presiune verticală $p = 300$ kPa, rezistența la forfecare $S=100$ kPa, iar pentru $p = 100$ kPa – $S=142$ kPa. Datele prezentate încă o dată demonstrează cele menționate anterior privind faptului că particularitățile structurale (fisurile, prezența zonelor și suprafețelor cu rezistență redusă ș.a.) influențează asupra rezistenței la forfecare a pământurilor.

Pământurile cu structură naturală netulburată preluate din zona studiată din *or. Telenești* au valori ale rezistenței în general mai mari (310kPa) decât pământurile alunecătoare din zona Edineț. Acest lucru poate fi explicat prin faptul că formarea versantului în zona fabricii de cărămizi din Telenești nu sa finalizat. Aici pe alocuri s-au păstrat blocuri de pământ cu structură intactă, a căror rezistență nu a atins încă valoarea minimă.

Pentru probele cu structură naturală, rezistența la forfecare pentru $p = 200$ kPa este de – $S=124$ kPa. Dacă luăm în considerare influența fisurilor, care în laborator au fost modelate prin încercări la forfecare a probelor cu suprafață pregătită de forfecare, atunci pentru aceeași presiune verticală, rezistența la forfecare scade în jumătate ($S=63$ kPa). În caz de umezire a suprafeței de forfecare, rezistența scade până la $S=41$ kPa și se apropie de valoarea medie a rezistenței la

forfecare pentru suprafața deplasărilor de alunecare, care a fost determinată folosind calculul invers. Ținând cont de posibilitatea saturării complete a depozitelor alunecătoare în perioada precipitațiilor maxime și topirii zăpezii, în zona de suprafață se poate aștepta la o micșorare a rezistenței la forfecare până la minimum ($S = 13 \text{ kPa}$). În consecință, în astfel de perioade de timp, se poate observa o scădere accentuată a stabilității pantei și a activării alunecărilor de teren.

În *or. Glodeni*, conform structurii geologice a versantului alunecător au fost delimitate:

a) stratul de depozite deluvial-alunecătoare, formate din argile galbene-verzui, pestrițe cu lentile și straturi subțiri de nisip, adesea saturate; cu blocuri separate de roci, a căror suprafață de stratificare are o pantă inversă de $20\text{-}30^\circ$, grosimea de până la 10 m;

b) argile albastre-cenușii fine, adesea orizontal-stratificate, cu nisip și aleurite pe suprafețele de stratificare, mai rar suprafață de stratificare are o pantă inversă.

Analiza valorilor caracteristicilor fizice a arătat că nu există diferență clară între straturile delimitate: intervalele de variație a umidității naturale este de $0,18\text{-}0,28$ și, respectiv, de $0,18\text{-}0,25$: gradul de umiditate de $0,78\text{-}0,87$ și respectiv $0,80\text{-}0,88$: consistență tare și plastic vârtoasă. O parte din monoliții prelevați din stratul de argile pestrițe, în care se dezvoltă deformații active de alunecare, a fost supusă umezirii suplimentare în baie de nisip. În pofida umezirii îndelungate, saturarea completă a probelor nu a fost atinsă ($S_r = 0,89$), ce poate fi explicat prin direcția stratificărilor în rezultatul deplasărilor de alunecare.

Rezultatele determinării parametrilor de rezistență au arătat că, la fel ca în zonele descrise anterior, nu există o legitate privind variația acestora pe adâncime. O majorare a rezistenței poate fi observată de la adâncimea de 10m, adică pentru stratul inferior, care și-a păstrat într-o măsură mai mare stratificarea primară. Influența densității și umidității asupra rezistenței la forfecare în ambele straturi poartă un caracter secundar față de prezența suprafețelor cu rezistență redusă și de direcția lor. Pentru aceleași valori ale densității, umidității și adâncime de prelevare, rezistența la forfecare este diferită. O dispersie considerabilă a valorilor rezistenței la forfecare (de la 325 până la 138kPa pentru $p = 100 \text{ kPa}$) poate fi explicată prin influența zonelor cu rezistență redusă. Lipsa unei legități de variație a parametrilor de rezistență a impus prelucrarea statistică a rezultatelor obținute. S-a constatat că rezistența medie a stratului de argile pestrițe este de 1,5 ori mai mică decât cea a argilelor albastre cenușii și, prin urmare, egale cu 153kPa și 223kPa.

Prezența fisurilor reduce rezistența la forfecare de 2,3 ori. Umezirea suprafețelor fisurilor duce la o reducere suplimentară a rezistenței apropiindu-se de valoarea minimă, identice pentru cele două straturi ($S = 55 \text{ kPa}$). La saturarea completă a probelor de argilă galben-verzuie în baia de nisip și încercate cu plan de forfecare pregătit și umezit, rezistența la forfecare, în comparație cu starea naturală, sa redus de 7 ori ($S = 23 \text{ kPa}$). Dar chiar și această valoare este oarecum puțin

peste media rezistenței în zona deplasărilor de alunecare obținută în urma calculului invers, cu metoda Fp.

Valorile mari a rezultatelor parametrilor de rezistență pot fi explicate prin faptul că tăierea probelor nu au fost făcută de-a lungul suprafețelor naturale cu rezistență redusă, ci de-a lungul sau sub un unghi semnificativ față de ele.

În zona *or. Hîrbovăt*, partea centrală și inferioară a versantului afluentului stâng al râului Ichel este alcătuită, de asemenea, din argile sarmațiene, supuse deplasării repetate de alunecare și dezagregare. În această zonă, în zona erodată, sunt distinse clar două straturi. Stratul superior este reprezentat de argile cenușii cutate, cu straturi intermediare și lentile de nisip saturat, cu fisuri predominant verticale și prezența suprafețelor înclinate de alunecare. Grosimea stratului este de aproximativ 7 m. Straturile inferioare, reprezentate de argile orizontal-stratificate, cu incluziuni și lentile de nisip de-a lungul suprafețelor de stratificare, cu suprafețe oblice de alunecare. Argilele stratului superior sunt în mod evident foarte dispersate, după cum rezultă din valoarea ridicată a umidității naturale - aproape nemodificată pe adâncimea (0,25-0,28), valori ridicate ale gradului de umiditate (0,95-0,98) și densitate (1,94g/cm³). Pentru argilele cenușii-închise, se observă o variație a umidității pe adâncime (0,30-0,19), a gradului de umiditate (0,98-0,85) și a densității (2,04 g/cm³).

Nu a fost observată o variație regulată a rezistenței în funcție de adâncime. În intervalul de 7,0 - 10,0 m a fost delimitată o zonă cu umiditate redusă (0,14 - 0,18) și gradul de umiditate (0,82-0,88), de asemenea se observă o creștere ne semnificativă a densității (2,08-2,10 g/cm³) și rezistența la forfecare ($S = 1,53 + 0,78p$).

Rezistența medie a argilelor cenușii-închise este de aproximativ două ori mai mare decât a celor pestrițe din stratul superior. Influența umidității și densității pentru ambele straturi, ca și pentru alte zone, este net inferioară față de prezența zonelor cu rezistență redusă. Pentru valori apropiate ale densității și umidității la o presiune $p = 300$ kPa se observă o dispersie mare a valorilor rezistenței la forfecare a pământurilor: valori mai mici corespund stratului superior (145-180 kPa), valori mai mari (180-425 kPa) – stratului inferior. Rezistența argilelor cenușii, în urma efectuării încercărilor cu plan pregătit de forfecare, este practic identică cu valoarea rezistenței medii a argilelor din stratul superior cu structură netulburată. În urma tulburării și umezirii suplimentare a probelor, rezistența pământurilor ambelor straturi se apropie de valori minime.

Rezultatele analizei efectuate sunt prezentate în Tab. 2.4 – 2.6.

Tabelul 2.4. Valorile normate a caracteristicilor fizice a pământurilor studiate în starea lor naturală

№	Locul amplasării terenului alunecător	Tipul argilei	Umiditatea, w_e , %	Densitatea ρ , g/cm ³	Densitatea pământului uscat ρ_d , g/cm ³	Densitatea particulelor ρ_s , g/cm ³	Coeficientul de porozitate, e , frac. unit.	Gradul de umiditate, S_r , frac. unit.	Caracteristicile umidității		Indicele de plasticitate, I_p	Indicele de umiditate I_L , frac. unit.
									w_L	w_p		
1	Edineț	1	23	1,95	1,59	2,74	0,723	0,87	49	25	24	-0,08
		2	24	1,98	1,60	2,76	0,725	0,91	52	26	26	-0,08
2	Telenești	1	26	1,95	1,55	2,74	0,768	0,93	41	22	19	0,21
		2	23	1,94	1,58	2,76	0,747	0,85	50	27	23	-0,17
3	Glodeni	1	24	1,97	1,59	2,74	0,723	0,91	44	24	20	0,0
		2	22	1,98	1,62	2,76	0,704	0,86	48	27	21	-0,24
4	Hîrbovăț	1	26	1,95	1,55	2,74	0,768	0,92	52	22	30	0,13
		2	25	1,99	1,59	2,76	0,736	0,94	54	22	32	0,09

Notă: tipul argilei: 1 – pestrițe, deluvial-alunecătoare, $d_p Q_{IV}$

2 – cenușii-verzui, cenușii-metalic, albastre-cenușii orizontal stratificate, $N_1 S_2$

Sursa: elaborat de autor

Tabelul 2.5 Valorile normate ale parametrilor de rezistență a pământurilor studiate

№	Locul amplasării terenului alunecător	Condițiile de efectuare a încercării	Tipul argilei			
			Pestrițe, deluvial-alunecătoare		Cenușii-verzui, cenușii-metalic, albastre-cenușii	
			Valorile parametrilor de rezistență: unghiul de frecare internă φ° , și coeziunea C , kPa			
			φ^n	C^n	φ^n	C^n
1	Edineț	Forfecare a probelor cu structură naturală	13	48	14	138
	Telenești		12	90	13	192
	Glodeni		13	113	15	190
	Hîrbovăț		18	63	26	134
2	Edineț	Forfecarea probelor cu plan pregătit	12	20	14	48
	Telenești		11	41	12	44
	Glodeni		12	48	11	64
	Hîrbovăț		16	33	18	56
3	Edineț	Forfecarea probelor cu plan pregătit și umezit	6	14	14	22
	Telenești		4	32	8	30
	Glodeni		5	42	10	34
	Hîrbovăț		5	23	13	24
4	Edineț	Forfecarea probelor după umezire suplimentară	9	28	7	46
	Telenești		4	27	5	30
	Glodeni		13	20	Nu au fost determinate	
	Hîrbovăț		3	28	5	44

Sursa: elaborat de autor

Tabelul 2.6. Valorile normate ale caracteristicilor fizice ale argilelor până și după umezire

№	Locul amplasării terenului alunecător	Tipul argilei	Umiditatea w_e , %		Densitatea ρ , g/cm ³		Dens. pământ uscat ρ_d , g/cm ³		Densitatea partic. ρ_s , g/cm ³	Coef. porozitate, e , frac. unit		Gradul de umiditate		Umilitățile caracteristice		Indicele de plasticitate I_p	Indicele de lichiditate	
			w_N	w_C	ρ_N	ρ_C	ρ_{dN}	ρ_{dC}		e_N	e_C	S_{eN}	S_{eC}	w_L	w_p		I_{LN}	I_{LC}
1	Edineț	1	21	32	1,97	1,89	1,63	1,43	2,74	0,681	0,916	0,85	0,96	51	25	26	0,08	0,27
		2	25	34	1,95	1,87	1,56	1,40	2,76	0,769	0,971	0,90	0,97	57	28	29	-0,03	0,21
2	Telenești	1	26	38	1,93	1,80	1,53	1,30	2,74	0,791	1,077	0,90	0,97	53	27	26	-0,04	0,20
		2	23	34	1,94	1,85	1,58	1,38	2,76	0,747	1,000	0,85	0,94	50	26	24	-0,12	0,50
3	Glodeni	1	23	28	1,97	1,88	1,60	1,47	2,74	0,712	0,864	0,88	0,90	40	21	19	0,16	0,37
4	Hîrbovăț	1	22	30	1,97	1,93	1,61	1,48	2,74	0,702	0,851	0,86	0,97	52	23	29	0,00	0,24
		3	24	34	2,01	1,89	1,62	1,41	2,76	0,704	0,957	0,94	0,98	52	22	30	0,13	0,40

Note: X_N – caracteristicile fizice ale pământului până la umezire

X_C – caracteristicile fizice ale pământului după umezire

Sursa: elaborat de autor

2.3. Alegerea valorilor de calcul ale parametrilor rezistenței pământurilor pentru estimarea capacității portante a terenurilor de fundare

Proprietățile fizice, reologice și cele de rezistență, precum și rezistența la acțiuni statice și dinamice sunt indicatori integrali ai caracteristicilor geologo-genetice ale pământurilor și sunt determinați de starea lor, proprietățile și tipul legăturilor structurale. O influență deosebită asupra parametrilor rezistenței pământurilor argiloase o are regimul de amortizare și condițiile de deformare. Cu toate acestea, pentru unele și aceleași metode și regimuri de încercare a pământurilor neomogene cu structură naturală intactă, conform rezultatelor cercetărilor, se observă o dispersie semnificativă a valorilor individuale (Fig. 2.1). Chiar și în limitele unui element geologico-ingineresc omogen, distins în baza caracteristicilor stratigrafice și litologice, structura și starea pământului, respectiv, și proprietățile sale se schimbă „de la un punct la altul”.

Prin urmare, la stabilirea parametrilor de calcul necesari pentru efectuarea unei evaluări veridice a gradului de stabilitate a versanților și taluzurilor, este necesară o selecție de date experimentale, destul de mare după numărul de date individuale. În mare măsură, aceasta se referă la prelucrarea rezultatelor încercărilor la forfecare. Aceasta se explică în primul rând, prin faptul că divizarea rezistenței totale a pământurilor la forfecare în forțe de frecare interioare și coeziune, în mare parte are o formă convențională, din aceste considerente este greu de stabilit valorile reale ale parametrilor de rezistență.

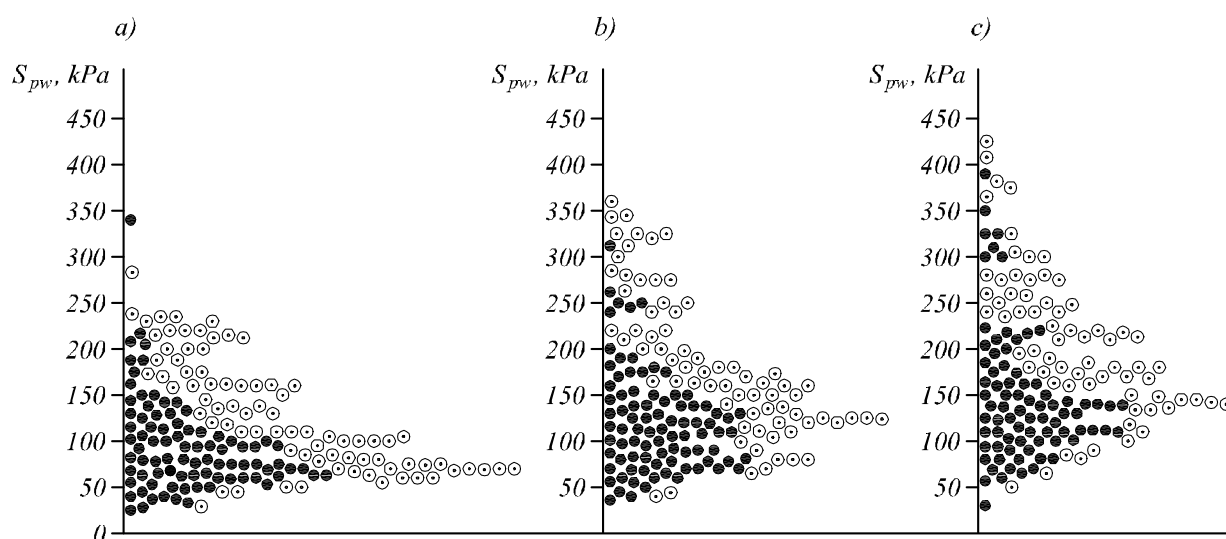


Fig. 2.1. Graficul dispersiei valorilor rezistenței la forfecare S_{pw} a argilelor sarmațiene cu structură netulburată, pentru diferite valori ale presiunii σ_1 ; a) $\sigma_1 = 100$ kPa, numărul de încercări $n = 166$; b) $\sigma_1 = 200$ kPa, $n = 158$; c) $\sigma_1 = 300$ kPa, $n = 147$; ● – pentru argilele stratului superior; ○ – pentru argilele stratului inferior.

Sursa: elaborate de autor

La prelucrarea selecției de date experimentale, în geologia ingineriasca precum și în alte ramuri ale științei și tehnicii, se utilizează metodele statistice matematice. Determinarea valorilor rezistenței de calcul la forfecare a pământurilor se realizează în conformitate cu documentele normative în vigoare [174]. Pentru metoda recomandată, la nivel de ipoteză sa considerat că, dependența dintre eforturile tangențiale și cele normale are un caracter liniar, iar parametrii rezistenței la forfecare a pământurilor – variabile aleatorii independente. Cea din urmă ipoteză nu poate fi considerată satisfăcătoare, deoarece contrazice rezultatele numeroaselor studii experimentale.

Prelucrarea selecției conform normelor în vigoare nu exclude apariția unor erori la stabilirea valorilor de calcul ale parametrilor de rezistență în zona deformațiilor de alunecare, din cauza necesității înlăturării valorilor minimale a rezistenței la forfecare, în timp ce anume aceste valori determină rezistența pământurilor în zonele cu rezistență redusă.

La stabilirea valorilor de calcul a caracteristicilor pământurilor pot fi folosite și alte metode ale statistice matematice: “media după mediană”; “media valorii minimale”; “frecvența relativă cumulată garantată” sau “intervalele de încredere”; “media de amortizare” ș.a.

Caracteristicile de calcul ale pământurilor, chiar și în limitele unui singur element geologico-ingineresc, folosind toate metodele enumerate, pot fi determinate doar pe baza rezultatelor încercărilor la forfecare pentru diferite valori ale densității și umidității. De acest neajuns este lipsită metoda “**compactității-umidității**” propusă și elaborată de Maslov N.N. [128]. Autorul reiese din faptul că la determinarea parametrilor rezistenței la forfecare este necesar de a se ține cont nu doar de factorul de solicitare dar și de factorul compactității-umidității la forfecare. Din acest considerent, studierea rezistenței la forfecare după principiului Terzaghi-Coulomb se permite doar pentru pământurile argiloase rigide, lipsite de coeziune și cu plasticitate redusă.

Cu toate acestea, folosirea metodei “compactității-umidității” la prelucrarea parametrilor rezistenței la forfecare a pământurilor cu structură netulburată, ce formează versanții alunecători din Republica Moldova, este limitată. Acest fapt se datorează în primul rând prezenței în masivul de pământ a zonelor cu rezistență redusă sub formă de suprafețe de alunecare, eterogenitatea considerabilă a acestuia, prezența lentilelor și granulelor de nisip pe suprafețele de stratificare. Cu toate acestea, în majoritatea cazurilor, pământurile studiate în cadrul masivului au o consistență tare sau plastic vârtoasă, ce nu permite construirea dependenței de forma $S_{pw} = f(w, I_L)$, fără a efectua umezirea preliminară îndelungată a probelor de pământ. În cazul structurii naturale netulburate, în intervalul de consistență tare chiar și plastic vârtoasă, nu se observă o dependență a rezistenței la forfecare de consistență (Fig. 2.2).

Folosirea diferitor metode la prelucrarea rezultatelor încercărilor argilelor neogene, preluate din diferite zone alunecătoare ale Republicii Moldova, au demonstrat că, metoda „compactității-

umidității” este potrivită pentru studierea pământurilor cu structură tulburată, cum ar fi a celor din cadrul terasamentelor, și a pământurilor omogene, rezistența cărora se determină, în primul rând, în funcție de consistența acestora.

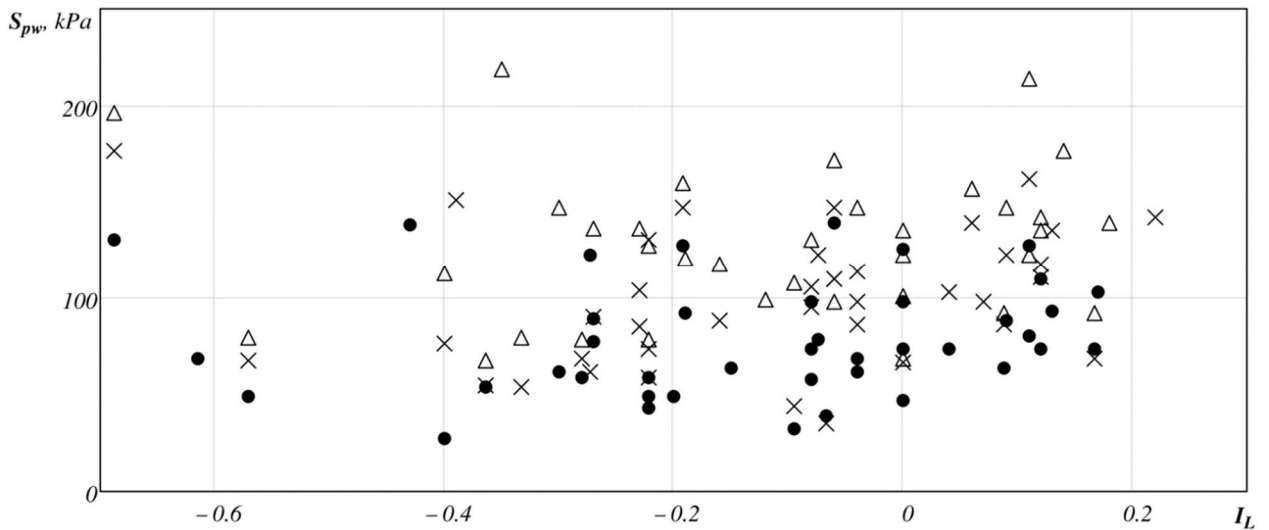


Fig. 2.2. Graficul distribuției valorilor rezistenței la forfecare a argilelor sarmațiene ce formează statul superior în funcție de consistență: ● – rezistența la forfecare a pământurilor cu structură intactă pentru $\sigma=100$ kPa; × – la fel, pentru $\sigma=200$ kPa; Δ – la fel, pentru $\sigma=300$ kPa.

Sursa: elaborate de autor

Pentru pământurile argiloase cu suprafețe naturale cu rezistență redusă, în cazul când influența compactității-umidității este net inferioară perturbării structurii, metoda „compactității-umidității” nu oferă rezultatele așteptate. În acest caz, înainte de prelucrarea datelor experimentale, este necesar, în funcție de obiectivele stabilite, să se formeze o selecție de date, ținând cont de structura argilelor analizate, precum și prezența zonelor naturale cu rezistență redusă.

Pentru a identifica principalii factori care influențează asupra rezistenței la forfecare a pământurilor argiloase, a fost prelucrată selecția de date obținute în urma încercării probelor din argile neogene, preluate din zece zone afectate de alunecări de teren de pe teritoriul Republicii Moldova: Edineț, Telenești, Hîrbovăț, Glodeni, Ungheni, Cornești, Nisporeni, Răscrucea Orhei, Chișinău, drumul Ustia-Holercani. Au fost analizate rezultatele încercărilor de forfecare directă a probelor cu structură naturală intactă, cu suprafață pregătită de forfecare precum și cu suprafață pregătită și umezită. În total au fost analizate peste 1300 de rezultate. Datele inițiale au fost divizate în două selecții, ce corespund stratului superior, deluvial supus alunecării, și inferior, reprezentat prin roci neogene din stratul de bază (virgin).

În calitate de instrument de prelucrare matematico-statistică a datelor a fost folosit programul propus de prof. dr. Sârbu T. Complexul folosește metoda “analizei de regresie și corelație” [92, 168].

O caracteristică importantă a acestei metode este posibilitatea delimitării și operării cu cele mai informative componente și excluderea celorlalte, ceea ce simplifică interpretarea rezultatelor.

În urma prelucrării datelor au fost obținute următoarele relații matematice, ce caracterizează rezistența la forfecare a pământurilor argiloase pentru straturile selectate:

1) pentru stratul superior

- *cu umiditate naturală:*

$$S_{pw} = e^{1,3102} \cdot S_r^{-0,9786} \cdot W_p^{-0,1795} \cdot p^{0,4214} \cdot e^{0,7241 \cdot X_1} \cdot e^{-0,3778 \cdot X_2} \quad (2.1)$$

- *umezite în „baie de nisip”:*

$$S_{pw} = e^{0,0320} \cdot \rho_w^{4,079} \cdot W_p^{0,8333} \cdot p^{0,3164} \cdot e^{0,6529 \cdot X_1} \cdot e^{-0,3009 \cdot X_2} \quad (2.2)$$

2) pentru stratul inferior

- *cu umiditate naturală:*

$$S_{pw} = e^{1,0506} \cdot \rho_{sc}^{1,184} \cdot S_r^{0,5584} \cdot W_L^{0,2619} \cdot p^{0,5643} \cdot e^{0,6847 \cdot X_1} \cdot e^{-0,3961 \cdot X_2} \quad (2.3)$$

- *umezite în „baie de nisip”:*

$$S_{pw} = e^{-1,4026} \cdot \rho_w^{2,786} \cdot I_p^{7,395} \cdot e^{-1,498 I_L} \cdot p^{0,2888} \cdot e^{0,477 \cdot X_1} \cdot e^{-0,4007 \cdot X_2} \quad (2.4)$$

unde: ρ_w – densitatea pământului în stare naturală, g/cm^3 ; ρ_{sc} – densitatea scheletului, g/cm^3 ; S_r – gradul de umiditate, *frac. unit.*; W_L – limita de curgere, *frac. unit.*; W_p – limita de plasticitate, *frac. unit.*; I_p – indicele de plasticitate, *frac. unit.*; I_L – consistența, *frac. unit.*; p – presiunea verticală, kPa ; e – constanta lui Euler, $e = 2,718$; X_1 – parametru ce caracterizează tulburarea structurii naturale; X_2 – parametru ce răspunde de umezirea suprafeței de alunecare.

Interpretarea grafică a rezultatelor cercetării sunt prezentate în Fig. 2.3...2.10. Valorile generalizate ale parametrilor rezistenței sunt prezentate în Tab. 2.6.

Tabelul 2.6 Valorile medii statistice ale parametrilor rezistenței la forfecare în condiții de reducere a acesteia

№ ord.	Umiditatea	Condițiile efectuării încercărilor la forfecare	Tipul argilelor			
			Pestrițe		orizontal stratificate	
			Valorile parametrilor rezistenței			
			<i>C, kPa</i>	<i>φ, grade</i>	<i>C, kPa</i>	<i>φ, grade</i>
1	Naturală	Probe cu structură naturală	44	13	90	19
2		Probe cu plan pregătit	20	8	22	17
3		Probe cu plan pregătit și umezit	14	6	15	9
4	După umezirea în „baie de nisip”	Probe cu structură naturală	26	6	39	6
5		Probe cu plan pregătit	12	3	20	4
6		Probe cu plan pregătit și umezit	10	3	11	4

Sursa: elaborate de autor

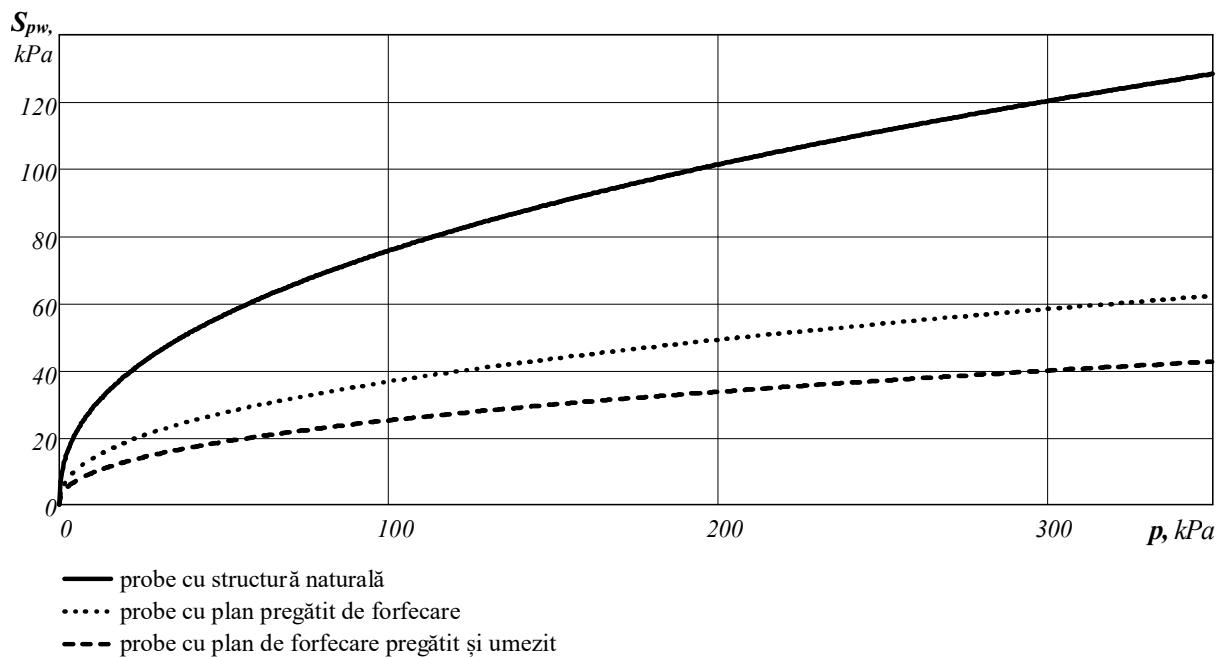


Fig. 2.3. Interpretarea grafică a rezultatelor obținute cu ajutorul relației matematice pentru rezistența la forfecare a pământurilor argiloase în funcție de sarcina normală, conform rezultatelor analizei corelare-regresie, pentru probele stratului superior cu umiditate naturală.

Sursa: elaborate de autor

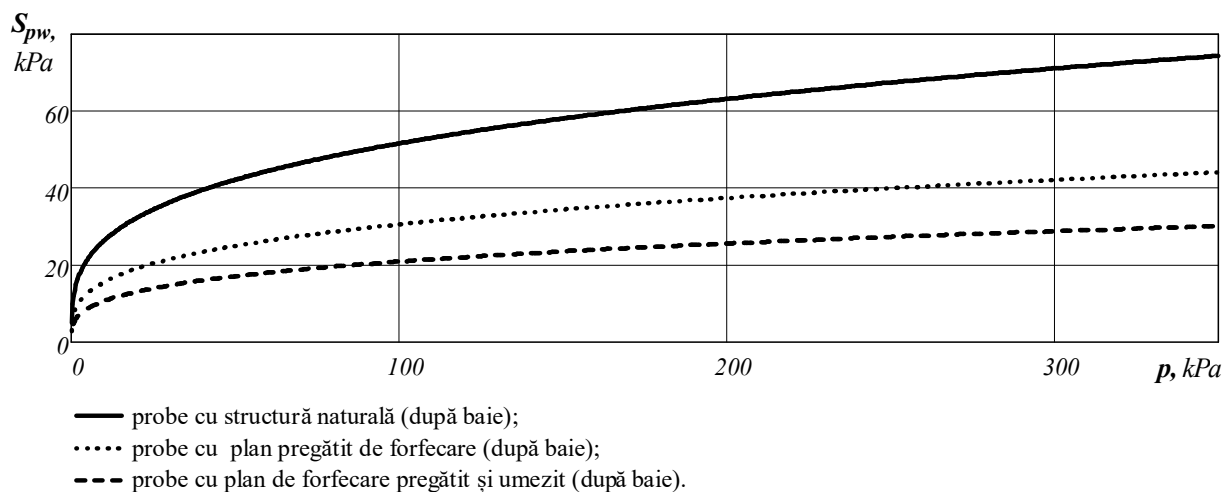


Fig. 2.4. Interpretarea grafică a rezultatelor obținute cu ajutorul relației matematice pentru rezistența la forfecare a pământurilor argiloase în funcție de sarcina normală, conform rezultatelor analizei corelare-regresie, pentru probele stratului superior umezite în “baie de nisip”.

Sursa: elaborate de autor

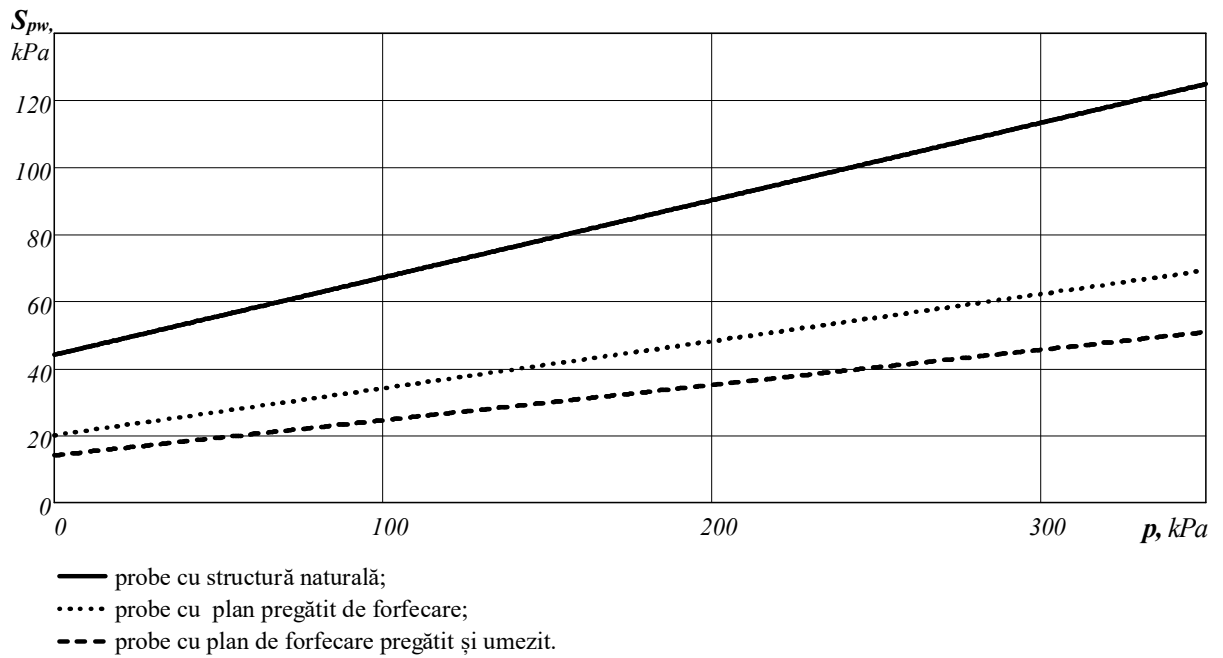


Fig. 2.5. Interpretarea grafică a rezultatelor obținute cu ajutorul relației matematice pentru rezistența la forfecare a pământurilor argiloase în funcție de sarcina normală, conform rezultatelor analizei statistice, pentru probele stratului superior cu umiditate naturală.

Sursa: elaborate de autor

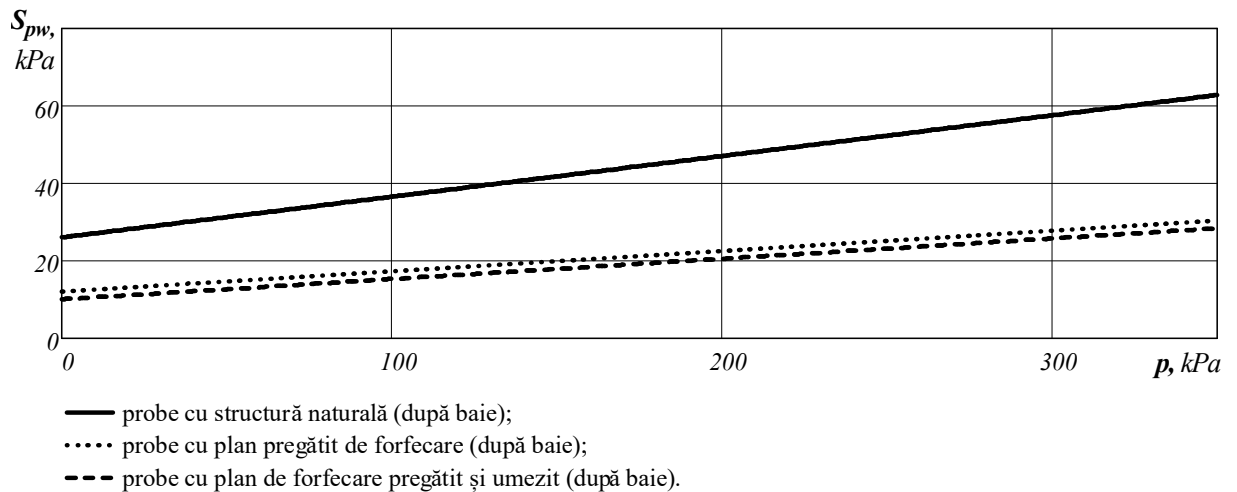


Fig. 2.6. Interpretarea grafică a rezultatelor obținute cu ajutorul relației matematice pentru rezistența la forfecare a pământurilor argiloase în funcție de sarcina normală, conform rezultatelor analizei statistice, pentru probele stratului superior umezite în “baie de nisip”.

Sursa: elaborate de autor

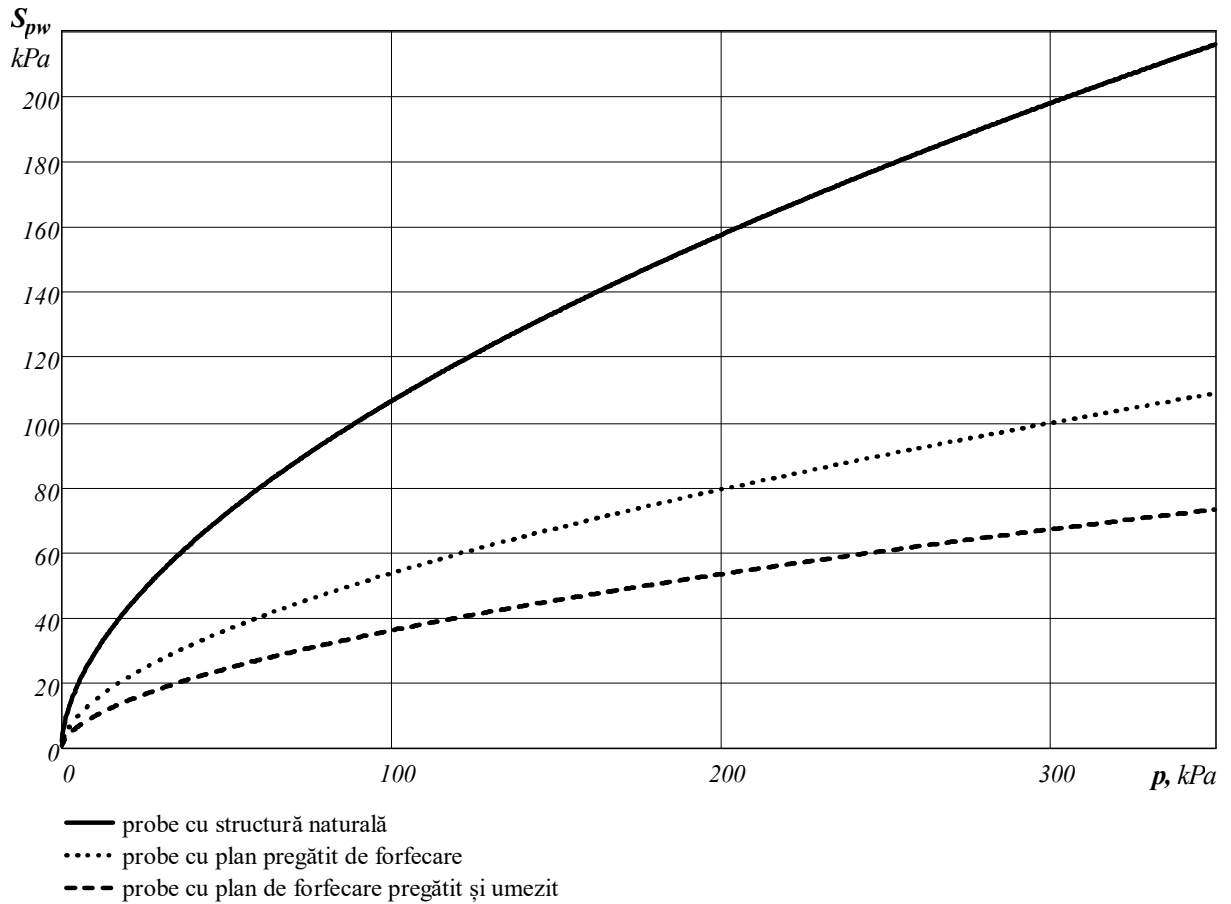


Fig. 2.7. Interpretarea grafică a rezultatelor obținute cu ajutorul relației matematice pentru rezistența la forfecare a pământurilor argiloase în funcție de sarcina normală, conform rezultatelor analizei corelare-regresie, pentru probele stratului inferior cu umiditate naturală.

Sursa: elaborate de autor

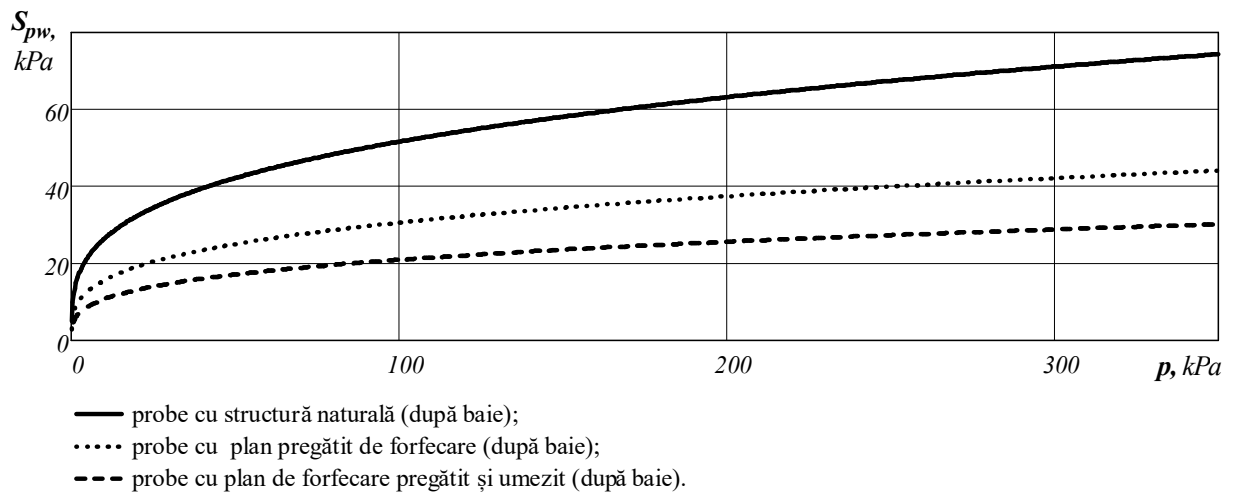


Fig. 2.8. Interpretarea grafică a rezultatelor obținute cu ajutorul relației matematice pentru rezistența la forfecare a pământurilor argiloase în funcție de sarcina normală, conform rezultatelor analizei corelare-regresie, pentru probele stratului inferior umezite în “baie de nisip”.

Sursa: elaborate de autor

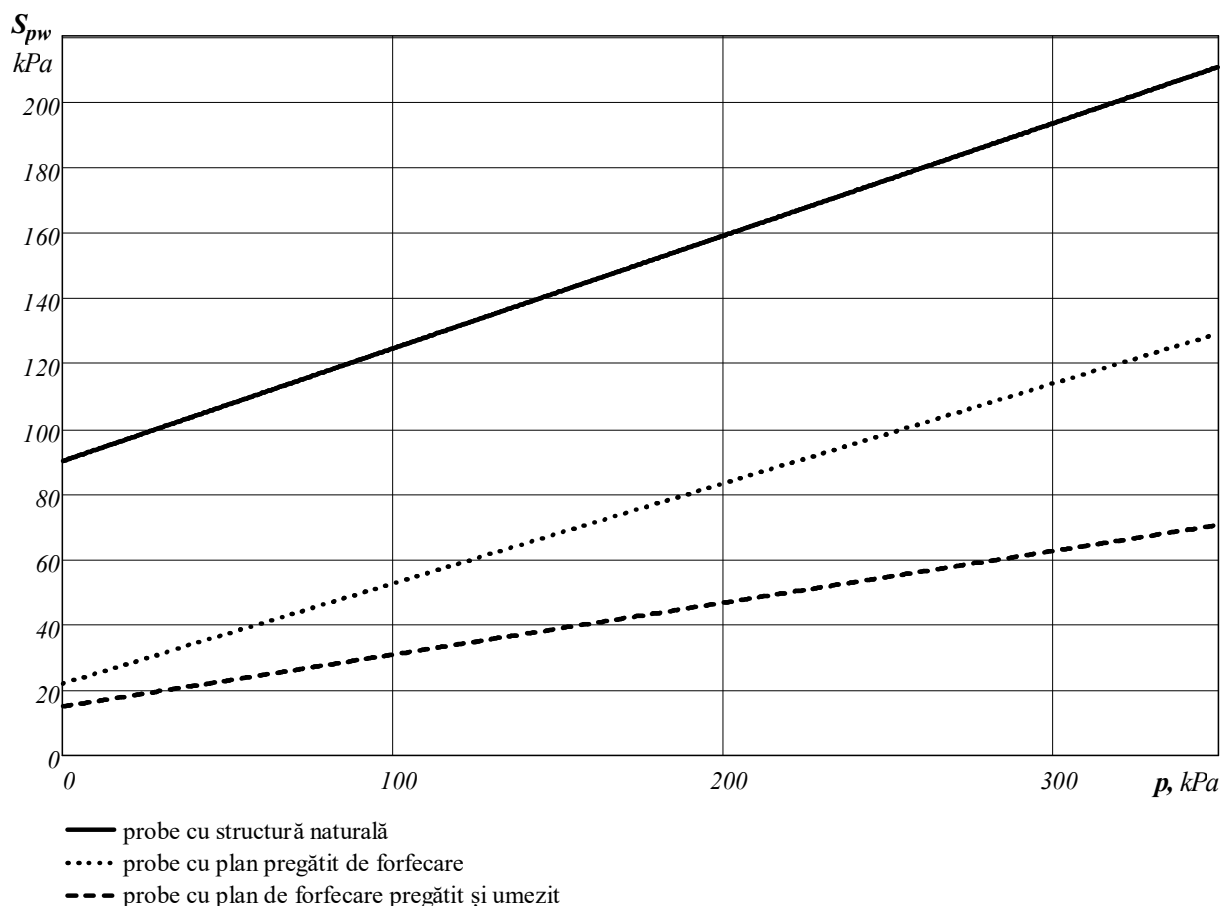


Fig. 2.9. Interpretarea grafică a rezultatelor obținute cu ajutorul relației matematice pentru rezistența la forfecare a pământurilor argiloase în funcție de sarcina normală, conform rezultatelor analizei statistice, pentru probele stratului inferior cu umiditate naturală.

Sursa: elaborate de autor

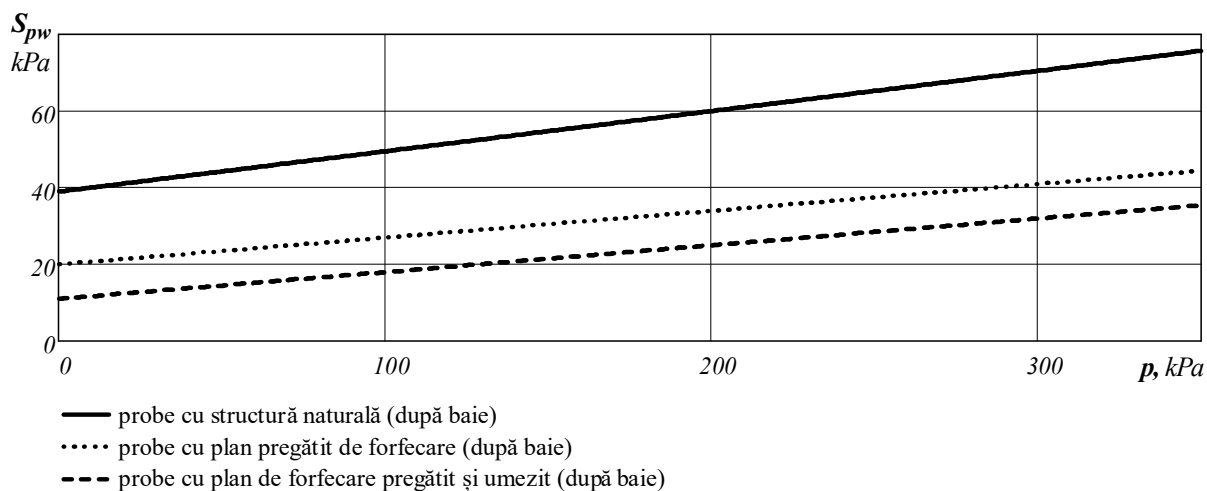


Fig. 2.10. Interpretarea grafică a rezultatelor obținute cu ajutorul relației matematice pentru rezistența la forfecare a pământurilor argiloase în funcție de sarcina normală, conform rezultatelor analizei statistice, pentru probele stratului inferior umezite în "baie de nisip".

Sursa: elaborate de autor

2.4. Concluzii la capitolul 2

În urma cercetării științifice efectuate, sa stabilit că:

1. Rezistența pământurilor argiloase pe versanții alunecători depinde de gradul de umezire și deformare a acestora, determinate de stadiul de formare a versantului. Pe versanții aflați în stadiul de echilibru limită, rezistența medie a depozitelor deluvial-alunecătoare a stratului superior este mult mai mică decât în cazul versanților care încă nu au atins etapa de echilibru limită.

2. La alegerea valorilor de calcul a parametrilor de rezistență pentru fiecare caz în parte trebuie efectuată ținând cont nu doar de straturile delimitate, dar și de etapa de formare a versantului, caracteristicile litologice și structurale ale argilelor, gradul de conservare a structurii și posibilitatea umezirii.

3. Depozitele deluvial-alunecătoare pot fi divizate în două straturi de roci, care diferă după parametrii lor de rezistență. În limitele statului superior pestriț a depozitelor deluvial-alunecătoare, în funcție de gradul de conservare a structurii naturale, pentru umiditatea naturală valoarea coeziunii poate varia mai mult de 2 ori (de la $S=90+0,34p$ kPa, până la $S=44+0,23p$ kPa). La o umezire de scurtă durată a pământurilor în zonele cu rezistență redusă, rezistența lor se micșorează de la $S=15+0,16p$ kPa, și $S=14+0,11p$ kPa). În cazul saturației complete și a tulburării structurii, rezistența maximă la forfecare poate scădea la minimum și caracterizată cu relațiile matematice $S=11+0,07p$ kPa – pentru argile prăfoasă, și $S=0,10+0,05p$ kPa – pentru superfine.

4. Rezistența la forfecare a pământurilor din partea superioară a stratului inferior pot fi descrise cu următoarele relații: $S=90+0,34p$ kPa, $S=22+0,30p$ kPa, $S=11+0,07p$ kPa. Rezultatele obținute indică faptul că în cazul saturării pământurilor din zona deplasărilor de alunecare, parametrii de rezistență scad la minim, indiferent de particularitățile litologice.

5. Analiza rezultatelor cercetării permite de a presupune că în zona deplasărilor, pământurile ce formează versanții alunecători, care în urma deplasărilor repetate au atins echilibrul limită, au valori minime ale rezistenței. Respectiv, valorile obținute ale rezistenței la forfecare, obiectivelor studiate, pot fi folosite pentru evaluarea stabilității altor versanți alunecători aflați la etape similare de dezvoltare.

6. La alegerea valorilor veridice ale indicilor rezistenței pământurilor argiloase folosite pentru evaluarea capacității portante a terenurilor de fundare, este necesară deținerea unui eșantion reprezentativ, care ar conține rezultate încercărilor probelor cu microzone naturale cu rezistență redusă.

7. Prelucrarea statistică trebuie efectuată după o pregătire preliminară a eșantionului, cu păstrarea obligatorie a tuturor valorilor minime ale indicatorilor rezistenței. Anume aceste valori minime caracterizează în mare măsură stării pământului din zona deformațiilor de alunecare.

8. În cazul unui obiectiv separat, este foarte dificil să se obțină un număr suficient de probe, prin urmare, pentru evaluarea *preliminară* a stabilității de lungă durată a taluzului debleurilor realizate pe versanții alunecători pot fi recomandate relațiile matematice obținute de autor.

3. STUDIILE EXPERIMENTAL-TEORETICE ALE PROPRIETĂȚILOR REOLOGICE ALE PĂMÂNTURILOR ARGILOASE DIN REPUBLICA MOLDOVA

Studierea proprietăților reologice ale pământurilor argiloase rămâne încă o sarcină dificilă, deoarece într-o serie de cazuri cercetătorii dau rezultate ambigue privind determinarea parametrilor reologici pentru pământuri de același tip.

Mai jos sunt prezentate rezultatele cercetărilor efectuate de autor în urma prelucrării datelor experimentale efectuate anterior pe mostre de argile neogene din Republica Moldova. O parte din încercări au fost realizate de autor în laboratorul "INGEOTEHGRUP".

Mai mulți specialiști contemporani din domeniul mecanicii pământurilor recunosc necesitatea de a ține cont de valorile eforturilor de forfecare la efectuarea încercărilor, precum și efectuarea unui studiu mai detaliat al construcțiilor din punct de vedere a mecanicii pământurilor. Îndeosebi este necesar să se țină cont de [184]:

- condițiile mecanice (modul de lucru);
- natura pământurilor, exprimată prin parametrii săi (modul de comportare, criteriile de rezistență);
- metodele de determinare a acestor parametri (în câmp, în laborator);
- metodele de calcul (calculul după capacitatea portantă, după deformații).

Corectitudinea calculelor depinde de posibilitatea combinării acestor patru parametri. O posibilă greșeală ar fi – folosirea combinației idealizate.

Analizând pământurile argiloase din punct de vedere al comportării acestora pe versanți și terasamente, este important de a evalua proprietățile lor nu doar în stare naturală, la momentul studierii, dar și posibilitatea prognozării modificării acestora în procesul edificării, și mai ales, cel de exploatare a clădirilor și structurilor.

Obținerea unor valori fiabile ale caracteristicilor reologice ale pământurilor este una din problemele majore în procesul determinării STD a terenului de fundare, deoarece anume aceste valori definesc condițiile de comportare a pământurilor la solicitări.

Condițiile de lucru ale pământurilor argiloase la acțiunea tensiunilor tangențiale de forfecare τ în timp pot fi formulate în următoarele criterii de curgere lentă [128, 129]:

$$I. \tau > p \cdot tg\varphi_w + \Sigma_w + C_c, \quad (3.1)$$

în aceste condiții are loc distrugerea imediată a pământului.

$$\text{II. } \tau < p \cdot \operatorname{tg} \varphi_w + C_c, \quad (3.2)$$

această condiție vorbește despre faptul că:

- a) deformația de fluaj practic lipsește;
- b) rezistența pământului este asigurată pentru toată perioada de lucru a acestuia:

$$\text{III. } \tau > p \cdot \operatorname{tg} \varphi_w + C_c, \quad (3.3)$$

și în același timp

$$\tau < p \cdot \operatorname{tg} \varphi_w + \Sigma_w + C_c.$$

pentru această condiție:

- a) apar deformațiile de curgere lentă;
- b) rezistența pământurilor este asigurată pentru o anumită perioadă de timp, însă din cauza deformațiilor mari este posibilă distrugerea coeziunii structurale ireversibilă C_c în timp și o reducere totală a rezistenței pământurilor

Astfel, manifestarea fluajului pământurilor argiloase depinde de coeziunea lor. Fluajul apare doar când există precondiții pentru "mobilizarea" coeziunii, necesară pentru preluarea tensiunilor tangențiale aplicate pământului. De asemenea, este evident că trecerea pământurilor argiloase în stadiul de fluaj, în condițiile descrise mai sus, este posibilă numai atunci când tensiunea de forfecare τ aplicată pământului depășește o anumită valoare limită τ_{lim} numită "prag de fluaj" și determinată cu relația:

$$\tau_{lim} > p \cdot \operatorname{tg} \varphi_w + C_c, \quad (3.4)$$

În acest caz, coeziunea structurală este interpretată într-un context mai larg, ca fiind o coeziune a pământurilor, care, indiferent de natura sa, are un caracter ireversibil. Evident, în aceste condiții, coeziunea C_c din relația (3.4) ar trebui să includă și coeziunea internă a pământurilor argiloase tari (pământuri uscate).

Este necesar de subliniat faptul că, potrivit prevederilor lui Maslov N.N. trecerea pământurilor argiloase în stadiul de curgere lentă este posibilă numai dacă tensiunea tangențială τ aplicată pământului depășește o anumită limită – "pragul de fluaj" τ_{lim} .

$$\tau > \tau_{lim} > p \cdot \operatorname{tg} \varphi_w + C_c, \quad (3.5)$$

Maslov N.N. recomandă ca “pragul de fluaj” să fie raportat la trei grupe de pământuri argiloase, și anume:

1. argile tari (marnoase, argilite, aleurolite) ($\varphi = 0; \Sigma_w = 0; C_c \neq 0$) – aceste argile nu manifestă curgere lentă;
2. argilele pseudoplastice ($\varphi \neq 0; \Sigma_w \neq 0; C_c \neq 0$) – $\tau_{lim} = p \cdot tg \varphi_w + C_c$,
3. argilele plastice, manifestă proprietăți reologice accentuate ($\varphi = 0; \Sigma_w \neq 0; C_c = 0$) – $\tau_{lim} = 0$,

Noțiunea de rezistență de lungă durată în teoria propusă de savantul Maslov N.N. are un loc special. În viziunea lui, rezistența de lungă durată corespunde valorii extrem de mici a efortului de forfecare, la care atenuarea fluajului este înlocuită de fluajul progresiv.

Pământurile argiloase își pot micșora rezistența în timp, ca rezultat al reducerii, din motive variate, a coeziunii lor.

În conformitate cu teoria compactității-umidității, relația generală pentru rezistența la forfecare are forma:

$$S_{pw} = p \cdot tg \varphi_w + \Sigma_w + C_c, \quad (3.6)$$

unde: S_{pw} – rezistența la forfecare a pământului pentru starea de compactitate-umiditate w dată și la aplicare a unei presiuni p ;

φ_w – unghiul real de frecare, care depinde de starea de compactitate-umiditate w ;

Σ_w – coeziunea de natură hidrocolooidală, cu caracter reversibil;

C_c – coeziunea structurală rigidă, cu caracter ireversibil.

Valoarea forțelor de frecare $p \cdot tg \varphi_w$ rămâne practic constantă în timp în condiții constante de solicitare externă, prin urmare și unghi de frecare internă are valoare constantă în timp: $\varphi_w = const.$

Coeziunea Σ_w de natură hidrocolooidală cu caracter reversibil, rămâne neschimbată în timp, dar poate să se micșoreze la sarcini exterioare, ceea ce duce la manifestarea deformațiilor de fluaj.

Legăturile rigide ireversibile ale coeziunii structurale C_c , chiar și lipsa unei solicitări exterioare, dar în cazul valorilor critice ale lui γ_{cr} pot fi distruse și pe măsură ce cresc deformațiile pot fi reduse până la zero.

Ținând cont de cele menționate mai sus, ecuațiile rezistenței de lungă durată pentru cele trei grupuri principale de pământuri argiloase sunt următoarele:

1. argilele tari care nu manifestă curgere lentă, rezistența acestora se poate micșora doar în cazuri excepționale cum ar fi: deformări bruște a stratului, acțiuni seismice, majorarea numărului de fisuri ș.a.:

$$S_{\infty} = p \cdot tg \varphi_w + C_c \quad \text{pentru} \quad \gamma < \gamma_{kp} \quad (3.7)$$

$$S_{\infty} = p \cdot tg \varphi_w \text{ pentru } \gamma > \gamma_{kp} \quad (3.8)$$

2. argile pseudoplastice;

- pentru $\gamma < \gamma_{cr}$ și, în special, în condiții care exclud posibilitatea unor deformații de fluaj:

$$S_{\infty} = p \cdot tg \varphi_w + \Sigma_w + C_c, \quad (3.9)$$

- pentru $\gamma > \gamma_{cr}$ și, în special, în cazul manifestării deformațiilor de fluaj în stratul de pământ:

$$S_{\infty} = p \cdot tg \varphi_w + \Sigma_w, \quad (3.10)$$

3. argilele plastice;

- dacă este permisă posibilitatea manifestării deformațiilor de fluaj:

$$S_{\infty} = \Sigma_w \quad (3.11)$$

- dacă nu este permisă posibilitatea manifestării deformațiilor de fluaj:

$$S_{\infty} = 0. \quad (3.12)$$

În ultimii ani, o atenție deosebită a fost acordată studierii proprietăților reologice și rezistenței de lungă durată ale pământurilor argiloase. Dovada acestui fapt sunt rezultatele cercetărilor lui Budin A.Ya., Dobrov E.M., Kazarnovsky V.D., Ter-Martirosyan Z.G. ș.a. [22, 58, 59, 64, 90, 110, 183].

Cu regret, astfel de cercetări în Republica Moldova nu au fost efectuate în volum suficient și nu a existat un consens cu privire la o serie întreagă de probleme [42, 105, 107, 109, 112-114, 130, 155-157, 190].

O contribuție semnificativă la dezvăluirea naturii fizice a rezistenței și curgerii lente a pământurilor argiloase ce formează majoritatea versanților din Republica Moldova a fost realizată de Karaulova Z.M., Livovici I.M., Polcanov V.N., Timofeeva T.A. ș.a.

În primul rând, aceasta se referă la grupul de pământuri ce formează versanții alunecători. Având în vedere faptul că în Republica Moldova există peste 16 mii de alunecări de teren, iar suprafața terenurilor considerate alunecătoare și potențial alunecătoare constituie practic 40% din suprafața totală a teritoriului republicii, problema determinării caracteristicilor reologice este actuală și necesită a fi soluționată [51, 52, 60, 91, 123, 142, 147, 148, 166 etc.].

3.1. Rezultatele determinării pragului de fluaj și a coeficientului de vâscozitate pe baza experimentelor cu viteză controlată de deformare

Studierea proprietățile reologice ale argilelor sarmațiene din Republica Moldova au început încă de la mijlocul anilor '80 ai secolului trecut. Drept cauză a servit deformarea taluzului rambleului trecerii în direcția or. Tiraspol și a rambleului înalt de lângă or. Ialoveni.

Cel mai reprezentativ este cazul deformațiilor în apropierea or. Ialoveni. Tronsonul de drum ce ocolește or. Ialoveni intră în zona dislocațiilor tinere de vârstă alpină. Conform hărții zonării neotectonice, tronsonul este atribuit grupului subsidențelor neogene stabile, care în perioada Pliocenului superior și Cuaternară a fost supus unor procese de ridicare de până la 4 mm pe an.

Înălțimea maximă a terasamentului ajunge până la 23 m. Drumul coboară din regiunea bazinului hidrografic până la lunca largă a râului Ișnovăț, sub un unghi de 25-30°. Unghiul de înclinare a versantului de-a lungul axei drumului este în medie de 4°, iar unghiul de înclinarea a versantului în direcția perpendiculară luncii râului variază de la 9° la 13°. Volumul pământurilor ce formează corpul alunecării constituie aproximativ 600 mii m³.

În urma forării au fost depistate, în masivul de pământ ce formează corpul terasamentului, straturi de nisip umed sau saturat și nisip argilos de consistență plastică și curgătoare

Este important faptul că la contactul dintre pământurile inundate ce formează corpul terasamentului și argilele sarmațiene deformate, se observă clar o zonă puternic deformată, cu grosimea de 0,3-0,5 m, cu caracteristici de rezistență și reologice reduse.

Calculule ulterioare au arătat că una din principalele cauze care au dus la deformarea terasamentului a fost dezvoltarea, sub acțiunea tensiunilor tangențiale, a zonelor de fluaj în care tensiunile de forfecare depășesc "pragul de fluaj".

Trebuie remarcat faptul că, în prezent, există un cerc foarte îngust de specialiști care se ocupă de studierea proprietăților reologice ale pământurilor argiloase, în esență, ei sunt reprezentanți ai școlii lui Maslov N.N.: Kazarnovsky V.D., Dobrov E.Sh., Polcanov V.N. și Popovschi V.O.

În ultimii ani, studii detaliate ale proprietăților reologice ale argilelor sarmațiene pe probe cu structură naturală practic nu au fost realizate. Rezultatele generalizate ale unui studiu efectuat anterior sunt prezentate în [157]; o parte din materialele acestuia s-au păstrat în arhivele UTM, Moldgiproavtdor, Intexnauca S.A și AȘM.

În urma analizei rezultatelor numeroaselor studii, atât teoretice, cât și experimentale, efectuate în primul rând la MADI, se poate concluziona că nu a fost determinată valoarea numerică a pragului de fluaj pentru STD la care are loc distrugerea pământului. Valoarea lui rămâne mereu mai mică decât valorile eforturilor de distrugere care caracterizează starea limită ultimă.

Din discuțiile anterioare cu privire la posibila manifestare a deformațiilor de fluaj, este important de accentuat faptul că pământurile argiloase care formează taluzurile debleurilor adânci (versanții) pot avea (și au) o consistență diferită. Aceasta înseamnă că valoarea pragului de fluaj va fi, de asemenea, diferită. Deformațiile observate în partea inferioară a taluzurilor debleurilor sunt într-o oarecare măsură asociate cu micșorarea pragului de fluaj și, în consecință, cu o creștere a intensității deformațiilor de fluaj.

Aceasta înseamnă că, având valoarea pragului de fluaj pentru diferite sectoare separate ale versantului, devine posibilă evaluarea "hazardul zonelor din punct de vedere reologic".

Conform teoriei fizico-tehnice a fluajului, posibilitatea manifestării deformațiilor de fluaj poate fi stabilită prin intermediul unei evaluări comparative a pragului de fluaj și a tensiunilor tangențiale care acționează în masivul de pământ. În același timp, poate fi stabilită și influența deformațiilor de fluaj asupra rezistenței argilelor sarmațiene analizate prin reducerea valorii coeziunii structurale rigide.

Pentru a realiza o analiză comparativă, autorul acestei lucrări a sistematizat și a procesat datele cercetărilor anterioare, prezentând rezultatele lor mai jos.

Determinarea pragului de fluaj a argilelor sarmațiene din Republica Moldova

S-a menționat faptul că datele privind determinarea valorilor numerice ale pragului de fluaj nu sunt suficiente pentru a caracteriza toate grupurile de argile sarmațiene din Republica Moldova.

În eșantionul pregătit pentru prelucrare, au fost incluse rezultatele determinării pragului de fluaj al argilelor sarmațiene cu structură intactă (stratul de bază) și, de asemenea, argilele pestrițe cu textură "oolitică", ale stratului superior, care au fost deja implicate în procesul de alunecare. Într-un eșantion separat au fost incluse valorile experimentale ale pragului de fluaj, care caracterizează zona slăbită la contactul dintre stratul de acoperire superior și cel de bază.

Determinarea experimentală a pragului de fluaj pentru aceste grupuri a fost efectuată, preponderent, prin metoda "cu viteză constantă" elaborată de Karaulova Z.M. sub conducerea lui Maslov N.N., și modificată de Sotnikova S.N. și Polcanov V.N. [107, 175, 176, 191]. Esența metodei propuse de Karaulova Z.M. este ilustrată în Fig. 3.1.

Folosind această metodă au fost efectuate încercări cu viteze constante de deformare: $v = 8,3 \cdot 10^{-6}$ cm/s; $v = 1,9 \cdot 10^{-7}$ cm/s; $v = 5,3 \cdot 10^{-8}$ cm/s; $v = 5,8 \cdot 10^{-8}$ cm/s. Trebuie menționat faptul că cercetătorii nu au reușit să obțină o interpretare clară a influenței vitezei de deformare asupra valorii pragului de fluaj. Această lucră este legat, în primul rând, de faptul că încercările au fost efectuate pentru diferite grupuri de pământuri argiloase și într-un număr redus.

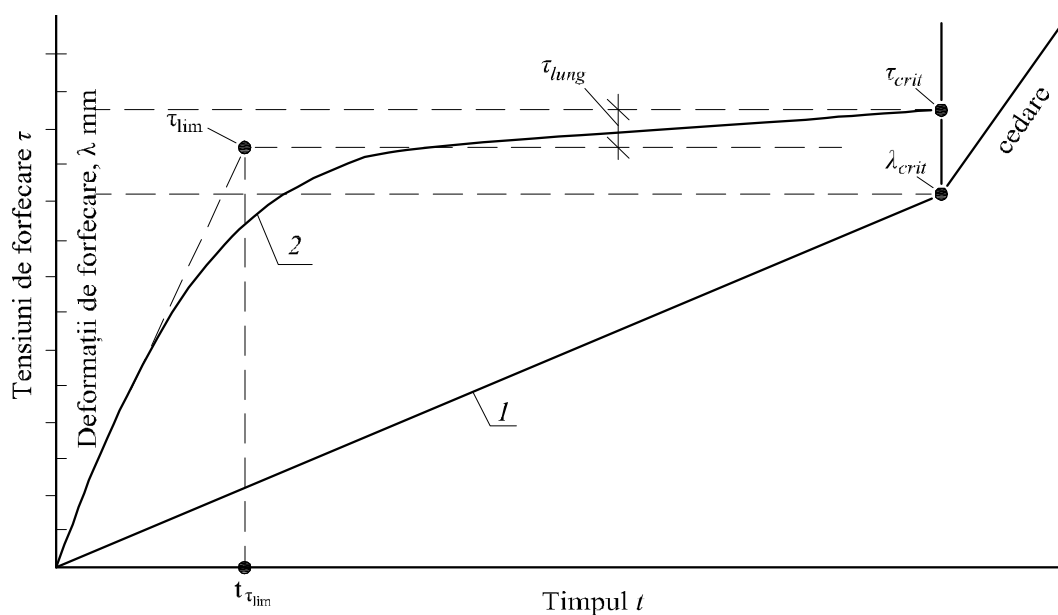


Fig. 3.1. Graficul încercării probei la forfecare cu viteză constantă
 1 – dependența deformației la forfecare λ de timpul t ;
 2 – dependența efortului de forfecare τ de timpul t .

Sursa: [128, Fig. 6.7, p. 106]

Valoarea pragului de fluaj este, fără îndoială, influențată de mai mulți factori: compoziția mineralogică a argilelor; consistența acestora; gradul de expunere la încălcările anterioare ce au tulburat structura și textura primară; prezența zonelor vulnerabile și a suprafețelor de alunecare, direcția lor etc. O influență destul de mare o poate avea sarcina normală care acționează asupra argilelor în masivul de pământ.

Au fost procesate rezultatele încercărilor la forfecare de lungă durată pentru probelor din argilă sarmațiană de consistență tare și vârtoasă (Fig. 3.2, A3.1-A3.3).

Rezultatele analizei au arătat că pentru grupurile de argile studiate le sunt caracteristice valori mari ale forțelor critice de forfecare și a pragului de fluaj. Explicația acestui fapt, evident, trebuie căutată în particularitățile de formare a argilelor și în prezența în cadrul acestora a particulelor fine și a celor de nisip prăfos pe suprafețele de contact dintre straturile de sedimentare.

Încercările pe probe din argile cenușiu-verzui cu incluziuni rotunde, fără semne de feruginizare, cu suprafețe de alunecare, nu au identificat o influență puternică a acestora asupra valorii deformațiilor critice și a efortului de forfecare critic. În același timp, procesul de forfecare în sine a fost însoțit de o amortizare a deformațiilor ce a creat o necesitate de majorare rapidă a forței de forfecare pentru a menține o anumită viteză de deformare a probei.

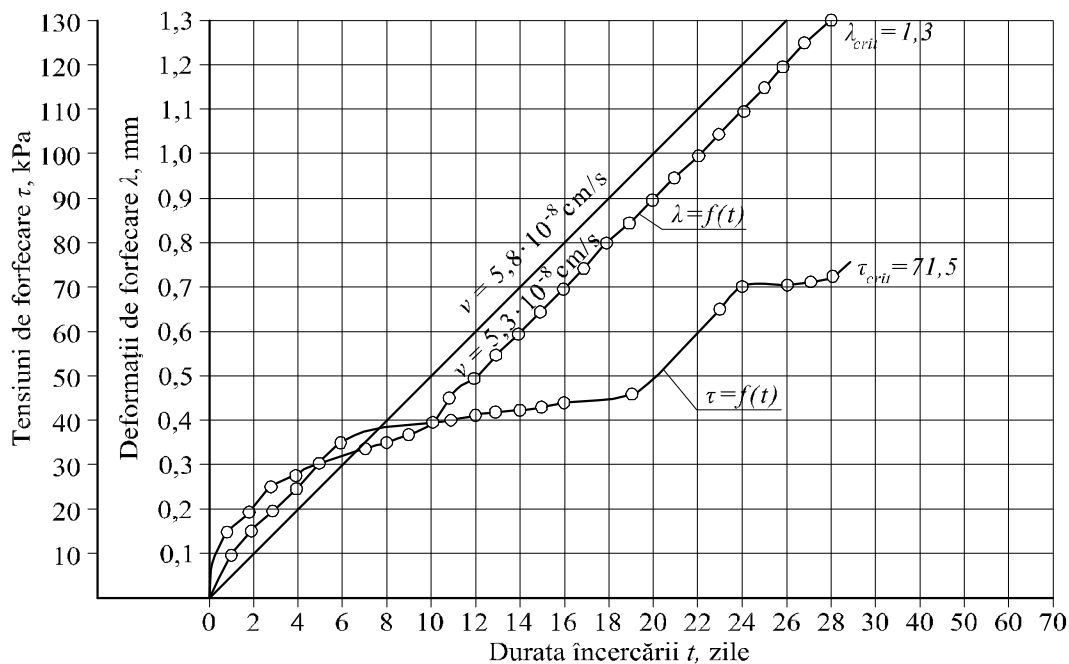


Fig. 3.2 Determinarea pragului de fluaj prin metoda "cu viteza constantă", pentru argile sarmațiene cenușii-verzui plastic consistente.

Sursa: elaborat de autor pe baza încercărilor efectuate de Polcanov V.N.

A fost identificată diferența dintre deformarea argilelor de consistență tare și cele plastic consistente. Efortul critic de forfecare în cazul încercării argilelor plastic consistente poate fi de 2 ori mai mic decât în cazul argilelor tari.

Legile de dezvoltare a deformațiilor pentru tensiuni tangențiale comensurabile cu cele de rupere sunt foarte complexe. Astfel, în timpul unor încercări, a fost observată o creștere a vitezei de deformare, urmată de distrugerea probei, în alte cazuri distrugerea a avut loc brusc. Analiza rezultatelor experimentale a arătat că creșterea sarcinii normale pentru aceste probe, în intervalul de tensiuni studiat, influențează intensitatea dezvoltării deformațiilor de fluaj. Această dependență este liniară pentru intervalul de valori relativ mici ale tensiunilor de forfecare τ . La atingerea unei anumite valori ale tensiunilor τ , această dependență devine neliniară, indicând asupra unui pericol de distrugere a probei.

În majoritatea lucrărilor studiate de autor, se remarcă faptul că curgerea lentă a pământurilor argiloase se manifestă atât în cazul deformațiilor de volum cât și în cazul celor de modificare a formei (de forfecare), care deseori pot apărea concomitent.

Dependența dintre tensiunile și deformațiile care acționează în masiv, care se manifestă într-o anumită perioadă de timp, are un caracter liniar. Cu toate acestea, procesul de deformare în timp a pământurilor argiloase depinde în mod direct de compoziția mineralogică (procentul particulelor argiloase), compactitatea-umiditatea pământului, condițiile de drenare, gradul de conservare a

structurii și texturii primare, tensiunile normale și tangențiale, durata de acțiune a eforturilor de forfecare suplimentare, modul și regimul de solicitare ș.a.

Cele menționate mai sus încă odată demonstrează importanța soluționării problemei legată de studierea proprietăților reologice ale pământurilor. Problema devine mai complicată în cazul studierii argilelor sarmațiene din Republica Moldova, care formează majoritatea versanților alunecători bătrâni din republică și care au fost implicați de nenumărate ori în deplasări de alunecare.

În urma investigațiilor de laborator și de teren, au fost stabilite trei zone distincte ale curgerii lente: fluajul amortizat; fluaj stabilizat, cu viteză constantă; fluaj neamortizat cu trecerea în fluaj progresiv, până la rupere. Cei mai mulți cercetători ai zilelor noastre consideră că dacă $\tau < \tau_{\infty}$ – fluajul poartă un caracter de amortizare, dacă $\tau > \tau_{\infty}$ – fluajul se dezvoltă cu o viteză practic constantă și trece în fluaj progresiv. unde τ_{∞} – este rezistența de lungă durată.

Au fost procesate rezultatele încercărilor la forfecare de lungă durată pentru a construi curbele de fluaj (Tab. 3.1). Interpretarea grafică este prezentată în Fig. 3.3, A4.1, A4.2

Pentru prima dată, astfel de curbe au fost construite de Diasamidze O.G și analizate de Maslov N.N. [128, p. 97] pentru rezultatele determinate experimental cu acțiunea de lungă durată a tensiunilor tangențiale τ asupra probelor, constante în timp, dar diferite ca mărime și exprimate în fracțiuni ale valorii critice τ_{cr} corespunzătoare rezistenței probei (S_p). În toate cazurile analizate, după o anumită deformație convențional-instantanee cauzată de proprietățile pseudoelastice ale pământurilor argiloase, probele s-au aflat în condiții de curgere lentă de lungă durată.

Cum deja sa menționat în pct. 1.1, forma deformațiilor, în funcție de sarcina aplicată probelor, sa dovedit a fi diferită (Fig. 3.3):

1. Curba 1 – corespunde *fluajului amortizat nestabilizat*;
2. Curba 2 – corespunde *fluajului stabilizat*;
3. Curbele 3 și 4 – corespund *fluajului progresiv*.

O caracteristică distinctivă a *fluajului amortizat nestabilizat* este o scădere treptată a vitezei de creștere a deformațiilor de forfecare λ a probei, adică amortizarea sa în timp - practic până la zero.

Conform teoriei fizico-tehnice propusă de Maslov N.N., amortizarea deformațiilor de fluaj în condiții de regim nestabilizat (curba 1) are loc fie în urma creșterii proprietăților vâscoplastice ale pământului, fie în urma micșorării în timp a părții active a tensiunii tangențiale (rezistența reziduală) care acționează asupra pământului.

Versantul care se află într-o stare de deformare amortizată, după o anumită perioadă de timp t_{stab} , se stabilizează complet până la o anumită valoare finită a deformației λ_{fin} .

Tabelul 3.1. Rezultatele încercărilor la forfecare de lungă durată pentru trasarea curbelor de fluaj

Tipul argilei	№ de laborator	Umiditate $w, \%$		Densitatea $\rho, \text{g/cm}^3$		Presiunea verticală P, kPa	Distanța dintre casete d, mm	Tensiunea de forfecare τ, kPa	Deformațiile de forfecare λ, mm	Viteza de deformare $v, \text{cm/s}$	Durata încercării t, ore
		Până la încercare	După încercare	Până la încercare	După încercare						
Argilele sarmațiene pestrițe, cu textură oolitică fără suprafețe de alunecare	1	25,8	24,2	1,98	2,00	100	14,0	100	0,76	$0,7 \cdot 10^{-8}$	160
	2	25,8	24,0	1,97	1,99	100	14,0	125	1,67	$1,39 \cdot 10^{-8}$	160
	3	25,8	24,4	1,97	1,98	100	14,0	150	2,38	$2,4 \cdot 10^{-8}$	160
	4	25,8	24,6	1,98	2,01	100	12,0	175	2,53	$8,3 \cdot 10^{-8}$	90
	5	24,7	23,8	1,99	2,00	300	12,0	125	0,475	$1,0 \cdot 10^{-8}$	115
	6	25,1	24,5	1,99	2,01	300	12,0	150	0,73	$1,6 \cdot 10^{-8}$	115
	7	23,9	23,0	1,98	1,98	300	12,0	175	0,99	$1,7 \cdot 10^{-8}$	155
	8	24,2	23,3	1,97	1,99	300	12,0	200	1,42	$2,52 \cdot 10^{-8}$	90
Argilele sarmațiene orizontal stratificate	9	21,6	20,9	2,03	2,02	500	12,0	225	0,68	$4,56 \cdot 10^{-9}$	90
	10	22,0	21,3	2,03	2,04	500	12,0	250	0,79	$3,6 \cdot 10^{-9}$	90
	11	21,4	20,7	2,02	2,03	500	12,0	275	0,88	$2,8 \cdot 10^{-9}$	90
	12	20,8	20,2	2,05	2,05	500	12,0	300	1,03	$9,3 \cdot 10^{-9}$	90

Sursa: elaborate de autor

Fluajul stabilizat corespunde unei deformații care crește în timp cu o viteză constantă. În cazul unui versant alunecător, fluajul stabilizat poate dura adesea zeci de ani, fără o micșorare aparentă a intensității sale în timp.

Spre deosebire de formele nestabilizate și stabilizate de fluaj, *fluajul progresiv* diferă printr-o creștere pronunțată a intensității de manifestare în timp, care, de regulă, conduce la o rupere bruscă, dacă ne referim la un versant sau taluz — la o dezvoltare rapidă a alunecării de teren. Aproape în toate cazurile, forma progresivă a fluajului este asociată cu o micșorare a rezistenței pământurilor argiloase în cazul deformării acestora în timp.

Fluajul stabilizat ocupă o anumită poziție intermediară între fluajul nestabilizat și progresiv — forțele de frânare care acționează și apar în pământ în urma deformării acestuia echilibrează forțele active care progresează în timp.

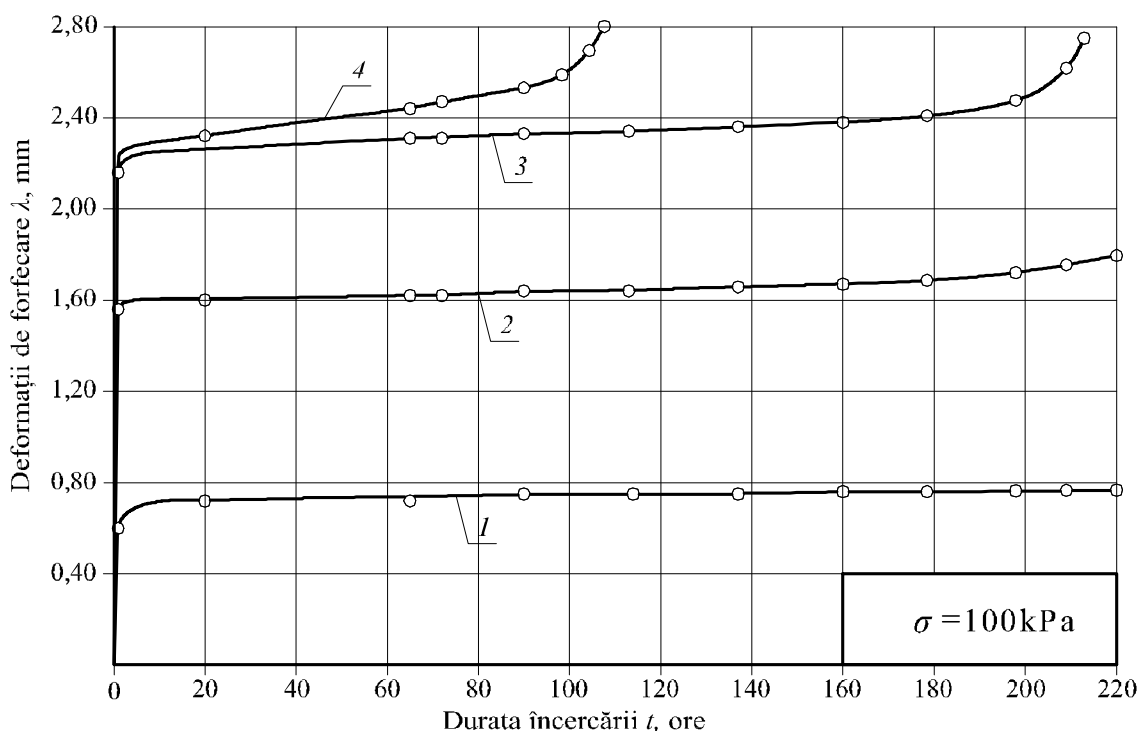


Fig. 3.3. Curbe de fluaj. Încercări pe argile pestrițe sarmațiene cu structură naturală fără suprafețe de alunecare

1 – $\tau = 100$ kPa; 2 – $\tau = 125$ kPa; 3 – $\tau = 150$ kPa; 4 – $\tau = 175$ kPa

Sursa: elaborat de autor în urma prelucrării rezultatelor experimentale realizate de Polcanov V.N.

Natura fluajului amortizat până la moment nu a fost încă dezvăluită. Probabil că acest fenomen, alături de alți factori importanți, se datorează așa numitei “frânări tampon” a scheletului structural. Prin acest termen se subînțelege redistribuirea sau transferul unei părți a sarcinii spre rețeaua structurală rigidă a pământului prin intermediul legăturilor noi formate în urma deformării pământului și punctele de contact dintre particulele rugoase, care intră în componența pământului. Astfel, are loc o confruntare dintre slăbirea rocii ca urmare a distrugerii scheletului rigid cauzată de deformarea îndelungată și întărirea sa ca urmare a îmbătrânirii coloidale și creșterii vâscozității legăturilor coloidale a rocii datorită transformărilor tixotropice și, în același timp, influența benefică a “frânării tampon” asupra scheletului structural.

În același timp, practica arată că un astfel de echilibru, și în același timp chiar forma de fluaj stabilizat, are adesea un caracter temporar. În funcție de influența unor sau altor factori asupra deformării pământurilor, în diferite perioade de timp, pot prevala forțele active sau cele de frânare. În aceste condiții, versantul adesea se află în condiții de amortizare sporadică sau activizare a deformațiilor.

Deseori acest proces se finalizează cu trecerea deformațiilor într-o stare a fluajului amortizat și versantul se stabilizează complet, cel puțin pentru o perioadă relativ lungă de timp.

Cu toate acestea, starea de fluaj stabilizat duce foarte des la un regim al deformațiilor de fluaj progresiv stabil și, în final, la colapsul versantului sau terasamentului.

Astfel, versanții care se află într-o stare de fluaj pseudostabilizat trebuie considerați ca fiind potențial alunecători.

Fenomenul fluajului, caracteristic pământurilor argiloase, este asociat cu micșorarea rezistenței la acțiunea de lungă durată a sarcinii.

Deja s-a menționat că, în funcție de mărimea încărcării, deformațiile de fluaj pot fi amortizate sau neamortizate. În cel de-al doilea caz, procesul de fluaj cu timpul trece în stadiul fluaj progresiv cu viteza crescândă, care se finalizează cu rupere cu atât mai greu, cu cât sarcina este mai mică.

Valoarea maximă a rezistenței convențional-instantanee τ_0 corespunde aplicării momentane a sarcinii; rezistența de lungă durată caracterizează rezistența pământului în momentul dat $\tau(t)$; limita rezistenței de lungă durată (rezistența reziduală) τ_∞ corespunde unor astfel de tensiuni, până la care deformațiile de fluaj practic dispar și nu se produce cedarea. Uneori, dacă momentul cedării este dificil de stabilit, acesta poate fi acceptat ca fiind momentul apariției unui fluaj progresiv. Un alt criteriu de stabilire a rezistenței de lungă durată este prin adoptarea tensiunii, la acțiunea căreia deformațiile de fluaj ating o anumită valoare (limitată).

Pentru analiza ulterioară, valorile de calcul ale pragului de fluaj au fost determinate folosind dependența generalizată $\tau_{lim,on} = f(I_L)$, propusă de Polcanov V.N. [157] și ecuațiile 3.13 și 3.14, propuse de Ichim N.G. [164, 165], ce caracterizează valorile pragului de fluaj

$$C_{lim}(I_L) = \frac{73}{(1 + I_L)^{2.9}} \quad (3.13)$$

$$\phi_{lim}(I_L) = \frac{10,4}{(1 + I_L)^{4.3}} \quad (3.14)$$

Interpretarea grafică a rezultatelor obținute în urma utilizării ecuațiilor 3.13 și 3.14 sunt prezentate în Fig. 3.4.

Ținând cont de valorile de calcul stabilite ale consistenței pământului în limitele stratului analizat și ecuațiile generalizate propuse de autorul acestei teze, valorile coeziunii și unghiul de frecare internă corespunzătoare pragului de fluaj se presupun a fi egale cu:

- 1) Pentru stratul superior (argile pestrițe, oolitice, tulburate):

$$C_{lim} = 40 \text{ kPa}; \phi_{lim} = 7^\circ;$$

- 2) Pentru stratul inferior (argile cenușii, orizontal stratificate)

$$C_{lim} = 75 \text{ kPa}; \phi_{lim} = 11^\circ;$$

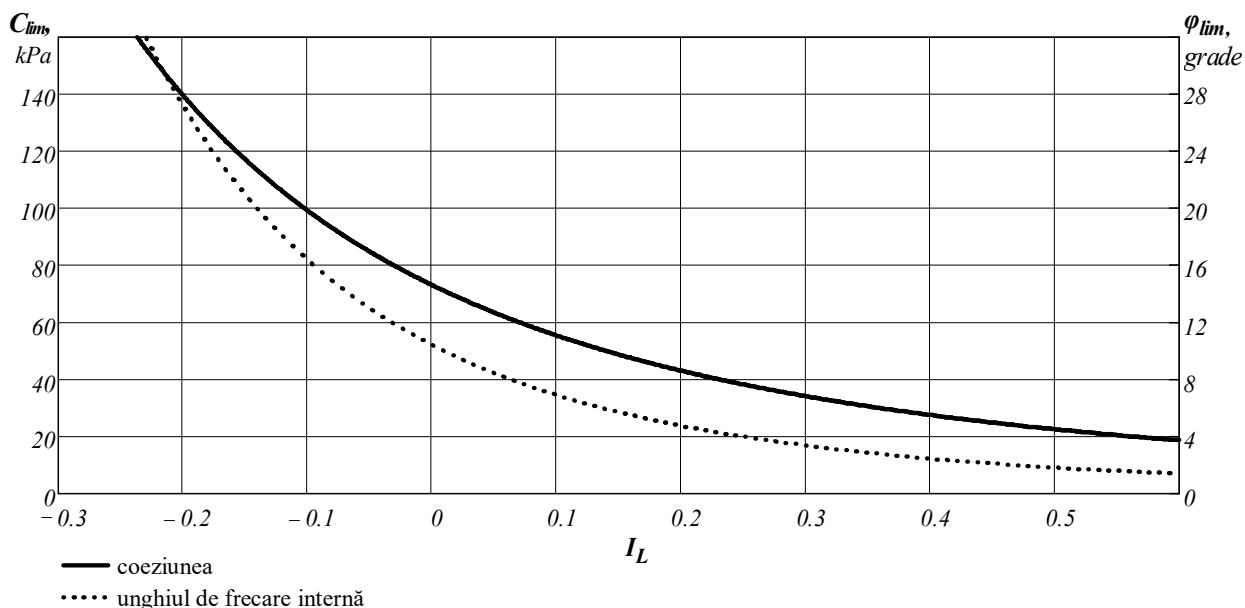


Fig. 3.4. Graficul dependenței coeziunii și unghiului de frecare internă, corespunzătoare pragului de curgere lentă și de indicele de consistență

Sursa: realizat de autor pe baza ecuațiilor propuse de Ichim N.G.[157, p. 129].

Din Fig. 3.4 se poate observa că odată cu creșterea consistenței valoarea pragului de fluaj scade brusc, iar pentru consistența plastic moale aceasta tinde spre zero.

Pentru zonele vulnerabile (cu rezistență redusă) cu valori mari ale indicelui de consistență, parametrii se reduc până la valorile:

$$C_{lim} = 9 \text{ kPa}; \phi_{lim} = 5^\circ;$$

Rezultatele prezentate mai sus sunt atribuite argilelor sarmațiene. De asemenea, partea superioară a stratului în care sunt executate debleurile pot fi întâlnite și alte tipuri de pământuri argiloase, cum ar fi argilele nisipoase. Respectiv, autorul a decis de a efectua unele experimente, cu scop de verificare, pentru determinarea pragului de fluaj și a acestor tipuri de pământuri argiloase. Rezultatele încercărilor sunt prezentate în Fig. A3.4 și A3.5.

Dat fiind faptul că dezvoltarea deformațiilor de fluaj este rezultatul manifestării proprietăților reologice ale pământurilor, un obiectiv la fel de important este determinarea intensității acestor deformații. Pentru soluționarea acestei probleme este necesar de a determina un alt indicator care caracterizează proprietățile reologice – coeficientul de vâscozitate. Anume acest indicator determină dezvoltarea sau, dimpotrivă, amortizarea deformațiilor la fluaj și permite nu doar stabilirea vitezei de dezvoltare a procesului de alunecare, dar și să avertizeze despre o eventuală deplasare ce poate provoca un colaps al versantului. Pentru determinarea valorii coeficientului de vâscozitate au fost efectuate încercări prin metoda "vitezei constante".

Pentru determinarea coeficientului de vâscozitate, au fost folosite ecuațiile lui Bingham-Shvedov care descriu procesul de fluaj al corpurilor vâscoplastice:

$$v_0 = \frac{\tau_{kp} - \tau_{lim}}{\eta} \cdot d; \quad (3.15)$$

$$\eta = \frac{\tau_{kp} - \tau_{lim}}{v_0} \cdot d. \quad (3.16)$$

unde: v_0 – viteza de forfecare a probei;

τ_{cr} – forța critică de forfecare;

τ_{lim} – limita de fluaj;

d – distanța dintre casete.

Valorile vâscozității dinamice variază în limite foarte mari, și depinde de compoziția și starea pământului argilos. Pentru consistența plastic moale, coeficientul de vâscozitate $\eta = a \cdot (10^{10} \div 10^{11})$ Pa·s; pentru consistența tare – $\eta \geq a \cdot (10^{14} \div 10^{15})$ Pa·s [157, Tab. 5.1, p. 141; 128, p. 107].

Pentru discuțiile ulterioare privind evaluarea stabilității taluzurilor debleurilor, o importantă deosebită prezintă faptul că vâscozitatea dinamică (η_t) nu rămâne constantă în timp și depinde de coeziunea de natură hidrocoloidală (Σ_w). Cu alte cuvinte, vâscozitatea dinamică se poate majora sau micșora în timp, în funcție de umiditatea pământului. În cazul majorării umidității pământului, care se observă adesea pe taluzul debleurilor în perioada de primăvară (Fig. 3.5), coeziunea de natură hidrocoloidală scade, ceea ce duce nemijlocit la scăderea vâscozității dinamice și invers, în cazul majorării densității pământurilor și respectiv la o micșorare a umidității (observat în stratul de bază la acțiunea sarcinii provenite din greutatea proprie) valoarea coeziunii de natură hidrocoloidală crește și, în consecință, are loc majorarea vâscozității dinamice.

Ca urmare a acestor procese (de majorare și diminuare a umidității pământului) are loc și majorarea sau reducerea intensității de manifestare a proceselor de fluaj.

Drept confirmare a celor menționate mai sus sunt rezultatele încercărilor efectuate de autor (Tab. A3.1-A3.3). Pentru pământul în stare plastic consistentă ($I_L = 0,43$) valoare coeficientului de vâscozitate obținută este $\eta = 3,07 \cdot 10^9$ Pa·s; iar pentru cea plastic vârtoasă ($I_L = 0,21$) – $\eta = 9,51 \cdot 10^9$ Pa·s.

Pentru obținerea unor ecuații de uz larg, sunt necesare încercări suplimentare pentru cât mai multe grupuri de pământuri argiloase.



Fig. 3.5 Acumularea apelor provenite din topirea zăpezii pe suprafața debleului în proces de deformare pe tronsonul de drum M21 Chișinău-Dubăsari-Poltava, mai 2016.
Sursa: fotografie realizată de autor

3.2. Caracteristicile proprietăților fizico-mecanice și reologice ale pământurilor pentru zonele studiate

Stratul acumulărilor deluviale implicate în procesul de alunecare ce formează majoritate versanților din zona de nord-vest și centrală a republicii, cum sa menționat deja, este studiat deja de mai mulți ani. Obținerea unor valori generalizate ale parametrilor reologici pentru toate grupurile de argile delimitate, nu a fost posibilă până în prezent.

Această circumstanță se explicată prin faptul că, datorită schimbărilor litologice frecvente a rocilor, cauzate de formarea faciesurilor subcontinentale de coastă și lagunare, stratul analizat, preponderent argilos, se caracterizează printr-o structură neomogenă cu straturi intermediare și lentile de nisip, în unele zone pot fi distinse o creștere a conținutului de carbonați.

Cele menționate impun necesitate încercărilor pentru un număr cât mai mare de probe, urmate de o prelucrare statistică a rezultatelor obținute.

În cadrul acestui studiu, au fost folosite metodele utilizate pentru studierea rezistenței de lungă durată, propuse pentru prima oară de cei de la DIIT și MADI. Pentru a determina rezistența

de lungă durată a pământurilor analizate, conform metodei propusă de savanții de la DIIT, s-au efectuat încercări de forfecare directă a probelor cu structură intactă, cu plan pregătit de forfecare și, de asemenea, cu plan de forfecare pregătit și umezit.

Conform metodei propuse de cei de la MADI, determinarea parametrilor de forfecare se realizează în condiții de solicitare de lungă durată. Viteza de deformare a probei se adoptă în limitele: de la $v = a \cdot 10^{-6}$ cm/s până $v = a \cdot 10^{-8}$ cm/s. Durata încercărilor a variat de la câteva ore până la zeci de zile.

Încercările de lungă durată nu sunt lipsite de neajunsuri, dar, ce-i important, nu pot fi realizate în instituțiile și organizațiile de proiectare.

A apărut necesitatea corelării rezultatelor obținute de diferite școli pentru a oferi o metodă simplificată de determinare a parametrilor reologici. Pentru soluționarea acestei sarcini, au fost colectate și generalizate rezultatele cercetărilor anterioare. De bază au fost considerate datele preluate din arhiva UTM și Moldgiproavtodor. Prelucrarea a fost efectuată de către autorul acestei lucrări.

Sectorul alunecător "Km-ul 4 drumului regional G69 Ustia-Holercani"

Din punct de vedere geomorfologic, sectorul alunecător "Km-ul 4 al drumului regional G69 Ustia-Holercani" este caracterizat printr-o câmpie ridicată (de denudație). Relieful versantului din zona analizată este puternic denivelat în trepte. Versantul este acoperit de un strat de depozite deluviale.

Pământurile deluvial alunecătoare au o structură eterogenă reprezentată de argile pestrițe „oolitice”, cu incluziuni frecvente de prundiș, pietriș, piatră de calcar și cuiburi de nisip de diferite mărimi.

Studierea proprietăților pământurilor a fost efectuată pe monoliți preluați din foraje situate în limitele zonei active a alunecării de teren precum și în afara limitelor acesteia.

În urma analizei rezultatelor investigațiilor de laborator nu s-a observat o legitimitate a variației caracteristicilor de compactitate-umiditate în adâncime (vezi Fig. A5.1 și A5.2). Ținând cont de parametrii plasticității și rezistenței obținuți, întregul strat a fost atribuit aceluiași element geotehnic (EGI). Parametrii rezistenței ale pământurilor au fost determinate pe probe cu structură netulburată prin metoda forfecării directe. Încercările la forfecare cu plan pregătit precum și cu plan pregătit și umezit au fost folosite pentru a modela în condiții de laborator influența fisurilor asupra rezistenței precum și umezirea zonelor vulnerabile (vezi Fig. A5.3 și Tab. 3.2).

Dependența rezistenței pământurilor alunecătoare de indicele de plasticitate, ca una din caracteristicile structurii rocilor, nu a fost stabilită pentru acest sector. Nu se observă și dependența

parametrilor rezistenței pământurilor deluvial-alunecătoare de umiditate, care pentru probele testate variază într-un interval larg (de la 10 la 33%).

De asemenea, pentru aproximativ aceleași valori ale umidității și densității pământurilor, există o variație semnificativă a rezistenței la forfecare a probelor cu structură netulburată. Astfel, pentru presiunea verticală de $\sigma = 100$ kPa, rezistența variază de la 62 la 217 kPa. Aceasta înseamnă că, rolul principal la variația rezistenței argilelor studiate îl joacă prezența și orientarea zonelor slăbite (cu rezistență redusă).

După prelucrarea rezultatelor încercărilor s-au obținut valorile normate și de calcul ale rezistenței și caracteristicile reologice ale stratului deluvial-alunecător precum și a rezistenței pământurilor în posibila zonă alunecătoare. Ecuațiile obținute au următoarea formă:
 $S = 0,34 \sigma + 101$ kPa; $S = 0,25 \sigma + 69$ kPa;

Valorile finale ale indicatorilor rezistenței sunt prezentate în Tab 3.2.

Tabelul 3.2. Valorile normate și de calcul ale parametrilor de rezistență la forfecare a pământurilor

Tipul argilei	Metoda de încercare	Valorile normate			Valorile de calcul pentru coeficientul de asigurare egal cu					
					$\alpha_{II} = 0,85$			$\alpha_I = 0,95$		
		C^n kPa	$tg \varphi'$	φ' grade	C_{II} kPa	$tg \varphi_{II}$	φ_{II} grade	C_I kPa	$tg \varphi_I$	φ_I grade
Argile deluvial-alunecătoare	Probe de pământ preluate din zona de deplasare									
	Cu structură netulburată	69	0,26	15	47	0,15	9	33	0,08	5
	Cu plan pregătit de forfecare	24	0,20	11	6	0,11	6	13	0,15	9
	Cu plan de forfecare pregătit și umezit	12	0,12	6	–	–	–	–	–	–
	Probe de pământ preluate din stratul alunecător									
	Cu structură netulburată	101	0,34	19	93	0,31	17	88	0,28	16

Sursă: realizat de autor

Analiza rezultatelor obținute confirmă concluzia că prezența și orientarea suprafețelor de slăbire, particularitățile structurale, gradul de conservare structurii primare intacte, au o importanță primordială asupra valorii rezistenței acumulărilor deluvial-alunecătoare. După cum se știe, determinarea experimentală a rezistenței de lungă durată a pământurilor argiloase este însoțită de mari dificultăți. Principalul dezavantaj este durata lungă a încercării. În acest sens, fără îndoială,

un interes aparte îl reprezintă obținerea ecuațiilor sau legăturilor ce oferă posibilitatea determinării gradului de reducere a rezistenței în timp a pământurilor argiloase precum și valoarea lor finală.

Autorul acestui studiu în baza prevederilor expuse de profesorul Maslov N.N. [128], care, pentru rezistența de lungă durată consideră oportun să fie adoptată sarcina care provoacă fluajul progresiv. Cu alte cuvinte, rezistența de lungă durată corespunde unei valori extrem de mici a tensiunii tangențiale, la care amortizarea fluajului este înlocuită de fluaj progresiv. Trecerea pământului în starea de fluaj, așa cum s-a menționat deja, este posibilă dacă se respectă condiția (3.17), și anume:

$$\tau > \tau_{lim}, \quad (3.17)$$

unde: τ – tensiunea tangențială, kPa;

τ_{lim} – pragul de fluaj, kPa.

În ecuația (3.17), cel mai dificil este determinarea valorii coeziunii structurale rigide. Pentru cazul analizat a fost utilizată metoda forfecării repetate. În baza rezultatelor prezentate în Tab. 3.2, pentru argilele deluvial-alunecătoare selectate din zona deplasărilor de alunecare, valoarea coeziunii structurale rigide este de 46 kPa. Aceasta înseamnă că manifestarea deformațiilor de fluaj pe versant va fi posibilă dacă tensiunile tangențiale τ din cadrul masivului, vor depăși valoarea $\tau_{lim} = 84$ kPa. Ultima valoare a fost obținută în baza datelor prezentate în Tab. 3.2, pentru valoarea medie a sarcinilor provenite din greutatea proprie a stratului de pământ $\sigma_n = 200$ kPa.

În multe cazuri, inclusiv cel analizat, eterogenitatea pronunțată a pământurilor nu permite utilizarea directă a expresiilor teoretice pentru determinarea valorii "pragului de fluaj" a pământurilor cu structură netulburată. Această circumstanță a creat necesitatea determinării experimentale a acestuia pentru pământurile analizate. Încercările au fost efectuate după metoda "cu viteză constantă de deformare". Interpretarea grafică a unei încercări este prezentată în Fig. 3.6.

Valoarea experimentală a pragului de fluaj $\tau_{lim} = 63$ kPa, diferă puțin de valoarea obținută prin metoda "forfecării repetate" ($\tau_{lim} = 84$ kPa).

Valorile obținute ale rezistenței și ale caracteristicilor reologice indică posibilitatea micșorării suplimentare a rezistenței pământurilor deluvial-alunecătoare. Conform rezultatelor încercărilor plan de forfecare pregătite și umezite, în zona deplasărilor de alunecare valoarea rezistenței de lungă durată poate fi de 36 kPa.

Acest fapt încă o dată demonstrează complexitatea problemei analizate și necesitatea efectuării unor încercări suplimentare, în vederea acumulării și generalizării unui număr mai mare de date experimentale.

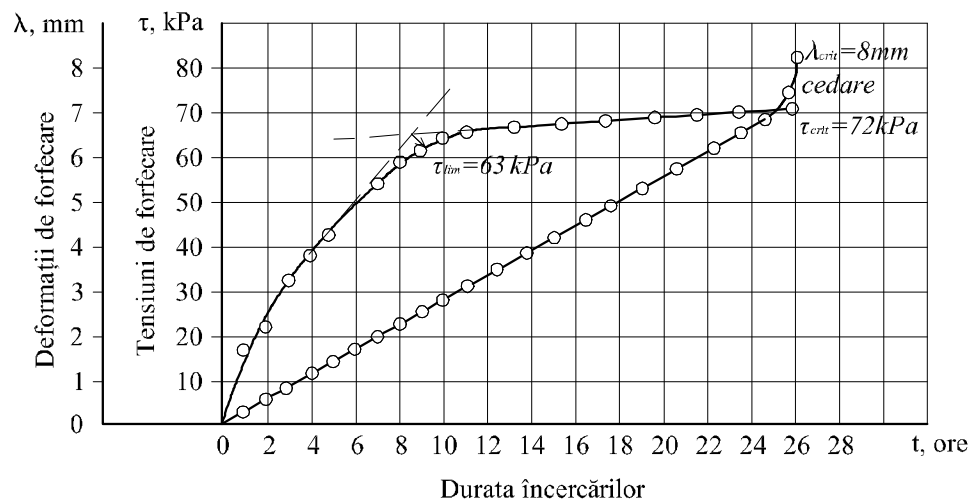


Fig. 3.6. Determinarea pragului de fluaj după metoda “cu viteză constantă de forfecare”.
 Sursa: realizat de autor

Sectorul alunecător "Răscrucea Orhei"

Pe sectorul Răscrucea Orhei drumul în terasament intersectează versantul barierei pe care continuă procesul de formare a teritoriului, însoțite de deformări de alunecare. Construcția rambleului a intensificat dezvoltarea deplasărilor de alunecare pe versant, ceea ce a condus nemijlocit la distrugerea parțială a patului rutier și a construcțiilor asociate (Fig. 3.7 și 3.8).

Din structura geologică a versantului din zona "Răscrucea Orhei" fac parte depozitele argilo-nisipoase sarmațiene.

În stratul de bază, aceste depozite au fost depistate la o adâncime aproximativ de 17...18 m, în forajele executate mai la vale de rambleul deformat, iar în zona inferioară a versantului aceste depozite se întâlnesc la o adâncime de aproximativ 12 m. Depozitele sarmațiene sunt constituite din argile cenușii-verzui, cu o stratificare orizontală bine conservată, cu suprafețe de alunecare rare, uneori netede, care secționează stratul sub unghiuri cu diferite valori (de până la 45 °), care indică asupra unor procese tectonice și gravitaționale intensive în trecut. Între șisturile argilei pot fi observate fâșii subțiri de aleurit și nisip de dimensiuni diferite. În stratul depozitelor argiloase de asemenea pot fi observate lamele sau cuiburi de nisip. Deasupra, aceste pământuri sunt acoperite de un strat gros de depozite deluvial-alunecătoare, formate în urma dezagregării intensive ale rocilor de bază și a deplasării lor repetate pe versant.

Partea superioară a acestui strat (de aproximativ 6 m) este formată din argile puternic erodate, cutate, cu structură "oolitică", pestrițe, cu straturi subțiri și cuiburi de nisip, cu fisuri predominant verticale, cu suprafețe de alunecare frecvente. Mai jos se află argilele cenușii deschise mai puțin erodate, cu lentile și straturi intermediare de nisip, care păstrează pe alocuri stratificarea

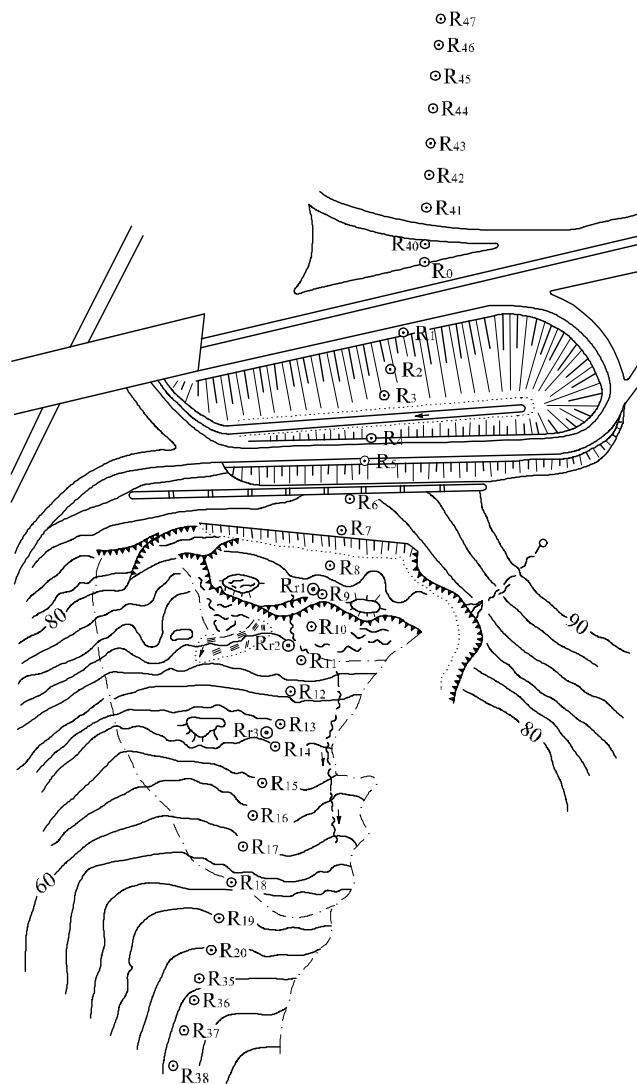


Fig. 3.7 Schema sectorului “Răscrucea Orhei” cu rețeaua de reper.

Sursa: realizată de autor



Fig. 3.8 Distrugerea unei porțiuni a rambleului rutier și conului podului a drumului auto Chișinău-Orhei în zona “Răscrucea Orhei”

Sursa: fotografia realizată de Popovschi V.O. [159, Fig. 2, p. 961]

primară, adesea înclinate sub unghiuri cu valori diferite (20 ... 45 °), cu oglinzi de alunecare.

În direcția pasajului, pe versant există un strat semnificativ de pământ de umplură, de asemenea implicată în mișcarea de alunecare de teren.

Apele subterane, în limitele zonei de alunecare, au fost depistate în toate forajele, la adâncimi diferite, ceea ce confirmă faptul de distribuție a acestora, tipic pentru versanții alunecători. Nu a fost identificat un acvifer unic. Apa se conține în straturi intermediare subțiri, lentile și cuiburi de nisip circulând prin fisuri în stratul de argilă erodată și poate ajunge până la stratul de argile dense orizontal-stratificate, ce servește în calitate de aquitard.

Proprietățile fizico-mecanice ale pământurilor

Determinarea proprietăților fizice și mecanice ale pământurilor au fost realizate în condiții de laborator pe monoliți prelevați din 3 foraje amplasate pe versantul alunecător mai la vale de rambleul deformat.

Rezultatele determinării parametrilor rezistenței sunt prezentați în Tab. 3.3 (interpretarea grafică vezi Fig. A6.1-A6.2).

Tabelul 3.3 Parametrii rezistenței pământurilor analizate

<i>Tipul argilei</i>	<i>Modul de încercare</i>	<i>Valorile normate</i>		<i>Valorile de calcul pentru coeficientul de asigurare egal cu</i>			
				<i>$\alpha_I = 0,95$</i>		<i>$\alpha_{II} = 0,85$</i>	
		<i>C^n kPa</i>	<i>φ^n grade</i>	<i>C_I kPa</i>	<i>φ_I grade</i>	<i>C_{II} kPa</i>	<i>φ_{II} grade</i>
<i>Pestrițe</i>	Cu structură intactă	49	16	29	12	36	14
	Cu plan pregătit de forfecare	37	5	24	2	25	3
	Cu plan de forfecare pregătit și umezit	20	4	12	2	15	2
<i>Cenușii</i>	Cu structură intactă	45	5	30	11	21	9
	Cu plan pregătit de forfecare	30	5	25	4	21	3
	Cu plan de forfecare pregătit și umezit	15	4	12	3	10	2

Sursa: elaborat de autor

Sectorul alunecător " Km 80 al drumului republican R1 Chișinău-Ungheni "

Drumul republican R1 Chișinău-Ungheni a fost construit în condiții geomorfologice dificile ale teritoriului Republicii Moldova [70, 91, 106, 155, 181]. Cel mai periculos, deja de mai mulți

ani, este considerat km-ul 80 în apropierea or. Cornești (Fig. 3.9). Pe acest tronson de drum, deformațiile active de alunecare pe un versant afectat de alunecare veche de teren, implicând și rocile sarmațiene de bază. Activarea periodică a alunecării de teren este cauzată de umezirea suplimentară a stratului de pământ provenită din apele de suprafață precum și existența unei râpi în curs de dezvoltare ce taie talpa versantului.



Fig. 3.9 Deformațiile de alunecare pe tronsonul drumului republican R1 Chișinău-Ungheni, km 81+550 (la ieșirea din s. Romanovca). Septembrie 2017

Sursa: fotografie realizată de autor

Conform rezultatelor obținute în urma forării precum și investigațiilor de teren, în stratul de pământ, ce formează versantul alunecător mai sus de zona de eroziune, au fost delimitate câteva EGI, atât din zona de alunecare precum și dincolo limitelor acesteia.

Delimitarea EGI a fost efectuată, în primul rând, pe baza criteriului litologic. În limitele stratului macrohomogen argilo-nisipos, o atenție deosebită a fost acordată diferențelor de culoare, care reflectă gradul de dezagregare a rocii, precum și tulburarea structurii primare a rocilor: modificări unghiului de înclinație a straturilor, prezența zonelor cutate și suprafețelor de alunecare, structura oolitică ș.a.

Pe versantul de bază (conform datelor forajului №10), primul EGI este constituit din argile nisipoase de la galben-maroniu până la brune, macroporoase, de consistență tare cu concrețiuni carbonatate și incluziuni de nisip.

Sub stratul de argilă nisipoasă se găsește un orizont de roci argilo-nisipoase reprezentând nivelul superior al sarmațianului de mijloc, în limitele căruia au fost delimitate două EGI-uri. Primul EGI (al doilea de la suprafață) amplasat nemijlocit sub stratul de argile nisipoase, este constituit din argile șistoase pestrițe. Unghiul de înclinare a paturilor de sedimentare pentru intervalul 10,4...18,8 m, poate ajunge până la 40°, de asemenea pot fi distinse lentile subțiri și depuneri de nisip între acestea, precum și fâșii mai groase de nisip saturat. Întregul strat superior este traversat de fisuri verticale frecvente. Schimbarea unghiului suprafețelor de sedimentare, evident, poate fi explicată prin procesele tecto-gravitaționale semnificative care au avut loc în trecut.

EGI-ul inferior (a treia de la suprafață) este constituit din argile albastre-cenușii, aproape orizontal stratificate (până la 5°), aleurite, cu depuneri de nisip și praf de-a lungul patului de sedimentare, cu fisuri verticale rare.

În stratul acumulărilor alunecătoare din partea superioară se disting două EGI-uri.

Cel superior (primul de la suprafață) este constituit din argile pestrițe, cutate, în partea inferioară, pe alocuri sa păstrat stratificarea intactă, feruginate, cu concreții carbonatate, inclusiv ochiuri de nisip, puternic fisurate. Unghiul de înclinare a fisurilor diferă de la vertical până la 40 ... 60°, cu oglinzi de alunecare.

Cel inferior (al doilea de la suprafață) este constituit din argile albastre-cenușii, cu stratificare tulburată (până la 70 °), cu incluziuni și lentile de nisip, fisurate.

Astfel, în limitele zonei de alunecare la contactul dintre argilele pestrițe și cele albastre-cenușii șistoase orizontal stratificate, se evidențiază în mod clar o zonă slăbită de roci cu stratificare tulburată. Grosimea acestei zone este variabilă, baza acesteia are o formă ondulată caracteristică versanților alunecători. Prezența acestei zone indică faptul că pe versant au avut loc deplasări de alunecare la adâncimi mari.

În partea inferioară a versantului, acumulările alunecătoare, ca urmare a deplasărilor multiple, au suferit schimbări puternice, ce au cauzat pierderea aproape completă a structurii primare, prin urmare nu a fost posibilă, în baza materialelor disponibile, trasarea graniței între cele două EGI depistate în acest strat. În continuare, întreg stratul aproape omogen a fost considerat ca fiind un singur EGI.

Materialele disponibile în urma investigațiilor geo-inginerești nu au fost, din păcate, suficiente pentru trasarea exactă a graniței între acumulările alunecătoare și argilele șistoase orizontal stratificate a stratului de bază în partea inferioară a versantului pentru delimitarea în EGI independente.

Așa cum se va arăta mai jos, corectitudinea unei astfel de abordări de izolare a EGI pe un versant alunecător este confirmată pe deplin de rezultatele determinării densității pământurilor și, cel mai important, de valorile caracteristicilor de rezistență.

Condițiile hidrogeologice ale versantului alunecător sunt foarte complicate. Nu există un acvifer unic. Apa circulă prin fisuri și lentilele de nisip. Este caracteristic faptul că nivelele de apariție și de stabilire a apei subterane nu coincid. În plus, apariția apei în zona deplasărilor de alunecare este fixată la adâncimi mici iar stabilizarea acesteia are loc la contactul cu argilele și sistoase orizontal stratificate.

De exemplu, în forajul № 10, nivelul apei a fost stabilit la o adâncime de 18,80 m. Acesta indică faptul că în perioadele precipitațiilor abundente poate avea loc saturația întregului strat tulburat implicat în alunecare. Apoi apa treptat se scurge în jos, acumulându-se în zona deplasărilor de alunecare la contactul cu argilele dense orizontale stratificate, ceea ce facilitează procesul de deplasare a rocilor pe versant.

Determinarea parametrilor rezistenței depozitelor alunecătoare

Determinarea parametrilor rezistenței pământurilor alunecătoare au fost efectuate în condiții de laborator pe monoliți selectați de "Moldgiproavtodor" din 6 foraje (2, 4, 5, 15, 16) situate pe versantul alunecător, și forajul № 10 situat dincolo de limitele acestuia. Monolitele au fost selectate la o adâncime de 19,2 m. În total, au fost selectați și încercați 43 monoliți: din stratul depozitelor alunecătoare – 38; din stratul rocilor de bază – 5.

După cum sa menționat deja, în procesul investigațiilor de teren, după culoare și structură, în stratul depozitelor alunecătoare au fost distinse două EGI: EGI-I – argile pestrice cu concrețiuni carbonatice frecvente, cu fisuri verticale, uneori umplute cu nisip fin și prezența rară a oglinzilor de alunecare înclinate; EGI-II – argile dense de culoare albastru-cenușie, cu un grad înalt de păstrare a stratificării intacte. Conform forajului №10, în stratul argilos, de asemenea, au fost distinse două EGI: EGI-I – argile pestrice cu structură tulburată și o stratificare multidirecțională; EGI -II - argile albastre-cenușiu orizontal stratificate ale stratului de bază.

Schimbarea indicatorilor fizici pe adâncime este prezentată în Anexa 7.

În limitele EGI nu se observă o legitate de variație a caracteristicilor fizice în adâncime. Intervalele de variație a umidității naturale a probelor încercate în laborator sunt aproape identice: pentru argilele pestrice – 15...26%; pentru argilele albastre-cenușii – 16...25%. Aceste valori sunt puțin mai mici decât valorile umidității determinate în câmp: pentru argilele pestrice, umiditatea variază de la 20 la 30%, pentru argile albastre-cenușii – de la 20 la 25%. Valorile densității pământurilor în adâncime cresc nesemnificativ: pentru argilele pestrice densitatea variază în intervalul 1,88...2,14 g/cm³, pentru argilele albastre-cenușii – în intervalul 2,03...2,18 g/cm³.

Caracteristicile de rezistență ale pământurilor – coeziunea (C) și unghiul de frecare internă (φ) au fost determinate prin metoda de forfecare rapidă monoplană cu ajutorul aparatului ГПІ-30.

Forfecarea a fost efectuată pentru trei valori ale presiunii verticale: $\sigma = 100, 200, 300$ kPa pe probe cu compactitate-umiditate naturală și probe umezite în "baie de nisip".

Încercările la forfecare au fost efectuate pe probe cu structură intactă, cu plan pregătit de forfecare precum și cu plan de forfecare pregătit și umezit. În total au fost efectuate 154 de încercări.

Analiza rezultatelor obținute arată că în forajului №10 situat dincolo de limitele corpului alunecării de teren, conform caracteristicilor de rezistență poate fi confirmată existența celor două EDI depistate în timpul investigațiilor de teren: argile pestrițe (rezistența medie $S_{med} = 135$ kPa) și argile albastre-cenușii (rezistență medie $S_{med} = 200$ kPa).

În blocul superior alunecător (în forajele №2, 4) de asemenea sunt distinse două EGI:

- argile pestrițe cu o grosime de aproximativ 9 m, rezistența medie $S_{med} = 75$ kPa;
- argile albastre-cenușii din zona tulburată (grosimea de 6 m), rezistența medie $S_{med} = 120$ kPa.

În continuare, în jos pe versant, proprietățile de rezistență ale argilelor pestrițe și argilelor albastre-cenușii ale zonei perturbate ca urmare a deplasărilor repetate s-au egalat, astfel argilele au fost combinate într-un singur EGI – depozite alunecătoare. Valoarea medie a rezistenței pentru acestea este $S_{med} = 75$ kPa, ce coincide cu rezistența medie a pământurilor din EGI superior. Grosimea stratului depozitelor alunecătoare în jos pe versant crește până la 14 m.

Pentru EGI-le delimitate a fost realizată o prelucrare statistică a rezultatelor încercărilor la forfecare realizate în condiții de laborator. Rezultatele sunt prezentate în Tab. 3.4 și 3.5.

În perioada precipitațiilor abundente, stratul depozitelor alunecătoare poate fi saturat în întregime, îndeosebi argilele pestrițe din partea superioară a cuverturii. În această perioadă, rezistența pământurilor poate fi redusă la minimum.

În laborator, acest proces a fost modelat prin saturarea a 11 monoliți (9 – din argile pestrițe și 2 – din argile albastre-cenușii) în "baie de nisip".

Din cauza numărului redus de încercări, caracteristicile de rezistență la forfecare ale pământurilor au fost determinate direct din graficul de forfecare. Ecuațiile obținute sunt prezentate în Tab. 3.6.

După cum poate fi observat din Tab. 3.6, valorile rezistenței pentru încercările cu plan pregătit de forfecare precum și cu plan de forfecare pregătit și umezit a probelor din argile pestrițe și albastre-cenușii preluate din stratul depozitelor alunecătoare, umezite în "baie de nisip" practic coincide și se apropie de valorile rezistenței reziduale.

Un interes deosebit îl reprezintă compararea rezultatelor determinării proprietăților de rezistență ale stratului depozitelor alunecătoare și ale rocii de bază. Din păcate, din forajul №10 situat în afara zonei active de alunecare, după cum sa menționat mai devreme, au fost preluați doar patru monoliți de argile pestrițe și un monolit de argile albastru-cenușii orizontal stratificate. Din

această cauză, valorile caracteristicilor de rezistență au fost determinate din graficul de forfecare. Ecuatiile obținute ale rezistenței pământurilor la forfecare sunt prezentate în Tab. 3.7.

Tabelul 3.4. Valorile normate și de calcul ale parametrilor de rezistență pământurilor la forfecare

Tipul argilei	Metoda de încercare	Valorile normate		Valorile de calcul pentru coeficientul de asigurare egal cu			
				$\alpha_I = 0,95$		$\alpha_{II} = 0,85$	
		C^n kPa	φ^n grade	C_I kPa	φ_I grade	C_{II} kPa	φ_{II} grade
Argile pestrice alunecătoare	Cu structură intactă	30	12	17	9	22	10
	Cu plan pregătit de forfecare	21	6	14	4	17	5
	Cu plan de forfecare pregătit și umezit	16	4	11	3	13	3
Argile albastre-cenușii din zona tulburată	Cu structură intactă	51	14	Nu au fost determinate			
	Cu plan pregătit de forfecare	30	6				
	Cu plan de forfecare pregătit și umezit	22	6				

Sursă: elaborat de autor

Tabelul 3.5. Valorile medii-minimale ale parametrilor de rezistență pământurilor la forfecare.

Tipul argilei	Metoda de încercare	Valorile normate		Valorile de calcul pentru coeficientul de asigurare egal cu			
				$\alpha_I = 0,95$		$\alpha_{II} = 0,85$	
		C^n kPa	φ^n grade	C_I kPa	φ_I grade	C_{II} kPa	φ_{II} grade
Argile pestrice alunecătoare	Cu structură intactă	29	11	19	8	23	9
	Cu plan pregătit de forfecare	21	5	16	4	18	4
	Cu plan de forfecare pregătit și umezit	14	4	9	3	11	3
Argile albastre-cenușii din zona tulburată	Cu structură intactă	47	13	Nu au fost determinate			
	Cu plan pregătit de forfecare	29	5	20	3	24	4
	Cu plan de forfecare pregătit și umezit	22	6	Nu au fost determinate			

Notă: din cauza gradului înalt de dispersie a datelor experimentale și a numărului mic de încercări, nu a fost posibil obținerea valorilor de calcul a caracteristicilor de rezistență pentru argilele albastre-cenușii.

Sursă: elaborat de autor

Tabelul 3.6. Rezistența probelor după umezirea îndelungată în "baia de nisip"

Tipul argilei	Metoda de încercare	Valorile normate		Ecuațiile rezistenței $S = tg \varphi \cdot \sigma + C,$ kPa
		φ grade	C kPa	
Argile pestrice alunecătoare	Forfecarea probelor cu structură intactă	1	17	$S = 0,02\sigma + 17$
	Forfecarea probelor cu plan pregătit de forfecare	1	10	$S = 0,02\sigma + 10$
	Forfecarea probelor cu plan de forfecare pregătit și umezit	1	10	$S = 0,02\sigma + 10$
Argile albastre-cenușii alunecătoare	Forfecarea probelor cu structură intactă	3	29	$S = 0,06\sigma + 29$
	Forfecarea probelor cu plan pregătit de forfecare	3	11	$S = 0,06\sigma + 11$
	Forfecarea probelor cu plan de forfecare pregătit și umezit	2	8	$S = 0,04\sigma + 8$

Sursă: elaborat de autor

Tabelul 3.7. Rezistența pământurilor, în afara limitelor zonei active de alunecare

Tipul argilei	Metoda de încercare	Valorile normate		Ecuațiile rezistenței $S = tg \varphi \cdot \sigma + C,$ kPa
		φ grade	C kPa	
Argile pestrice (din stratul depozitelor alunecătoare)	Forfecarea probelor cu structură intactă	17	80	$S = 0,30\sigma + 80$
	Forfecarea probelor cu plan pregătit de forfecare	6	27	$S = 0,11\sigma + 27$
	Forfecarea probelor cu plan de forfecare pregătit și umezit	3	27	$S = 0,06\sigma + 27$
Argile albastre-cenușii orizontal stratificate (din stratul depozitelor alunecătoare)	Forfecarea probelor cu structură intactă	17	138	$S = 0,31\sigma + 138$
	Forfecarea probelor cu plan pregătit de forfecare	6	37	$S = 0,11\sigma + 37$
	Forfecarea probelor cu plan de forfecare pregătit și umezit	4	32	$S = 0,07\sigma + 32$

Sursă: elaborat de autor

Analiza rezultatelor arată că rezistența argilelor albastre-cenușii orizontal stratificate este mai mare decât rezistența argilelor pestrice a "stratului de bază". Este caracteristic faptul că există o creștere a coeziunii, în timp ce unghiul de frecare internă practic nu se schimbă. Acest fapt poate fi explicat prin gradul major de păstrare a stratificării primare în partea inferioară a stratului, pământurile cărui au o coeziune structurală destul de mare.

Valorile parametrilor de rezistență ale argilele pestrice și albastre-cenușii din “stratul de bază” sunt mai mari decât a depozitelor alunecătoare, care de asemenea poate fi explicat prin gradul major de păstrare a stratificării orizontale primare. Astfel, rezistența probelor argilelor “stratului de bază” (pestrice și orizontal stratificate) cu structură intactă este de 2 ori mai mare decât rezistența depozitelor alunecătoare (argile pestrice și albastre-cenușii).

Micșorarea rezistenței pământurilor alunecătoare poate fi cauzată de formarea zonelor și suprafețelor cu rezistență redusă ca rezultat al dezagregării și deplasărilor tectono-gravitaționale. Pe aceste suprafețe, mai ușor poate avea loc umezirea suplimentară, ceea ce facilitează activare ulterioară a procesului de alunecare.

În cadrul cercetării au fost analizate rezultatele încercărilor la forfecare a probelor cu structură naturală intactă și cele cu suprafață de forfecare pregătită.

Sa constatat că, la încercarea probelor cu suprafață pregătită de forfecare, atât pentru argilele pestrice “din stratul de bază” cât și pentru argilele albastre-cenușii, rezistența scade aproximativ de 3 ori. În timp ce rezistența pentru argilele pestrice alunecătoare, la încercarea probelor cu suprafață pregătită de forfecare, scade de 1,5 ori, pentru cele albastre-cenușii din zona tulburate – de 2 ori. Acest lucru indică faptul că argilele pestrice au fost supuse unor deformații și schimbări de structură mai mari în comparație cu argilele albastre-cenușii tulburate și mai mult ca atât față de rocile de bază.

Comparând rezistența inițială a argilelor de bază cu rezistența depozitelor alunecătoare obținută în urma încercării probelor cu suprafață pregătită de forfecare, constatăm că aceasta se micșorează datorită pierderii totale a coeziunii structurale, atât pentru argilele pestrice, cât și pentru cele albastre-cenușii, aproximativ de 4 ori. În consecință, micșorarea rezistenței pământurilor alunecătoare va continua.

Posibilitatea majorării umidității de-a lungul fisurilor a fost modelată în cadrul laboratorului prin încercarea la forfecare a probelor cu suprafață pregătită și umezită. Rezultatele arată că umezirea suplimentară în zona de forfecare are un efect mai mic asupra micșorării rezistenței pământurilor: pentru argilele pestrice, rezistența sa micșorat în mediu cu 30%; pentru argilele albastre-cenușii – cu 20%. Astfel, dacă, ca urmare a unei tulburări a structurii primare a argilelor pestrice din stratul de bază și a celor albastre-cenușii, rezistența poate să se micșoreze de 4 ori, atunci în cazul umezirii suplimentare în zona de forfecare, doar cu 20-30%.

Aceste rezultate conduc la concluzia că asupra valorii rezistenței o influență majoră o are gradul de conservare a structurii primare, caracteristicile structurale ale pământurilor, prezența zonelor cu rezistență redusă și direcția acestora. Acest lucru poate fi explicat prin faptul că, pentru aproximativ aceleași valori ale umidității și densității pământului, în cazul argilelor pestrice se

observă o dispersie mare ale valorilor rezistenței la forfecare a probelor cu structură naturală: pentru $\sigma = 100$ kPa valorile rezistenței variază în intervalul: $S = 28 \dots 160$ kPa; pentru $\sigma = 200$ kPa – $S = 36 \dots 180$ kPa; pentru $\sigma = 300$ kPa – $S = 65 \dots 200$ kPa.

Din cele afirmate mai sus, pentru prognoza stabilității versantului în funcție de condițiile geologico-ingineresti trebuie folosite valori diferite ale coeziunii și unghiul de frecare internă:

– pentru calculul stabilității corpului alunecării de teren, unde pământurile încă păstrează parțial coeziunea structurală, se recomandă folosirea valorilor *statistice medii* ale rezistenței obținute în urma încercării probelor cu suprafață pregătită de forfecare;

– pentru calculul stabilității zonei de frunte a alunecării de teren (limba alunecării), pentru partea superioară a stratului alunecător, unde pământurile și-au pierdut aproape complet coeziunea structurală, se recomandă folosirea valorilor *medii-minimale* ale rezistenței obținute în urma încercării probelor cu suprafață de forfecare pregătită și umezită;

– pentru prognoza dezvoltării deformațiilor de alunecare a părții inferioare a versantului, unde nu sunt observate deformații de alunecare, se recomandă folosirea valorilor *medii-minimale* ale rezistenței obținută în urma încercării probelor cu suprafață pregătită de forfecare.

Determinarea pragului fluajului pe baza încercărilor cu "forfecare repetată"

Determinarea pragului de fluaj pe baza încercărilor de lungă durată este destul de laborioasă și presupune necesitatea unor măsuri speciale pentru a menține starea naturală de compactitate-umiditate a probelor testate. În acest studiu s-a încercat să se stabilească valoarea pragului fluajului pe baza încercărilor de forfecare rapidă a probelor cu structură naturală intactă și a celor cu suprafață pregătită de forfecare.

În calitate de date inițiale au servit rezultatele obținute în urma prelucrării selecției formată din peste 1300 de rezultate experimentale și determinarea ecuațiilor de corelare (vezi paragraful 2.3).

În rezultat, au fost obținute următoarele ecuații care caracterizează pragul de fluaj:

1) pentru stratul superior:

- *cu umiditate naturală:*

$$\tau_{lim} = \sigma \cdot tg13^\circ + 24, kPa; \quad \tau_{lim} = 0,231\sigma + 24, kPa ;$$

- *după umezirea suplimentară în "baia de nisip":*

$$\tau_{lim} = \sigma \cdot tg6^\circ + 14, kPa; \quad \tau_{lim} = 0,105\sigma + 14, kPa ;$$

2) pentru stratul superior

- *cu umiditate naturală*

$$\tau_{lim} = \sigma \cdot tg19^\circ + 68, kPa; \quad \tau_{lim} = 0,344\sigma + 68, kPa ;$$

- după umezirea suplimentară în "baia de nisip":

$$\tau_{lim} = \sigma \cdot \operatorname{tg}13^{\circ} + 24, kPa; \quad \tau_{lim} = 0,231\sigma + 24, kPa .$$

Analiza comparativă a valorilor obținute cu rezultatele obținute de alți cercetători (vezi Tab. 3.8) a arătat un grad ridicat de convergență. Discrepanțele observate pot fi explicate prin numărul mic de încercări de lungă durată și prin particularitățile argilelor sarmațiene investigate.

Pentru a obține valorile de calcul ale pragului de fluaj în zona deplasărilor, este necesar de a deține o selecție de date mai fiabilă care să corespundă valorii reale a umidității (consistenței) pe suprafața de alunecare.

Tabelul 3.8 Analiza comparativă a valorilor obținute ale pragului de fluaj

Tipul de argilă	Umiditatea	Rezultatele					
		obținute de autor			obținute de Polcanov V.N.		
		pentru sarcina verticală σ , kPa					
		100	200	200	100	200	300
		Valoarea pragului de fluaj τ_{lim}					
Stratul superior (argile pestrițe)	Umiditatea naturală	$\tau_{lim} = 0,231\sigma + 24$			$\tau_{lim} = 0,160\sigma + 40$		
		47	70	93	56	72	88
	După umezirea suplimentară în "baia de nisip"	$\tau_{lim} = 0,105\sigma + 14$			-		
		25	35	46	-	-	-
Stratul inferior (orizontal-stratificate)	Umiditatea naturală	$\tau_{lim} = 0,344\sigma + 68$			$\tau_{lim} = 0,250\sigma + 75$		
		102	137	171	100	125	150
	După umezirea suplimentară în "baia de nisip"	$\tau_{lim} = 0,105\sigma + 15$			-		
		30	40	51	-	-	-
Din zona deplasărilor de alunecare		-			$\tau_{lim} = 0,090\sigma + 9$		
		-	-	-	18	27	36

Sursa: elaborate de autor

3.3. Concluzii la capitolul 3

1. Rezultatele cercetărilor prezentate în acest capitol vizează dezvăluirea rolului posibil al fenomenelor reologice în dezvoltarea deformațiilor de fluaj și posibila micșorare în timp a rezistenței argilelor sarmațiene.

2. Conform prevederilor teoriei fizico-tehnice a fluajului propusă de Maslov N.N., principalele caracteristici reologice ale pământului sunt pragul de fluaj și coeficientul de vâscozitate. Determinarea pragului de fluaj a fost efectuată conform ecuației analitice (3.4), pe baza încercărilor cu viteză de forfecare controlată și de asemenea, pe baza încercărilor cu forfecare repetată.

3. În urma prelucrării rezultatelor încercărilor de lungă durată ale argilelor sarmațiene efectuate prin metoda "cu viteză constantă", sa constatat că tensiunea critică de forfecare și pragul de fluaj au valori destul de mari. La trecerea argilelor într-o consistență plastic consistentă, tensiunea de forfecare critică se reduce mai mult de 2 ori.

4. Pe baza rezultatelor prelucrării dependenței pragului de fluaj de consistență, a fost obținută coeziunea și unghiul de frecare internă pentru tipurile de argile sarmațiene selectate. Valorile obținute pot fi utilizate la prognozarea dezvoltării deformațiilor în fluaj a versanților naturali și taluzul debleurilor.

5. Au fost determinate valorile coeficientului de vâscozitate – indicele principal care determină dezvoltarea sau amortizarea deformațiilor de fluaj. A fost stabilit faptul că valoarea coeficientului de vâscozitate depinde de consistența pământului. Odată cu creșterea indicelui de lichiditate, coeficientul de vâscozitate scade brusc.

6. În timpul efectuării încercărilor de lungă durată, este necesar de a face față modificărilor umidității care, în cazul încercărilor îndelungate (în caz de necesitate), conduc în mod inevitabil la erori.

7. În aceste condiții apare necesitatea determinării legăturii dintre rezultatele încercărilor de lungă durată la stabilirea pragului de fluaj cu rezultatele încercărilor mai simple de forfecare a probelor cu suprafață pregătită precum și cele cu suprafață de forfecare pregătită și umezită, care modelează, în funcție de etapa de formare a versantului, prezența zonelor cu rezistență redusă.

8. La efectuarea analizei comparative pentru dezvoltarea unei metode simplificate de determinare a pragului de fluaj, au fost studiate caracteristicile de rezistență și cele reologice ale pământurilor preluate din trei zone de referință.

9. Prelucrarea datelor pentru determinarea pragului de fluaj pe baza rezultatelor încercării probelor cu suprafață pregătită de forfecare a făcut posibilă obținerea unor ecuații ce caracterizează

pragul de fluaj a argilelor sarmațiene selectate în stare naturală și în cazul unei posibile umeziri suplimentare.

10. Valorile parametrilor rezistenței la forfecare obținute au un grad ridicat de convergență cu rezultatele încercărilor privind determinarea pragului de fluaj cu viteză mică de forfecare. Acest lucru permite recomandarea metodei propuse pentru folosirea de instituțiile de proiectare în cazurile în care apare necesitatea prognozării dezvoltării deformațiilor de fluaj pe taluzurile debleurilor sau versanților naturali.

11. Deformațiile taluzurilor debleurilor adânci, cauzate de fluajul pământurilor argiloase, pot avea un caracter de durată, cu viteză mică și amortizate. În anumite condiții, o astfel de deformare lentă poate intra într-o deformare progresivă și poate duce la o deplasare catastrofică a taluzului debleului (versantului). Aceasta înseamnă că la efectuarea investigațiilor geotehnice, pe lângă parametrii de rezistență „standard“ trebuie efectuate cercetări de stabilire a caracteristicilor reologice: pragul de fluaj și coeficientul de vâscozitate.

12. Valorile parametrilor reologici obținuți pe baza încercărilor de lungă durată caracterizează doar eșantioane unice ale anumitor tipuri de argile. Din această cauză, ținând cont de complexitatea proceselor reologice în pământurile alunecătoare, este necesar efectuarea unor încercări suplimentare. Rezultatele obținute de autor pot servi drept bază pentru cercetările ulterioare.

4. EVALUAREA CAPACITĂȚII PORTANTE A TERENURILOR DE FUNDARE CU EVIDENȚA PROPRIETĂȚILE REOLOGICE ALE PĂMÂNTURILOR

4.1. Evidența prevederilor teoriei rezistenței de lungă durată a pământurilor la proiectarea taluzurilor debleurilor de mare adâncime

Pierderea stabilității taluzurilor debleurilor poate fi cauzată de mai mulți factori [2, 16, 17, 90, 127, 128, 184 ș.a.]. Unul din factori este umezirea pământurilor loessoide, ca rezultat rezistența acestora poate fi redusă de zeci și sute de ori. De multe ori cauza deformațiilor poate fi tăierea bazei debleurilor și solicitarea părții superioare a acestora ș.a. (Fig. 4.1, 4.2).

O deosebită atenție necesită de a fi acordată deformațiilor provenite în urma manifestării proceselor de alunecare pe versanții naturali.

Identificarea mecanismului alunecărilor de teren din Republica Moldova și cauzele dezvoltării acestora nu reprezintă obiectul cercetării. Cu toate acestea, autorul consideră oportun să menționeze că excavarea debleurilor (săpăturilor) pe versanți potențial alunecători, poate cauza unele mișcări catastrofale.

Un important pas în prognozarea alunecărilor de teren o reprezintă lucrarea lui Gulakyan K.A. [89], care nu și-a pierdut actualitatea nici în zilele noastre. În special, în lucrare sunt descrise principiile teoretice de modelare a proceselor de alunecare și oferă soluții pentru problemele practice pe modele cu structură și condiții echivalente.

Lucrarea lui Orlov S. și Ustinova T. [150] publicată în 1969, trebuie considerată ca fiind una fundamentală, în care problema studierii alunecărilor de teren de pe teritoriul Republicii Moldova este catalogată ca fiind una de importanță regională majoră.

Condițiile dezvoltării proceselor geologice periculoase de pe teritoriul Republicii Moldova, și în special studiul versanților alunecători, evaluarea și prognoza stabilității acestora precum și măsurile de combatere sunt prezentate în lucrarea lui Orlov S. și Timofeeva T. [151], și cea a lui Orlov S. și Orlov E. [24].

La sfârșitul anilor '70 a secolului trecut, a fost publicată lucrarea fundamentală a lui Ter-Stepyan G. [186]. În lucrarea sunt propuse noi metode mai complexe de studiere a alunecărilor de teren pe baza investigațiilor morfologice, investigațiilor geologice de adâncime precum și a celor piezometrice. Rezultatele investigațiilor, importante pentru autorul acestui studiu, sunt corelat cu fluajul de adâncime a versanților

Evaluarea activității și, cel mai important, evaluarea dezvoltării procesului de alunecare a terenurilor este realizată în lucrarea lui Kuntzel V. [122]. În special, este subliniat faptul că "... pe



Fig. 4.1. Surparea pereților gropii de fundație executată în pământuri tasabile.
Chișinău, str. Miron Costin 9, iunie 2016.

Sursa: Fotografie realizată de autor



Fig. 4.2. Deformații de alunecare ca urmare a tăierii versantului.
Chișinău, Buiucani.

Sursa: Fotografie realizată de Popovschi V.O.

teritoriul Republicii Moldova condițiile formării reliefului favorizează activizarea în masă a alunecărilor de teren ... Cea mai reprezentativă activizare a alunecărilor de teren de pe teritoriul Republicii Moldova a avut loc la sfârșitul anilor '70 și '80 ai secolului trecut ... Cauza principală este cantitatea neobișnuit de mare de precipitații în perioada rece a anului sau aversele de ploi în timpul verii ..." [122, p. 195].

Prognostarea momentului activizării mișcărilor de alunecare a fost studiată de Tihvinski I. [193] ținând cont de schimbările condițiilor hidrogeologice și ridicare a zonei capilare. În același timp, Tihvinski I. propune unele soluții de consolidare a alunecărilor de teren, inclusiv pentru cele activizate, care se află în stadiul de fluaj stabilizat.

Trebuie menționat faptul că, în prezent, cercetări aprofundate a cauzelor dezvoltării alunecărilor de teren pe teritoriul Republicii Moldova, natura și condițiile de dezvoltare a acestora se desfășoară doar la AȘM [30, 32] și, parțial, la UTM [157].

Scopul cercetărilor efectuate în acest capitol a fost identificarea cauzelor deformării taluzurilor debleurilor pe mai multe tronsoane ale drumului magistral M21, studierea proprietăților reologice ale pământurilor argiloase ce formează taluzurile, pentru trasarea secțiunilor transversale cu stabilitate asigurată necesare pentru reconstrucția planificată a drumului.

Pentru soluționarea obiectivelor, preliminar, au fost studiate particularitățile condițiilor geologico-inginerești ale sectorului studiat.

Sectorul de drum descris traversează hotarele Codrilor, de la Pichetul 1449+00 până la Pichetul 1423+00, trece prin colina Transnistreană printr-o serie de bazine locale ale bazinului râurilor Ichel, Răut și afluenții acestora. Acest lucru determină complexitatea condițiilor geomorfologice și necesitatea realizării unui număr mare de rambleuri, cu o înălțime de la 3 - 6 m până la 15 - 20 m și debleuri cu o adâncime de aproximativ 6 - 20 m și mai mult.

Pe taluzul debleurilor, sunt expuse straturile argilo-nisipoase de vârstă sarmațiană și cuaternară, puternic carbonatate, argile nisipoase grele roșu-maronii și argilele slabe. Pe unele porțiuni în stratul sarmațian pot fi identificate cornișe de calcar și gresie.

În multe cazuri, partea superioară și de mijloc a taluzurilor debleurilor sunt formate din nisipuri siltice cu un unghi natural de înclinare de aproximativ 25-30°. Deformații vizibile pe aceste sectoare nu au fost observate.

Din cauza complexității situației de facies, depozitele argiloase sarmațiene sunt marcate de o eterogenitate bine pronunțată. În același timp, în stratul argilos sunt observate lentile groase de nisip și nisip argilos saturat, iar în stratul de nisip pot fi întâlnite fâșii de argilă.

Acestor straturi de argilă, care adesea se află în partea inferioară a debleurilor, în urma investigațiilor, au fost observate deformații active de alunecare, care se manifestă adesea sub formă de alunecări cu caracter de curgere plastică (Fig. 4.3).



Fig. 4.3. Taluz de debleu supus proceselor de alunecare, pe unul din tronsoanele drumului magistral M21.

Sursa: Fotografie realizată de autor

La altitudinea maximă, unde structura geologică este formată de argile nisipoase roșu-brune grele și galben-pal carbonate, acestea din urmă sunt implicate în procesul de deformare activă. Ca urmare, pe aceste sectoare pot fi observate cornișe abrupte, practic verticale cu o înălțime de 10 - 12 m sau mai mare. Mai jos, în rocile argiloase, deformațiile se manifestă preponderent sub formă de curgere plastică.

Majoritatea cercetătorilor consideră că reducerea coeziunii pământurilor argiloase are un rol considerabil asupra pierderii stabilității versanților și taluzurilor debleurilor. În ce privește fenomenele studiate, asociate cu pierderea stabilității taluzurilor debleurilor, cauzele ce au stat la baza “alegerii incorecte” a valorilor coeziunii pot fi:

- particularitățile texturii argilelor sarmațiene;
- subestimarea proceselor de dezagregare și umflare ce au loc pe versanți, la excavarea debleurilor;

– subestimarea proceselor reologice ce au loc pe versanți și conduc la distrugerea părții rigide a coeziunii totale (coeziunea structurală C_e , și posibil, a părții rigide a coeziunii de natură hidrocoloidală Σ_w) în condițiile deformării masivului concomitent cu modificarea STD în procesul dezvoltării deformațiilor de fluaj cu asigurarea stabilității totală (pentru ceva timp).

După cum s-a menționat deja de Sîrodova N.G., Olianschi Yu.I. [146, 182] și alți cercetători ce au studiat argilele sarmațiene, pentru majoritatea tipurilor de argile sunt caracteristice texturi primare stratificate și microstratificate, formate din cristale amplasate paralel și care prezintă adesea o anisotropie mecanică cu rezistență redusă pe suprafețele paralele suprafețele de stratificare.

Trebuie menționat faptul că rezistența argilelor, îndeosebi valoarea coeziunii, la contactul cu alte roci, în primul rând cu nisipurile, va varia semnificativ. Anume de zonele de contact este asociată dezvoltarea deformațiilor de alunecare pe versanți și taluzurile debleurilor. Prin urmare, la calculul stabilității este obligatoriu de ținut cont de modificarea parametrilor rezistenței în zona de contact.

Fără a pune la îndoială influența particularităților structurale și cele de textură ale argilelor sarmațiene asupra parametrilor de rezistență, este necesar de a recunoaște că acest factor nu este determinant în analizele autorului și în calculul stabilității de lungă durată. Drept explicație poate servi faptul că, în timpul încercărilor de laborator acest factor "se manisestă" la efectuarea încercărilor de forfecare și este luat în considerare la determinarea coeziunii și unghiului de frecare internă.

Dezagregarea, umflarea și tasabilitatea în timpul umezirii și uscării de lungă durată pot conduce la ruperea legăturilor structurale rigide și, în consecință, la micșorarea rezistenței argilelor studiate. Acestea din urmă vor conduce în mod inevitabil la o schimbare a gradului de stabilitate a versanților și taluzurilor debleurilor. Despre astfel de fenomene, autorul a atras atenția anterior cu referire la lucrările cercetătorilor moldoveni [54, 61, 69, 139, 140, 146, 180, 182].

Problema influenței decompactării și umflării asupra stabilității taluzurilor debleurilor și a versanților alunecători rămâne departe de a fi soluționată, iar din punct de vedere cantitativ, există o insuficiență pe alocuri o lipsă a informației. Cu alte cuvinte, această problemă necesită de a fi soluționată în viitorul apropiat.

O importanță majoră asupra cercetărilor o are influența modificării parametrilor rezistenței argilelor asupra stabilității versanților și a taluzurilor debleurilor, în procesul de schimbare a STD a stratului de pământ. La executarea debleurilor și în continuare la exploatarea acestora, tensiunile tangențiale în corpul versantului cresc, iar cele normale – descresc, acest lucru determină reducerea rezistenței pământurilor ce formează debleul. În consecință, aceasta conduce la reducerea stabilității debleului.

Adâncimea supusă procesului de dezagregare este limitată și determinată în mare măsură de compoziția litologică a rocilor, caracteristicile climatice, geometria debleului (versantului) și alte cauze.

Aceasta înseamnă că rezolvarea problemei stabilității debleurilor adânci (versanți), formate în majoritatea cazurilor din argile sarmațiene și aflate în condiții de schimbare a factorilor fizico-mecanici, rămâne actuală.

În ceea ce privește raționamentul cu privire la schimbarea rezistenței, trebuie remarcat faptul că procesele de dezagregare și umflare nu pot schimba brusc coeziunea argilelor în masivul de pământ (pe toată grosimea acestuia). Aceasta înseamnă că pierderea stabilității debleurilor adânci (versanților) trebuie analizată împreună cu manifestarea deformațiilor de fluaj și ținând cont de modificarea STD a terenului de fundare ca urmare a modificării caracteristicilor reologice ale argilelor sarmațiene.

Posibila influență a deformațiilor de fluaj asupra gradului de stabilitate a versanților și a taluzurilor debleurilor a fost abordată în mod repetat de mulți savanți remarcabili: Vyalova S.S., Goldstein M.N., Karaulova Z.M., Martirosyan Z.G., Maslov N.N., Meschan S.R., Ter-Stepanyan I.S., Shadunts K.M., U. Saito, L. Šuklje, Uezawa și alții.

Analiza lucrărilor lui Vyalov S.S., Goldshtein M.N., Turovskaya A.Ya. și discipolilor acestora [65, 66, 71, 76-80, 194] a oferit posibilitatea stabilirii faptului că în procesul dezvoltării deformațiilor de fluaj, structura pământului se schimbă, cauzată de reorientarea particulelor și formarea zonelor cu rezistență redusă.

Un rol mai semnificativ îl are formarea microfisurilor și a altor defecte care provoacă distrugerea argilelor în procesul de dezvoltare deformațiilor în fluaj. Anterior (vezi capitolele 2 și 3), a fost atrasă atenția asupra prezenței numeroaselor suprafețe de alunecare și a zonelor cu rezistență redusă în argilele studiate, rolul cărora la pierderea stabilității, evident, nu au fost dezvoltat complet.

Practica de construcție în Republica Moldova nu deține date detaliate cu privire la influența unor astfel de zone cu rezistență redusă asupra capacității portante a terenului de fundare

Cum a fost menționat deja, acest studiu vizează cunoașterea naturii rezistenței argilelor sarmațiene care formează versanții din republică, inclusiv identificarea rolului zonelor cu rezistență redusă la evaluarea capacității portante a terenurilor de fundare.

În acest context, un interes deosebit îl prezintă rezultatele calculelor efectuate anterior de Uzun N.N. sub conducerea lui Polcanov V.N. și continuate în această lucrare [26].

Calculul au fost efectuate cu scopul studierii posibilității formării zonelor de fluaj sub fundațiile clădirilor rezidențiale ce urmau de a fi construite pe versantul bătrân alunecător din or. Durlești.

Din punct de vedere geomorfologic, terenul de construcție se află în bazinul văii pârâului Durlești. Particularitatea structurii geologice a acestui teren de fundare este prezența pământurilor

cu structură tulburată. În urma investigațiilor a fost stabilit că, de la suprafață până la o adâncime de 4 m sunt prezente argile verzui puternic fisurate, cu multiple suprafețe de alunecare.

Ținând cont de adâncimea de fundare adoptată în proiect, acestea se vor situa în zona activă acționată de tensiunile care apar sub talpa fundației.

Rezistența la forfecare a pământurilor de fundare (S_{σ_w}) a fost descrisă cu bine-cunoscuta ecuația trinomială:

$$S_{\sigma_w} = \sigma_n \operatorname{tg} \phi_w + \Sigma_w + C_c = \sigma_n \operatorname{tg} \phi_w + C_w ;$$

Posibilitatea formării și apariției zonelor de fluaj în pământurile argiloase de fundare este condiționată de criteriul:

$$\sigma_n \operatorname{tg} \phi_w + \Sigma_w + C_c > \tau > \sigma_n \operatorname{tg} \phi_w + C_c ;$$

Astfel, s-a presupus că dezvoltarea zonelor de fluaj este posibilă doar în cazul în care tensiunile unitare tangențiale, în oricare punct al acestor zone, depășesc tensiunile pragului de fluaj, deci, cu condiția $\tau > \tau_{lim}$.

Starea reologică într-un punct al terenului de fundare cu coordonatele z, x (în cazul problemei plane) se determina cu valoarea coeficientului de siguranță la fluaj (K_{fluaj}) prin expresia:

$$K_{fluaj} = \tau_{lim} / \tau ; \quad (4.1)$$

Fenomenul de fluaj este posibil dacă:

$$K_{fluaj} \leq 1 ; \quad (4.2)$$

Tensiunile tangențiale au fost determinate cu ajutorul tensiunilor normale principale σ_1 și σ_2 . Coeficientul de rezervă la fluaj a fost determinat cu expresia:

$$K_{fluaj} = \frac{\left[(\sigma_1 + \sigma_2) + 2\gamma_w (z + h_{fund} + h_c) + (\sigma_1 - \sigma_2) \cos 2 \left(45^\circ + \frac{\phi_w}{2} \right) \right] \operatorname{tg} \phi_w + 2C_c}{(\sigma_1 - \sigma_2) \sin 2 \left(45^\circ + \frac{\phi_w}{2} \right)} \quad (4.3)$$

unde σ_1 și σ_2 – tensiunile principale în punctului analizat; z – adâncimea de amplasare a punctului analizat; γ_w – greutatea specifică a pământului; h_{fund} – adâncimea de fundare a construcției; h_c – adâncimea fictivă de fundare a construcției.

Aici:

$$h_c = \frac{C_c}{\gamma_w \cdot \operatorname{tg} \phi_w} \quad (4.4)$$

Caracteristicile reologice (coeziunea structurală, pragul de fluaj) au fost determinate în baza încercărilor de laborator a probelor în aparatul cu forfecare directă. Pe lângă încercarea probelor

în starea lor naturală au fost încercate și probe cu plan pregătit de forfecare precum și cu plan de forfecare pregătit și umezit.

Rezultatele încercărilor probelor în stare naturală au arătat că majoritatea probelor au o consistență tare și posedă o coeziune structurală semnificativă. Totodată au fost depistate probe cu zone cu rezistență redusă și suprafețe de alunecare. Acestea au fost înregistrate atât vizual, cât și în baza valorii critice a deformațiilor de rupere. Astfel în urma încercării monolitului preluat de la adâncimea de 6 m, au fost stabilite valorile minime ale tensiunilor de forfecare. Cu toate acestea, ecuația obținută pentru rezistența la forfecare $S=0,23\sigma+50$, kPa a coincis cu ecuația obținută pentru cazul cu plan pregătit de forfecare $S=0,25\sigma+50$, kPa.

În urma studierii proprietăților reologice și celor de rezistență a fost posibilă obținerea parametrilor de calcul pentru efectuarea analizei reologice:

- 1) $\varphi = 16^\circ$, $C_c = 44$ kPa – la momentul studierii;
- 2) $\varphi = 16^\circ$, $C_c = 20$ kPa – ținând cont de factorul de timp.

În baza valorilor obținute ale K_{fluaj} au fost trasate liniile valorilor egale sub talpa fundației (Fig. 4.4).

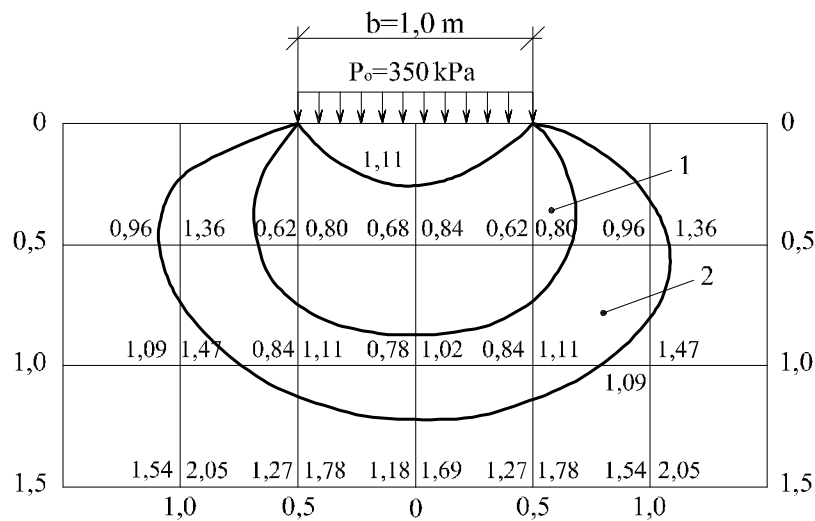


Fig. 4.4. Liniile valorilor egale ale coeficientului de siguranță la fluaj.

1 – zona de fluaj pentru $C_c = 44$ kPa, $\varphi = 16^\circ$; 2 – zona de fluaj pentru $C_c = 20$ kPa, $\varphi = 16^\circ$

Sursa: elaborat de autor

Calcululele efectuate au arătat că, pentru lățimea tălpii fundației $b = 1$ m adoptată conform cerințelor normelor în vigoare [174], sub talpa fundației la o adâncime de aproximativ 1 m se formează o zonă de fluaj ($K_{fluaj} < 1$). Aceasta oferă posibilitatea dezvoltării unor procese de tasare persistente în timp. Luând în considerație că valoarea coeziunii totale poate să se reducă până la valori mult mai mici decât cele obținute în condiții de laborator, se poate aștepta la o agravare a

STD sub talpa fundației. Astfel, pentru $C_c = 20$ kPa zonele de fluaj deja se dezvoltă la o adâncime de 1,3 m și pe o lățime mai mare de 1 m.

Pentru pământurile cu coeziune structurală rigidă în care sunt prezente zone naturale cu rezistență redusă, poate apărea situații când respectarea condițiilor $P \leq R$ și $S \leq S_u$ poate fi insuficientă. Calculele efectuate au arătat că doar majorând lățimea tălpii fundației până la valoarea $b = 1,4$ m (pentru caracteristicile de rezistență a pământurilor $\varphi = 16^\circ$, $C_w = 44$ kPa) zonele cu pericol de fluaj lipsesc.

Aceasta înseamnă că, atunci când este evaluată capacitatea portantă a terenului de fundare formate din argile sarmațiene alunecătoare, trebuie prevăzute două tipuri de anizotropie. Primul tip este asociat cu variabilitatea litogenetică a proprietăților pământurilor care formează versantul; a doua se datorează formării proprietăților anizotropice la formarea suprafețelor de alunecare și a zonelor cu rezistență redusă.

În prezent, o atenție deosebită se acordă studiului proceselor de fluaj. Savanții occidentali folosesc îndeosebi relațiile integrale Boltzmann-Volterra. În Rusia, o popularitate largă au obținut lucrările lui Meschan S.R. și discipolilor săi, în care în urma numeroaselor încercări de laborator au fost propuse relațiile empirice pentru descrierea proceselor de fluaj [134 - 136].

Autorul acestei lucrări își formează concluziile pe baza lucrărilor susținătorilor a două școli: Goldstein M.N. și Maslov N.N.

După cum s-a menționat deja, preferință sa dat teoriei fizico-tehnice a fluajului, ca fiind cea mai simplă și convenabilă pentru proiectanți și specialiștii implicați în evaluarea stabilității debleurilor adânci (versanți), ținând cont de posibila dezvoltare a deformațiilor de fluaj.

La evaluarea stabilității taluzurilor debleurilor adânci, realizate în stratul de depozite argilo-nisipoase, important este identificarea zonelor unde pământul poate fi în stare de fluaj. Aceasta înseamnă că, pe lângă studierea STD a terenului de fundare, este necesar să se studieze temeinic caracteristicile reologice ale pământurilor și, în primul rând, ale argilelor.

Ulterior poate fi folosită metoda "pantei echilibrate (F_p)". În acest caz, dacă gradul de stabilitate a taluzului debleului va fi asigurat doar datorită coeziunii de natură hidrocoloidală, deformațiile de lungă durată a taluzului sunt inevitabile. Conform acestei scheme, se dezvoltă deformațiile de fluaj pe taluzurile sectoarelor analizate, formate în partea de mijloc sau inferioare a acestora din argile sarmațiene.

4.1.1. Cauzele deformării debleurilor și studiul proprietăților reologice ale pământurilor argiloase pentru asigurarea stabilității secțiunilor transversale la reconstrucția drumurilor

Pentru determinarea cauzelor deformării taluzurilor debleurilor pe baza investigațiilor de teren au fost construite schematic secțiunile transversale existente pe care este prezentată structura geologică. Secțiunile obținute au fost comparate cu cele de proiect (Fig. 4.5, Fig. A8.1-8.2).

Analiza materialelor disponibile, arată că deformațiile sunt atribuite straturilor argilelor saturate. Cauza principală a acestora este înălțimea considerabilă a taluzurilor, care, la etapa de proiectare, a fost stabilită fără a ține cont de proprietățile reologice ale rocilor argiloase a zonei descrise, oferind posibilitatea dezvoltării deformațiilor de fluaj și micșorarea rezistenței în timp a pământurilor argiloase ca rezultat a acțiunii altor factori nefavorabili, în principal datorită dezagregării și umidității suplimentare în perioada precipitațiilor atmosferice maxime.

Trebuie remarcat faptul că rolul precipitațiilor abundente, precum și acumularea îndelungată în masivul taluzurilor debleurilor a apelor de suprafață și celor provenite din topirea zăpezii, sunt evaluate ambiguu.

În primul rând, acest lucru se datorează lipsei de monitorizare în zonele debleurilor adânci pentru evaluarea pierderii stabilității acestora; în al doilea rând – absența unor studii detaliate privind posibilele schimbări ale proprietăților pământurilor în timpul exploatării structurilor.

Au fost efectuate investigații de teren privind starea taluzurilor debleurilor de-a lungul drumului magistral M21 în perioada 2015-2017.

Observațiile efectuate au fost corelate cu cantitatea de precipitații. În acest scop, au fost selectate și analizate datele a 18 stații meteorologice din Republica Moldova pentru perioada 2007-2016 (Tab. A9.1 – Tab. A9.10). Graficele precipitațiilor lunare, obținute pe baza a 6480 de date ale măsurătorilor și compilate cu ajutorul programului de prelucrare matematică MathCAD, sunt prezentate în Fig. A9.1 – Fig. A9.3.

Analiza lor arată că, în general, cantitatea maximă de precipitații cade în perioada de vară (Fig. A9.4 – Fig. A9.6). Cu toate acestea, aversele de ploaie au un caracter scurt și nu pot cauza o majorare substanțială a umidității pământurilor în adâncime.

Mai periculoasă este acumularea umidității în perioada de iarnă-primăvară, când cantitatea sumară de precipitații crește substanțial (Fig. A9.7– Fig. A9.9) cu pătrunderea apelor de suprafață și celor în urma topirii zăpezii prin fisuri până la o adâncime mai mare de 2,5 m.

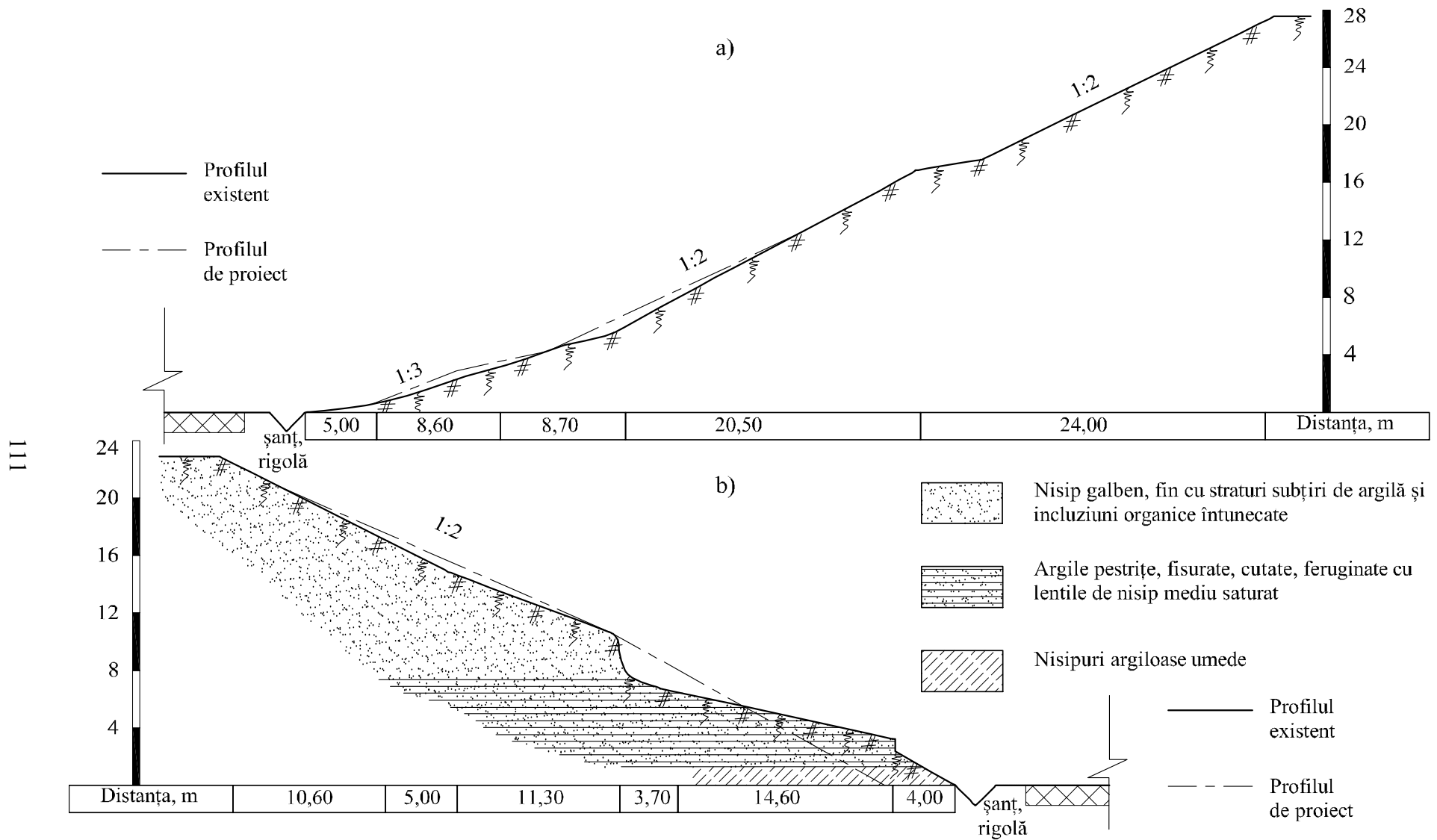


Fig. 4.5. Secțiunile trasversale schematice ale taluzurilor debleului, pichetul 1445+00, Sc: 1:400. a) taluzul stâng; b) taluzul drept.
 Sursa: elaborate de autor.

Apa de suprafață se acumulează în depresiunile de relief și, pentru o perioadă lungă de timp, servește ca sursă de umiditate suplimentară pentru pământuri (vezi Fig. 3.5).

Observațiile arată că activizarea deformațiilor pe taluzurile debleurilor se observă anume în perioada de primăvară a anului, pentru o consistență plastic consistentă și plastic moale a pământurilor.

Acțiunea repetată de umezire și uscare a pământului influențează asupra valorilor caracteristicilor reologice, rezistenței de lungă durată și celei reziduale.

Studiul pământurilor debleului cu pichetul 14406-14409 a fost efectuat în scopul justificării valorilor de calcul ale parametrilor de rezistență necesare pentru asigurarea stabilității de lungă durată a taluzurilor la reconstrucția drumului.

În condiții de laborator, a fost efectuat un ciclu complet de investigații necesare pentru determinarea caracteristicilor fizice ale pământurilor. Rezultatele investigațiilor sunt prezentate în Tab. A10.1 – Tab. A10.4 și în Fig. A10.1.

În stare naturală, pământurile au o umiditate naturală relativ mică, în creștere pe adâncime de la 12 la 24%. Umiditate mai mare de 20% a fost observată la o adâncime mai mare de 8 m. De la această adâncime se constată o creștere a densității pământului: $\rho = 1,85 - 1,92 \text{ g/cm}^3$ – până la 8 m; $\rho = 1,92 - 1,97 \text{ g/cm}^3$ – mai mult de 8 m; precum și o creștere a gradului de umiditate de până la 0,84. Coeficientul de porozitate nu sa schimbat după o legitate; valorile sale variază în limitele 0,60-0,73. Cu majorarea adâncimii, se observă o majorare a valorilor umidității la limita de curgere (de la 35 la 50%); indicele de plasticitate (de la 15 la 30%) și indicele de lichiditate de la (-0,45) la (+0,08). Pământurile stratului studiat până la adâncimea de 18 m au o consistență tare.

Potrivit investigațiilor de teren și prelucrării preliminare a rezultatelor încercărilor de laborator ale pământurilor, au fost delimitate tipurile de pământuri corespunzător adâncimii de poziționare: 1-3, 3-7, 7-15, mai mult de 15 m.

Toate pământurile investigate sunt la fel de feruginate. Chiar și pentru valorile oarecum mari ale indicelui de plasticitate, stratul de pământ până la o adâncime de 15 m, poate fi atribuit argilelor nisipoase grele. Nu este exclus că valoarea mare a I_p de până la 22% poate fi explicată prin prezența montmorillonitului printre mineralele argiloase.

Stratul superior de argile nisipoase până la adâncimea de 3 m are nuanțe mai deschise, puternic feruginate, caracterizate printr-o umiditate redusă. Partea inferioară a stratului investigat (mai adânc de 15 m) este reprezentată de argile roșu-brune.

Parametrii de rezistență ale varietății delimitate au fost studiate pe aparate de forfecare monoplane, după metoda de forfecare rapidă cu trei sarcini verticale: 100, 200, 300 kPa. În plus, pe lângă încercarea probelor cu structură naturală intactă, au fost efectuate încercări cu plan pregătit

de forfecare precum și cu plan de forfecare pregătit și umezit. În total au fost efectuate 71 încercări la forfecare: 26 cu structură naturală, 27 cu suprafață pregătită de forfecare și 18 cu suprafață de forfecare pregătită și umezită. Rezultatele încercărilor sunt prezentate în Anexa 11 și Fig. 4.6.

În stare naturală, după cum sa menționat anterior, majoritatea probelor testate sunt feruginate, au o consistență tare și o coeziune structurală relativ mare. Acest lucru determină în mare măsură natura deformării pământului în procesul de forfecare și, în unele cazuri, face dificilă stabilirea tensiunilor critice inițiale necesare pentru trasarea graficilor de forfecare și stabilirea parametrilor de calcul ale rezistenței ținând cont de factorul de timp. Prin urmare, alegerea limitelor rezistenței a fost realizată din graficele construite pe baza valorilor tensiunilor critice inițiale, determinate din graficele de tipul $\tau = f(\lambda)$ (Fig. 4.7). Acest lucru a permis obținerea unor valori ale rezistenței puțin diferite de valorile obținute pentru sarcinile admisibile maxime.

În urma cercetărilor efectuate a fost stabilit faptul că (vezi Tab. A11.1), chiar și în limitele aceleași presiuni de compactare, deformația critică se află în limitele de 1,5-5,8 mm. Prezența microzonelor cu rezistență redusă și, în special, a suprafețelor de alunecare, în mare parte determină valoarea deformațiilor critice de forfecare. La adâncimea de 12 m pentru probele cu suprafețe de alunecare fixate, valoarea acesteia este de 1,5 mm (pentru $\sigma = 100$ kPa). Se poate constata că în intervalul presiunii de 100-300 kPa deformația limită practic nu depinde de presiune de compactare. Valorile acesteia variază între 0,6 și 1,7 mm. În medie, pentru $\sigma = 100$ kPa, ele corespund valorii deformațiilor critice a probelor cu suprafețe de alunecare. Eterogenitate mare și numărul mic de probe de pământ (vezi Fig. A11.1) nu permite obținerea unor parametri de calcul veridici la această etapă a cercetărilor.

Straturile delimitate după indicii de rezistență sunt prezentate în Fig. 4.6. Pentru probele prelevate de la o adâncime de 2-3m, cu umiditatea de 11-13% și indicele de lichiditate (-0.50) le sunt caracteristice valori mari ale rezistenței ($S = 0,23\sigma + 130$ kPa, Fig. A11.2), care poate să se micșoreze în procesul de exploatare a debleului, îndeosebi când se schimbă regimul de umiditate din zona de aerare. La încercarea monolitului preluat la adâncimea de 6 m, chiar și în lipsa zonelor cu rezistență redusă, au fost înregistrate valori mici ale rezistenței la forfecare. Ecuația obținută a rezistenței la forfecare are forma $S = 0,23\sigma + 50$, kPa (Fig. A11.3). Această ecuație este aproape identic cu ecuația obținută pentru probele cu suprafață pregătită de forfecare: $S = 0,25\sigma + 50$, kPa (Fig. A11.7). Acest lucru poate fi explicat prin pierderea coeziunii structurale datorită prezenței microzonelor cu rezistență redusă în posibila formare a zonei cutate în cadrul taluzului. Obținerea graficului de forfecare pentru probele cu suprafață de forfecare pregătită și umezită nu a fost posibilă. Deoarece la încercări de forfecare repetată probele s-au distrus.

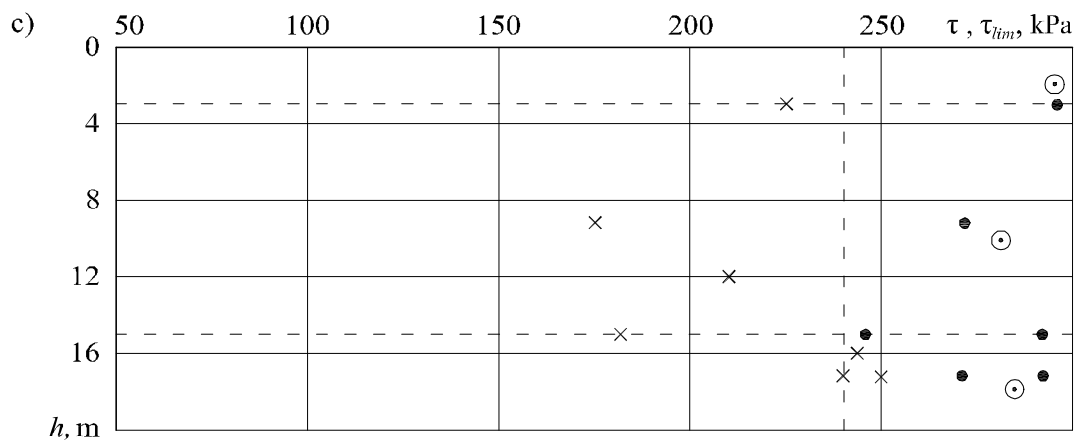
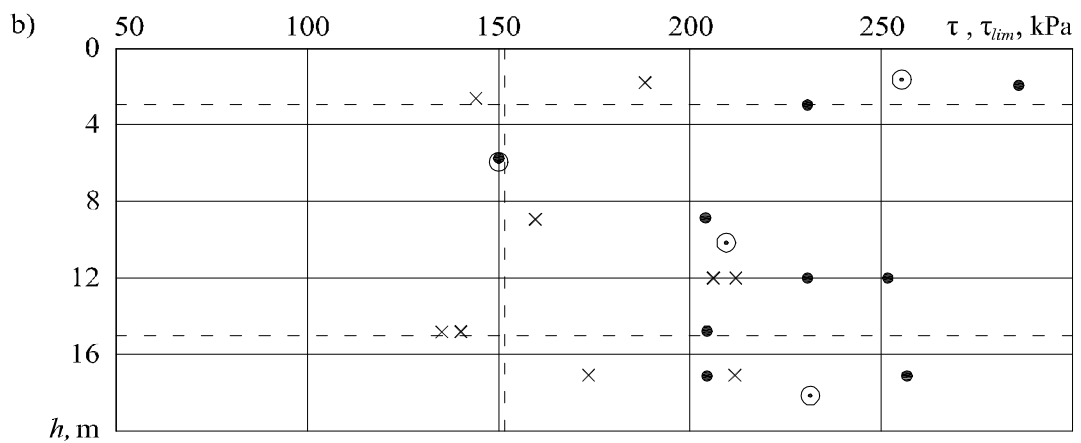
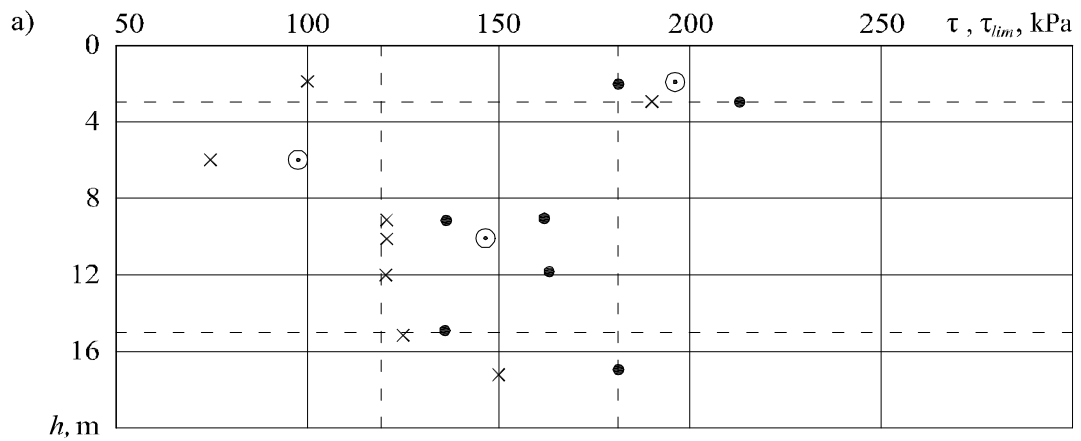


Fig. 4.6. Graficul dispersiei rezistenței la forfecare în adâncime. Probe cu structură naturală intactă: a) $\sigma = 100$ kPa; b) $\sigma = 200$ kPa; c) $\sigma = 300$ kPa.

- – rezistența critică la forfecare, τ ;
- × – rezistența limită la forfecare τ_{lim} ;
- ⊙ – τ_{mt} , pentru argilele delimitate.

Sursa: elaborate de autor

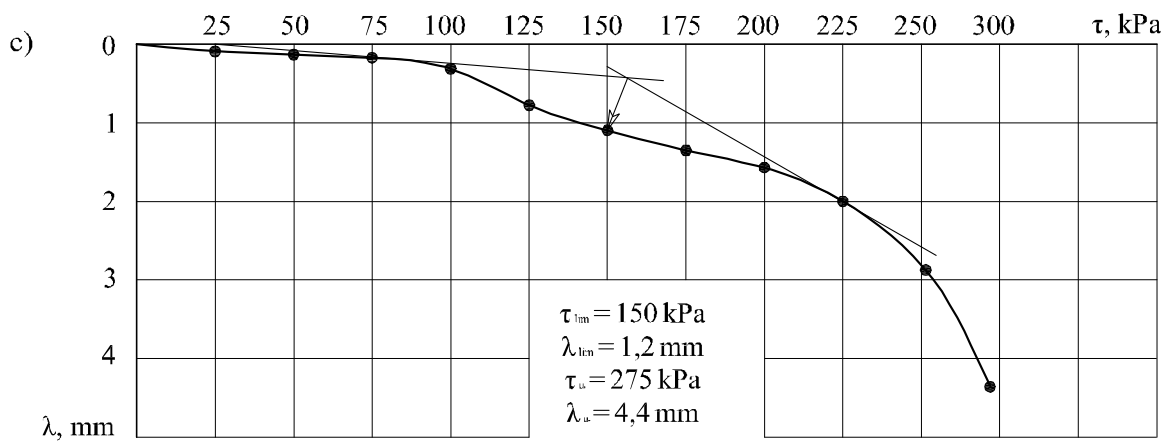
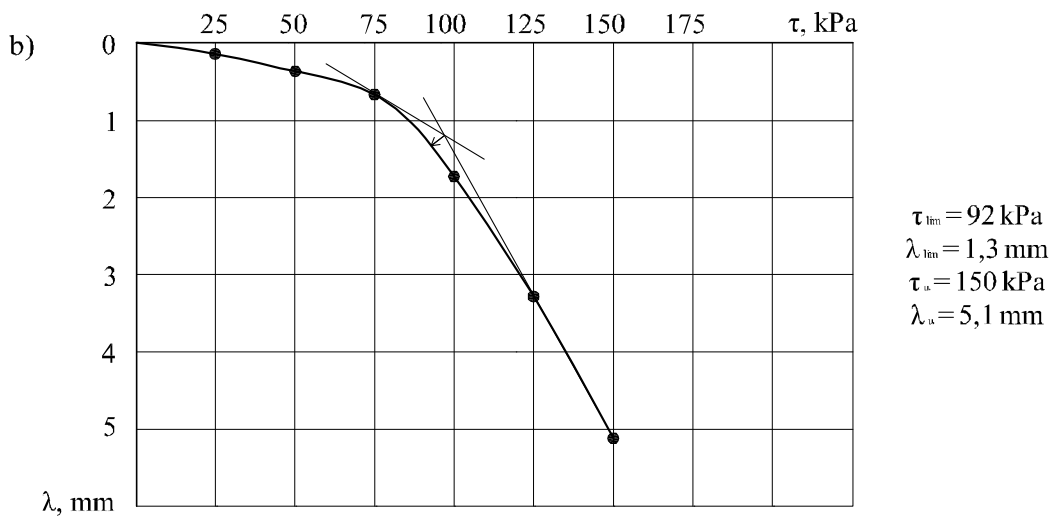
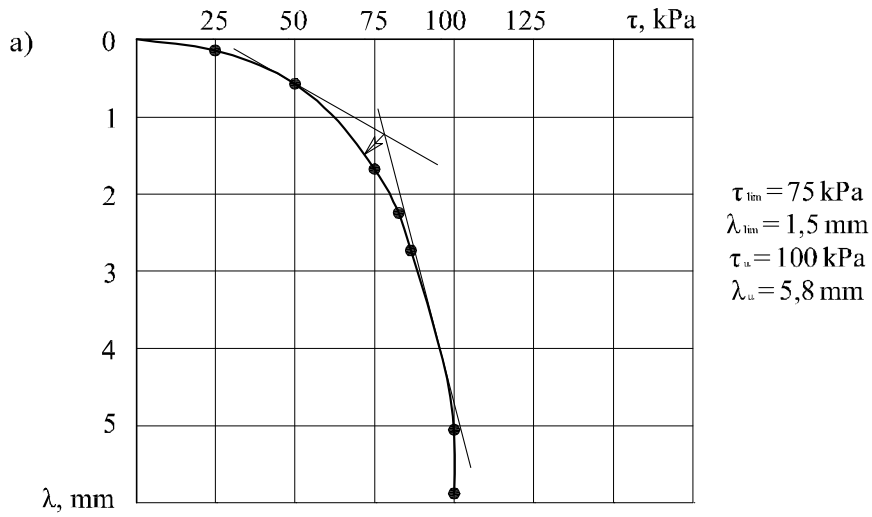


Fig. 4.7. Graficele de tipul $\lambda = f(\tau)$. Suprafață naturală. Argilă nisipoasă maronie închis $h = 6 \text{ m}$:
a) $\sigma = 100 \text{ kPa}$; b) $\sigma = 200 \text{ kPa}$; c) $\sigma = 300 \text{ kPa}$.

Sursa: elaborat de autor

Tabelul 4.1. Rezultatele determinării parametrilor de rezistență a pământurilor studiate

Condițiile de efectuare a încercării	Adâncimea preluării monolitului <i>h</i> , m	Ecuația rezistenței $S = tg \varphi \cdot \sigma + C$, kPa	Parametrii de rezistență			Note
			φ , grade	$tg \varphi$	<i>C</i> , kPa	
Forfecarea probelor cu structură naturală intactă	1-3	$S = 0,23\sigma + 130$	13	0,23	130	
	6	$S = 0,23\sigma + 50$	13	0,23	50	
	7-15	$S = 0,29\sigma + 100$	16	0,29	100	
	>15	$S = 0,36\sigma + 120$	20	0,36	120	
Forfecarea probelor cu plan pregătit de forfecare	1-3	$S = 0,27\sigma + 80$	15	0,27	80	
	6	$S = 0,25\sigma + 50$	14	0,25	50	
	7-15	$S = 0,37\sigma + 50$	15	0,37	50	
	> 15	$S = 0,29\sigma + 50$	16	0,29	50	
Forfecarea probelor cu plan de forfecare pregătit și umezit	1-3	$S = 0,23\sigma + 30$	13	0,23	30	
	6	încercări nu au fost efectuate			proba s-a distrus după forfecarea repetată	
	7-15	$S = 0,18\sigma + 20$	10	0,18	20	
	> 15	$S = 0,18\sigma + 20$	10	0,18	20	

Sursa: elaborat de autor

Dacă umiditatea naturală a probelor încercate a variat de la 13 la 23%, atunci umiditatea după umezirea suplimentară a fost de 21-28%.

Rezultatele încercărilor la forfecare sunt prezentate în Tab. A11.4–A11.6. În total au fost efectuate 81 de încercări: 27 pentru structura naturală, 27 pentru suprafață pregătită și 27 pentru suprafață pregătită și umezită.

Pe baza rezultatelor încercărilor la forfecare a probelor saturate ce au atins umiditatea $w = 28\%$ pentru adâncimea de $h = 1-3$ m, $w = 24-26\%$ pentru adâncimea de $h = 3-15$ m și $w = 28\%$ pentru adâncimea de $h = 15$ m, au fost obținute ecuațiile corespunzătoare al rezistenței la forfecare pentru probele cu structură naturală, cu suprafață preparată și cele cu suprafață de forfecare pregătită și umezită (Fig. A11.21 – A11.21 și Tab. 4.2).

Reducerea rezistenței după umezirea suplimentară se datorează reducerii semnificative a coeziunii, valorile minime ale căreia (10 kPa) pot fi obținute la încercarea probelor cu suprafață pregătită de forfecare. Pentru probele cu suprafață de forfecare pregătită și umezită cu coeziune minimă, are loc o ușoară micșorare a unghiului de frecare internă.

Cu părere de rău, numărul încercărilor efectuate nu este suficient pentru a construi graficul dependenței rezistenței la forfecare de consistență, pentru toate tipurile de pământ delimitate.

Tabelul 4.2. Rezultatele determinării parametrilor de rezistență a pământurilor studiate după umezire suplimentară

Condițiile de efectuare a încercării	Adâncimea preluării monolitului h , m	Indicele de lichiditate I_L	Ecuația rezistenței $S = tg \varphi \cdot \sigma + C$, kPa	Parametrii de rezistență			Note
				φ , grade	$tg \varphi$	C , kPa	
Forfecarea probelor cu structură naturală intactă	1-3	0,38	$S = 0,23\sigma + 20$	13	0,23	20	umezire în condiții de umflare liberă
	3-15	0,17	$S = 0,29\sigma + 44$	16	0,29	44	
	>15	0,27	$S = 0,30\sigma + 50$	17	0,30	50	
Forfecarea probelor cu plan pregătit de forfecare	1-3	0,38	$S = 0,23\sigma + 10$	13	0,23	10	
	3-15	0,17	$S = 0,29\sigma + 10$	16	0,29	10	
	>15	0,27	$S = 0,19\sigma + 10$	11	0,19	10	
Forfecarea probelor cu plan de forfecare pregătit și umezit	1-3	Nu a fost determinat	$S = 0,16\sigma + 10$	9	0,16	10	
	7-15		$S = 0,21\sigma + 9$	12	0,21	9	
	>15		$S = 0,14\sigma + 8$	8	0,14	8	

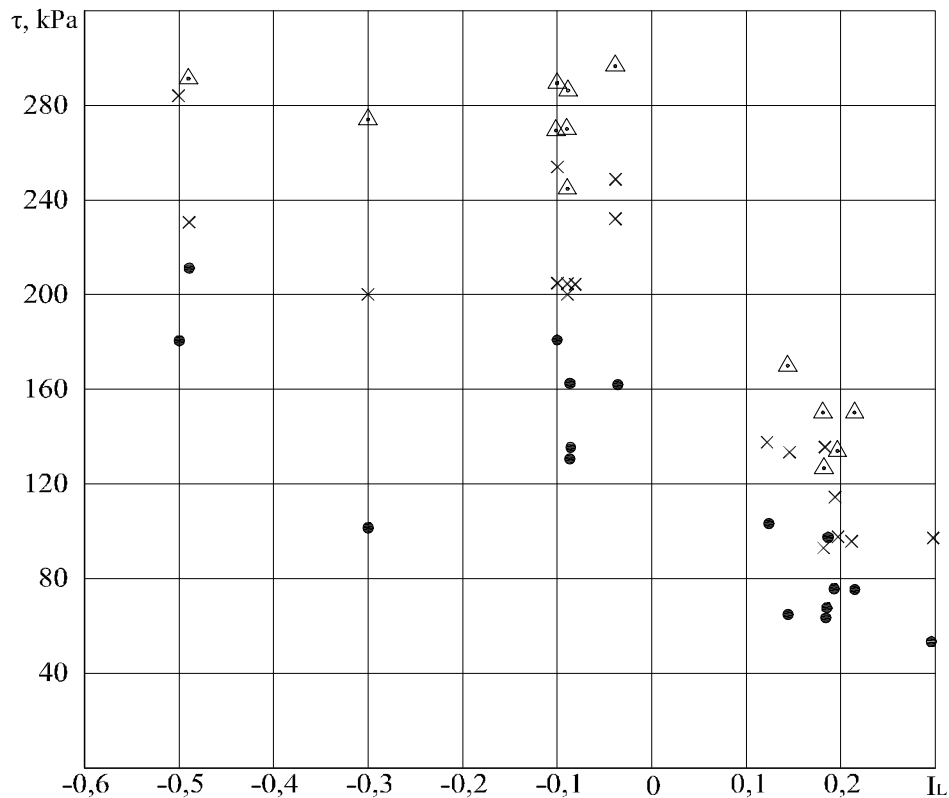


Fig. 4.8. Graficul tip punct a dispersiei rezistenței la forfecare în funcție de indicele de lichiditate
 ● - $\sigma = 100$ kPa; × - $\sigma = 200$ kPa; Δ - $\sigma = 300$ kPa.

Sursa: elaborat de autor

În acest sens, sa încercat obținerea unei astfel de dependențe pentru probele prelevate de la o adâncime de 3-15 m. În acest scop, au fost construite în prealabil graficele tip punct de dispersie $\tau = f(I_L)$ (Fig. 4.8).

Rezultatele încercărilor confirmă concluziile unor savanți [191] că, pentru umiditate naturală în intervalul de consistență tare în principal se manifestată factorul de discreție care reflectă particularitățile structurale și texturale ale pământului și gradul de distrugere a legăturilor structurale ca rezultat a prezenței zonelor cu rezistență redusă, care determină natura de deformarea a argilelor rigide și prevalează față de influența densității, umidității și consistenței asupra rezistenței la forfecare. Acest lucru este valabil nu doar pentru majoritatea rocilor argiloase neogen-cuaternare de pe teritoriul Republicii Moldova, dar și pentru argilele neogene din Odessa și Caucaz, care formează versanții alunecători. Factorul consistenței care reflectă rolul coeziunii structurale în coeziunea totală și coeficientul de vâscozitate, încep să se manifeste la trecerea probelor din stare tare în plastic vârtoasă și plastic consistentă și determină într-o mare măsură natura deformațiilor argilelor plastice. Dependențele aproximative $\tau_{lim} = f(I_L)$ au fost posibil de obținut pentru probele încercate cu suprafață de forfecare pregătită care simulează pierderea coeziunii structurale.

Utilizând metoda compactității-umidității a prof. Maslov N.N., au fost obținute dependențele aproximative ale unghiului de frecare internă și coeziunii de natură hidrocoloidală (Σ_w) în funcție de consistență (Fig. 4.9). Analiza acestor dependențe arată că cu majorarea consistenței are loc o micșorare a coeziunii de natură hidrocoloidală.

Pentru consistența naturală ($I_L = -0,20$) a stratului în intervalul de adâncime de 3-15 m, unghiul de frecare internă și coeziunea de natură hidrocoloidală sunt egale cu $\varphi = 22^\circ$, $\Sigma_w = 20$ kPa, iar după saturație, pentru $I_L = 0,17$ – $\varphi = 19^\circ$, $\Sigma_w = 10$ kPa. Se observă că, cu majorarea consistenței, este posibilă o micșorare suplimentară a unghiului de frecare internă, în timp ce micșorarea coeziunii de natură hidrocoloidală practic încetează.

Pentru determinarea definitivă a caracterului dependenței, este necesar de a fi efectuate încercări pentru pământuri de consistență plastică.

Studiul parametrilor rezistenței permite, la această etapă, pentru excavarea debleurilor de a fi recomandate următoarele valori aproximative de calcul:

- fără a ține cont de factorul de timp și prezența zonelor cu rezistență redusă cu posibila reducere a coeziunii ca rezultat al umezirii suplimentare: pentru adâncimea $h \leq 15$ m – $\varphi = 16^\circ$, $C = 44$ kPa; pentru $h > 15$ m – $\varphi = 16^\circ$, $C_w = \Sigma_w + 1/2 C_c = 85$ kPa;
- ținând cont de factorul de timp: pentru adâncimea $h \leq 15$ m – $\varphi = 16^\circ$, $\Sigma_w = 20$ kPa; pentru $h > 15$ m – $\varphi = 10^\circ$, $\Sigma_w = 9$ kPa.

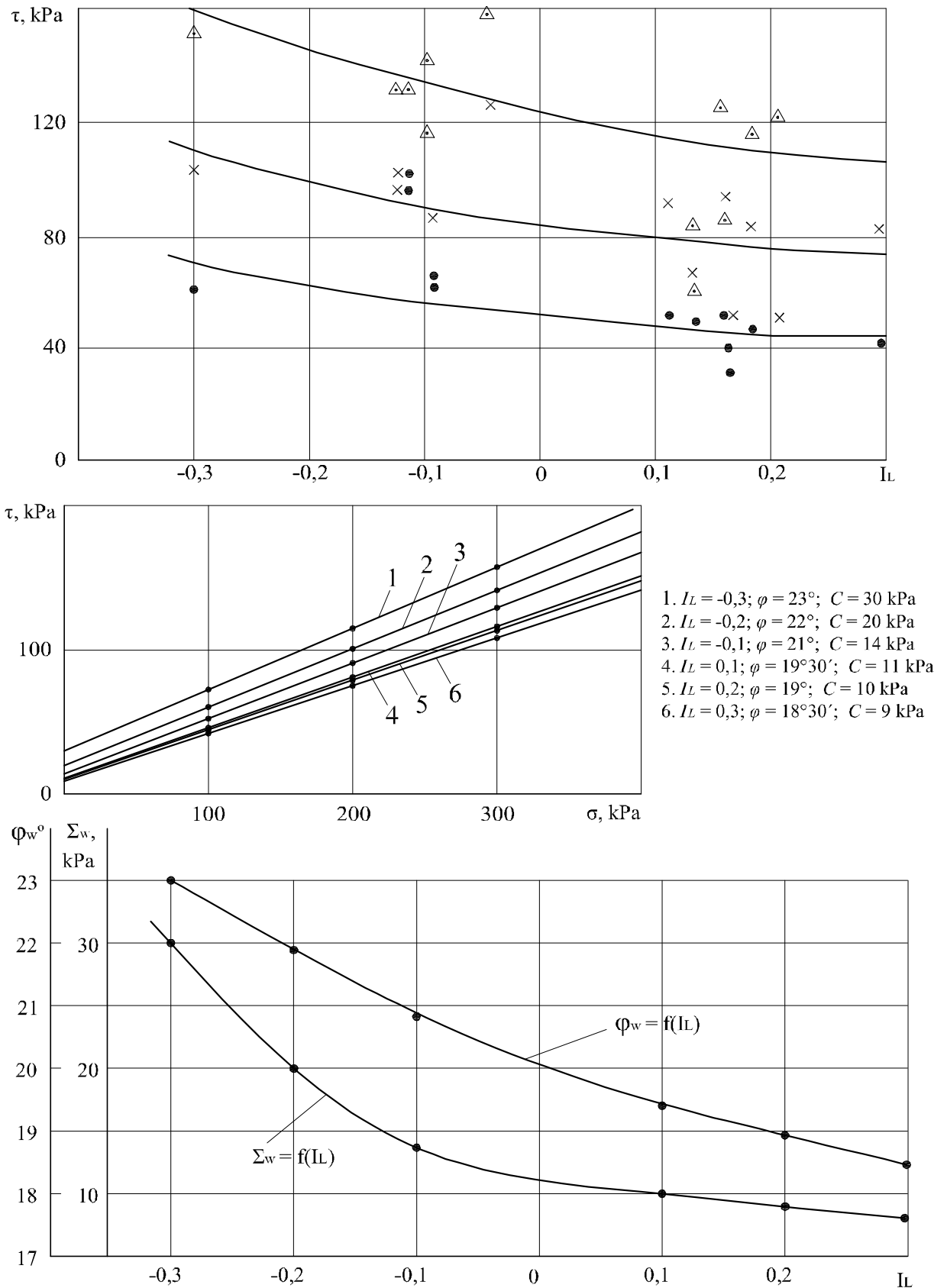


Fig. 4.9. Prelucrarea rezultatelor încercărilor la forfecare a probelor cu suprafață pregătită de forfecare după metoda compactitate-umiditate ($h = 3 \dots 15 \text{ m}$)

Sursa: elaborate de autor

4.1.2. Schema sectoarelor potențial periculoase, scurta caracteristică a lor și recomandări pentru asigurarea stabilității de lungă durată a taluzurilor debleurilor

În cadrul acestui studiu, au fost efectuat o serie de investigații de recunoaștere pe tronsonul de drum între pichetele 1398+700 și 1446+000, pe baza rezultatelor cărora a fost elaborată schema drumului cu indicarea sectoarelor deformatate (Fig. 12.1 și Tab. A12.1).

Dezvoltarea deformațiilor active a taluzurilor debleurilor este asociată cu micșorarea rezistenței straturilor de argilă alimentate cu apă, ca urmare a proceselor de fluaj la acțiunea tensiunilor tangențiale existente din cauza valorii mari a pantei taluzului. În legătură cu cele afirmate mai sus, pentru viitoarea reconstrucție a drumului, pe baza rezultatelor investigațiilor de explorare și de recunoaștere efectuate, la etapa actuală a studiului a fost propusă o tipizare a debleurilor după structura lor geologică. Pe baza materialelor se propun următoarele tipuri după complexitatea condițiilor geologico-ingenerești:

1. debleuri realizate în pământuri omogene:
 - a) nisipoase (pichetul 1445+100, taluzul stâng);
 - b) argiloase (pichetele 14368 - 14371, pichetele 14348 - 14351);
2. debleuri realizate în pământuri argilo-nisipoase

De regulă, argilele de la baza taluzurilor sunt acoperite de straturi de nisip și argilă nisipoasă (pichetul 1445+000, taluzul drept, pichetele 14358-14365, pichetele 14375-14379). De asemenea sunt zone unde în partea superioară a secțiunii nisipurile sunt acoperite de straturi de roci argiloase de grosime mică (pichetele 14406-14410, forajul 118, pichetele 14358-14365);

3. debleuri realizate în pământuri argilo-nisipoase cu condiții complexe de macroomogenitate, pe alocuri alimentate cu apă (pichetele 14388-14395, pichetele 14406-14410, forajul 119; pichetul 1440+800).

În zonele în care sunt înregistrate straturi groase de roci argiloase cuaternare în partea superioară a taluzurilor, se formează pereți abrupti de alunecare, cu înălțimea de 12-15 m.

Pentru debleurile cu o structură geologică cunoscută, folosind metoda Fp, au fost construite profilurile cu pantă echilibrată (cu un coeficient de siguranță a stabilității $K=1,2$), ținând cont de caracteristicile reologice ale pământurilor argiloase obținute anterior în cadrul studiului.

După cum reiese din analiza materialelor disponibile și literaturii de specialitate [74, 79, 116, 121, 128, 145, 194], rezerva reală la calculul stabilității poate fi determinată folosind valori veridice ale parametrilor rezistenței. În cazul descris, principala dificultate este estimarea timpului de acumulare a deformațiilor critice. Acesta din urmă, la rândul său, depinde de „parametrii“ rezistenței de lungă durată: „prag de fluaj“, „rezistența reziduală“ etc. Acești parametri nu au o definiție clară și necesită o concretizare odată cu acumularea rezultatelor cercetării. Astfel, alegerea unor parametri de calcul fiabili este dificilă.

Compararea secțiunilor transversale (Fig. A12.2 – A12.4) permite recomandarea, la etapa actuală, unor valori medii a pantei taluzurilor debleurilor: pentru cele cu adâncimea de până la 10m – de 1:2,5; pentru cele cu adâncimea de peste 10 m – 1:3, cu condiția să se excludă efectele adverse ale apelor subterane și ale apei de suprafață.

Evident, în anumite zone, la realizarea debleurilor, ținând cont de caracteristicile reologice ale pământurilor, vor fi necesare alocări considerabile de terenuri. Astfel, în aceste zone, pentru a asigura stabilitatea de lungă durată, se prevăd construcții de sprijin ușoare proiectate pentru presiune activă determinată conform stării de echilibru limită, în combinație cu un sistem de drenare corespunzător.

Pentru debleuri în care lipsesc acvifere mature (ex.: pichetul 14388) cel mai eficient ar fi realizarea diferitor sisteme de drenaj înclinat. Drenurile utilizate în prezent sunt eficiente doar în cazul prezenței unor acvifere mature cu debit mare.

4.2. Modelarea stării de tensiune-deformație a taluzurilor de debleu ținând cont de manifestarea proprietăților reologice ale pământurilor

Scopul principal al acestui compartiment este compararea rezultatele obținute prin metodele recomandate de normativele de calcul, și cele obținute folosind programul de calcul PLAXIS, bazat pe metoda reducerii parametrilor rezistenței (phi/c reduction). De asemenea, ca obiectiv al studiului a fost inclusă și problema determinării cauzelor ce au adus la pierderea stabilității taluzurilor debleurilor pe o porțiune a drumului național Chișinău-Dubăsari-Poltava (magistrala M21, parte a drumului european E58 și E581).

Anterior deja sa menționat că, în literatura modernă de specialitate pentru familiarizarea cu complexul de calcul PLAXIS este analizată problema stabilității versanților formați dintr-un material omogen [185, 125]. Pentru o analiză comparativă, sa analizat un taluz de debleu, situat pe un tronson al drumului național Chișinău-Dubăsari-Poltava (drumul magistral M21). În zona analizată, conform cercetărilor și prelucrării rezultatelor încercărilor de laborator a probelor de pământ din masivul argilo-nisipos, au fost delimitate patru tipuri de pământ, ce corespund adâncimii de la care au fost preluate: 1-3 m, 3-7 m, 7-15 m, și mai multe de 15m.

Informații detaliate privind compoziția litologică și proprietățile pământurilor au fost prezentate anterior (a se vedea subcapitolul 4.1).

Calculule analitice au fost efectuate folosind diferite metode conform următoarelor formule de calcul:

1. prin metoda suprafețelor de rupere circular-cilindrice:

$$k_{rez} = \frac{M_{retinere}}{M_{forfecare}} = \frac{\sum (P_i \cdot \cos \alpha_i \cdot tg \varphi_i + c_i \cdot l_i)}{\sum P_i \cdot \sin \alpha_i} \quad (4.5)$$

2. prin metoda forțelor orizontale a lui Maslov-Berer:

$$k = \frac{\sum T_i}{\sum \pm H_i} = \frac{\sum P_i (tg \alpha_i - tg (\alpha_i - \psi_{pi}))}{\sum \pm P_i \cdot tg \alpha_i} \quad (4.6)$$

3. prin metoda "Fp" (pantei echilibrate) a lui Maslov:

$$k = \frac{\sum tg \psi_{pi}}{\sum tg \alpha_i} = \frac{\sum \left(tg \varphi_{wi} + \frac{c_{wi}}{P_{np,i}} \right)}{\sum tg \alpha_i} \quad (4.7)$$

unde:

α_i – unghiul de înclinare a suprafeței de alunecare față de axa orizontală

c_{wi} – coeziunea totală a pământului;

φ_{wi} – unghiul real de frecare internă;

H_i – forța de împingere (presiune pe peretele de sprijin) în lipsa frecării și coeziunii în pământ;

l_i – lungimea arcului de alunecare în limitele blocului calculat;

$M_{forfecare}$ – momentul, ce rotește masivul de pământ;

$M_{retinere}$ – momentul, ce reține masivul

P_i – greutatea blocului calculat;

$P_{nat,i}$ – presiunea naturală la baza fiecărui bloc calculat;

ψ_{pi} – unghiul de rezistență la forfecare la acțiunea tensiunilor P_i ;

T_i – o parte a forței de împingere (presiune pe perete), percepută de frecarea și coeziunea pământului.

Interpretarea grafică a calculelor este prezentată în Fig. 4.10–4.12 și Fig. A13.1–A13.4, rezultatele sunt prezentate în Tab 4.3.

Pentru modelarea taluzului în programul PLAXIS a fost ales modelul elasto-plastic a lui Mohr-Coulomb cu următoarele caracteristici suplimentare celor indicate în Tab. 4.3:

- pentru argile nisipoase: $E = 19$ MPa, $\nu = 0,35$;
- pentru argile: $E = 21$ MPa, $\nu = 0,42$.

Analiza rezultatelor calculului stabilității taluzurilor debleurilor adânci și a versanților naturali, efectuate de un grup relativ mare de cercetători folosind diferite metode de calcul, a arătat că metodele echilibrului limită oferă rezultate, în unele cazuri, foarte diferite de situația reală.

De exemplu, Nguyen Chap consideră că cea mai potrivită metodă pentru utilizare în calcul este metoda "pantei echilibrate (Fp)" a lui Maslov N.N., deoarece această metodă oferă valoarea minimă a coeficientului de stabilitate, aproape de unitate, respectiv metoda reflectă bine fenomenele asociate proceselor principale din pământ.

Tabelul 4.3. Rezultatele determinării coeficientului de stabilitate a taluzului debleului pe tronsonul drumului auto M21 pichet 1445+00

Modul de încercare la forfecare	Adâncimea de preluare a monolitului h , m	Densitatea pământului în stare naturală ρ , g/cm ³	Parametrii de rezistență		Valoarea coeficientului de stabilitate obținut cu metoda			
			φ , grad	C , kPa	supraf. circular-cilindrice	Maslov (Fp)	Maslov-Berer	PLAXIS
Forfecarea probelor cu structură naturală intactă	1-3	1,89	13	130	2,868	2,462	2,462	2,889
	6	1,86	13	50				
	7-15	1,93	16	100				
	> 15	1,93	20	120				
Forfecarea probelor cu plan pregătit de forfecare	1-3	1,89	15	80	1,647	1,676	1,479	1,711
	6	1,86	14	50				
	7-15	1,93	15	50				
	> 15	1,93	16	50				
Forfecarea probelor cu plan de forfecare pregătit și umezit	1-3	1,89	13	30	0,824	0,822	0,842	0,849
	6	1,86						
	7-15	1,93	10	20				
	> 15	1,93	10	20				

Sursa: elaborat de autor

Metoda "forțelor orizontale" Maslov-Berer oferă un coeficient de stabilitate mai mic decât cel obținut prin metoda lui Terzaghi (cu 30%), dar totuși apropiat de realitate. Trebuie remarcat faptul că aceasta este metoda în care se efectuează majoritatea calculelor în Republica Moldova.

Afirmațiile lui Trollope D., raportor general la secția privind stabilitatea versanților alunecători, la al V-lea Congres Internațional de la Paris din 1961, că "în prezent nu există o justificare teoretică suficientă pentru utilizarea practică a metode teoretice noi propuse" rămâne valabilă și în zilele noastre.

O atenție specială trebuie să fie acordată posibilității reducerii rezistenței pământurilor argiloase în timp ca rezultat al acțiunii unui șir de factori.

În urma analizei unui număr mare de surse bibliografice, precum și a calculelor efectuate, pot fi considerate justificate concluziile făcute mai devreme de cei de la MADI și DIIT că, cauza principală ce provoacă discrepanța dintre rezultatele calculelor și datele reale nu poate fi explicată prin incorectitudinea uneia sau altei metode de calcul.

Diferența dintre valorile coeficientului de stabilitate pentru cele 8 taluzuri de debleu, gradul de stabilitate a căror a fost stabilit prin diferite metode, a fost nesemnificativă și în majoritatea cazurilor nu a depășit 10%.

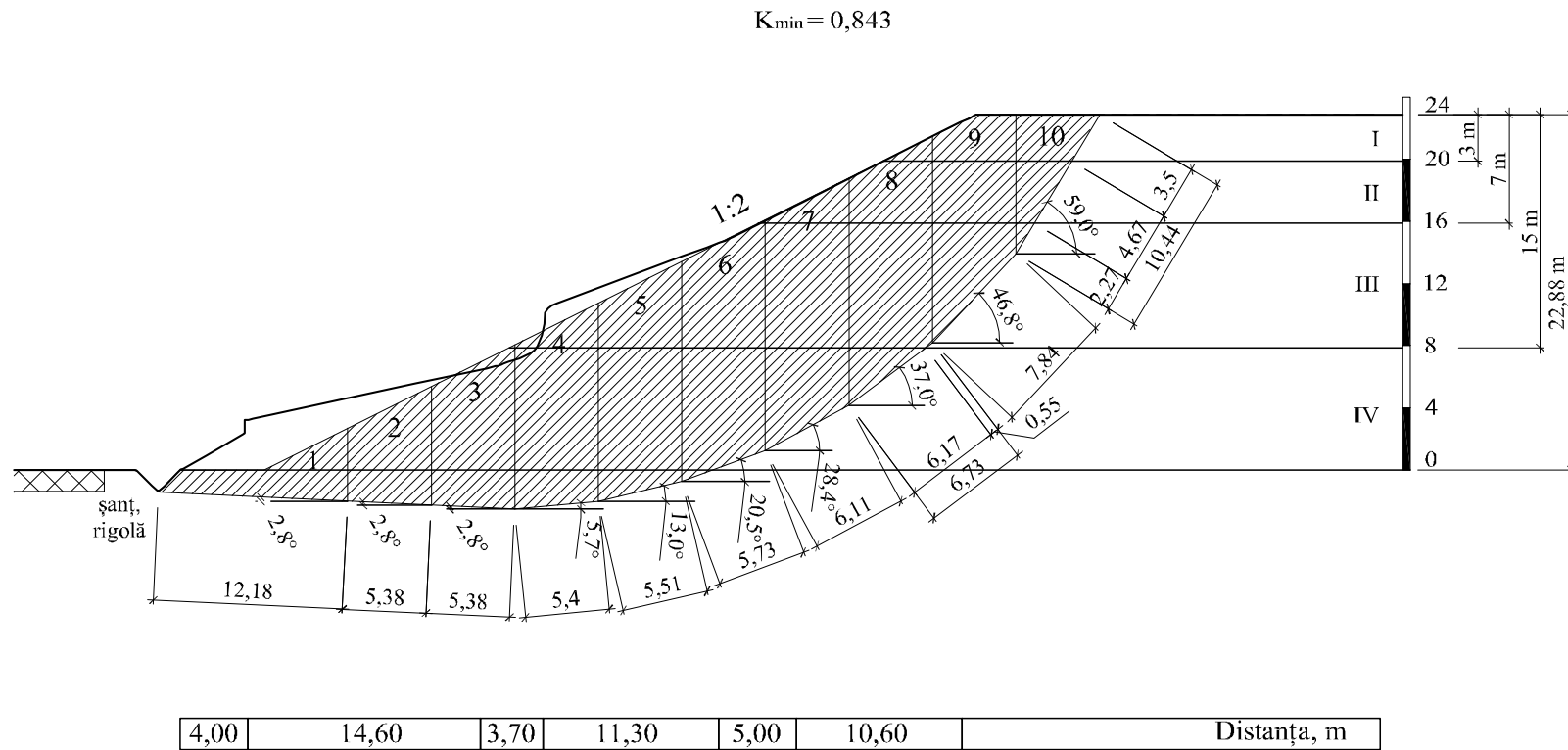


Fig. 4.10. Determinarea stabilității taluzului stâng a debleului „pichetul 1445+00 (pentru probe cu suprafață de forfecare pregătită și umezită), prin metoda „forțelor orizontale” Maslov-Berer.

Sursa: elaborat de autor

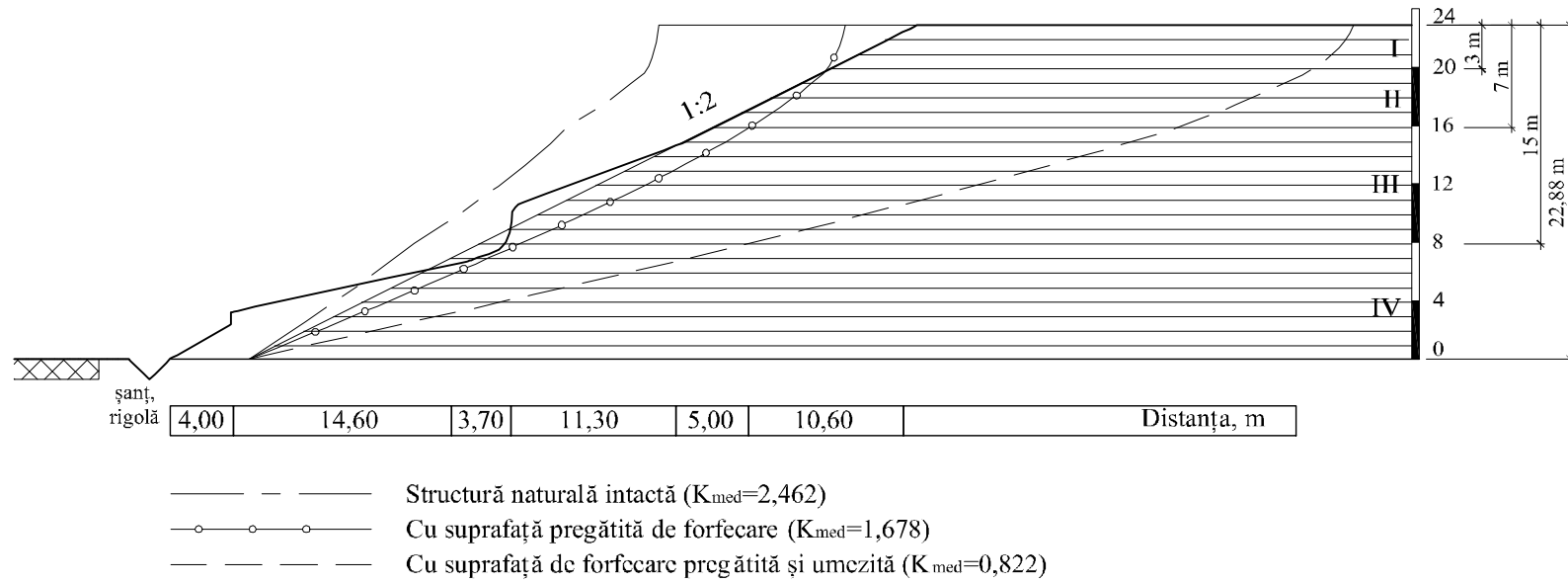


Fig. 4.11. Determinarea stabilității taluzului stâng a debleului, pichetul 1445+00 (pentru probe cu suprafață de forfecare pregătită și umezită), prin metoda „pantei echilibrate”(metoda Fp).

Sursa: elaborat de autor

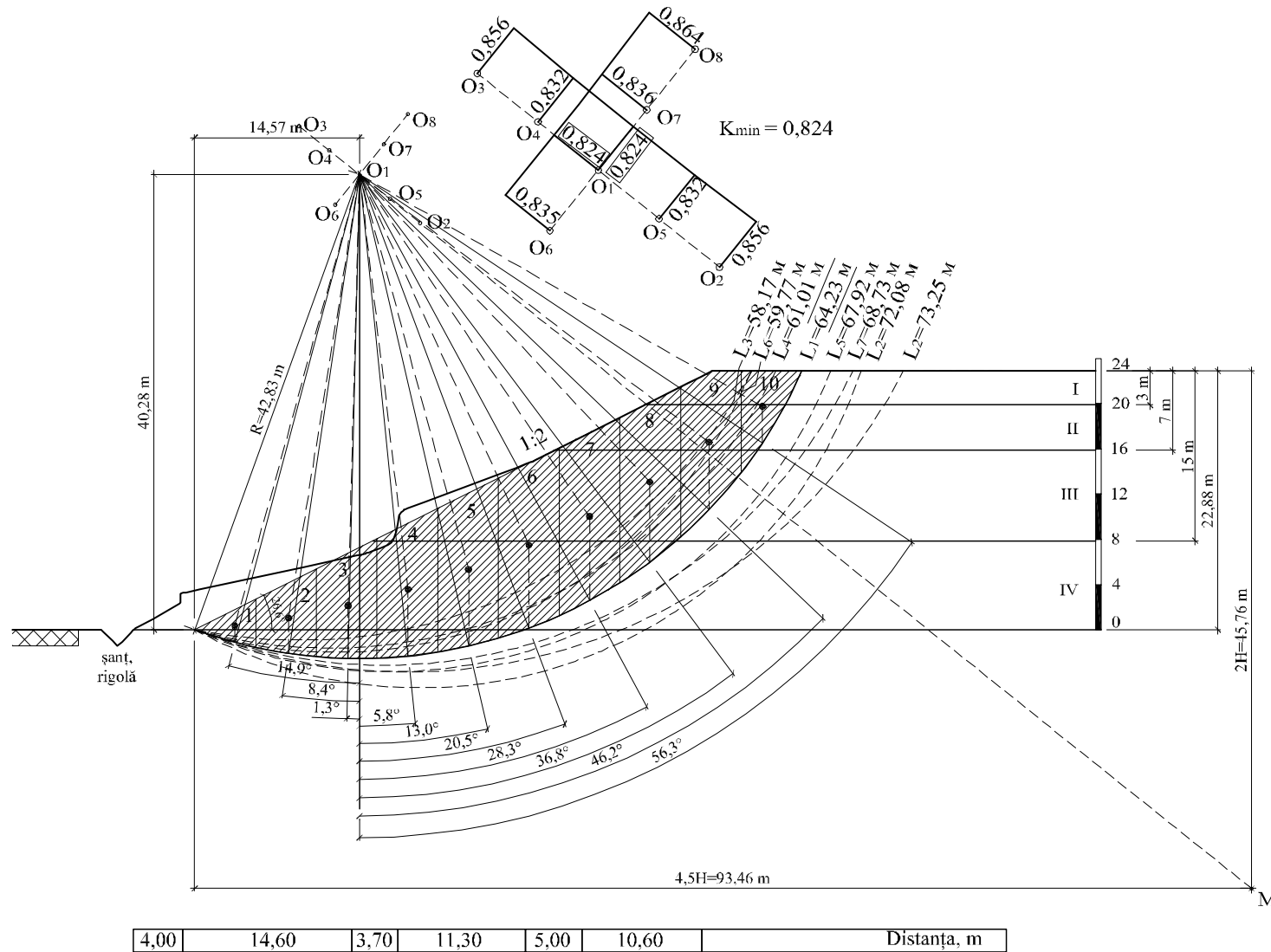


Fig. 4.12. Determinarea stabilității taluzului stâng a debleului, pichetul 1445+00 (pentru probe cu suprafață de forfecare pregătită și umezită), prin metoda circular-cilindrică

Sursa: elaborat de autor

Cauza principală a discrepanței dintre rezultatele calculelor și datele reale, constă în valorile parametrilor rezistenței de calcul utilizați, care au fost stabiliți fără a lua în considerare posibilitatea reducerii în timp a coeziunii, caracteristic argilelor sarmațiene. Acest fapt este confirmat de rezultatele calculelor efectuate cu ajutorul programului PLAXIS.

Trebuie menționat faptul că în urma calculelor și analizei stabilității taluzurilor debleurilor folosind metoda “phi/c reduction”, rezultatele obținute trebuie legate de starea actuală a taluzului și, mai important, de structura litologică a versantului.

Cele menționate mai sus se datorează faptului că, de exemplu, la talpa taluzului, de regulă, se observă influența majoră a forțelor de coeziune, în timp ce forțele de frecare interne joacă un rol nesemnificativ. Pe adâncime, influența forțelor de coeziune scade, iar rolul forțelor de frecare devine determinant, ca rezultat a creșterii tensiunilor normale.

Este important de menționat că relația dintre forțele de frecare internă și coeziune în fiecare punct al masivului de pământ poate fi modificată în orice moment de timp ca urmare a acțiunii factorilor naturali și acțiunii externe. Acestea pot fi procese de dezagregare, umezire suplimentară, procese asociate cu manifestarea proprietăților reologice, acțiunea seismică etc.

În final, trebuie remarcat faptul că, tendința crescândă de utilizare în practica mondială a sistemelor software geotehnice, modelarea numerică, având în vedere complexitatea sarcinilor care trebuie soluționate, necesită de la utilizator nu doar o experiență bogată, dar și o profundă cunoaștere a alunecărilor de teren. Aceasta înseamnă că metodele echilibrului limită care au devenit deja "tradiționale" trebuie să fie folosite în continuare, inclusiv pentru verificarea rezultatelor calculului, obținute cu ajutorul MEF și a sistemelor software moderne.

La determinarea coeficientului de stabilitate folosind software PLAXIS, a fost folosită "metoda reducerii parametrilor de rezistență a pământurilor (phi/c reduction)".

Metoda reducerii parametrilor de rezistență

Metoda reducerii parametrilor de rezistență, mai bine cunoscută sub numele “phi/c reduction”, este utilizată de programele de calcul bazate pe metoda elementelor finite și de frontieră (PLAXIS, GEO5, Phase2, FLAC). Conform acestei metode, coeficientul de stabilitate și suprafața de alunecare se stabilesc automat în procesul de calcul.

Metoda constă în reducerea succesivă a valorii unghiului de forfecare și coeziunii totale până când masivul de pământ își pierde rezistența (stabilitatea) [197, p. 25]. Pentru determinarea valorilor parametrilor de rezistență, la o anumită etapă de calcul se folosește multiplicatorul general ΣM_{sf} .

$$\Sigma M_{sf} = \frac{\text{tg}\varphi_{input}}{\text{tg}\varphi_{reduced}} = \frac{c_{input}}{c_{reduced}}; \quad (4.8)$$

unde ΣM_{sf} – coeficient de reducere a rezistenței, corespunzător coeficientului de stabilitate în momentul cedării, $tg\phi_{reduced}$ și $C_{reduced}$ – parametrii de rezistență, reduși în procesul de calcul până la valorile minime, suficiente pentru asigurarea echilibrului.

La prima etapă de calcul, valoarea coeficientului de reducere a rezistenței (ΣM_{sf}) este $\Sigma M_{sf} = 1$, ulterior valoarea lui ΣM_{sf} se majorează. Rezistența la forfecare și deformațiile se stabilesc la fiecare etapă de calcul, până la cedare. Rezultatele sunt prezentate sub formă de grafice, ce reflectă influența coeficientului de reducere a rezistenței (ΣM_{sf}) asupra deplasării punctului de referință (nodului rețelei elementelor finite). Criteriul de cedare a modelului se determină cu condiția lui Mohr-Coulomb. În cazul în care, conform calculelor cu ajutorul elementelor finite, se va obține soluția pentru stare de echilibru limită a taluzului, graficul va lua o poziție orizontală iar coeficientul de reducere a rezistenței va corespunde coeficientului de stabilitate ΣM_{sf} .

Suprafața de alunecare, în cazul folosirii MEF, se formează în procesul de calcul. Interpretarea grafică a rezultatelor sunt prezentate în Fig. 4.13.

Analizând rezultatele, se observă o convergență bună a datelor, obținute prin metodele echilibrului limită și cele obținute cu ajutorul programului PLAXIS. Acest lucru indică faptul că programul dat poate fi folosit pentru calculul stabilității taluzurilor și versanților precum și altor probleme geologico-ingineresti.

Trebuie remarcat faptul că taluzul debleului analizat își pierde stabilitatea odată cu reducerea caracteristicilor de rezistență până la valorile ce corespund celor obținute pentru probele cu suprafață de forfecare pregătită și umezită.

Cercetările confirmă faptul că, cauza principală ce a dus la apariția deformațiilor este valoarea prea mare a pantei taluzului, care la etapa proiectării a fost stabilită fără a ține cont de caracteristicile pământurilor argiloase a zonei analizate, ce a dus la dezvoltarea deformațiilor de fluaj și reducerea rezistenței în timp ca rezultat al acțiunii factorilor nefavorabili, în primul rând din cauza expunerii la factorii atmosferici și umezirii suplimentare în perioada precipitațiilor atmosferice maxime.

Calcululele ulterioare au fost efectuate cu scopul determinării parametrilor de rezistență a pământurilor argiloase la care taluzurile celor 8 debleuri de pe drumul auto M21 își pierd stabilitatea. La calculul debleurilor au fost folosite caracteristicile fizico-mecanice ce corespund normelor de proiectoare în vigoare [174]. Secțiunea transversală și valorile caracteristicilor fizico-mecanice folosite la calcul sunt prezentate în Tab. 4.3 și Fig. A12.2 – A12.4. Calcule au fost efectuate cu programul PLAXIS.

Rezultatele obținute sunt prezentate în Tab. 4.4

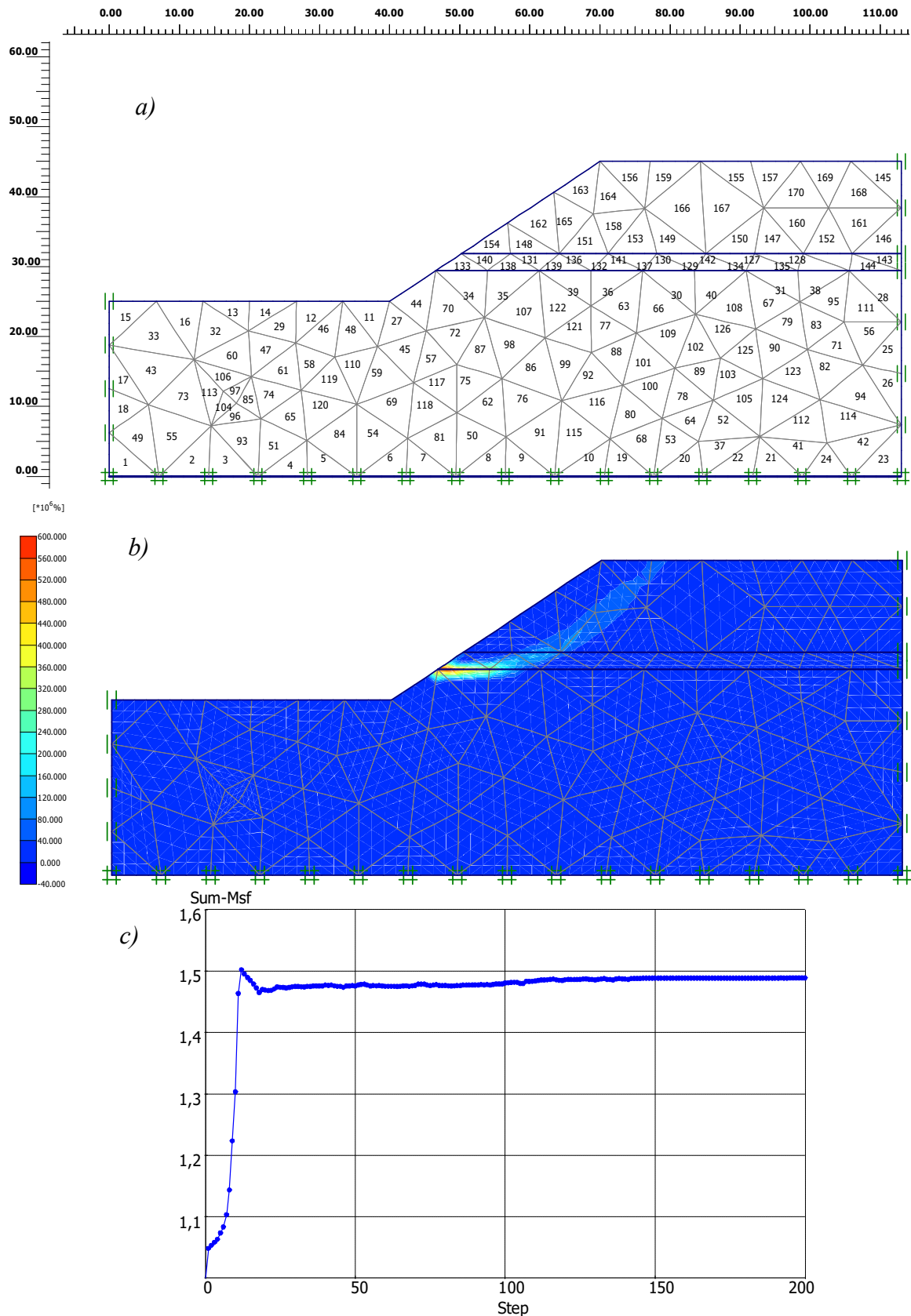


Fig. 4.13 Rezultatele calcului stabilității taluzului debleului, pichet nr. 1445+00 cu software PLAXIS: a) schema de calcul; b) izosuprafețele planului de alunecare pentru caracteristicile fizico-mecanice ale pământurilor adoptate conform СНП 2.02.01-83; c) graficul rezultatelor determinării coeficientului de stabilitate.

Sursa: elaborat de autor cu ajutorul softului PLAXIS

Tabelul 4.3 Valorile normate ale caracteristicilor fizico-mecanice conform Anexei 1 CHuII 2.02.01-83

Caracteristicile pământului		Denumirea pământului			
		Nisip argilos	Argilă nisipoasă	Nisip	Argilă
Materialul (Material set)	Material model	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb
	Material type	UnDrained	UnDrained	UnDrained	UnDrained
Proprietățile generale (General properties)	γ_{unsat} (kN/m ³)	17,0	17,0	16,0	18,0
	γ_{sat} (kN/m ³)	19,0	19,0	19,0	19,0
Permeabilitatea (Permeability)	k_x (m/zi)	0,40	0,10	10,0	0,0001
	k_y (m/zi)	0,40	0,10	10,0	0,0001
Rigiditatea (Stiffness)	E_{ref} (kN/m ²)	14000	19000	28000	21000
	ν	0,3	0,35	0,3	0,42
Rezistența (Strength)	c_{ref} (kN/m ²)	13	28	2	57
	ϕ (grade)	24	22	32	18

Sursa: elaborat de autor

Tabelul 4.4 Valorile coeficientului de stabilitate a taluzurilor și parametrii rezistenței pământurilor

№	Pichetajul taluzurilor debleurilor	Coeficientul de stabilitate pentru valorile normate ale parametrilor de rezistență	Parametrii rezistenței pământurilor argiloase			
			valori normate		La pierderea stabilității $K \approx 1$	
			C (kN/m ²)	ϕ (grade)	c_{ref} (kN/m ²)	ϕ (grade)
1	14375÷14379	1,40	57	18	32	9
2	14406÷14410	1,89			19	6
3	14358÷14365	1,48			30	9,5
4	14368÷14371	2,80			20,1	6,4
5	14406÷14410	1,49			23,7	7,5
6	14358÷14365	1,11			32,4	10,2
7	14388÷14395	1,12			35,6	11,3
8	14348÷14351	3,21			14,3	4,5

Sursa: elaborat de autor

Analiza rezultatelor a arătat o discrepanță între valorile coeficienților de stabilitate, obținute pentru valorile normate ale parametrilor de rezistență, și starea reală a debleurilor. Pentru debleurile deformate (determinat în urma investigațiilor vizuale de teren), au fost obținute valori relativ mari ale coeficientului de stabilitate. Acest lucru poate fi explicat prin faptul că parametrii de rezistență ale pământurilor argiloase, ce formează taluzurile debleurilor, au fost adoptați evident prea mari și în consecință, la proiectarea taluzurilor nu s-a ținut cont de posibila micșorare a rezistenței în timp.

Folosind relația (4.8) au fost determinate valorile parametrilor rezistenței pământurilor argiloase la care taluzurile își pierd stabilitatea, $K \leq 1$ (Tab. 4.4). Interpretarea grafică a rezultatelor sunt prezentate în Fig. A14.1-14.16. Valorile obținute ale coeziunii C și a unghiului de frecare internă ϕ sunt mult mai mici decât cele propuse de normele de proiectare [174]. Aceste valori corespund rezultatelor încercărilor la forfecare pentru probele cu plan pregătit și celor cu plan de forfecare pregătit și umezit, obținute anterior.

4.3. Concluzii la capitolul 4

1. Practica arată că cazurile de deformare a taluzurilor debleurilor, prăbușirea taluzurilor gropilor de fundație, procesele de alunecare pe versanți ce au atins starea de echilibru limită, pot fi explicate ca rezultatul acțiunii unui șir de factori. Cu toate acestea, dacă excludem cazurile de pierdere a stabilității locale ca urmare a proceselor de alterare, decompactare, umezirea suplimentară a pământurilor argiloase pe suprafața neprotejată a taluzurilor debleurilor (sau versanților), rămâne un număr destul de mare de cazuri pentru care pierderea stabilității poate fi explicată doar de deformațiile lente de fluaj a pământurilor argiloase în condițiile formării stării de tensiune-deformație pe versant, în masiv sau zona de muchie.

2. Pentru confirmarea acestui fapt au fost obținute și analizate caracteristicile reologice ale argilelor sarmațiene de pe teritoriul Republicii Moldova; a fost elaborată metoda de determinare a posibilei manifestări a deformațiilor de fluaj și metoda de determinare a zonei de fluaj atunci când este vorba despre stabilitatea în zona de muchie; a fost analizat mecanismul posibil de dezvoltare a procesului de alunecare; a fost elaborată metoda practică de calcul și verificată posibilitatea aplicării acesteia pe baza unui obiect real.

3. În calitate de obiect real analizat a fost ales tronsonul de drum Chișinău-Dubăsari-Poltava (M21), pentru care a fost efectuată o analiză cantitativă a stabilității taluzurilor debleurilor deformate.

4. Au fost studiate proprietățile reologice a grupului de pământuri argiloase selectate. La baza acestui studiu au stat rezultatele încercărilor efectuate de autor care au fost completate cu rezultatele studiilor efectuate anterioare în cadrul UTM.

5. Pe baza rezultatelor studierii rezistenței și caracteristicilor reologice ale pământurilor argiloase, au fost determinate valorile de calcul a parametrilor de rezistență ce permit excavarea debleurilor luând în considerare factorul de timp și asigurând stabilitatea de lungă durată a taluzului debleurilor.

6. A fost elaborată schema debleurilor și rambleurilor potențial periculoase de pe traseul drumului magistral M21 (din limitele teritoriului Republicii Moldova). A fost efectuată o tipizare a debleurilor în funcție de complexitatea condițiilor geologico-inginerești.

7. A fost efectuat calculul de stabilitate a 8 taluzuri de debleu; a fost efectuată o analiză comparativă a rezultatelor obținute cu ajutorul metodelor inginerești clasice și metoda numerică de reducere a parametrilor de rezistență (ϕ/c reduction) pe baza căruia funcționează complexul software PLAXIS.

8. Rezultatele obținute permit a recomanda abordarea propusă de autor pentru rezolvarea problemelor de evaluare a stabilității taluzurilor de debleu și a versanților naturali.

CONCLUZII GENERALE ȘI RECOMANDĂRI

Rezultatelor cercetării efectuate permit formularea următoarelor **concluzii** generale:

1. Analiza situației actuale a dezvăluit un șir de cazuri de deformare a taluzurilor debleurilor și pierderea stabilității versanților. Studiarea documentației de proiect (de arhivă) și analiza condițiilor geologico-inginerești au arătat că la executarea debleurilor și evaluarea STD a terenului de fundare nu sa luat în considerare particularitățile reologice ale argilelor sarmatice alunecătoare de pe teritoriul Republicii Moldova, și anume posibilitatea reducerii rezistenței lor ca rezultat a acțiunii diferitor factori, și în primul rând în procesul dezvoltării deformațiilor de fluaj și reducerea coeziunii structurale caracteristică pământurilor argiloase studiate [121, 158, 159].

2. Rezistența pământurilor argiloase pe versanții alunecători depinde de gradul de umezire și deformare a acestora, determinate în mare măsură de stadiul de formare a versantului. Pe versanții aflați în stadiul de echilibru limită, rezistența medie a depozitelor deluvial-alunecătoare ce formează stratul superior este mult mai mică decât în cazul versanților care încă nu au atins etapa de echilibru limită. Valorile parametrilor rezistenței propuse de autor în subcapitolul 2.3 pot fi folosite pentru determinarea pantei versanților naturali și taluzul debleurilor ce ar asigura stabilitatea de lungă durată a acestora [6, 121, 158].

3. Ca rezultat a cercetărilor efectuate, au fost soluționate un șir de probleme teoretice și practice privind studiarea rezistenței și proprietăților reologice ale argilelor sarmațiene de pe teritoriul Republicii Moldova. A fost propusă și științific argumentată metoda de determinare rapidă a "pragului de fluaj" a pământurilor argiloase (subcapitolele 3.1 și 3.2), iar pentru evaluarea *preliminară* a stabilității de lungă durată a taluzului debleurilor realizate pe versanții alunecători pot fi recomandate relațiile matematice obținute de autor în subcapitolul 2.3 [6].

4. Rezultatele calculelor pentru evaluarea stabilității taluzurilor debleurilor adânci, excavate pe versanții care au ajuns practic la starea de echilibru limită, indică faptul că caracteristicile de rezistență la momentul formării alunecărilor de teren ($K_y = 1,0$) scade până la valorile minime apropiate de rezistența reziduală [7, 121].

5. Au fost determinate valorile coeficientului de vâscozitate – indicele principal care determină dezvoltarea sau amortizarea deformațiilor de fluaj. A fost stabilit faptul că valoarea coeficientului de vâscozitate depinde de consistența pământului. Odată cu creșterea indicelui de lichiditate, coeficientul de vâscozitate scade brusc.

6. Analiza comparativă a rezultatelor obținute cu ajutorul metodelor inginerești clasice și metoda numerică de reducere a parametrilor de rezistență (ϕ/c reduction) pe baza căruia funcționează complexul software PLAXIS a stabilit că, valorile obținute ale coeficientului de stabilitate nu depind

atât de metoda folosită cât de valorile parametrilor de rezistență folosiți în calcul, analiza condițiilor geomorfologice, geologice și hidrogeologice, a proceselor fizico-geologice și a fenomenelor periculoase care se dezvoltă pe versanți. Totuși programul PLAXIS oferă posibilitatea rezolvării rapide a unor probleme mult mai complexe precum și a celor spațiale [7, 21].

7. Pe baza rezultatelor studierii rezistenței și caracteristicilor reologice ale pământurilor argiloase, au fost determinate valorile de calcul a parametrilor de rezistență ce permit excavarea debleurilor luând în considerare factorul de timp și asigurând stabilitatea de lungă durată a taluzului debleurilor. Folosind metodele de modelare matematică, au fost studiate legitățile formării zonei deplasărilor de alunecare, care determină grosimea stratului de pământ implicat în procesul de alunecare [6].

Proiectarea și construcția pe terenuri potențial alunecătoare de pe teritoriul Republicii Moldova impune necesitatea efectuării unor studii aprofundate ale proceselor geologico-ingineresti precum și a fenomenelor care pot afecta construcția.

Problemele esențiale care necesită a fi studiate sunt proprietăților reologice ale pământurilor, analiza posibilei dezvoltări a proceselor de fluaj, care determină rezistența de lungă durată a pământurilor și, în consecință, stabilitatea versanților naturali și a taluzurilor debleurilor realizate la construcția drumurilor și căilor ferate sau în cazul excavării săpăturilor adânci. Pe baza rezultatelor cercetării efectuate, autorul consideră necesar să ofere următoarele **recomandări**:

1. La stabilirea valorilor de calcul a rezistenței argilelor sarmațiene de pe teritoriul Republicii Moldova, trebuie luată în considerare prezența zonelor naturale cu rezistență redusă și a suprafețelor de alunecare. Această circumstanță este strâns legată cu faptul că efectul tulburării structurii argilelor prevalează asupra influenței compactității-umidității. Astfel, înainte de prelucrarea datelor experimentale, este necesar, în funcție de obiectivele stabilite, pregătirea unei selecții, ce ar lua în considerare caracteristicile structurale ale argilelor studiate [6, 26, 27].

2. Pentru a lua în considerare principalii factori care influențează asupra rezistenței la forfecare a pământurilor argiloase, poate fi folosit complexul de programe oferit de conf. univ. Sârbu Teodor și adaptat de autor pentru studierea argilelor sarmațiene. O caracteristică importantă a metodei este posibilitatea folosirii celor mai informative componente și excluderea celor neesențiale, ceea ce simplifică interpretarea rezultatelor [6].

3. Valorile statistice medii ale caracteristicilor de rezistență ale pământurilor, obținute de autor în cazul micșorării acestora pot fi utilizate pentru o evaluare preliminară a capacității portante a terenurilor de fundare. Acest lucru poate fi foarte util la etapa de luare a deciziilor de proiectare, deoarece va economisi resurse materiale semnificative și va evita erorile mari în evaluarea stabilității de lungă durată a taluzului debleurilor și a versantului în întregime [6].

4. La realizarea săpăturilor adânci în argilele sarmațiene, proiectanții trebuie să țină cont de posibilitatea reducerii coeziunii structurale rigide C_c în cazul dezvoltării deformațiilor de fluaj. În acest caz, la evaluarea capacității portante a terenului de fundare, această parte a coeziunii totale C_w trebuie exclusă. Coeziunea de natură hidrocoloidală Σ_w va fi determinată de valoarea și intensitatea deformațiilor de fluaj admisibile în raport cu construcția proiectată: taluz de debleu, clădire cu rigiditatea dată, amplasată pe versant etc.

5. Se recomandă soluționarea problemei privind posibila manifestare a deformațiilor de fluaj prin compararea tensiunilor tangențiale τ care apar în masivul de pământ cu valoarea pragului de fluaj τ_{lim} . Pentru prognoza dezvoltării deformațiilor de fluaj a versanților și taluzurilor debleurilor, pot fi utilizate ecuațiile pragului de fluaj în funcție de consistență, obținută.

6. Valorile pragului de fluaj pot fi determinate folosind metoda propusă de autor pentru prelucrarea datelor încercărilor la forfecare cu suprafață pregătită. Acest lucru va permite evitarea efectuării unor experimente de lungă durată în cazurile în care apare necesitatea prognozării deformațiilor de fluaj [6].

7. Studiul efectuat pe tronsonul drumului auto M21 a făcut posibilă tipizarea debleurilor în funcție de structura lor geologică și stabilirea pantei de proiect, ce asigură stabilitatea acestora pe termen lung. O astfel de abordare poate fi recomandată și pentru alte sectoare sau tronsoane aflate în stare de echilibru limită [158].

8. Pentru determinarea coeficienților de stabilitate a taluzurilor debleurilor adânci și a versanților naturali, metodele echilibrului limită, care au devenit "tradiționale", ar trebui utilizate pentru verificarea rezultatelor calculelor obținute cu ajutorul MEF și a sistemelor software moderne. Pentru determinarea coeficientului de stabilitate folosind software PLAXIS, poate fi utilizată "metoda reducerii caracteristicilor de rezistență a pământului" (phi/c reduction) [7, 121].

Cercetările efectuate se referă la o anumită categorie de sarcini, soluționarea cărora va contribui la adoptarea unor soluții de proiect mai fiabile în procesul explorării teritoriilor potențial periculoase. În același timp, potrivit autorului, cercetarea științifică trebuie continuată pentru soluționarea altor sarcini la fel de importante:

- 1) În primul rând trebuie create baze de date precum și o bază comună pentru tehnologiile geo-informaționale specializate;
- 2) Trebuie extinse investigațiile de monitorizare;
- 3) O îmbunătățire ulterioară necesită metodele modelării numerice a versanților naturali și a taluzurilor debleurilor;
- 4) Etapa finală a cercetărilor trebuie să fie elaborarea și aprobarea documentelor normative regionale.

BIBLIOGRAFIE

1. Bjerrum L. Fundamental Consideration on the Shear Strength of Soil. In: *Geotechnique*, 1951, vol. 2, №. 3, p. 209-218.
2. Boțu N., Muscat V. *Geotehnica*. Iași: Editura “Societății Academice Matei-Teiu Botez”, 2009. 167 p.
3. Casagrande A., Wilson D. Effect of rate of loading on the strength of clays and shales at constant water content. In: *Geotechnique*, 1951, vol. 2, №. 3, p. 241-263.
4. Christensen R.W., Kim J.S. Rheological model studies in clay. In: Pergamon Press / *Clays and Clay Minerals*, 1969, vol. 17, p. 83-93.
5. Chen Y.J. , Pan C.L. , Cao P., Wang W.X. A new mechanical model for soft rock rheology. In: *Rock Soil Mech.*, 2003, vol. 24, №. 2, p. 209-214.
6. Cîrlan A. Cu privire la alegerea indicatorilor de rezistență a pământurilor pentru evaluarea capacității portante a terenului de fundație. In: *Meridian Ingineresc*, 2016, №.1, p. 42-45. ISSN 1683-853X.
7. Cîrlan A. Cu privire la evaluarea gradului de stabilitate a debleurilor folosind programul de calcul Plaxis. In: *Culegeri de articole a conferinței tehnico-științifice internaționale “Probleme actuale ale urbanismului și amenajării teritoriului”*. Chișinău: CEP USM, 2016, vol. 3, p. 83-88. ISBN 978-9975-71-850-9
8. Cristescu S.L., Ștefănică M., Marin M. *Reologia pamânturilor*. Timișoara: Politehnica, 2015. 546 p. ISBN 978-606-554-893-0
9. Fawaz A., Farah E., Hagechegade F. Slope Stability Analysis Using Numerical Modelling. In: *American Journal of Civil Engineering*, 2014, vol. 2, №. 3, p. 60-67.
10. Henkel D.J. Investigation of two long-term failures in London clay slopes at Wood Green and Northolt. Proceedings. In: *Fourth International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering*, London, 1957, vol. 2, p. 315-320.
11. Hu H. Rheological model and rheological equation of sullage soft soil under dynamic loading. In: *Rock Soil Mech.*, 2007, vol. 28, №. 2, p. 237-240.
12. Kayyal M.K., Wright S.G. Investigation of long-term strength properties of Paris and Beaumont clays in earth embankment. Research report 1195-2F. Texas: Center for Transportation Research The University of Texas at Austin, 1991, 134 p.
13. *Landslides and Engineered Slopes. From the Past to the Future*. Proceedings of the tenth international symposium on landslides and engineered slopes, Xi’an, China. London: Taylor & Francis Group „A BALKEMA BOOK”, 2008, vol. 1. 2178 p. ISBN 978-0-415-41196-7
14. Li J.S., Lin Y.M. Singh-mitchell creep model of Shanghai very soft silt clay. In: *Rock Soil Mech.*, 2000, vol. 21, №. 4, p. 363-366.

15. Lu N. A Power Law for Elastic Moduli of Unsaturated Soil. In: Constitutive Modeling of Geomaterials, Berlin: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2013, p. 271-275. ISBN 978-3-642-32814-5-35
16. Maior N., Păunescu M. Geotehnică și fundații. București: Editura Didactică și Pedagogică, 1973. 493 p.
17. Manoliu I., Radulescu N. Geotehnica II. București: UTCB, 2011. 168 p.
18. Marinescu C. Asigurarea stabilității terasamentelor și versanților. Concepții și soluții moderne. București: Editura Tehnică, 1988, vol. I. 355p.
19. Marinescu C. Asigurarea stabilității terasamentelor și versanților. Concepții și soluții moderne. București: Editura Tehnică, 1988, vol. II. 395p.
20. Martin R.E., Rehwoldt E.B. Evaluation of landslides in reservoir above proposed 165m high dam, Pervari, Turkey. Collaborative Management of Integrated Watersheds, 30th Annual USSD Conference Sacramento. California, 2010, p. 947-964. ISBN 978-1-884575-51-8.
21. Maslov N. N. Some Questions of the Stability and Deformation of Retaining Walls on Clay Soils. In: Proceedings of Brussels Conf. 58 on Earth Pressure Problems. Brussels, 1958, vol. 3, p. 199-203.
22. Maslov N. N. Chairman of the Special Section „Stability of Deep cuttings and Natural Slopes”. Introductory Speech on Effect of and Allowance for Natural Factors and Phenomena in the Numerical Evaluation of the Stability, VIII ICOSOMEF. Moscow, 1973.
23. Mathe L., Pillinger G., Kiss P. Effects of varying moisture content and settlement on internal friction, load capacity and cohesion in loam soil. In: World automotive congress. Congress Theme 3. Budapest, 2010, vol. 5, p. 3968–3972.
24. Orlov S., Orlov E. Alunecările de teren în Moldova și stabilizarea lor. Inform. de sint I.M.Ș.L.M.T.Ș. Chișinău:, 1997, 45 p.
25. Peterson R. Discussion. In: Proceedings of third international conference on soil mechanics and foundation engineering. Zurich, 1953, vol. 3, p. 211-215.
26. Polcanov V., Cîrlan A., Ceban O., Funieru N. Influence of soil properties anisotropy on the bearing capacity of the foundation ground. In: Meridian Ingineresc, 2015, №.4, p. 40-43. ISSN 1683-853X
27. Polcanov V., Cîrlan A. Determinarea caracteristicilor reologice ale pământurilor argiloase din Moldova pentru evaluarea stării de tensiune-deformație a terenurilor de fundație. In: Meridian Ingineresc. 2015, №.1, p. 26-29. ISSN 1683-853X
28. Proceedings of International Symposium on Rheology and Soil Mechanics (1964 : Grenoble). Berlin, New York: Springer-Verlag, 1966. 502 p.

29. Rowe P.W. $C_e=0$ hypothesis for normally loaded clays at equilibrium. In: Proceedings of the 4th international conference on soil mechanics and foundation engineering. London, vol. 1, p. 189-192.
30. Shaker R.R., Sirodoev Gh., Sirodoev I. Landslide susceptibility in the Republic of Moldova: a landscape and multivariate approach for regional assessment. In: Papers of the applied geography conferences. Kent: Kent State University, 2011, vol. 34, p. 288-299.
31. Shao Y., Yan C.H., Xu B.T. Identification on rheological model of lacustrine soft soil and its engineering application. In: Rock Soil Mech., 2012, vol. 33, №. 8, p. 2384-2387
32. Sîrodoev Gh., Mițul E., Gherasi A., Ignatiev L. Baza de date „Alunecările de teren” a subsistemului „Geomorfologie” al SIG-ului. Geografie (supliment). In: Lucrările simpozionului “Sisteme informaționale geografice” Nr. 6. Iași: Universitatea Al. I. Cuza, 2000, Tom XLI, s. II, p. 49-53.
33. Skempton A.W. Long-term stability of clay slopes. In: Geotechnique. London, 1964, vol. 14, p. 77-101.
34. Skempton A.W. First-time slides in over-consolidated clays. In: Geotechnique. London, 1970, vol. 20, p. 320-324.
35. Springman C.M., Askarinejad A. & others. Lessons learnt from field tests in some potentially unstable slopes in Switzerland. In: Acta geotechnica Slovenica, 2012, vol. 1, p. 5-29.
36. Stănculescu I., Antonescu I. Concepții moderne asupra rezistenței la tăiere a pământurilor argiloase. In: Revista Hidrotehnica, 1952, Nr. 6, p. 40-48.
37. Suklje L. Common factors controlling the consolidation and the failure of soils. In: Proceedings of Geotechnical Conference. Oslo, 1967, vol. 1, p. 153-158.
38. Tan Tjong-kie. Deformation of the rheological parameters and the hardening coefficients of clays. In: IVTAM Symposium. Grenoble, 1966, p. 67-73.
39. Tchalenko J.S., Burnett A.D., Hung J.J. The correspondence between optical and X-ray measurements of particle orientation in clays. In: Clay Minerals, 1971, vol. 9, p 47-70.
40. Templeton A.E., Sills G.L., Cooley L.A. Long Term Failure in Compacted Clay Slopes. In: International Conference on Case Histories in Geotechnical Engineering. Missouri: Missouri University of Science and Technology, 1984, vol. 22, p. 749-754.
41. Ter-Martirosyan Z.G. Rheological parameters of soils and design of foundations. News Delhi: Oxford and JHB Publishing co. PVT.LTD, 1992, 194 p. ISBN-13: 978-9054102113
42. Timofeyeva T.A., Polcanov V.N. On the long term stability of natural and cutting slopes in Moldova. In: Proceedings of the seventh international symposium on landslides. Trondheim: A.A. Balkema, Rotterdam, Brookfield, 1996, vol. 2, p. 1387-1390.

43. Wang D., Lv Q. He X.. Experiment Study on Rheological Model of Soft Clay. In: The Open Civil Engineering Journal, 2014, №. 8, p. 344-350.
44. Zhang J.H., Miao L.C. Tests on rheological behavior of lianyungang marine soft clay and two yield-surface rheological mode. In: Rock Soil Mech., 2005, vol. 26, №. 1, p. 145-149.
45. Zhao M.H., Xiao Y., Chen C.F. Laboratory experiment of the rheological property of soft clay and improved xiyuan model. In: J. Hunan Univ. (Nat. Sci.), 2004, vol. 31, №. 1, p. 48-51.
46. Аносова Л.А. Изменение состава и деформационного поведения глин при оползневом процессе. Москва: Наука, 1966. 80 с.
47. Аносова Л.А., Клинова Г.И. Влияние состава и физико-механических свойств среднесарматских отложений на развитие оползневых процессов в Центральной Молдавии. В: Инженерно-геологические процессы и свойства грунтов. Москва: Стройиздат, 1980, с. 59-82.
48. Бабаханов Б.С. Определение величины оползневого давления на основе анализа напряженного состояния грунтового массива. Диссертация на соискание ученой степени канд. техн. наук. Волгоград, 2013. 175с.
49. Бабицкая С.С., Субботина Н.Н., Прийма Н.Г. О возможности прогноза прочности глинистых грунтов. В: Земляное полотно и геотехника на железнодорожном транспорте. Днепропетровск: ДИИТ, 1983, Вып. 227/81, с. 50-53.
50. Бабицкая С.С., Черненко Н.Б. Об ускоренных методах оценки длительной прочности грунтов. В: Вопросы геотехники. Днепропетровск: ДИИТ, 1976, № 25, Вып. 179/25, с. 22-29.
51. Билинкис Г.М. Неотектонические предпосылки формирования оползней Молдовы. В: Геоморфология, 1990, №. 2, с. 58-66.
52. Билинкис Г.М. Геодинамика крайнего юго-запада Восточно-Европейской платформы в эпоху морфогенеза. Кишинэу: Бизнес-элит, LEXtoria, 2009. 184 с.
53. Бобрович А.С. Математическое определение запаса устойчивости оползневых объектов. Диссертация на соискание ученой степени канд. техн. наук. Ульяновск, 2008. 147с.
54. Богдевич О.П. Исследование закономерностей изменения физико-механических свойств глин в процессе выветривания (на примере Молдовы): Автореферат диссертации на соискание ученой степени канд. геолого-минералогических наук. Москва, 1992. 25 с.
55. Болей К., Строкова Л.А. Определение характеристик ползучести глинистых грунтов В: Известия Томского Политехнического Университета, 2007, том 310, №. 2, с. 42-44.
56. Бондарик, Г.К., Царева А.М., Пономарев В.В. Текстура и деформация глинистых пород. Москва: Недра, 1975. 168 с.

57. Бондарик Г.К., Ярг Л.А. Инженерно-геологические изыскания. Москва: КДУ, 2008. 424 с.
58. Браславский В.Д. Роль сцепления в расчетных методах по оценке устойчивости склонов и откосов: Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Москва: МАДИ, 1975. 236 с.
59. Будин А.Я. О прогнозировании оползней, вызванных проявлением реологических свойств грунтов. В: Реология грунтов и инженерное мерзлотоведение. Москва: Наука, 1982. с. 85-93.
60. Букатчук П. Д., Блюк И. В., Покатилов В. П. Геологическая карта Молдавской ССР, м-б 1:200 000 (Объяснительная записка). Кишинэу, 1988. 180 с.
61. Вовк В.М. Закономерности формирования инженерно-геологических свойств основных типов глинистых пород Молдовы в связи с их набуханием: Автореферат диссертации на соискание ученой степени канд. геолого-минералогических наук. Москва, 1991. 26 с.
62. Вялов С.С. Реологические свойства и несущая способность мерзлых грунтов. Москва: Изд-во АН СССР, 1959. 191 с.
63. Вялов С.С. и др. Прочность и ползучесть мерзлых грунтов и расчеты ледогрунтовых ограждений. Москва: Изд-во АН СССР, 1962. 254 с.
64. Вялов С.С. Реологические основы механики грунтов. Москва: Высш. шк., 1978. 448 с.
65. Вялов С.С., Зарецкий Ю.К., Максимьяк Р.В. Кинетика структурных деформаций и разрушения глин. В: Труды VIII Междунар. конгресса по механике грунтов и фундаментостроению. Москва: Стройиздат, 1973, с. 13-24.
66. Вялов С.С., Пекарская Н.К., Максимьяк Р.В. О физической сущности процессов деформирования и разрушения глинистых грунтов. В: Основания, фундаменты и механика грунтов, 1970, № 1, с. 7-9.
67. Вялов С.С. и др. Методика определения характеристик ползучести, длительной прочности и сжимаемости мерзлых грунтов. Москва: Наука, 1966. 131 с.
68. Вялов С.С. Закономерности длительной прочности грунтов. В: Труды к VII международному конгрессу по механике грунтов и фундаментостроению. Москва: Стройиздат, 1969, с. 56-64.
69. Зильберман И.М. Физико-химические основы прогнозирования некоторых физических и механических свойств глинистых пород при их длительном обводнении (на примере глинистых пород Молдовы). Автореферат диссертации на соискание ученой степени канд. геолого-минералогических наук. Москва, 1998. 18 с.

70. Гидрогеологические условия Молдавии и методика их изучения. В: Труды АН МССР. Кишинев: Штиинца, 1973. 144 с.
71. Гольдштейн М.Н., Тер-Степанян Г.И. Длительная прочность глин и глубинная ползучесть склонов. В: Материалы к IV Международному конгрессу по механике грунтов и фундаментостроению. Москва: АН СССР, 1957, с. 43-52.
72. Гольдштейн М.Н., Бабицкая С.С. Методика определения длительной прочности грунтов. В: Основания, фундаменты и механика грунтов, 1959, № 4, с. 11-14.
73. Гольдштейн М.Н., Бабицкая С.С., Мизюмский В.А. Методика испытания грунтов на ползучесть и длительную прочность. В: Вопросы геотехники, 1962, № 5. с. 93-120.
74. Гольдштейн М.Н., Бабицкая С.С. Расчет устойчивости откосов с учетом ползучего сдвига В: Вопросы геотехники, 1964, № 7, с. 85-95.
75. Гольдштейн М.Н., Туровская А.Я., Тимофеева Т.А. Исследование глубоких оползней Одессы. В: Вопросы геотехники, 1968, № 12, с. 7-36.
76. Гольдштейн М.Н. Механические свойства грунтов. Москва: Стройиздат, 1971. 367 с.
77. Гольдштейн М.Н., Туровская А.Я. Развитие оползневых смещений в запредельном состоянии. В: Инж.-геол. свойства глинистых пород и процессы в них. Москва: МГУ, 1972, вып.2, с. 110-119.
78. Гольдштейн М.Н., Бабицкая С.С. Исследование влияния режима загрузки на прочностные свойства глинистых грунтов. В: Труды I Всесоюзного симпозиума по реологии грунтов. Ереван, 1973, с.178-181.
79. Гольдштейн М.Н., Туровская А.Я. Теория развития и затухания оползневого процесса В: Проблемы геомеханики. Ереван, 1973, № 6, с. 140-147.
80. Гольдштейн М.Н., Туровская А.Я., Черненко Н.Б. О длительной прочности глинистого грунта в массиве на оползневых склонах. В: Основания, фундаменты и механика грунтов, 1978, № 5, с. 16-19.
81. Горбанов А.С. Исследование затухающей ползучести грунта ненарушенной структуры на сдвиговом приборе. В: Фундаменты и подземные сооружения. Киев: Высш. шк., 1976, с. 141-144.
82. ГОСТ 5180-84 Грунты. Метод лабораторного определения физических характеристик. Москва: ГКСССР по ДС, 1984. 17 с.
83. ГОСТ 25100-95 Грунты. Классификация. Москва: МНТКС, 1995. 19 с.
84. ГОСТ 12248-96 Грунты. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости. Москва: МНТКС, 1996. 98 с.

85. ГОСТ 20522-96 Грунты. Методы статистической обработки результатов испытаний. Москва: МНТКС, 1998. 23 с.
86. ГОСТ 30416-2012 Грунты. Лабораторные испытания. Общие положения. Москва: МНТКС, 2012. 16 с.
87. ГОСТ 12071-2014 Грунты. Отбор, упаковка, транспортирование и хранение образцов. Москва: МНТКС, 2014. 10 с.
88. Денисов Н.Я. Природа прочности и деформаций грунтов. Избранные труды. Москва: СИ, 1972. 279 с.
89. Гулакян К.А., Кюнцель В.В., Постоев Г.П. Прогнозирование оползневых процессов. Москва: Недра, 1977. 135с.
90. Добров Э.М. Обеспечение устойчивости склонов и откосов в дорожном строительстве с учетом ползучести грунтов. Москва: Транспорт, 1975. 215 с.
91. Доскач А.Г. Эрозионные и оползневые процессы на территории Молдавии. Кишинэу: Штиинца, 1978. 80 с.
92. Дрейпер Н., Смит Г. Прикладной регрессионный анализ. В 2-х кн. Кн. 2, Пер. с англ. - 2-е изд., перераб. и доп. Москва: Финансы и статистика, 1987. 351 с.
93. Друмя А.В. и др. Тектоника Молдавской ССР. Москва: АН МССР, 1961.
94. Емелианова Е.П. Сравнительный метод оценки устойчивости склонов и прогноза оползней. Москва: Недра, 1971. 103 с.
95. Емельянова Е.П. Основные закономерности оползневых процессов. Москва: Недра, 1972. 310 с.
96. Забавин В.С., Захаров М.Н., Воробьев В.Н. Ползучесть и длительная устойчивость оползневого склона. В: Тезисы доклада VI симпозиума по реологии грунтов. Рига, 1989, с. 32-37.
97. Заключительный отчет по научно-исследовательской работе. Исследования по изучению параметров ползучести глин в зависимости от их состава и степени латификации с целью инженерно-геологической оценки. Москва: ПНИИИС, 1981, том 1. 124 с.
98. Зарецкий Ю.К., Ломбардо В.Н., Грошев М.Е. Пластическое течение грунтовых масс В: Известия вузов. Строительство и архитектура, 1979, № 2, с. 3-24.
99. Зарецкий Ю.К., Воробьев В.Н. Оценка длительной устойчивости оползневых склонов В: Основания, фундаменты и механика грунтов, 1990, № 3, с. 23-24.
100. Зелинский И.П. Инженерно-геологический анализ эффективности противооползневых мероприятий г. Одессы. Диссертация на соискание ученой степени кандидата геолого- минералогических наук. Москва, 1970. 146 с.
101. Зиангиров Р.С. Объемная деформируемость глинистых грунтов. Москва: Наука, 1979. 164 с.

102. Зиангиров Р.С. Природа сопротивления глин сдвигу. В: Инж.-геол. проц. И свойства грунтов. Москва, 1980. с. 24-36.
103. Золотарев Г.С. Геологические закономерности развития оползней и обвалов: Основы теории их изучения и прогноза. В: Вестник МГУ, Геология, 1974, № 4. с. 3-19.
104. Золотарев Г.С., Рагозин А.Л. Закономерности формирования склонов Днестра и методика прогноза их переработки при нестационарном уровненом режиме водохранилищ. В: Инженерная геология, 1976, № 6, с. 47-63.
105. Изучение инженерно-геологических условий устойчивости дорожного полотна в пределах ССРМ с целью обоснования противооползневой защиты. Отчет о НИР (заключительный)/ КПИ им. С.Лазо. Руководитель Т.А. Тимофеева. Кишинэу, 1990. 98 с.
106. Инженерно-геологические изыскания для строительства. ч. I-III. Москва: ПНИИИС ГССтроя России, 1997-2000.
107. Исследование реологических свойств глинистых грунтов Молдавии. Отчет о НИР (промежуточный). Руководители Н.Н. Маслов, З.М. Караулова. Москва: МАДИ, 1985. 106 с.
108. Исследования сопротивляемости сдвигу в зависимости от скорости деформации. Отчёт о НИР (заключительный). Руководитель: М.Н. Гольдштейн. Днепропетровск: ДИИТ, 1962. 32 с.
109. Исследования по изучению параметров ползучести глин в зависимости от их состава и степени литификации с целью инженерно-геологической оценки. Отчет о НИР (заключительный). Руководитель Р.С. Зиангиров. Москва: ПНИИИС, 1981. 44 с.
110. Казарновский В.Д. Оценка сдвигоустойчивости связных грунтов в дорожном строительстве. Москва: Транспорт, 1985. 168 с.
111. Караулова З.М. Роль реологических свойств глинистых грунтов в развитии деформации береговых склонов и откосов: Автореферат диссертации на соискание ученой степени канд. техн. наук. Москва, 1968. 17 с.
112. Караулова З.М. Роль деформации ползучести в нарушении условий залегания и текстурных особенностей глинистых грунтов (на примере майкопских глин района Волгограда). В: Труды МАДИ, 1973, вып. 62. с. 14-22.
113. Караулова З.М. К вопросу о возможности снижения величины сцепления в глинистых грунтах в условиях проявления деформации ползучести. В: Труды СоюздорНИИ, 1974, Вып. 75, с. 157-166.
114. Караулова З.М., Руденко В.И. К вопросу об учете реологических свойств глинистых грунтов при оценке степени устойчивости склонов и откосов В: Труды СОЮЗДОРНИИ, 1980, с. 120 -125.

115. Кашлев Р.И. Оценка устойчивости двухслойных грунтовых откосов и склонов на основе анализа их напряжённого состояния. Диссертация на соискание ученой степени канд. техн. наук. Волгоград, 2005. 177с.
116. Кириллов В.М., Кириллова Л.В. Длительная прочность и устойчивость откосов. В: Механика грунтов основания и фундаменты. Ленинград, 1980. с. 49-56.
117. Корноухов М.Б. Исследование реологических свойств глинистых грунтов при сдвиге В: Основания и фундаменты в геологических условиях Урала. Пермь, 1989, с. 124-132.
118. Королёв В.А. Инженерная защита территорий. Москва: ИД. КДУ, 2013. 470 с.
119. Кремнев А.П., Вишняков Н.Н., Седун Е.А. Влияние анизотропии прочностных свойств грунтов на устойчивость откосов. В: Геотехника Беларуси: наука и практика. Материалы Международной научно-технической конференции, Белорусский Национальный Технический Университет. Минск : БНТУ, 2013. Ч. 1, с. 261-264. ISBN 978-985-550-317-1
120. Кузнецов И.В. Влияние реологических свойств глинистых пород на развитие оползневого процесса. Автореферат диссертации на соискание ученой степени канд. геолого-минер. н. - п.Зеленый, 1986. 15 с.
121. Кырлан А.В. Определение прочностных характеристик глинистых грунтов для обеспечения устойчивости откосов выемок с помощью программного комплекса PLAXIS. In: Buletinul Institutului de Geologie și Seismologie al AȘM, 2016, N2, p. 15-20. ISSN 1857-0046.
122. Кюнтцель В.В. Закономерности оползневого процесса на европейской территории СССР и его региональный прогноз. Москва: Недра, 1980. 213 с.
123. Леваднюк А.Т., Мицул Е.З., Сыродоев Г.Н. и др. Оползнеопасные территории Молдавии и их рациональное использование. Кишинэу: АН Молдавии, Штиинца, 1990. 122 с.
124. Левченко С.О. Сравнительный анализ использования программ PLAXIS и ОТКОС при оценке устойчивости оползневого склона с учетом сейсмических воздействий. Будівельні конструкції: Міжвідомчий науково-технічний збірник наукових праць (будівництво). Державне підприємство «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій». Киев: ДП НДІБК, ТОВ „Видавництво Сталь”, 2012, Вип. 76, с. 601-606.
125. Леханова К.В., Новозинский А.Л. Сравнение численных и аналитических методов расчета устойчивости грунтовых откосов. В: Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Строительство и архитектура. 2011, № 1, с. 45–50.

126. Ляшенко П.А. Природа сцепления и внутреннего трения глинистых грунтов. В: Геотехника Беларуси. Наука и Практика. Материалы международной научно-технической конференций. Минск: БНТУ, 2013, с. 282-28
127. Маслов Н.Н. Условия устойчивости склонов и откосов в гидроэнергетическом строительстве. Ленинград: Госэнергоиздат, 1955. 467 с.
128. Маслов Н.Н. Механика грунтов в практике строительства (оползни и борьба с ними) Москва: Стройиздат, 1977. 320 с.
129. Маслов Н.Н. Физико-техническая теория ползучести глинистых грунтов в практике строительства. Москва: Стройиздат, 1984. 176 с.
130. Маслов Н.Н., Караулова З.М., Полканов В.Н. Роль реологических процессов в оползневых проявлениях на автомобильных дорогах Молдавии. В: Повышение несущей способности оснований сооружений при учете изменений строительных свойств грунтов во времени. Тезисы V Всесоюзного симпозиума по реологии грунтов. Волгоград, 1985. с. 62-63.
131. Махроуд Н.Б. Реологические свойства глинистого грунта различной плотности-влажности и расчёты оснований ограниченной толщины и ширины. Автореферат диссертации на соискание ученой степени канд. техн. наук. Москва, 1992. 19 с.
132. Месчян С.Р. Кольцевой прибор для изучения ползучести и длительного сопротивления сдвигу глинистых грунтов методом кручения. В: Изв. АН Арм ССР. Сер. физ. – мат.науки, 1962, том 15, № 5, с.119-131.
133. Месчян С.Р. Ползучесть глинистых грунтов. Ереван: АН Армянской ССР, 1967. 318 с.
134. Месчян С.Р. Экспериментальное исследование реологических свойств грунтов при сдвиге В: Труды I Всесоюзного симпозиума по реологии грунтов. Ереван, 1973, с. 86-130.
135. Месчян С.Р. Начальная и длительная прочность глинистых грунтов. Москва: Недра, 1978. 207 с.
136. Месчян С. Р. Экспериментальные основы реологии глинистых грунтов. Ереван: Гитутюн, 2008. 807 с.
137. Методы определения прочности глинистых пород. Под ред. Г.К.Бондарика. Москва: Недра, 1974. 216 с.
138. Мирсаяпов И.Т., Королева И.В. Исследования прочности и деформативности глинистых грунтов при длительном трехосном сжатии. В: Известия КазГАСУ, 2009, № 2 (12), с. 167-172. УДК 624.131.522:691.4
139. Монюшко А.М. К петрографической характеристике сарматских глин. В: Проблемы инженерной геологии Северного Кавказа. Ставрополь: ПНИИИС, 1969, Вып. 2, с. 33-36.

140. Монюшко А.М., Олянский Ю.И. Инженерно-геологические особенности сарматмеотических глин Молдовы. Кишинев: Штиинца, 1991. 173 с.
141. Мураяма С., Шибата Т. Реологические свойства глин. В: Механика грунтов и фундаментостроение. Стройиздат, 1966, с. 85-94.
142. Народнохозяйственное освоение территории с развитыми опасными геологическими процессами в Молдавии. Тезисы докладов. Кишинев: Реклама, 1986. 72 с.
143. Насер А.Э. Учет реологических свойств грунтов при стабилизации оползневых участков земляного полотна автомобильных дорог свайными конструкциями. Диссертация на соискание ученой степени канд. техн. наук. Москва, 2001. 176 с.
144. Неблагоприятные гидрогеологические процессы в Молдавии. Под ред. проф. В.В. Снегового. Кишинэу: Штиинца, 1988. 70 с.
145. ОДМ 218.2.006-2010 Рекомендации по расчету устойчивости оползнеопасных склонов (откосов) и определению оползневых давлений на инженерные сооружения автомобильных дорог. Москва: Информавтодор, 2010. 114 с.
146. Олянский Ю.И. Закономерности развития процессов набухания и просадки неоген-четвертичных глинистых пород юго-запада Русской платформы: Автореферат диссертации на соискание ученой степени док. геолого-минералогических наук. Санкт-Петербург, 2004. 47 с.
147. Оползни и борьба с ними. Кишинэу: Штиинца, 1974. 135 с.
148. Оползни Молдавии и охрана окружающей среды. В: Тезисы докладов. Кишинэу: Штиинца, 1983. 160с.
149. Орлов С.С. Основные условия и причины образования оползней Молдавии. Автореферат диссертации на соискание ученой степени канд. геолого-минералогических наук. Одесса, 1965. 22 с.
150. Орлов С.С., Устинова Т.И. Оползни Молдавии. Кишинэу: Карта Молдовеняскэ, 1969. 156 с.
151. Орлов С.С., Тимофеева Т.А. Геодинамические процессы в Молдавии и борьба с ними. Кишинев: Штиинца, 1974. 70 с.
152. Орлов С.С., Тимофеева Т.А., Полканов В.Н. Оценка прочностных свойств глинистых грунтов оснований сооружений в зоне выветривания. В: Прогрессивные конструкции фундаментов зданий. Пенза, 1981. с. 71-76.
153. Орлов С.С., Тимофеева Т.А., Полканов В.Н. Особенности изучения прочностных характеристик делювиально-оползневых глинистых грунтов Молдавии. Оползни Молдавии и охрана окружающей среды. В: Тезисы докладов. Кишинев, 1983, с. 62-63.

154. Осипов В.Н. Природа прочностных и деформационных свойств глинистых пород. Москва: Издательство московского университета, 1979. 232 с.
155. Оценка инженерно-геологических условий и расчет устойчивости склонов и откосов при проектировании земляного полотна в сильнопересеченной местности. В: Труды СОЮЗДОРНИИ, 1980. 163с.
156. Павлова Л.Н. Учет реологических свойств глинистых грунтов при оценке устойчивости склонов высоких насыпей автомобильных дорог. Автореферат диссертации на соискание ученой степени канд. техн. наук. Москва, 1988. 19 с.
157. Полканов В.Н. Роль реологических процессов в развитии оползней на территории Молдовы. Кишинэу: Editura "Tehnica – UTM", 2013. 176 с. ISBN 978-9975-45-252-6
158. Полканов В.Н., Кырлан А.В. Обеспечение устойчивости откосов выемок на основе изучения реологических свойств глинистых грунтов. In: Materialele conferinței științifice naționale cu participare internațională "Mediul și dezvoltarea durabilă", Ed. a 3-a. Chișinău: US Tiraspol, 2016, p. 48-52. ISBN 978-9975-76-170-3
159. Полканов В.Н., Кырлан А.В., Поповский В.О. К вопросу о механизме развития оползневого процесса (на примере участка "Оргеевская развязка" автодороги Брест-Кишинэу-Одесса). В: Интеграция, партнерство и инновации в строительной науке и образовании: сборник материалов Международной научной конференции. Москва: МГСУ, 2016. с. 960-965. ISBN 978-5-7264-1451-5.
160. Полканов В.Н., Кырлан А.В., Чебан О.С., Фуниеру Н.Г. К вопросу изучения длительной прочности неоген-четвертичных глинистых грунтов Молдовы. In: Buletinul Institutului de Geologie și Seismologie al AȘM, 2016, N1, p. 5-14. ISSN 1857-0046.
161. Полканов В.Н., Полканова А.В. Учёт, оценка и прогнозирование геологических рисков при освоении потенциально-опасных территорий Молдовы. В: Труды IX Международ. конф. по проблемам снижения природной опасности и рисков. Москва: РУДН, 2015, том 2, с. 297-303. ISBN 978-5-209-06741-2.
162. Полканов В.Н., Полканова А.В. Опыт изучения инженерно-геологических условий устойчивости склонов и откосов искусственных сооружений. Кишинэу: Editura "Tehnica – UTM", 2017. 184с. ISBN 978-9975-45-477-3
163. Полканов В.Н., Поповский В.О. Учет реологических свойств грунтов при назначении комплекса противооползневых мероприятий на автомобильных дорогах Молдовы. In: Tezle conf. tehnico-științifică. Chișinău UTM, 2009, Vol. II, p. 479-486.

164. Полканов В.Н., Тимофеева Т.А., Иким Н.Г. К вопросу о методике определения длительной прочности неогеновых глин Молдовы при оценке устойчивости склонов и откосов. В: Проблемы строительного комплексов. Труды Международной НТК Брянск, 1998, с. 371–374.
165. Полканов В.Н., Тимофеева Т.А., Иким Н.Г. Обеспечение длительной устойчивости склонов и откосов в глинистых грунтах на дорогах Молдовы. В: Труды Международной научно-технической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения Н.Н.Маслова. Москва: МАДИ, 1998, с. 228-235.
166. Поповский В.О. Оползень и его последствия. Стройбизнес, 2006, № 6 (12), с. 39-42.
167. Проблемы изучения опасных геологических процессов. Труды Госстрой СССР НИИ по инженерным изысканиям в строительстве. Москва: Госстрой СССР, 1988. 168 с.
168. Прогнозирование несущей способности фундаментных свай. КПИ им. С.Лазо. Отчет НИР (научный руководитель Сырбу Ф.П.; исполнители Канн Э.А, Абраменко П.Г, Биличук С.М., Галахов О.М.). Кишинёв, 1988. 72 с.
169. Разбегин В.Н. Вязкопластичность льда и некоторых типов грунтов. В: Основания, фундаменты и механика грунтов, 1995, № 6, с. 2-8.
170. Рекомендации по количественной оценке устойчивости оползневых склонов. Москва: Стройиздат, 1984. 80 с.
171. Робустова Т.И. Формирование инженерно-геологических особенностей пород оползневых склонов и методика изучения их прочностных свойств (на примере оползней Центральной Молдавии). Автореферат диссертации на соискание ученой степени канд. геолого-минерал. наук. Москва: ПНИИИС, 1987. 23с.
172. Сайто И., Уезава Х. Разрушение грунта в результате ползучести. В: Механика грунтов и фундаментостроение. Москва: Стройиздат, 1966. с. 96-104.
173. Саркисян В.С., Мисакян С.Е. К теории прочности глинистых грунтов. В: Известия АН Армянской ССР. Науки о земле, 1989, № 6, с. 39-46.
174. СНиП 2.02.01-83. Основания и фундаменты. Госстрой СССР. Москва: Стройиздат, 1984 – 39 с.
175. Сотников С.Н. Закономерности развития деформации ползучести глинистых грунтов при сдвиге. Ленинград: ЛИСИ, 1960. 41 с.
176. Сотников С.Н. К вопросу о ползучести глинистых грунтов при сдвиге. В: Известия вузов. Строительство и архитектура. 1960, № 6, с. 96-105.
177. Способ определения предела длительной прочности грунтов : Ас 1575096 СССР МКИ G01 №3/24 E02D 1/00 / Бич Г.М., № 4403965/23 - 33. Заяв. 01.03.88. Оpubл. 30.06.90 Бюл. №24.

178. Сударев А.П. Режим оползней Молдавии - основа организации и ведения мониторинга : Диссертация на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук. п. Зеленый, 2002. 124 с.
179. Сырбу Ф.П., Щербаков Е.Н Эффективная методика многофакторного анализа физико-механических свойств бетона с помощью ЭВМ. Исследования надежности и качества железобетонных. конструкций. Куйбышев: Государственный Университет, 1978. 11 с.
180. Сыродоев Г.Н., Оргиян Н.Г. Основание расчётов изменения свойств глинистых грунтов при различной увлажнённости склонов. В: Природная среда и территориальная организация хозяйства в районах аграрнопромышленного производства. Кишинэу, Штиинца, 1982, с. 203-204.
181. Сыродоев Г.Н. Инженерно-геологическое районирование оползнеопасных территорий (на примере днестровского-прутского междуречья в пределах Молдавии): Автореферат диссертации на соискание ученой степени канд. геолого-минералогических наук. Одесса, 1988. 17 с.
182. Сыродоева Н.Г. Основные закономерности формирования инженерно-геологических свойств среднесарматских глин днестровского-прутского междуречья (в пределах Молдавии). Автореферат диссертации на соискание ученой степени канд. геолого-минералогических наук. Одесса, 1989. 17 с.
183. Тер-Мартirosян З.Г. Реологические параметры грунтов и расчеты оснований сооружений. Москва, Стройиздат, 1990. 200 с.
184. Тер-Мартirosян З.Г. Механика грунтов. Учебное пособие. Москва: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2005. 488 с.
185. Тер-Мартirosян А.З., Лузин И.Н. Сравнительный анализ аналитических и численных методов расчёта устойчивости откоса, сложенного однородным глинистым грунтом. В: Интеграция, партнёрство и инновации в строительной науке и образовании. Москва: МГСУ, 2012. с. 559-563. ISBN 978-5-7264-0659-6
186. Тер-Степанян Г.И. Глубинная ползучесть склонов и методы её изучения. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук. Ереван, 1955. 37 с.
187. Тер-Степанян Г.И. Новые методы изучения оползней. Ереван: Изд-во АН Армянской ССР, 1978. 152с.
188. Терцаги К. Теория механики грунтов (перевод с немецкого). Москва: СИ, 1961. 507с.
189. Тимофеева Т.А., Полканов В.Н. Оценка прочности неогеновых глин Молдовы с учетом зон ослабления для прогноза устойчивости склонов. В: Тезисы докладов регионального совещания. Душанбе, 1990, с. 24-26.

190. Тимофеева Т.А., Полканов В.Н. Исследование длительной прочности сарматских глин Молдовы. В: Известия ВУЗов: Строительство, 1992, № 7,8, с. 145–147.
191. Тимофеева Т.А., Полканов В.Н. Методы определения реологических свойств оползневых накоплений. Кишинэу: КПИ им. С. Лазо: Деп. В ВИНТИ, № 5, 1990. 26 с.
192. Тимофеева Т.А., Черненко Н.Б. Факторы, определяющие снижение прочности пород в зоне оползневого смещения. В: Исследования устойчивости геотехнических сооружений. Днепропетровск: ДИИТ, 1992, с. 53-57.
193. Тихвинский И.О. Оценка и прогноз устойчивости оползневых склонов. Москва: Недра, 1988. 144с. ISBN 5-02-003371-5
194. Туровская А.Я. О влиянии деформаций на структуру глинистых грунтов. В: Научное сообщение. Днепропетровск: ДИИТ, 1957, № 4, 13 с.
195. Туровская А.Я. Закономерности развития оползневых процессов в зависимости от прочностных и деформационных особенностей глинистых грунтов: Автореферат диссертации на соискание ученой степени докт. геолог.-минер. наук. Москва: МГУ, 1979, 39 с.
196. Туровская А.Я., Тимофеева Т.А. К вопросу о циклическом развитии оползневого процесса. В: Вопросы геотехники. Москва, 1965, № 9, с. 26-31.
197. Федоренко Е.В. Метод расчета устойчивости путем снижения прочностных характеристик. В: Транспорт РФ, 2013. № 6 (49), с. 24–26
198. Физико-географические особенности Молдавии. В: Вопросы географии. Кишинэу: Штиинца, 1982, 91 с.
199. Чарыкова С. А. Закономерности изменения состава и свойств незасоленных сарматских глин при диффузионном выщелачивании: Диссертация на соискание ученой степени канд. геолого-минералогических наук. Волгоград, 2014. 189 с.
200. Шаповал В.Г. Ускоренное определение реологических свойств водонасыщенных глинистых оснований: Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Днепропетровск, 1984. 226 с.
201. Ширяева М.П. Моделирование процессов пластического деформирования грунтов оснований. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук . Новочеркасск, 2007. 125 с.
202. Шукле Л. Реологические основы механики грунтов. Москва: Стройиздат, 1973. 485 с.
203. Щекочихина Е.В. Инженерно-геологические особенности сарматских глин краевых прогибов юго Русской платформы. Автореферат диссертации на соискание ученой степени канд. геолого-минералогических наук. Москва, 2011. 23 с.

ANEXE

Anexa 1

Modele reologice ale pământurilor

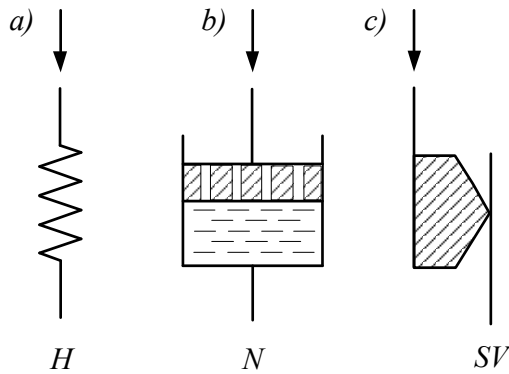


Fig. A1.1. Modelele mecanice:
a – modelul elastic Hooke; *b* – modelul vâscos Newton; *c* – modelul plastic Saint-Venant.
 Sursa: [64, fig. 7.1, p. 206].

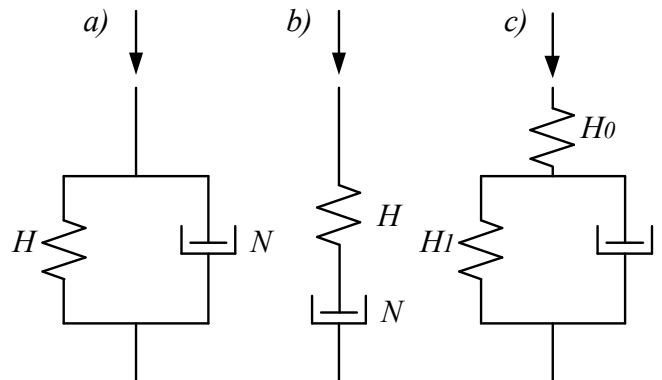


Fig. A1.2. Modelele vâscoelastice:
a – modelul Kelvin-Voigt; *b* – modelul Maxwell; *c* – modelul generalizat Hohenemser-Prager.
 Sursa: [64, fig. 7.2, p. 206].

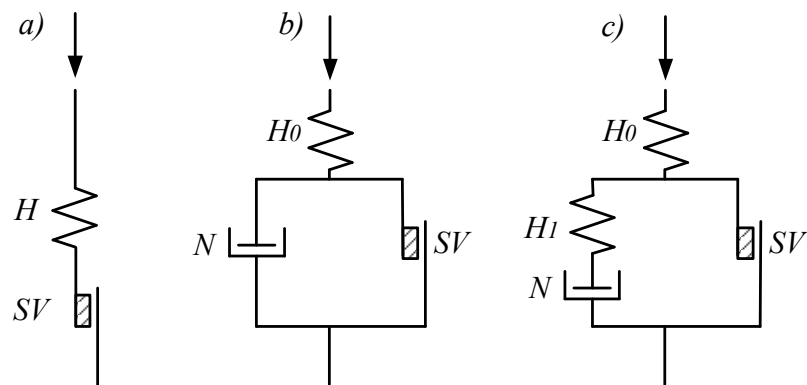


Fig. A1.3. Modelele vâscoelastice și vâscoplastice:
a – modelul Prandtl; *b* – modelul Bingham; *c* – modelul Shvedov.
 Sursa: [64, fig. 7.4, p. 210].

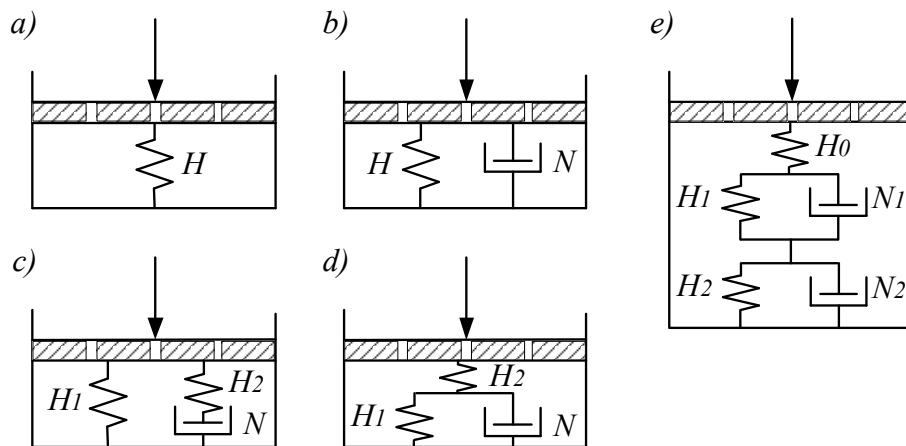


Fig. A1.4. Modele mecanice care descriu procesul de consolidare a pământurilor:
a – modelul Terzaghi-Gersevanov; *b* – modelul Taylor; *c* – modelul Tâng Thiên Ki; *d* – modelul Gibson-Lo; *e* – Schiffman.
 Sursa: [64, fig. 7.5, p. 213].

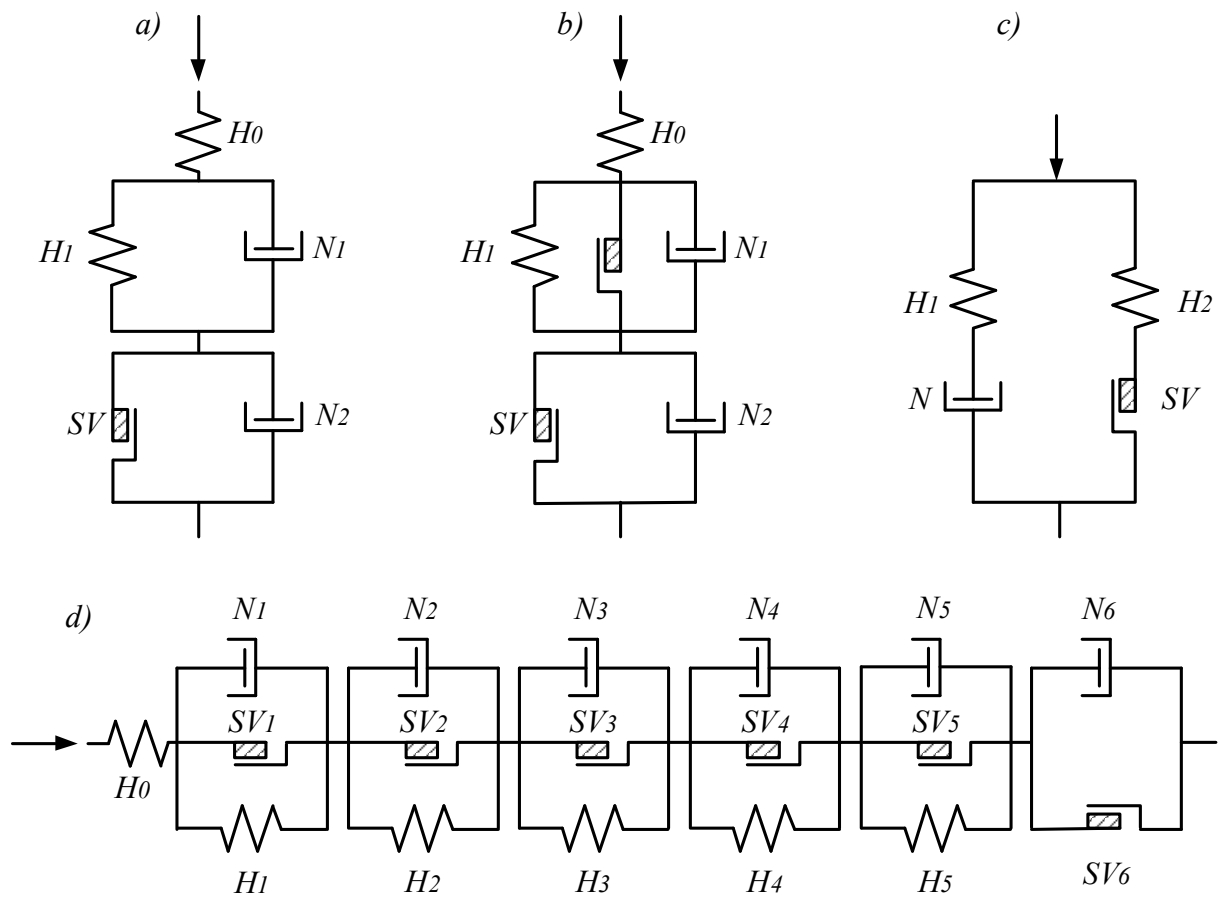


Fig. A1.5. Modele mecanice care reflectă procesul de fluaj la forfecare:
a – modelul Vyalov; *b* – modelul Goldshtein; *c* – modelul Kisel; *e* – modelul Fedder-Bredz.
 Sursa: [64, fig. 7.6, p. 215].

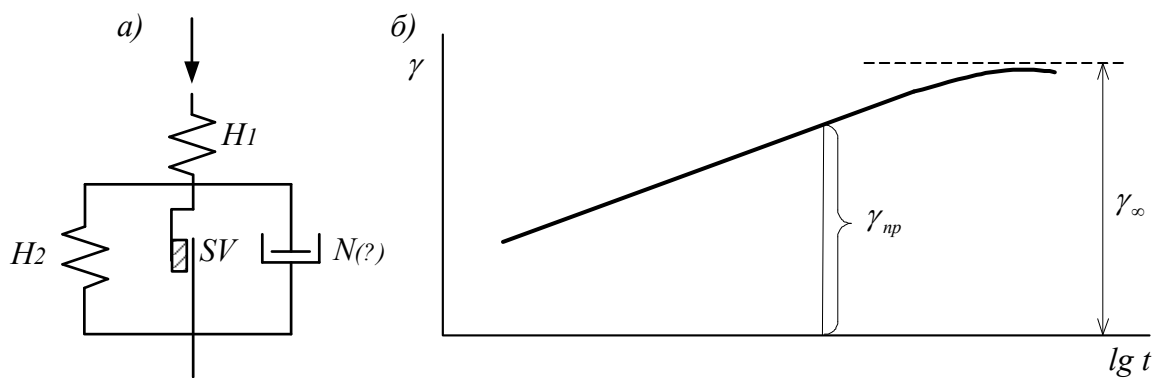


Fig. A1.6. Modelul Murayama-Shibata ce ține cont de vâscozitatea variabilă a pământului:
a – modelul; *b* – curba de fluaj
 Sursa: [64, fig. 7.7, p. 216].

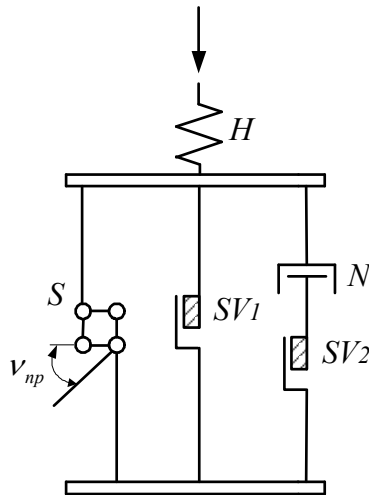


Fig. A1.7. Modelul Budin, ce ține cont de schimbările structurale din pământ.

Sursa: [64, fig. 7.8, p. 217].

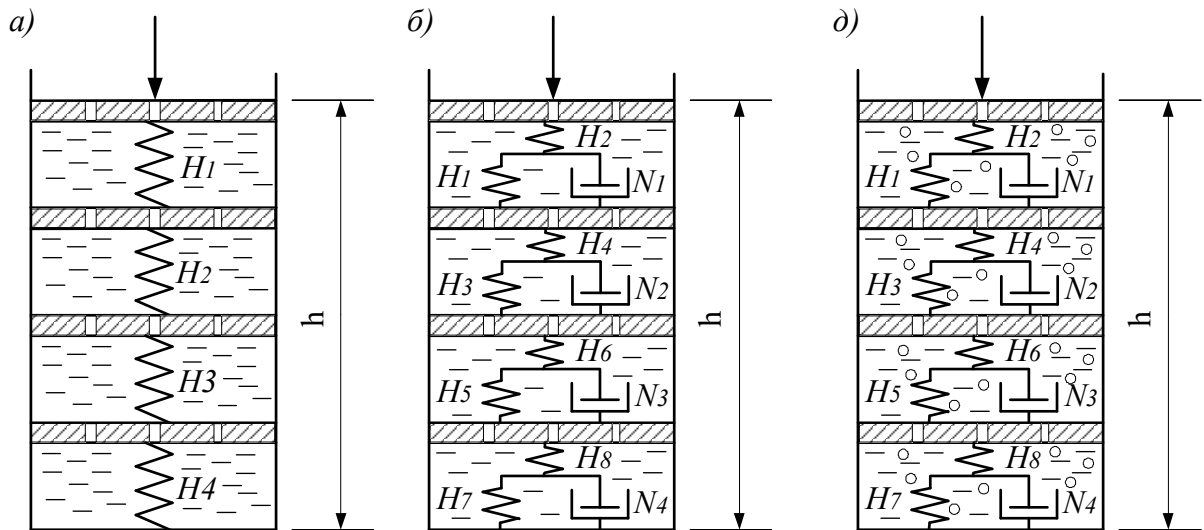


Fig. A1.8. Modelele mecanice, ce reflectă procesul de consolidare a pământului în stratul cu grosimea h :

a – cu schelet elastic și apa din pori incompresibilă; *b* – cu schelet vâscoelastic și apa din pori incompresibilă; *c* – cu schelet vâscoelastic și apa din pori compresibilă.

Sursa: elaborat de Z.G. Ter-Martirosyan [184, fig. 4.11, p. 162]

Rezultatele încercărilor pentru determinarea caracteristicilor fizico-mecanice ale pământurilor argiloase ce formează versanții alunecătorii din R. Moldova
Tabelul A2.1a Rezultatele încercărilor pentru determinarea caracteristicilor fizico-mecanice ale pământurilor argiloase ce formează versantul alunecător din or. Edineț, încercarea probelor cu umiditate naturală

№	№ obiectului	№ Forajului	Adâncimea preluării monolit. [m]	Denumirea pământului	Umiditatea [frac. unit.]		Densitatea, ρ_w , [g/cm ³]		Densitatea scheletului, ρ_{sk} [g/cm ³]		Densit. particulelor, ρ_0 [g/cm ³]	Coef. porozitate, e [frac. unit.]		Gradul de umiditate, S_r		Limita de plasticitate, W_p	Limita de curgere, W_L	Indicile de plasticitate, I_p	Consistența I_L		Rezistența la forfecare S_{pw} [kPa]																	
					naturală	după încercare	naturală	după încercare	naturală	după încercare		naturală	după încercare	naturală	după încercare				Structură naturală	Cu suprafață pregătită de forfecare	Cu suprafață de forfecare pregătită și umezită	pentru presiunea verticală P [kPa]																
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30									
1	71	Foraj-N1	2	Argile pestrice, oolitice, deluvial-alunecătoare	0,24	0,21	1,80	1,80	1,49	1,63	0,69	0,77	0,84	0,68	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,00	0,00	100	100	100	100	100	100	100	100	100							
					0,25	0,22	1,80	1,80	1,48	1,55	0,77	0,86	0,78	0,87	0,78	0,79	0,88	0,87	0,88	0,87	0,88	0,00	0,00	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100				
					0,23	0,24	1,93	1,94	1,54	1,54	0,77	0,86	1,54	1,54	0,78	0,77	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,00	0,00	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100		
					0,23	0,24	1,97	1,94	1,59	1,55	0,72	0,86	1,56	1,54	0,75	0,77	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,00	0,00	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100		
					0,24	0,20	1,94	1,94	1,62	1,55	0,69	0,86	1,58	1,54	0,73	0,77	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,00	0,00	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100		
					0,24	0,26	1,95	1,94	1,62	1,55	0,69	0,86	1,58	1,54	0,73	0,77	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,00	0,00	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
					0,24	0,26	1,95	1,94	1,62	1,55	0,69	0,86	1,58	1,54	0,73	0,77	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,00	0,00	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
					0,24	0,26	1,95	1,94	1,62	1,55	0,69	0,86	1,58	1,54	0,73	0,77	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,00	0,00	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
					0,24	0,26	1,95	1,94	1,62	1,55	0,69	0,86	1,58	1,54	0,73	0,77	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,00	0,00	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
					0,25	0,25	1,97	1,90	1,58	1,55	0,74	0,80	1,58	1,55	0,74	0,77	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,00	0,00	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Tabelul A2.1a (continuare)

I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30				
1	5	2	Argile pestrițe, oolitice, deluvial-alunecătoare	0,19	0,19	1,98	1,66		0,65	0,80											-0,27	79	87	139									
				0,20	0,19	1,97	1,64		0,67	0,82													-0,23		92	139							
				0,24	0,19	1,97	1,70		0,61	0,85													-0,27										
				0,24	0,19	1,99	1,67	0,72	0,64	0,91	0,82	26	52	26									-0,08	-0,26									
				0,19	0,20	1,95	1,64		0,67	0,77														-0,27	91								
				0,20	0,21	1,96	1,63		0,68	0,81														-0,23	106	123							
	5	6	Argile pestrițe, oolitice, deluvial-alunecătoare	0,21	0,18	1,96	1,62	2,74	0,65	0,68	0,76	0,81	26	52	26							-0,31	-0,23										
				0,24	0,25	1,92	1,55	0,77	0,78	0,85	0,87	27	51	24									-0,13	-0,08	59								
				0,17	0,18	2,01	1,72		0,59	0,78														-0,43	142								
				0,18	0,19	1,99	1,69		0,62	0,79														-0,39	154	223							
				0,19	0,19	2,00	1,68		0,63	0,83														-0,35									
				0,18	0,18	1,99	1,70	0,62	0,62	0,79	0,80	27	50	23										-0,39	-0,39								
1	71	8	Argile galbene-verzui, orizontale stratificate	0,18	0,19	1,97	1,67	2,74	0,64	0,77												-0,24	74	104									
				0,19	0,19	1,93	1,62		0,69	0,76													-0,20	70	99	118							
				0,22	0,19	1,91	1,61		0,71	0,74													-0,20			110							
				0,22	0,19	1,93	1,63	0,73	0,68	0,82	0,75	24	49	25										-0,08	-0,21								
				0,19	0,20	1,99	1,67		0,64	0,82														-0,21	82	111							
				0,20	0,21	1,91	1,59		0,72	0,76														-0,16	69	80	134						
5	9	Argile galbene-verzui, orizontale stratificate	0,21	0,20	1,94	1,60		0,69	0,81												-0,11			134									
			0,26	0,20	1,95	1,56	0,76	0,69	0,94	0,80	23	42	19									-0,16											
			0,21	0,20	2,02	1,67		0,64	0,90														-0,12	67									
			0,20	0,20	2,01	1,68		0,64	0,86														-0,15		124	136							
			0,20	0,20	2,03	1,69		0,62	0,88														-0,15										
			0,26	0,20	1,98	1,68	0,74	0,63	0,95	0,88	24	50	26										-0,14										
5	12	Argile albastre-verzui	0,21	0,21	2,03	1,68	2,76	0,65	0,90													-0,19	173	198									
			0,22	0,20	2,02	1,66		0,67	0,91														-0,15	161	173								
			0,20	0,20	2,02	1,68		0,64	0,86														-0,23		198	235							
			0,24	0,21	1,98	1,60	0,73	0,65	0,91	0,89	26	52	26										-0,08	-0,19									
			0,24	0,21	1,98	1,67		0,65	0,91																								
			0,24	0,21	1,98	1,67		0,73	0,65	0,91	0,89	26	52	26									-0,08	-0,19									

Sursa: date de arhivă ale UTM, MADL, prelucrate de autor

Tabelul A2.1b Rezultatele încercărilor pentru determinarea caracteristicilor fizico-mecanice ale pământurilor argiloase ce formează versantul alunecător din **or. Edineț, încercarea probelor umezite în "cutia cu nisip umez"**

№	№ obiectului	№ forajului	Adâncimea preluării monolit. [m]	Denumirea pământului		Umiditatea w [frac. unit.]		Densitatea, ρ_w , [g/cm ³]		Densitatea scheletului, ρ_{sk} [g/cm ³]		Densit. particulelor, ρ_0 [g/cm ³]	Coef. porozitate, e [frac. unit.]		Gradul de umiditate, S_r		Limitade plasticitate, W_p	Limita de curgere, W_L	Indicile de plasticitate, I_p	Consistența I_L		Rezistența la forfecare S_{pw} [kPa]															
				naturală	după încercare	naturală	după încercare	naturală	după încercare	naturală	după încercare		Structură naturală	Cu suprafață pregătită de forfecare	Cu suprafață de forfecare pregătită și umezită	100				200	300	100	200	300	200	250	280	290	300								
1	71	4	4	Argile pestrițe, deluvial-alunecătoare	5	6	naturală	0,27	0,32	1,93	1,86	1,52	1,41	0,80	0,95	0,92	0,26	0,22	0,37	40	68	75	22	23	24	25	26	27	28	29	30						
							după încercare	0,34	0,33	1,93	1,88	1,51	1,40	0,82	0,95	0,94	0,98	0,25	0,27	0,11	0,33	40	68	75	22	23	24	25	26	27	28	29	30				
							naturală	0,28	0,34	1,93	1,88	1,51	1,40	0,82	0,95	0,94	0,98	2,74	0,94	0,99	0,99	0,40	40	55	80	40	45	42	45	42	45	42	45	42	45	42	45
							după încercare	0,34	0,33	1,90	1,89	1,43	1,41	0,94	0,92	0,98	0,98	2,74	0,92	0,98	0,98	0,36	36	55	80	40	45	42	45	42	45	42	45	42	45	42	45
							naturală	0,27	0,33	1,92	1,90	1,51	1,42	0,81	0,93	0,91	0,99	2,74	0,92	0,98	0,98	0,36	36	55	80	40	45	42	45	42	45	42	45	42	45	42	45
							după încercare	0,27	0,33	1,92	1,90	1,51	1,42	0,81	0,93	0,91	0,99	2,74	0,83	0,96	0,96	0,15	15	50	75	50	45	42	45	42	45	42	45	42	45	42	45
							naturală	0,25	0,30	1,92	1,93	1,54	1,48	0,78	0,85	0,87	0,97	2,74	0,86	0,96	0,96	0,19	19	70	75	50	45	42	45	42	45	42	45	42	45	42	45
							după încercare	0,25	0,30	1,92	1,93	1,54	1,48	0,78	0,85	0,87	0,97	2,74	0,96	0,97	0,97	0,28	28	45	70	45	45	42	45	42	45	42	45	42	45	42	45
							naturală	0,34	0,32	1,87	1,87	1,40	1,40	0,96	0,91	0,96	0,96	2,74	0,96	0,97	0,97	0,20	20	70	70	45	45	42	45	42	45	42	45	42	45	42	45
							după încercare	0,34	0,34	1,87	1,89	1,43	1,40	0,96	0,96	0,97	0,97	2,74	0,96	0,97	0,97	0,28	28	70	70	45	45	42	45	42	45	42	45	42	45	42	45
							naturală	0,29	0,33	1,94	1,88	1,50	1,41	0,82	0,95	0,97	0,96	2,74	0,96	0,97	0,96	0,25	25	58	70	45	45	42	45	42	45	42	45	42	45	42	45
							după încercare	0,29	0,33	1,94	1,88	1,50	1,41	0,82	0,95	0,97	0,96	2,74	0,82	0,95	0,97	0,25	25	58	70	45	45	42	45	42	45	42	45	42	45	42	45

Tabelul A2.1b (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30							
1	1	7	7	Argile albastre-verzui și albastre-închis	0,28	0,34	1,92	1,86	1,50	1,39	0,84	0,99	0,92	0,95	28	56	28	0,00	0,21		55	60	75													
						0,32		1,88		1,42	0,94	0,94	0,97	0,97	0,94	0,97	0,97	0,97	0,94	0,97	0,97	0,20	0,20	50	85											
						0,33		1,89		1,42	0,94	0,94	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,23	0,23	50	85	69										
						0,34		1,88		1,40	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,23	0,23	50	85	69										
						0,27	0,33	1,93	1,88	1,52	1,42	0,82	0,95	0,91	0,96	27	57	30	0,00	0,20																
	71	3	7	7	Argile albastre-verzui și albastre-închis	0,35	0,34		1,87		1,39	2,76	0,99	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97				0,21	50	58	68											
							0,35		1,88		1,40	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,18	0,18	50	58	68										
							0,35		1,87		1,39	2,76	0,99	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,21	0,21	50	58	68									
							0,27	0,35	1,92	1,87	1,51	1,39	0,83	0,98	0,90	0,97	29	57	28	-0,07	0,20				0,20	50	58	68								
							0,34		1,89		1,41	0,96	0,96	0,94	0,97	0,98	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,28	0,28	55	70	82									
10	10	10	10	Argile albastre-verzui și albastre-închis	0,24	0,33	1,95	1,89	1,57	1,42	0,76	0,95	0,88	0,96	26	55	29	-0,07	0,24			55	65	80												
						0,35		1,87		1,39	0,99	0,99	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,21	0,21	55	60	80											
						0,36		1,86		1,37	1,00	1,00	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,24	0,24	60	60	80											
						0,34		1,88		1,40	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,17	0,17	60	60	80										
						0,27	0,35	1,95	1,87	1,54	1,39	0,80	0,99	0,93	0,97	29	58	29	-0,07	0,21				0,21	55	65	80									

Sursa: date de arhivă ale UTM, MADJ, prelucrate de autor

Tabelul A2.2a Rezultatele încercărilor pentru determinarea caracteristicilor fizico-mecanice ale pământurilor argiloase ce formează versantul alunecător din or. **Telenești, încercarea probelor cu umiditate naturală**

№	№ obiectului	№ forajului	Adâncimea preluării monolit. [m]	Denumirea pământului		Umiditatea w [frac. unit.]	Densitatea, ρ_w , [g/cm ³]		Densitatea scheletului, ρ_{sk} [g/cm ³]	Dens. particulelor, ρ_0 [g/cm ³]	Coef. porozitate, e [frac. unit.]		Gradul de umiditate, S_r		Limita de plasticitate, W_p	Limita de curgere, W_L	Indicile de plasticitate, I_p	Consistența I_L		Rezistența la forfecare S_{pw} [kPa]																															
				naturală	după încercare		naturală	după încercare			naturală	după încercare	naturală	după încercare				Structură naturală	Cu suprafață pregătită de forfecare	Cu suprafață de forfecare pregătită și umezită	100	200	300	200	25	26	27	28	29	30																					
2	72	3	2	Argile pestrițe, deluvial-alunecătoare	5	naturală	0,28	1,95	1,52	2,74	naturală	0,80	0,96	17	41	18	20	21	100	113	113	142	100	113	113	143	200	113	113	143	300	70	68	43	200	63	63	55	55	50											
						200	113	113	143		200	63	63						55	55	50																														
						300	70	68	43		300	70	68						43	300	70	68	43	300	70	68	43	300	70	68	43	300	70	68	43	300	70	68	43	300	70	68	43	300	70	68	43	300	70	68	43
		după încercare	0,23			1,94	1,58	după încercare	0,73		0,86	23	41						18	0,11	-0,06	142	113	113	143	128	100	63	63	33	33	33	33	45	58	200	63	63	55	55	50	200	63	63	55	55	50				
		naturală	0,22			1,94	1,52	naturală	0,72		0,95	23	41						18	0,11	-0,06	113	143	143	113	100	63	63	33	33	33	33	45	58	200	63	63	55	55	50	200	63	63	55	55	50					
		după încercare	0,23			1,94	1,58	după încercare	0,73		0,86	23	41						18	0,11	-0,06	142	113	113	143	128	100	63	63	33	33	33	33	45	58	200	63	63	55	55	50	200	63	63	55	55	50				
	3	1	3	1	Argile pestrițe, deluvial-alunecătoare	5	naturală	0,22	1,94	1,52	2,74	naturală	0,80	0,96	17	41	18	20	21	100	113	113	142	100	113	113	143	200	113	113	143	300	70	68	43	200	63	63	55	55	50										
							200	113	113	143		200	63	63						55	55	50																													
							300	70	68	43		300	70	68						43	300	70	68	43	300	70	68	43	300	70	68	43	300	70	68	43	300	70	68	43	300	70	68	43	300	70	68	43	300	70	68
		după încercare					0,23	1,94	1,58	după încercare		0,73	0,86	23						41	18	0,11	-0,06	142	113	113	143	128	100	63	63	33	33	33	33	45	58	200	63	63	55	55	50	200	63	63	55	55	50		
		naturală					0,22	1,94	1,52	naturală		0,72	0,95	23						41	18	0,11	-0,06	113	143	143	113	100	63	63	33	33	33	33	45	58	200	63	63	55	55	50	200	63	63	55	55	50			
		după încercare					0,23	1,94	1,58	după încercare		0,73	0,86	23						41	18	0,11	-0,06	142	113	113	143	128	100	63	63	33	33	33	33	45	58	200	63	63	55	55	50	200	63	63	55	55	50		

Tabelul A2.2a (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30							
2	72	3	4	Argile pestrișe, deluvial-alunecătoare	0,27	0,23	1,96	1,96	1,54	1,60		0,78	0,72	0,95	0,87	21	38	17	0,35	0,10		95	138	150	40	75	63	35	50	43						
						0,24	1,95																			140			70				40			
						0,24	1,97																													
						0,25	1,98																													
						0,25	1,95																													
			3	4		0,26	0,26	1,96	1,96	1,54	1,57		0,78	0,74	0,95	0,92	22	45	23	0,22	0,13		105	145	218	55	113	163	33	68	150					
			3	5		0,27	0,27	1,92	1,89			2,74																								
			3	5		0,25	0,25	1,90	1,90	1,52	1,51																									
			4	4		0,27	0,27	1,90	1,90	1,52	1,51																									
			4	4		0,30	0,30	1,93	1,93	1,46	1,48																									
		3	9	Argile cenușii, orizontal stratificate	0,30	0,31	1,90	1,93	1,46	1,48		0,87	0,85	0,94	0,98	28	56	28	0,07	0,09		138	163	213	58	83	108	40	43	80						
		3	9			0,23	0,25	1,96	1,98																											
		3	10		0,25	0,24	1,95	1,96	1,59	1,58		0,74	0,73	0,86	0,90	28	47	19	-0,26	-0,20		138	163	148	63	83	80	45	45	43						
		3	10		0,24	0,26	1,89	1,89																												
		3	10		0,26	0,25	1,92	1,89																												
		3	10		0,25	0,25	1,90	1,90																												
		3	10		0,25	0,25	1,90	1,90																												

Tabelul A2.2a (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
2	72	3	12	Argile cenușii, orizontal stratificate	0,23	0,25	1,93	1,90	1,57	1,52	2,76	0,76	0,80	0,84	0,85	27	46	19	-0,21	-0,12	200	300	213	63	118	108	38	55	68
					0,19	1,98	1,98	1,59	1,65	0,74		0,66	0,90	0,84	26	46	20	-0,10	-0,28	212	213	41	63	38	55				
					0,20	2,00	1,96	1,95	1,96	0,22		1,95	1,95	1,95	1,95	238	263	275	45	80	80	80	41	58	81				
					0,20	1,97	1,96	1,95	1,96	0,22		1,95	1,95	1,95	1,95	238	263	275	45	80	80	80	41	58	81				
					0,21	0,21	1,96	1,95	1,96	0,22		1,95	1,95	1,95	1,95	238	263	275	45	80	80	80	41	58	81				
					0,21	0,21	1,96	1,95	1,96	0,22		1,95	1,95	1,95	1,95	238	263	275	45	80	80	80	41	58	81				
3	13	3	15	Argile cenușii, orizontal stratificate	0,24	0,23	1,97	1,98	1,59	1,65	0,74	0,66	0,90	0,84	26	46	20	-0,10	-0,28	212	213	41	63	38	55	68			
3	13	3	15	Argile cenușii, orizontal stratificate	0,24	0,23	1,93	1,96	1,56	1,59	0,77	0,72	0,86	0,87	30	54	24	-0,25	-0,30	238	263	275	45	80	80	41	58	81	
3	15	3	15	Argile cenușii, orizontal stratificate	0,23	0,22	1,96	1,95	1,59	1,61	0,73	0,71	0,87	0,84	25	55	30	-0,07	-0,11	238	263	275	45	80	80	41	58	81	

Sursa: date de arhivă ale UTM, MADL, prelucrate de autor

Tabelul A2.2b Rezultatele încercărilor pentru determinarea caracteristicilor fizico-mecanice ale pământurilor argiloase ce formează versantul alunecător din or. Telenesti, încercarea probelor umezite în "cutia cu nisip umez"

№	№ obiectului	№ forajului	Adâncimea preluării monolit. [m]	Denumirea pământului		Umiditatea w [frac. unit.]	Densitatea, ρ_w , [g/cm ³]		Densitatea scheletului, ρ_{sk} [g/cm ³]	Dens. particulelor, ρ_0 [g/cm ³]	Coef. porozitate, e [frac. unit.]		Gradul de umiditate, S_r		Limita de plasticitate, W_p	Limita de curgere W_L	Indicile de plasticitate, I_p	Consistența I_L		Rezistența la forfecare S_{pw} [kPa]									
				naturală	după încercare		naturală	după încercare			naturală	după încercare	naturală	după încercare				Structură naturală	Cu suprafață pregătită de forfecare	Cu suprafață de forfecare pregătită și umezită	pentru presiunea verticală P [kPa]								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
2	72	4	6	Argile pestrițe, deluvial-alunecătoare	naturală	0,29	1,92	1,81	1,49	1,30	2,74	0,84	1,11	0,94	0,97	30	57	27	-0,04	0,34	24,5	33	33	25	20	30	13	13	18
					după încercare	0,39	1,81	1,79	1,82	1,80		1,82	1,80	1,82	1,82	1,82	1,82	1,82	1,82	1,82	1,82	1,82	1,82	1,82	1,82	1,82	1,82	1,82	1,82
4	5	4	5		naturală	0,40	1,82	1,82	1,82	1,82		0,84	1,11	0,94	0,97	30	57	27	-0,04	0,34	24,5	33	33	25	20	30	13	13	18
					după încercare	0,38	1,82	1,79	1,82	1,80		1,82	1,82	1,82	1,82	1,82	1,82	1,82	1,82	1,82	1,82	1,82	1,82	1,82	1,82	1,82	1,82	1,82	1,82
4	6	4	6		naturală	0,38	1,82	1,82	1,82	1,82		0,84	1,11	0,94	0,97	30	57	27	-0,04	0,34	24,5	33	33	25	20	30	13	13	18
					după încercare	0,38	1,82	1,79	1,82	1,80		1,82	1,82	1,82	1,82	1,82	1,82	1,82	1,82	1,82	1,82	1,82	1,82	1,82	1,82	1,82	1,82	1,82	1,82

Tabelul A2.3a Rezultatele încercărilor pentru determinarea caracteristicilor fizico-mecanice ale pământurilor argiloase ce formează versantul alunecător din s. **Hîrbovăț**, încercarea probelor cu umiditate naturală

№	№ obiectului	№ forajului	Adâncimea preluării monolit. [m]	Denumirea pământului		Umiditatea w [frac. unit.]		Densitatea, ρ_w , [g/cm ³]		Densitatea scheletului, ρ_{sk} [g/cm ³]		Dens. particulelor, ρ_0 [g/cm ³]	Coef. porozitate, e [frac. unit.]		Gradul de umiditate, S_r		Limita de plasticitate, W_p	Limita de curgere, W_L	Indicile de plasticitate, I_p	Consistența I_L		Rezistența la forfecare S_{pw} [kPa]														
				naturală	după încercare	naturală	după încercare	naturală	după încercare	naturală	după încercare		naturală	după încercare	100	200				300	Structură naturală	Cu suprafață pregătită de forfecare	Cu suprafață de forfecare pregătită și umezită	100	200	300	200	250	300	200	300					
3	74	5	5	Argile cenușii-verzui	5	6	naturală	0,28	1,93	1,51	1,55	2,74	naturală	0,82	0,77	0,88	0,88	22	55	33	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30					
							după încercare	0,25	1,93	1,54	1,55		0,77	0,77	0,88	0,88	22	49	33	0,09	0,09	130	90	125	160	50	50	60	35	38	45					
								0,25	1,93	1,54	1,55		0,77	0,77	0,88	0,88	22	21	33	0,09	0,09	130	165	180	60	70	32	32	32	32	38	42				
		5				2	naturală	0,26	1,94	1,58	1,59		2,74	naturală	0,73	0,73	0,96	0,96	22	50	29	0,16	0,14	215	215	345	95	130	75	92						
							după încercare	0,18	2,10	1,58	1,59			0,73	0,73	0,96	0,96	22	19	29	0,16	0,14	215	215	345	95	130	75	92							
								0,14	2,10	1,58	1,59			0,73	0,73	0,96	0,96	22	17	29	0,16	0,14	215	215	345	95	130	75	92							

Tabelul A2.3a (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30								
3	5	8		Argile cenușii-verzui	0,15	0,15	0,15	0,16	0,18	0,18	0,17	0,14	0,18	0,22	0,22	0,22	0,22	0,21	0,20	0,28	0,26	0,23	0,22	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,26							
					2,11	2,10	2,08	2,08	2,08	2,10	2,08	2,05	2,04	2,06	2,06	2,05	1,96	2,05	2,00	2,02	2,03	2,02	2,01	2,02	2,02	2,02	2,01	2,02	2,01	2,02	2,01	2,09	2,11				
						1,76	1,82	1,76	1,84	1,76	1,51	1,68	1,53	1,70																							
						2,74																															
	5	9			Argile cenușii-închis	0,18	0,16	0,18	0,20	0,17	0,14	0,18	0,22	0,22	0,22	0,22	0,21	0,20	0,28	0,26	0,23	0,22	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,26	0,26	0,26					
						2,08	2,08	2,08	2,10	2,08	2,05	2,04	2,06	2,06	2,05	1,96	2,05	2,00	2,02	2,03	2,02	2,01	2,02	2,01	2,02	2,02	2,01	2,02	2,01	2,02	2,01	2,09	2,11				
							1,76	1,82	1,76	1,84	1,76	1,51	1,68	1,53	1,70																						
							2,74																														
	1	14			Argile cenușii-închis	0,18	0,16	0,18	0,20	0,17	0,14	0,18	0,22	0,22	0,22	0,22	0,21	0,20	0,28	0,26	0,23	0,22	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,26	0,26	0,26					
						2,08	2,08	2,08	2,10	2,08	2,05	2,04	2,06	2,06	2,05	1,96	2,05	2,00	2,02	2,03	2,02	2,01	2,02	2,01	2,02	2,02	2,01	2,02	2,01	2,02	2,01	2,09	2,11				
							1,76	1,82	1,76	1,84	1,76	1,51	1,68	1,53	1,70																						
							2,74																														
1	17			Argile cenușii-închis	0,18	0,16	0,18	0,20	0,17	0,14	0,18	0,22	0,22	0,22	0,22	0,21	0,20	0,28	0,26	0,23	0,22	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,26	0,26	0,26						
					2,08	2,08	2,08	2,10	2,08	2,05	2,04	2,06	2,06	2,05	1,96	2,05	2,00	2,02	2,03	2,02	2,01	2,02	2,01	2,02	2,02	2,01	2,02	2,01	2,02	2,01	2,09	2,11					
						1,76	1,82	1,76	1,84	1,76	1,51	1,68	1,53	1,70																							
						2,74																															
1	18,5			Argile cenușii-închis	0,18	0,16	0,18	0,20	0,17	0,14	0,18	0,22	0,22	0,22	0,22	0,21	0,20	0,28	0,26	0,23	0,22	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,26	0,26	0,26						
					2,08	2,08	2,08	2,10	2,08	2,05	2,04	2,06	2,06	2,05	1,96	2,05	2,00	2,02	2,03	2,02	2,01	2,02	2,01	2,02	2,02	2,01	2,02	2,01	2,02	2,01	2,09	2,11					
						1,76	1,82	1,76	1,84	1,76	1,51	1,68	1,53	1,70																							
						2,74																															
1	19			Argile cenușii-închis	0,18	0,16	0,18	0,20	0,17	0,14	0,18	0,22	0,22	0,22	0,22	0,21	0,20	0,28	0,26	0,23	0,22	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,26	0,26	0,26						
					2,08	2,08	2,08	2,10	2,08	2,05	2,04	2,06	2,06	2,05	1,96	2,05	2,00	2,02	2,03	2,02	2,01	2,02	2,01	2,02	2,02	2,01	2,02	2,01	2,02	2,01	2,09	2,11					
						1,76	1,82	1,76	1,84	1,76	1,51	1,68	1,53	1,70																							
						2,74																															

Tabelul A2.3a (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
3	74	1	19	Argile cenușii-închis	0,19	0,17	2,08	2,10	1,75	1,79		0,58	0,53	0,91	0,88	19	53	34	0,00	-0,06				425						100	
						0,19	0,19	2,06	2,06								20	58				175				62	115	138			
		1	20			0,22	2,07				2,76					20	55							300							
						0,23																									
						0,20																									
						0,20																									
						0,22	2,03	2,06	1,66	1,71		0,66	0,60	0,92	0,94	20	57	37	0,05	0,01											

Sursa: date de arhivă ale UTM, MADI, prelucrate de autor

Tabelul A2.3b Rezultatele încercărilor pentru determinarea caracteristicilor fizico-mecanice ale pământurilor argiloase ce formează versantul alunecător din s. *Hîrbovăț*, încercarea probelor umezite în "cutia cu nisip umez"

№	№ obiectului	№ forajului	Adâncimea preluării monolit. [m]	Denumirea pământului		Umiditatea w [frac. unit.]	Densitatea, ρ_w , [g/cm ³]		Densitatea scheletului, ρ_{sk} [g/cm ³]	Dens. particulelor, ρ_0 [g/cm ³]	Coef. porozitate, e [frac. unit.]		Gradul de umiditate, S_r		Limita de plasticitate, W_p	Limita de curgere, W_L	Indicile de plasticitate, I_p	Consistența I_L		Rezistența la forfecare S_{pw} [kPa]									
				naturală	după încercare		naturală	după încercare			naturală	după încercare	naturală	după încercare				Structură naturală	Cu suprafață pregătită de forfecare	Cu suprafață de forfecare pregătită și umezită	100	200	300	100	200	300	100	200	300
3	74	1	3	4	Argile cenușii-verzui	naturală	0,22	1,95	1,60	2,74	0,71	0,84	0,80	0,86	0,97	23	53	30	12	0,27	30	35	38	20	18	15	20		
						după încercare	0,30	1,93	1,49		0,84	0,97	22	52	30	0,00	0,27	24	53	30	12	0,27	30	35	38	20	18	15	20
						naturală	0,31	1,92	1,60		0,84	0,97	24	53	30	0,00	0,27	21	52	30	12	0,27	30	35	38	20	18	15	20
		după încercare	0,30	1,92		1,60	0,84	0,97	21		52	30	0,00	0,27	21	52	30	12	0,27	30	35	38	20	18	15	20			
		naturală	0,29	1,94		1,60	0,84	0,97	23		52	30	0,00	0,27	23	52	30	12	0,27	30	35	38	20	18	15	20			
		după încercare	0,30	1,94		1,60	0,84	0,97	21		51	30	0,00	0,27	21	51	30	12	0,27	30	35	38	20	18	15	20			
	1	1	2	4	Argile cenușii-verzui	naturală	0,29	1,94	1,60	2,74	0,80	0,86	0,80	0,86	0,97	23	56	30	12	0,27	30	40	45	20	18	15	20		
						după încercare	0,31	1,92	1,47		0,86	0,97	22	56	30	0,00	0,27	23	56	30	12	0,27	30	40	45	20	18	15	20
						naturală	0,31	1,92	1,47		0,86	0,97	23	56	30	0,00	0,27	22	56	30	12	0,27	30	40	45	20	18	15	20
		după încercare	0,31	1,92		1,47	0,86	0,97	22		56	30	0,00	0,27	22	56	30	12	0,27	30	40	45	20	18	15	20			
		naturală	0,31	1,92		1,47	0,86	0,97	23		56	30	0,00	0,27	23	56	30	12	0,27	30	40	45	20	18	15	20			
		după încercare	0,31	1,92		1,47	0,86	0,97	23		56	30	0,00	0,27	23	56	30	12	0,27	30	40	45	20	18	15	20			

Tabelul A2.3b (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30									
3	1	1	5	Argile cenușii-verzui	0,26	0,32	1,91	1,91	1,52	1,45		0,81	0,89	0,88	0,98	23	56	34	0,10	0,27																		
						0,30	1,96							23	48					23	48																	
						0,31	1,96								22	47																						
		1	7			0,25	0,25	1,99	1,99			2,74																										
						0,27	1,96																															
						0,28	1,97																															
		1	8		Argile cenușii-închis	0,25	0,28	1,93	1,97	1,54	1,54		0,77	0,78	0,88	0,98	23	48	25	0,10	0,22																	
						0,30	1,90							20	49					20	49																	
						0,30	1,92								19	50																						
		1	10			0,25	0,30	2,01	1,92	1,61	1,48		0,72	0,87	0,96	0,94	20	50	30	0,18	0,34																	
						0,34	1,88							23	52																							
						0,33	1,88								20	54																						
		1	13			0,28	0,33	1,96	1,88	1,53	1,41		0,80	0,95	0,97	0,96	22	53	32	0,19	0,37																	
	0,32					1,96							22	53																								
	0,32					1,88								23	51																							
	1	16			0,30	0,32	1,94	1,90	1,49	1,44		0,85	0,92	0,97	0,96	23	52	30	0,25	0,32																		
					0,32	1,90							25	52																								
					0,35	1,90								22	51																							
						0,33	1,90	1,90																														

Tabelul A2.4a Rezultatele încercărilor pentru determinarea caracteristicilor fizico-mecanice ale pământurilor argiloase ce formează versantul alunecător din or. Glodeni, încercarea probelor cu umiditate naturală

№	№ obiectului	№ forajului	Adâncimea preluării monolit. [m]	Denumirea pământului	Umiditatea w [frac. unit.]		Densitatea, ρ_w , [g/cm ³]		Densitatea scheletului, ρ_{sk} [g/cm ³]		Densit. particulelor, ρ_0 [g/cm ³]	Coef. porozitate, e [frac. unit.]		Gradul de umiditate, S_p		Limita de curgere, W_L	Indicile de plasticitate, I_p	Consistența I_L		Structură naturală	Rezistența la forfecare S_{pv} [kPa]											
					naturală	după încercare	naturală	după încercare	naturală	după încercare		naturală	după încercare	naturală	după încercare			100	200		300	100	200	300	Cu suprafață pregătită de forfecare	Cu suprafață de forfecare pregătită și umezită						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30			
4	75	6	3	Argile galbene-verzii	naturală	0,22	1,98	2,09	1,71	1,82	2,74	0,60	0,50	0,86	0,82	21	40	19	-0,11	-0,32	208	250	325	100	200	300	100	200	300			
					după încercare	0,16	2,03	2,09	1,71	1,82	2,74	0,60	0,50	0,86	0,82	21	40	19	-0,11	-0,32	208	250	325	100	200	300	100	200	300	100	200	300
		6	3		naturală	0,17	2,05	2,11	1,71	1,82	2,74	0,70	0,70	1,61	0,69	0,66	0,87	0,85	28	45	17	-0,35	-0,43	150	182	195	100	200	300	100	200	300
					după încercare	0,16	2,05	2,11	1,71	1,82	2,74	0,70	0,70	1,61	0,69	0,66	0,87	0,85	28	45	17	-0,35	-0,43	150	182	195	100	200	300	100	200	300
		6	8		naturală	0,28	2,04	2,10	1,53	1,76	2,74	0,79	0,56	1,76	0,79	0,56	0,97	0,80	23	43	20	0,25	-0,33	150	200	220	100	200	300	100	200	300
					după încercare	0,17	2,05	2,10	1,53	1,76	2,74	0,79	0,56	1,76	0,79	0,56	0,97	0,80	23	43	20	0,25	-0,33	150	200	220	100	200	300	100	200	300
	8	5	8	naturală	0,25	1,95	2,05	1,56	1,74	2,74	0,76	0,57	1,74	0,76	0,57	0,91	0,83	22	42	20	0,15	-0,23	138	175	162	100	200	300	100	200	300	
				după încercare	0,21	2,05	2,05	1,56	1,74	2,74	0,76	0,57	1,74	0,76	0,57	0,91	0,83	22	42	20	0,15	-0,23	138	175	162	100	200	300	100	200	300	

Tabelul A2.4a (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30				
4	75	8	5	Argile galbene-verzui	0,26	0,22	1,95	1,95	1,55	1,61		0,77	0,71	0,93	0,84	30	53																
						0,27	2,06																		130								
		8	6			0,28	0,28	2,05	2,07															138	150								
							0,28	2,07																									
		8	7			0,26	0,18	1,97	2,06	1,56	1,61			0,76	0,70	0,94	1,09	31	50	19	-0,26	-0,18	188	312	350								
							0,18	2,06																									
	8	8			0,26	0,18	1,98	2,06	1,57	1,75	2,74		0,75	0,57	0,96	0,87	22	41	19	0,21	-0,21	175	250	300									
						0,20	2,00																										
	8	10			0,25	0,21	1,98	2,01	1,58	1,66			0,73	0,65	0,93	0,88	21	40	19	0,21	0,00	188	240	300									
						0,16	2,05																										
	6	10			0,18	0,16	2,04	2,06	1,73	1,77			0,58	0,54	0,84	0,82	20	38	18	-0,11	-0,20	175	175	218									
						0,23	1,98																										
6	11			0,25	0,23	1,96	1,97	1,57	1,60			0,76	0,73	0,91	0,87	25	43	18	0,00	-0,11	118	118	162										
					0,24	1,86																											
6	12			0,23	0,25	1,88	1,86	1,53	1,49			0,80	0,85	0,79	0,79	24	44	20	-0,05	0,03	162	162	162										
					0,22	1,98																											
8	11			0,25	0,22	1,98	1,98	1,58	1,62	2,76		0,75	0,70	0,92	0,87	28	47	19	-0,16	-0,32	200	200	300										
					0,20	2,01																											
8	12			0,18	0,19	2,00	2,00	1,69	1,68			0,63	0,65	0,78	0,81	25	45	20	-0,35	-0,30	188	188	275										
					0,23	1,97																											
8	13			0,22	0,23	1,98	1,97	1,62	1,59			0,70	0,73	0,86	0,88	28	53	25	-0,24	-0,19	212	212	325										
					0,21	2,01																											

Tabelul A2.4a (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30			
4	75	8	13	Argile albastre cenusii	0,21	0,21	2,00	2,00	1,65	1,65	2,76	0,67	0,67	0,86	0,86	28	52	24	-0,29	-0,29	162	275	375									
					0,22	0,22	2,00	2,00																								
					0,22	0,22	1,99	1,99	1,63	1,64		0,69	0,69	0,88	0,87	29	52	23	-0,30	-0,32												

Tabelul A2.4b Rezultatele încercărilor pentru determinarea caracteristicilor fizico-mecanice ale pământurilor argiloase ce formează versantul alunecător din

or. Glodeni, încercarea probelor umezite în "cutia cu nisip umed"

№	№ obiectului	№ forajului	Adâncimea preluării monolit. [m]	Denumirea pământului	Umiditatea w [frac. unit.]		Densitatea, ρ_w , [g/cm ³]		Densitatea scheletului, ρ_{sk} [g/cm ³]		Densit. particulelor, ρ_0 [g/cm ³]	Coef. porozitate, e [frac. unit.]		Gradul de umiditate, S_r		Limitate de plasticitate, W_p	Limita de curgere, W_L	Indicile de plasticitate, I_p	Consistența		I_L	Rezistența la forfecare S_{pm} [kPa]																																								
					naturală	după încercare	naturală	după încercare	naturală	după încercare		naturală	după încercare	Structură naturală	Cu suprafață pregătită de forfecare				Cu suprafață de forfecare pregătită și umezită	pentru presiunea verticală P [kPa]																																										
					1	2	3	4	5	6	7	8	9			10	11	12		13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30																									
4	75	6	5	Argile pestrice, deluvial-alunecătoare	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30																																	
																														0,26	0,27	1,94	1,92	1,54	1,51	0,78	0,82	0,91	0,92	20	44	24	0,25	0,31	65	58	88															
																														0,27	0,27																															
																														0,27	0,27	2,00	1,90	1,61	1,50	0,70	0,83	0,94	0,89	20	39	19	0,21	0,37	55	75																
																														0,29	0,31									2,74																						
																														0,30	0,31	2,03	1,90	1,68	1,46	0,63	0,87	0,91	0,94	21	42	21	0,00	0,43	40	42																
																														0,27	0,25																															
																														0,26	0,26	1,90	1,87	1,53	1,48	0,79	0,85	0,83	0,84	23	40	17	0,06	0,18	42	82																
																														0,29	0,29																															
																														0,24	0,24																															
																														0,25	0,27	1,94	1,92	1,55	1,51	0,77	0,82	0,89	0,92	19	39	20	0,30	0,42	35	38																

Tabelul A2.5a Rezultatele încercărilor pentru determinarea caracteristicilor fizico-mecanice ale pământurilor argiloase ce formează versantul alunecător din or. Cornești, încercarea probelor cu umiditate naturală

№	№ obiectului	№ forajului	Adâncimea preluării monolit. [m]	Denumirea pământului		Umiditatea w [frac. unit.]		Densitatea, ρ_w , [g/cm ³]		Densitatea scheletului, ρ_{sk} [g/cm ³]		Densit. particulelor, ρ_0 [g/cm ³]	Coef. porozitate, e [frac. unit.]		Gradul de umiditate, S_r		Limita de plasticitate, W_p	Limita de curgere, W_L	Indicile de plasticitate, I_p	Consistența I_L		Rezistența la forfecare S_{pw} [kPa]																		
				naturală	după încercare	naturală	după încercare	naturală	după încercare	naturală	după încercare		naturală	după încercare	Structură naturală	Cu suprafață pregătită de forfecare				Cu suprafață de forfecare pregătită și umezită	100	200	300	100	200	300	100	200	300											
5	6	16	5,0-5,2	Argile pestice, deluvial-alunecătoare	5	6	naturală	0,23	2,05	1,71	2,74	0,60	0,91	20	37	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30											
							după încercare	0,20	2,10	1,75	0,57	0,97	28	42	14	0,00	0,00	48	68	70	26	33	43	20	25	26	33	43	20	25	41									
							naturală	0,18	2,02	1,71	0,52	0,79						70	130		63	88					70	130		63	88		34	25						
							după încercare	0,19	2,04	1,71	0,60	0,87	27	47	20	-0,40	0,87	27	47	20	20	28	35	13	19	23	28	35	13	19	23	44	44	32	26	41				
							naturală	0,26	2,02	1,60	0,71	1,00	23	57	34	0,09	1,00	23	57	34	0,09	0,99	23	48	25			90	120		45	50		35	50					
							după încercare	0,19	2,14	1,80	0,52	0,99	23	48	25	-0,16	0,99	23	48	25																				
							naturală	0,16	2,02	1,74	0,16	2,02	2,03	2,03	1,72																									
							după încercare	0,17	2,02	1,73	0,17	2,02	2,06	2,06	1,76	0,59	0,79	26	53	27	-0,33	0,79	26	53	27				55	81	28	33	39	18	25	23				
							naturală	0,17	2,06	1,76	0,17	2,06	2,08	2,08	1,76																									
							după încercare	0,18	2,08	1,76	0,18	2,08																												
							naturală	0,23	1,89	1,54	0,23	1,90	1,54	1,54	1,54	0,77	0,81	24	39	15	0,07	0,81	24	39	15				36	33				28	34					
							după încercare	0,20	1,88	1,57	0,20	1,92	1,60	1,60	1,78	0,75	0,73	22	43	21	-0,10	0,73	22	43	21				45	43				18	35	60				
							naturală	0,20	1,92	1,60	0,20	2,06	1,78	1,78	1,71	0,71	0,77	24	42	18	-0,22	0,77	24	42	18				75	80				40	48	41				
							după încercare	0,19	2,04	1,71	0,19	2,04	1,71	1,71	1,71	0,60	0,87	27	40	13	-0,62	0,87	27	40	13				45	45				38						
							naturală	0,15	2,07	1,80	0,15	2,07	1,80	1,80	1,80	0,52	0,79												70	34				30						
							după încercare	0,20	2,10	1,75	0,20	2,10	1,75	1,75	1,75	0,57	0,97	28	42	14	-0,57	0,97	28	42	14				69	81				34	19	23				
naturală	0,20	2,05	1,71	0,20	2,05	1,71	1,71	1,71	0,60	0,91	20	37	17	0,00	0,91	20	37	17				70	70				20	25	41											

Tabelul A2.5a (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30								
5	6	16	7,2-7,4	Argile pestrice, deluvial-alunecătoare	0,23	2,11	1,72																														
					0,20	2,08	1,73	2,74	0,58	0,94	26	53	27		-0,22	60	80	26	33	55	23	23	43														
		15	7,5-7,7		0,18	2,02	1,71																														
					0,21	2,05	1,69			0,63	0,92	27	54	27	-0,22	50	133	41	55	50	18	43	50														
		10	7,8-8,0		0,21	2,10	1,74									0,58	0,99	32	48	16			-0,69	133	180	200	43	56	63	40	20	31					
					0,21	2,01	1,66			0,65	0,89	17	41	24			0,17	75	70	94	20	45	50	23	43	45											
		16	8,2-8,4		0,17	2,04																															
					0,19	2,06	1,73																														
		5	9,8-10,0		0,20	2,05	1,71																														
					0,19	2,05	1,72			0,59	0,88	26	51	25	-0,28	60	70	45	31	44	18	25	33														
5	10,8-11,0	0,25	2,02	1,62									0,70	0,98																							
		0,24	2,05	1,65			0,66	1,00	30	50	20	-0,30	63																								
15	11,0-11,2	0,16	2,07	1,78																																	
		0,15	2,08	1,81																																	
5	11,8-12,0	0,21	2,10	1,74																																	
		0,18	2,08	1,76			0,55	0,89	25	47	22	-0,32	55	56	30	46	44	18	44	40																	
10	18,0-18,2	0,23	2,05	1,67									0,64	0,98	25	52	27																				
		0,21	2,16	1,79			0,53	1,00	26	52	26																										
2	9,6-9,8	0,19	2,15	1,81																																	
		0,22	2,18	1,79																																	
5	11,8-12,0	0,19	2,20	1,85																																	
		0,20	2,18	1,82			0,51	1,00	28	52	24	-0,33	100	130	180	33	45	58	30	43	45																
16	10,2-10,4	0,18	2,09	1,77																																	
		0,21	2,09	1,73																																	
4	10,8-11,0	0,23	2,09	1,70																																	
		0,21	2,09	1,73			0,59	1,00	25	54	29	-0,14	60	70	85	34	44	45	25	30	40																
4	11,8-12,0	0,22	2,02	1,66																																	
		0,23	2,02	1,64																																	
4	11,8-12,0	0,24	2,06	1,66																																	
		0,23	2,03	1,65			0,66	0,95	27	50	23	-0,17	68	80	81	35	100	80	35	70	113																
4	11,8-12,0	0,23	2,10	1,71																																	
		0,24	2,11	1,70																																	
4	11,8-12,0	0,22	2,11	1,73																																	
		0,23	2,11	1,72			0,60	1,00	26	52	26	-0,12	105	120	145	38	56	58	30	45	45																

Tabelul A2.5a (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30										
5	6	4	146-148	Argile albastre-cenușii		0,21	2,12	1,75	1,77				0,56	1,00	1,00	27	57	30		-0,20	70	150	163	45	56	58	35	45	45										
						0,25	2,05	1,64	1,74																														
						0,25	2,07	1,66	1,73				0,52	1,00	1,00	28	53	25						-0,28	100	115	168	60	69	60	40	65	85						
	5	146-148				0,26	2,09	1,66	1,80					0,65	1,00	1,00																							
						0,25	2,07	1,66	1,79																														
						0,20	2,17	1,80	1,82				0,52	1,00	1,00	26	52	26						-0,23	160	200	240	45	56	63	40	50	50	50					
	10	190-192				0,19	2,16	1,82	1,80																														
						0,20	2,16	1,82	1,80				0,52	1,00	1,00	26	52	26																					
	15	13,6-13,8				0,14	2,09	1,83	1,83																														
						0,15	2,10	1,83	1,77																														
						0,16	2,10	1,81	1,77				0,51	0,85																									
	2	13,8-14,0				0,20	2,18	1,82	1,78																														
						0,22	2,17	1,82	1,78																														
						0,21	2,18	1,80	1,83				0,52	1,00	1,00	28	53	25						-0,28	100	115	168	60	69	60	40	65	85						

Sursa: date de arhivă ale UTM, MADL, prelucrate de autor

Tabelul A2.5b Rezultatele încercărilor pentru determinarea caracteristicilor fizico-mecanice ale pământurilor argiloase ce formează versantul alunecător din or. Cornești, încercarea probelor umezite în "cutia cu nisip umed"

№	№ obiectului	№ forajului	Adâncimea preluării monolit [m]		Denumirea pământului	Umiditatea w [frac. unit.]		Densitatea, $\rho_w, [g/cm^3]$		Densitatea scheletului, $\rho_{sk} [g/cm^3]$		Dens. particulelor, $\rho_0 [g/cm^3]$	Coef. porozitate, e [frac. unit.]		Gradul de umiditate, S_r		Limita de plasticitate, W_p	Limita de curgere, W_L	Indicile de plasticitate, I_p	Consistența I_L		Rezistența la forfecare S_{pw} [kPa]									
			naturală	după încercare		naturală	după încercare	naturală	după încercare	naturală	după încercare		Structură naturală	Cu suprafață pregătită de forfecare	Cu suprafață de forfecare pregătită și umezită	100				200	300	100	200	300	100	200	300	100	200	300	
5	6	16	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
		2	2,4-2,6					0,25	1,99	1,99		1,59			0,72		0,95							53	15		45	13		43	8
		2	3,2-3,4					0,18	2,06	2,06		1,75			0,57		0,87						25	34	30	23	33	29	13	18	20
		2	5,0-5,2					0,35	1,99	1,99		1,47			0,86		1,00						28	30	25	14	15	18	11	14	13
		15	6,0-6,2	1*				0,26	1,97	1,97		1,56	2,74		0,75		0,95						20	8	10	8	6	9	3	3	5
		16	6,2-6,4					0,25	1,97	1,97		1,58			0,74		0,93						15	23		8	18		5	16	
		5	8,2-8,4					0,28	1,96	1,96		1,53			0,79		0,97						25	28		18	19		13	18	
		5	12,7-12,9					0,30	1,92	1,92		1,48			0,86		0,96						10	18		8	8		6	8	
		10	16,0-16,2					0,23	1,97	1,97		1,60			0,71		0,89						18	23	23	11	16	18	5	9	13
		2	10,9-11,1			2*		0,31	1,99	1,99		1,52	2,74		0,80		1,00						28	40	75	10	38	40	10	18	33
4	12,8-13,0					0,35	1,95	1,95		1,44			0,90		1,00						20	33	38	10	14	19	9	13	18		

1* - Argile pestrițe, deluvial-alunecătoare

2* - Argile albastre-cenușii

Sursa: date de arhivă ale UTM, MAD1, prelucrate de autor

Tabelul A2.6a Rezultatele încercărilor pentru determinarea caracteristicilor fizico-mecanice ale pământurilor argiloase ce formează versantul alunecător din or. Ungheeni, încercarea probelor cu umiditate naturală

№	№ obiectului	№ forajului	Adâncimea preluării monolit. [m]	Denumirea pământului		Umiditatea w [frac. unit.]		Densitatea, ρ_w , [g/cm ³]		Densitatea scheletului, ρ_{sk} [g/cm ³]		Dens. particulelor, ρ_0 [g/cm ³]	Coef. porozitate, e [frac. unit.]	Gradul de umiditate, S_r		Limita de plasticitate, W_p	Limita de curgere, W_L	Indicile de plasticitate, I_p	Consistența I_L		Rezistența la forfecare S_{pw} [kPa]														
				naturală	după încercare	naturală	după încercare	naturală	după încercare	naturală	după încercare			Structură naturală	Cu suprafață pregătită de forfecare				Cu suprafață de forfecare pregătită și umezită	100	200	300	100	200	300	100	200	300							
6	5	16	8	8,4	Argile cenușii-metalice, orizontal stratificate, netlburate, cu incluziuni de nisip pe suprafețele de stratificare	naturală	0,17	naturală	2,00	naturală	1,74	2,76	naturală		naturală		18	33		naturală		22	23	24	25	26	27	28	29	30					
						după încercare	0,19	după încercare	2,00	după încercare	1,67		după încercare	0,65	după încercare	0,82	12	42	30	0,25	85	125	180	25	90	120	40	110							
						naturală	0,17	naturală	2,02	naturală	1,71		naturală	0,60	naturală	0,80	20	34	13	-0,23	60	90	280	55	130	125	45	78	105						
						după încercare	0,19	după încercare	2,02	după încercare	1,70		după încercare	0,62	după încercare	0,82	21	42	21	-0,12	85	125	170	45	100	70	5	13	80	80					
	5	16	8	8,4	Argile cenușii-metalice, orizontal stratificate, netlburate, cu incluziuni de nisip pe suprafețele de stratificare	naturală	0,21	naturală	1,98	naturală	1,65	2,76	naturală		naturală		naturală		10	41		naturală		78	190	43	100	130	40	63					
						după încercare	0,20	după încercare	2,01	după încercare	1,70		după încercare	0,55	după încercare	0,87	18	33	15	-0,05	105	180	190	43	100	130	40	63							
						naturală	0,18	naturală	2,02	naturală	1,68		naturală	0,64	naturală	0,86	23	44	21	-0,16	80	140	40	90	105	12	28	60							
						după încercare	0,20	după încercare	2,02	după încercare	1,68		după încercare	0,64	după încercare	0,86	23	44	21	-0,16	80	140	40	90	105	12	28	60							

Tabelul A2.6a (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30				
6	5	16	14,2	Argile cenușii-metalice orizontal stratificate	0,17	2,09	1,79										25	48															
					0,18	2,09	1,77														24	46											
17	8,2	16	16,3	Argile cenușii-metalice orizontal stratificate	0,19	2,09	1,77				2,76		0,56	0,89	24	47	23				-0,28	145	160	150	55	90	115	22	32	90			
					0,19	2,10	1,76													23	48												
17	10	17	12,2	Argile cenușii-metalice orizontal stratificate de nisip pe suprafețele de stratificare cu incluziuni	0,20	2,08	1,74						0,58	0,91	23	49	26				-0,14	230	240	180	120	80		5	40	12			
					0,20	2,09	1,76													23	43												
17	10	17	10	Argile cenușii-metalice orizontal stratificate de nisip pe suprafețele de stratificare cu incluziuni	0,20	2,09	1,74						0,65	0,83	24	42	19				-0,21	50	135	175	40	40			120	95	20	60	83
					0,20	2,00	1,67													24	42												
24	9	24	10	Argile cenușii-metalice orizontal stratificate de nisip pe suprafețele de stratificare cu incluziuni	0,22	2,07	1,70							0,64	0,95							50	110	137	240	25	105	105	18				
					0,22	2,03	1,66													21	41												
24	10	24	10	Argile cenușii-metalice orizontal stratificate de nisip pe suprafețele de stratificare cu incluziuni	0,21	2,04	1,69				2,76		0,64	0,90	22	41	19				-0,07	95	190	220	40	50	40	18	30	50			
					0,21	2,05	1,73													19	42												
24	12	24	12	Argile cenușii-metalice orizontal stratificate de nisip pe suprafețele de stratificare cu incluziuni	0,22	2,07	1,70						0,63	0,97	20	41	21				0,09												
					0,22	2,01	1,65													17	35												
24	12	24	12	Argile cenușii-metalice orizontal stratificate de nisip pe suprafețele de stratificare cu incluziuni	0,22	2,00	1,66						0,66	0,85	17	33	16				0,20												
					0,22	2,04	1,73													17	32												
24	12	24	12	Argile cenușii-metalice orizontal stratificate de nisip pe suprafețele de stratificare cu incluziuni	0,20	2,01	1,72										23	45															
					0,18	2,04	1,73													23	48												
6	5	17	12,2	Argile cenușii-metalice orizontal stratificate de nisip pe suprafețele de stratificare cu incluziuni	0,18	2,02	1,72						0,61	0,81	23	46	23				-0,22	110	100	100	12	50	60	15	25	65			
					0,18	2,02	1,72													23	46												

Tabelul A2.6a (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30										
6	5	24	13	Argile cenușii-metalice orizontal stratificate neulburate cu incluziuni de nisip pe suprafețele de stratificare		0,17	2,05	1,75									22	47																					
						0,17	2,06	1,76													24	46																	
						0,16	2,07	1,78																															
						0,18																																	
						0,17	2,06	1,76									0,57	0,83			23	47	24	-0,24	135	110	80	185	25		60	30							
						0,18	2,04	1,73													22	36																	
						0,18	2,06	1,75													20	37																	
						0,19	2,07	1,74														41																	
						0,19											2,76																						
						0,19	2,06	1,74										0,59	0,87		21	38	17	-0,15	120	165	210												
						0,18	1,96	1,66													18	23																	
0,18	1,94	1,64													17	21																							
0,18	1,99	1,69																																					
0,20	2,01	1,68																																					
0,19	1,98	1,67														18	22	4	0,23	45	75	160	90	57	80	70	60	40	51										
0,18	2,01	1,70													22	49																							
0,19	2,03	1,71													22	49																							
0,19	1,99	1,67														46	46																						
0,19	2,01	1,69														22	48	26	-0,13	55																			
0,21	2,12	1,75														20	38																						
0,21	2,06	1,70														20	38																						
0,19	2,09	1,76															39																						
0,20	2,09	1,74															38	19	0,03	170	170					54	100	15	12	38									
0,20	2,05	1,71														18	37																						
0,20	2,01	1,68														15	37																						
0,20	2,05	1,71															36																						
0,19	2,04	1,71																																					
0,21	2,01	1,66																																					
0,20	2,03	1,69																																					
0,23	2,06	1,67															33	52																					
0,23	2,02	1,64															31	52																					
0,23	2,04	1,66															32	52	20	-0,45	220	235	240																
0,22	2,11	1,73															32	53																					
0,23	2,09	1,70															33	53																					
0,21	2,09	1,70																																					
0,22	2,10	1,72																																					
0,16	2,13	1,84																																					
0,18		1,81																																					

Tabelul A2.6a (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30				
		28	11	Argile cenușii-metalic, orizontal stratificate, netlburate, cu incluziuni de nisip pe suprafețele de stratificare		0,17	2,13	1,82	0,52	0,91	21	36	15	-0,27	230	160																	
		28	12				0,17				26						25																
		28	13				0,18				26	45	20	-0,41	150	160	240																
		28	13				0,18		2,12	1,75	19	51																					
		28	13				0,18		2,10	1,74	19	52																					
		28	13				0,18		2,13	1,76																							
		28	13				0,18		2,10	1,74																							
		28	13				0,21	2,11	1,75	2,76	58	1,00	19	51	33	0,07	130	200	280														
		28	14				0,16		1,79		17	50																					
		28	14				0,17		1,78		18	49																					
		28	14				0,16		1,79																								
		28	14				0,16		1,79																								
		28	14				0,16		1,79		1,79	2,76	58	1,00	19	51	33	0,07	130	200	280												
		28	15				0,19	2,08	1,79	0,54	0,83	18	50	32	-0,04	130	180	240															
		28	15				0,17	1,98	1,66		19	59																					
		28	15				0,17	2,04	1,74		18	56																					
		28	15				0,17	1,97	1,67																								
		28	15				0,18	2,00	1,69	0,63	0,79	18	57	39	-0,01	70	140	260															
		28	16				0,19	2,03	1,71		25	55																					
		28	16				0,19	2,05	1,72		23	54																					
		28	16			0,16				24																							
		28	16			0,21																											
		28	16			0,19	2,04	1,72	0,61	0,85	24	54	30	-0,17	70	180	210																
		28	17				2,10			21	51																						
		28	17				2,09			20	48																						
		28	17				2,09																										
		28	17				2,09			21	50	29																					
		28	18				2,09	1,77																									
		28	18				2,08	1,76																									
		28	18			0,18	2,09	1,77	0,56	0,88	23	47	25	-0,18	80	220	260																
		28	19			0,20	2,14	1,78		46																							
		28	19			0,20	2,13	1,78		47																							
		28	19			0,16	2,10	1,81																									
		28	19			0,19	2,12	1,79	0,54	0,95	26	47	21	-0,34	160	110																	
		28	20			0,26	2,09	1,66		21	48																						
		28	20			0,20	2,09	1,74		24	50																						
		28	20			0,19	2,08	1,75																									
		28	20			0,22	2,09	1,72	0,61	0,98	22	49	27	-0,02	160	150	220																

Tabelul A2.7a Rezultatele încercărilor pentru determinarea caracteristicilor fizico-mecanice ale pământurilor argiloase ce formează versantul alunecător din
or. Nisporeni, încercarea probelor cu umiditate naturală

№	№ obiectului	№ forajului	Adâncimea preluării monolit. [m]		Denumirea pământului	Umiditatea w [frac. unit.]		Densitatea, ρ_w [g/cm^3]		Densitatea scheletului, ρ_{sk} [g/cm^3]		Dens. particulelor, ρ_0 [g/cm^3]	Coef. porozitate, e [frac. unit.]		Gradul de umiditate, S_r		Limita de plasticitate, W_p	Limita de curgere, W_L	Indicile de plasticitate, I_p	Consistența I_L		Rezistența la forfecare S_{pw} [kPa]									
			naturală	după încercare		naturală	după încercare	naturală	după încercare	naturală	după încercare		Structură naturală	Cu suprafață pregătită de forfecare	Cu suprafață de forfecare pregătită și umezită	100				200	300	100	200	300	100	200	300				
7		7	4	5	Argile pestrițe, oolitice	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
																															2,5
																															5,0
																															6,2
																															8,0
																															1,0
																															2,0
																															3,0
																															4,5
																															6,0
																															8,0
5,5																															
8,5																															
9,5																															
10,0																															
1,0																															
2,0																															
5,5																															
11,0																															

Sursa: date de arhivă ale UTM, MADL, prelucrate de autor

Tabelul A2.8a Rezultatele încercărilor pentru determinarea caracteristicilor fizico-mecanice ale pământurilor argiloase ce formează versantul alunecător al **Râserucii Orhei, încercarea probelor cu umiditate naturală, UTM (MONIL)**

№	№ obiectului	№ forajului	Adâncimea preluării monolit. [m]		Denumirea pământului	Umiditatea w [frac. unit.]		Densitatea, ρ_w , [g/cm ³]		Densitatea scheletului, ρ_{sk} [g/cm ³]		Dens. particulelor, ρ_0 [g/cm ³]	Coef. porozitate, e [frac. unit.]		Gradul de umiditate, S_r		Limita de plasticitate, W_p	Limita de curgere, W_L	Indicile de plasticitate, I_p	Consistența I_L		Rezistența la forfecare S_{pw} [kPa]																											
			naturală	după încercare		naturală	după încercare	naturală	după încercare	naturală	după încercare		Structură naturală	Cu suprafață pregătită de forfecare	Cu suprafață de forfecare pregătită și umezită	100				200	300	100	200	300																									
8	104	3	4	5	1*	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30																			
																															1,71	2,04	1,71	0,575	0,89	27	49	22		-0,36	37	60	57	30	45	35	20	15	
																															1,76	2,08	1,76	0,532	0,91	25	40	15		-0,47	25	70	30	20	30	35	15	15	
																															1,74	2,09	1,74	0,550	0,98	29	70	41		-0,22	76	90	137	44	52	50	22	24	40
																															1,61	2,08	1,61	0,675	1,00	20	37	17		0,53	74	110	110	45	52	45	30	26	32
																															1,61	2,08	1,61	0,675	1,00	27	57	30		0,07	62	87	110	37	30	50	22	38	40
																															1,52	1,97	1,52	0,782	1,00	20	40	20		0,50	37	50	60	30	28	40	20	20	12
																															1,70	2,04	1,70	0,588	0,92	30	47	17		-0,59	78	110	140	45	60	74	23	36	40
																															1,70	2,08	1,70	0,584	1,00	20	38	18		0,11	68	78	100	38	30	38	13	19	23
																															1,70	2,08	1,70	0,584	1,00	30	60	30		-0,27	94	125	164	50	70	80	32	44	52
																															1,65	2,08	1,65	0,636	1,00	20	50	30		0,20	68	81	90	38	41	43	11	19	28
																															1,73	2,06	1,73	0,560	0,92	20	31	11		-0,09	92	122	174	52	60	80	30	44	50
1,74	2,09	1,74	0,550	0,98	30	47	17		-0,59	68	101	110	44	44	50	18	23	35																															
1,77	2,09	1,77	0,524	0,93	30	52	22		-0,55	81	119	110	48	50	56	25	25	36																															
1,60	2,06	1,60	0,691	1,00	43	70	27		-0,52	63	120	144	30	68	69	26	40	40																															
1,67	2,04	1,67	0,615	0,97	20	38	18		0,11	63	129	173	33	70	88	41	32	56																															
1,71	2,03	1,71	0,583	0,88	26	43	17		-0,41	60	320	305	80	132	127	70	100	82																															

1* - Argile pestrițe, deluvial-alunecătoare

2* - Argile cenușii orizontal stratificate

Sursa: date de arhivă ale UTM, MADL, prelucrate de autor

Tabelul A2.8b Rezultatele încercărilor pentru determinarea caracteristicilor fizico-mecanice ale pământurilor argiloase ce formează versantul alunecător al **Râscrucii Orhei, încercarea probelor umezite în "cutia cu nisip umez", MADI**

№	№ obiectului	№ forajului	Adâncimea preluării monolit. [m]	Denumirea pământului	Umiditatea w [frac. unit.]		Densitatea, ρ_w [g/cm ³]		Densitatea scheletului, ρ_{sk} [g/cm ³]		Densit. particulelor, ρ_0 [g/cm ³]	Coef. porozitate, e [frac. unit.]		Gradul de umiditate, S_r	Limita de plasticitate, W_p	Limita de curgere, W_L	Indicile de plasticitate, I_p	Consistența I_L		Rezistența la forfecare S_{pw} [kPa]																			
					naturală	după încercare	naturală	după încercare	naturală	după încercare		naturală	după încercare					pentru presiunea verticală P [kPa]																					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30										
8	18			Argile pestre, oolitice		naturală							naturală									140																	
						după încercare	0,177	2,15	1,83																-0,03														
						naturală		2,12	1,80																	125													
						după încercare	0,180	2,12	1,80																	-0,01													
						naturală		2,15	1,82																		185												
						după încercare	0,180	2,15	1,82																		0,03												
	34	1,00-1,20					naturală							naturală										140															
							după încercare	0,172	2,11	1,80																-0,06													
							naturală		2,12	1,80																	82,5												
							după încercare	0,173	2,11	1,80																	-0,09												
							naturală		2,12	1,80																		92,5											
							după încercare	0,176	2,12	1,80																		127,5											
33	1,50-1,70					naturală							naturală										135																
						după încercare	0,174	2,08	1,77																-0,04														
						naturală		2,10	1,79																		180												
						după încercare	0,176	2,10	1,79																		82,5												
						naturală		2,10	1,79																		92,5												
						după încercare	0,174	2,10	1,79																		127,5												

Tabelul A2.8b (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30							
8	18	33	1.50-1.70	Argile pestrice, oolitice	0,173	0,176	2,10	2,08	1,79	1,77	2,76	0,542	0,560	0,88	0,87	17	32	15	0,05	0,07	0,07	125	125													
					0,170	0,176	2,09	2,09	1,79	1,77	2,76	0,546	0,545	0,86																						
					0,173	0,176	2,09	2,09	1,78	1,77	2,76	0,546	0,549	0,87																						
					0,170	0,176	2,09	2,09	1,77	1,77	2,76	0,546	0,549	0,87																						
					0,174	0,176	2,09	2,09	1,78	1,77	2,76	0,546	0,545	0,86																						
					0,183	0,176	2,02	2,02	1,71	1,77	2,76	0,546	0,640	0,80																						
					0,170	0,176	2,00	2,00	1,71	1,77	2,76	0,546	0,638	0,75																						
					0,184	0,176	2,10	2,10	1,77	1,77	2,76	0,546	0,579	0,89																						
					0,176	0,176	2,08	2,08	1,77	1,77	2,76	0,546	0,586	0,85																						
					0,163	0,176	2,00	2,00	1,72	1,77	2,76	0,546	0,628	0,73																						
0,182	0,176	2,09	2,09	1,77	1,77	2,76	0,546	0,584	0,87																											
0,179	0,176	2,02	2,02	1,71	1,77	2,76	0,546	0,634	0,79																											
0,178	0,189	2,08	2,60-2,80	Argile pestrice, oolitice	0,178	0,189	2,08	2,12	1,77	1,78	2,80	0,586	0,570	0,85	0,93	17	34	17	0,05	0,05																
0,173	0,170	2,02	2,02	Argile pestrice, oolitice	0,173	0,170	2,02	2,02	1,72	1,72	2,80	0,626	0,622	0,85	0,77																					
0,170	0,170	2,02	2,02	Argile pestrice, oolitice	0,170	0,170	2,02	2,02	1,73	1,73	2,80	0,622	0,622	0,85	0,77																					
0,184	0,176	2,10	2,10	Argile pestrice, oolitice	0,184	0,176	2,10	2,10	1,77	1,77	2,80	0,579	0,583	0,85	0,89																					
0,176	0,176	2,08	2,08	Argile pestrice, oolitice	0,176	0,176	2,08	2,08	1,77	1,77	2,80	0,583	0,583	0,85	0,85																					
0,181	0,179	2,09	2,09	Argile pestrice, oolitice	0,181	0,179	2,09	2,09	1,77	1,77	2,80	0,582	0,582	0,87	0,87																					
0,179	0,179	2,02	2,02	Argile pestrice, oolitice	0,179	0,179	2,02	2,02	1,71	1,71	2,80	0,634	0,634	0,79	0,79																					
0,189	0,189	2,12	2,12	Argile pestrice, oolitice	0,189	0,189	2,12	2,12	1,78	1,78	2,80	0,570	0,570	0,85	0,93																					

Sursa: date de arhivă ale UTM, MADL, prelucrate de autor

Tabelul A2.9a Rezultatele încercărilor pentru determinarea caracteristicilor fizico-mecanice ale pământurilor argiloase ce formează versantul alunecător de pe traseul **Ustia-Holercani, încercarea probelor cu umiditate naturală, UTM (MONIL)**

№	№ obiectului	№ forajului	Adâncimea preluării monolit. [m]	Denumirea pământului		Umiditatea w [frac. unit.]		Densitatea, ρ_w , [g/cm ³]		Densitatea scheletului, ρ_{sk} [g/cm ³]		Densit. particulelor, ρ_0 [g/cm ³]	Coef. porozitate, e [frac. unit.]		Gradul de umiditate, S_r		Limita de plasticitate, W_p	Limita de curgere, W_L	Indicile de plasticitate, I_p	Consistența I_L		Rezistența la forfecare S_{pw} [kPa]																																	
				naturală	după încercare	naturală	după încercare	naturală	după încercare	naturală	după încercare		naturală	după încercare	naturală	după încercare				100	200	300	100	200	300	Cu suprafață pregătită de forfecare	Cu suprafață de forfecare pregătită și umezită	pentru presiunea verticală P [kPa]																											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30																										
9	7	15	3,4	Argile deluvial-alunecătoare	6	0,19	2,06	2,06	1,73	1,73	2,72	0,571	0,571	0,90	0,90	18	30	12	19	20	0,08	62	80	112	112	22	40	62	13	20	300	200	300																						
																																		17	6,2	1,74	1,74	0,564	0,564	0,92	0,92	16	33	17	0,18	112	170	50	60	85	17	20	25		
																																		18	5,0	1,90	1,56	0,747	0,747	0,80	0,80	19	38	19	0,16	110	150	217	45	90	150	37	42	70	
																																		20	12,6	0,15	2,04	1,77	0,533	0,533	0,77	0,77	16	28	12	-0,08	162	190	210	42	87	95	25	75	47
																																			9,8	0,17	2,07	1,77	0,537	0,537	0,86	0,86	19	33	14	-0,14	100	130	162	40	70	75	32	50	62
																																		20	11,8	0,12	2,13	1,90	0,430	0,430	0,76	0,76	15	30	15	-0,20	217	245	310	67	120	130	30	77	102
																																			14,6	0,10	2,13	1,94	0,405	0,405	0,67	0,67	15	29	14	-0,36	340	390	107	152	205	95	122	167	

Sursa: date de arhivă ale UTM, MADI, prelucrate de autor

Tabelul A2.9b Rezultatele încercărilor pentru determinarea caracteristicilor fizico-mecanice ale pământurilor argiloase ce formează versantul alunecător de pe traseul **Ustia-Holercani**, încercarea probelor umezite în "cutia cu nisip umez", **MOOLDGIINTIZ**

№	№ obiectului	№ forajului	Adâncimea preluării monolit. [m]	Denumirea pământului		Umiditatea w [frac. unit.]	Densitatea, ρ_w , [g/cm ³]		Densitatea scheletului, ρ_{sk} [g/cm ³]		Dens. particulelor, ρ_0 [g/cm ³]	Coef. porozitate, e [frac. unit.]		Gradul de umiditate, S_r		Limita de plasticitate, W_L	Indicile de plasticitate, I_p	Consistența I_L	Rezistența la forfecare S_{pw} [kPa]																				
				naturală	după încercare		naturală	după încercare	naturală	după încercare		Structură naturală	Cu suprafață pregătită de forfecare	Cu suprafață de forfecare pregătită și umezită	pentru presiunea verticală P [kPa]																								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30										
9	7	14	8,0	Argile pestrice, oolitice	6	naturală	1,90	1,90	naturală	1,46	2,72			naturală	0,95	25	51	26		naturală	0,19	105	155	205		200													
						după încercare	1,84	1,40	după încercare	0,937		33	60	27	după încercare	0,90	33	60	27	după încercare	-0,07	170	230	290															
						naturală	1,97	1,61	naturală	0,684		21	39	18	după încercare	0,87	21	39	18	după încercare	0,06	125	165	205															
						după încercare	2,10	1,78	naturală	0,528		17	37	20	după încercare	0,93	17	37	20	după încercare	0,05	170	190	205															
						naturală	1,72	1,32	naturală	1,056		28	46	18	după încercare	0,77	28	46	18	după încercare	0,11	125	150	175															
						după încercare	1,94	1,50	naturală	0,809		27	55	28	după încercare	0,98	27	55	28	după încercare	0,07	95	105	115															
						naturală	1,89	1,42	naturală	0,914		34	59	25	după încercare	0,98	34	59	25	după încercare	-0,04	160	170	180															
						după încercare	1,99	1,55	naturală	0,750		28	62	34	după încercare	1,00	28	62	34	după încercare	0,00	130	155	175															
						naturală	1,85	1,46	naturală	0,867		23	43	20	după încercare	0,85	23	43	20	după încercare	0,20	95	110	125															
						după încercare	2,00	1,60	naturală	0,700		25	42	17	după încercare	0,97	25	42	17	după încercare	0,00	160	175	200															

Sursa: date de arhivă ale UTM, MAD1, prelucrate de autor

Tabelul A2.10a. Rezultatele încercărilor pentru determinarea caracteristicilor fizico-mecanice ale pământurilor argiloase ce formează versantul alunecător din or. Chișinău, str. Dimineții, încercarea probelor cu umiditate naturală

№	№ obiectivului	№ forajului	Adâncimea de preluare a probei [m]	Tipul pământului	Umiditatea w , [frac. unit.]		Densitatea, ρ_w , [g/cm ³]		Densitatea scheletului, ρ_{sk} [g/cm ³]		Densitatea particulelor, ρ_0 [g/cm ³]	Coeficientul de porozitate, e [frac. unit.]		Gradul de umiditate, S_r		Limita de plasticitate, W_p	Limita de curgere, W_L	Indicile de plasticitate, I_p	Consistența I_L	Rezistența la forfecare S_{pw} [kPa]									
					după încercare		naturală		după încercare			naturală		Structură neperturbată	Cu suprafață pregătită de forfecare					Cu suprafață de forfecare pregătită și umezită									
					naturală	după încercare	naturală	după încercare	naturală	după încercare		naturală	după încercare		100					200	300	100	200	300					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1243			15,0		0,23	0,22	1,99	1,99	1,62	1,63		0,71	0,69	0,90	0,88	28	47	19	-0,21	-0,32	160	188	258	70	60	148	38	25	63
1244	10	2	16,5	1*	0,21	0,20	2,06	2,05	1,70	1,71	2,76	0,62	0,62	0,93	0,90	27	48	21	-0,29	-0,33	158	325	248	68	98	55	48	38	20
1245			17,0		0,18	0,20	2,14	2,12	1,81	1,71		0,52	0,56	0,95	0,98	23	38	15	-0,33	-0,20	235	360	408	90	120	163	55	53	88
1246			18,0		0,20	0,20	2,05	2,04	1,71	1,71		0,62	0,62	0,90	0,90	25	42	17	-0,29	-0,29	283	343	275	58	115	90	15	38	38

Tabelul A2.10b. Rezultatele încercărilor pentru determinarea caracteristicilor fizico-mecanice ale pământurilor argiloase ce formează versantul alunecător din or. Chișinău, str. Dimineții, încercarea probelor umezite în "cutia cu nisip umez"

№	№ obiectivului	№ forajului	Adâncimea de preluare a probei [m]	Tipul pământului	Umiditatea w , [frac. unit.]		Densitatea, ρ_w , [g/cm ³]		Densitatea scheletului, ρ_{sk} [g/cm ³]		Densitatea particulelor, ρ_0 [g/cm ³]	Coeficientul de porozitate, e [frac. unit.]		Gradul de umiditate, S_r		Limita de plasticitate, W_p	Limita de curgere, W_L	Indicile de plasticitate, I_p	Consistența I_L	Rezistența la forfecare S_{pw} [kPa]									
					după încercare		naturală		după încercare			naturală		Structură neperturbată	Cu suprafață pregătită de forfecare					Cu suprafață de forfecare pregătită și umezită									
					naturală	după încercare	naturală	după încercare	naturală	după încercare		naturală	după încercare		50					100	150	50	100	150	50	100	150		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1247	10	2	19,0	1*	0,23	0,33	2,02	1,90	1,64	1,43		0,68	0,93	0,93	0,98	27	50	23	-0,17	0,26	67,5	75	145	10	27,5	35	7,5	17,5	17,5
1248			20,0		0,24	0,32	2,01	1,92	1,62	1,45	2,76	0,70	0,90	0,94	0,98	27	52	25	-0,12	0,20	42,5	62,5	85	15	17,5	22,5	10	7,5	12,5

Nota: 1* - argile cenușii de vârstă cuaternară, cu lentile și impurități de nisip fin

Sursa: efectuate de autor

Determinarea pragului de fluaj pe baza încercărilor “cu viteză constantă de forfecare”

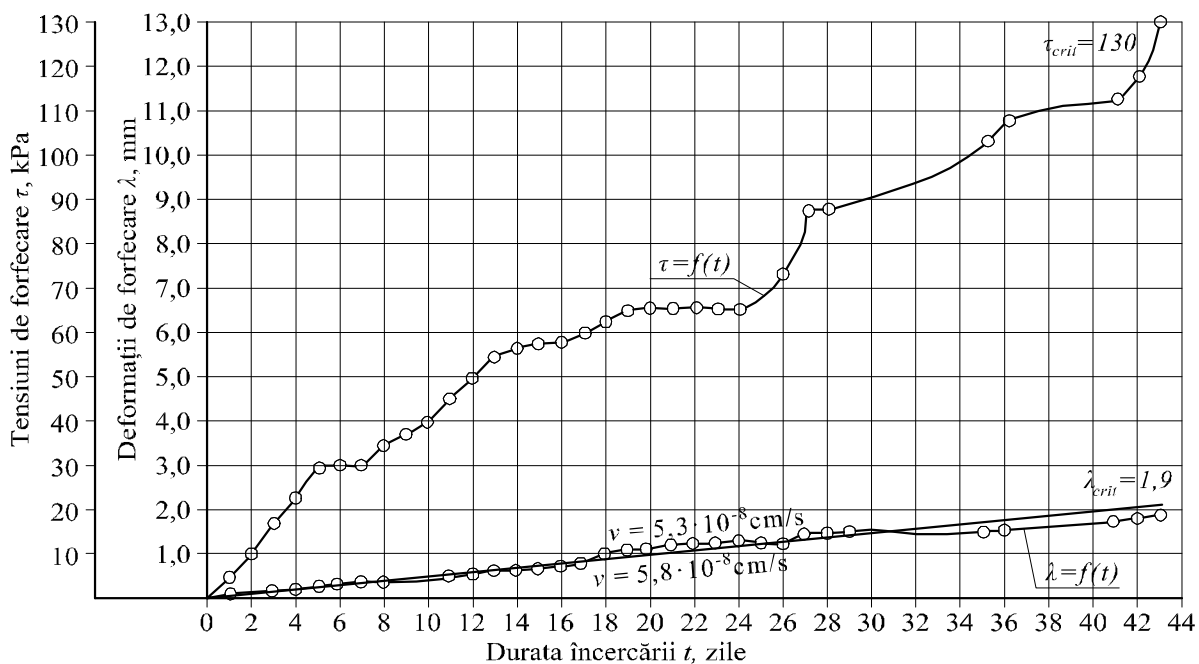


Fig. A3.1 Determinarea pragului de fluaj pe baza încercărilor “cu viteză constantă de forfecare”.
Argile sarmațiene cenușii-verzui de consistență tare.

Sursa: elaborat de autor pe baza rezultatelor încercărilor efectuate de Polcanov V.N.

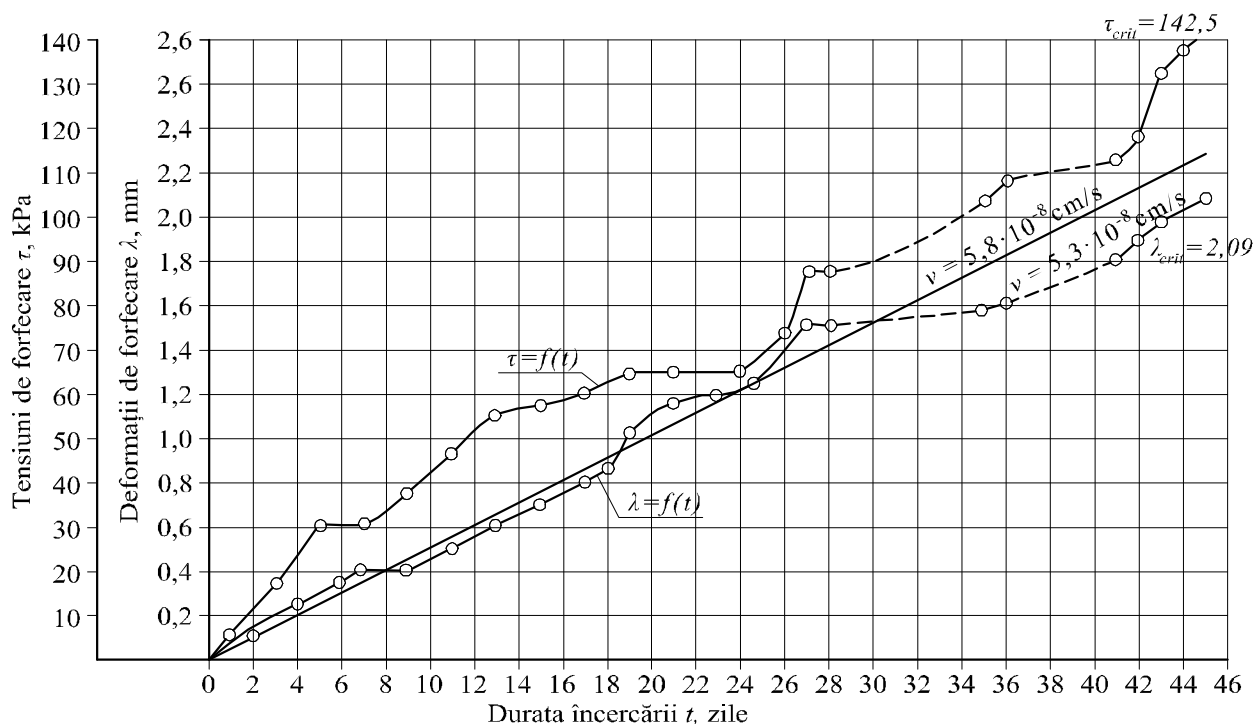


Fig. A3.2 Determinarea pragului de fluaj pe baza încercărilor “cu viteză constantă de forfecare”.
Argile sarmațiene cenușii-verzui de consistență tare.

Sursa: elaborat de autor pe baza rezultatelor încercărilor efectuate de Polcanov V.N.

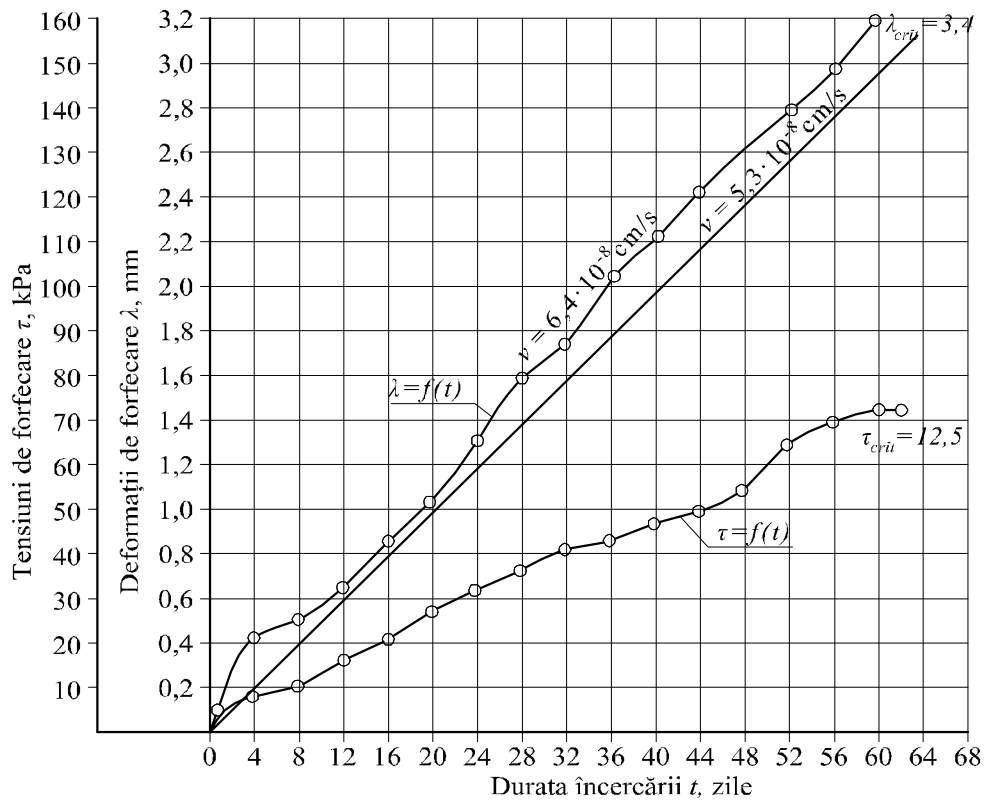


Fig. A3.3 Determinarea pragului de fluaj pe baza încercărilor “cu viteză constantă de forfecare”.
 Argile sarmațiene cenușii-verzui plastic consistente.
 Sursa: elaborat de autor pe baza rezultatelor încercărilor efectuate de Polcanov V.N.

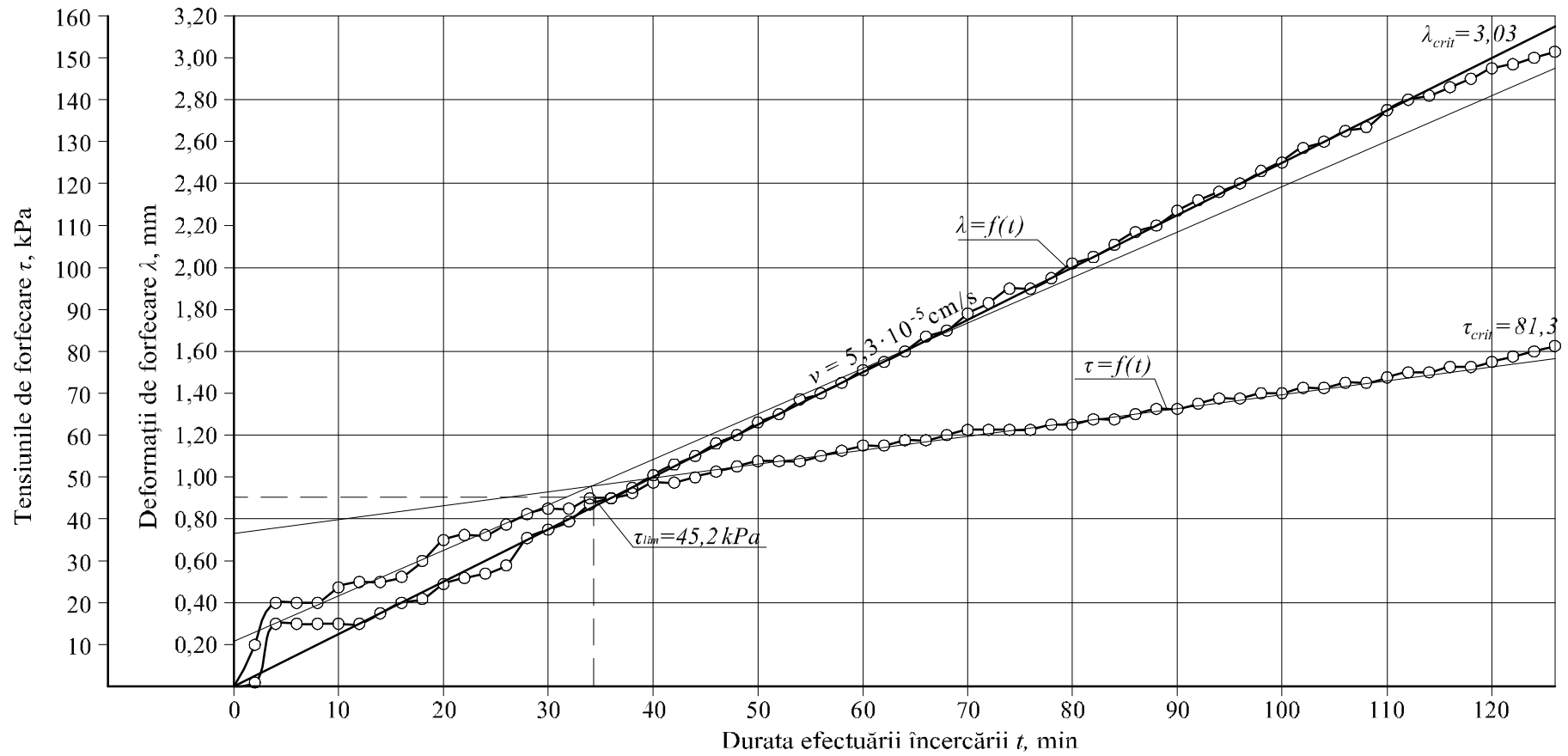


Fig. A3.4 Determinarea pragului de fluaj pe baza încercărilor „cu viteză constantă de forfecare”.
Argile nisipoase cuaternare plastic consistente.

Sursa: elaborate de autor

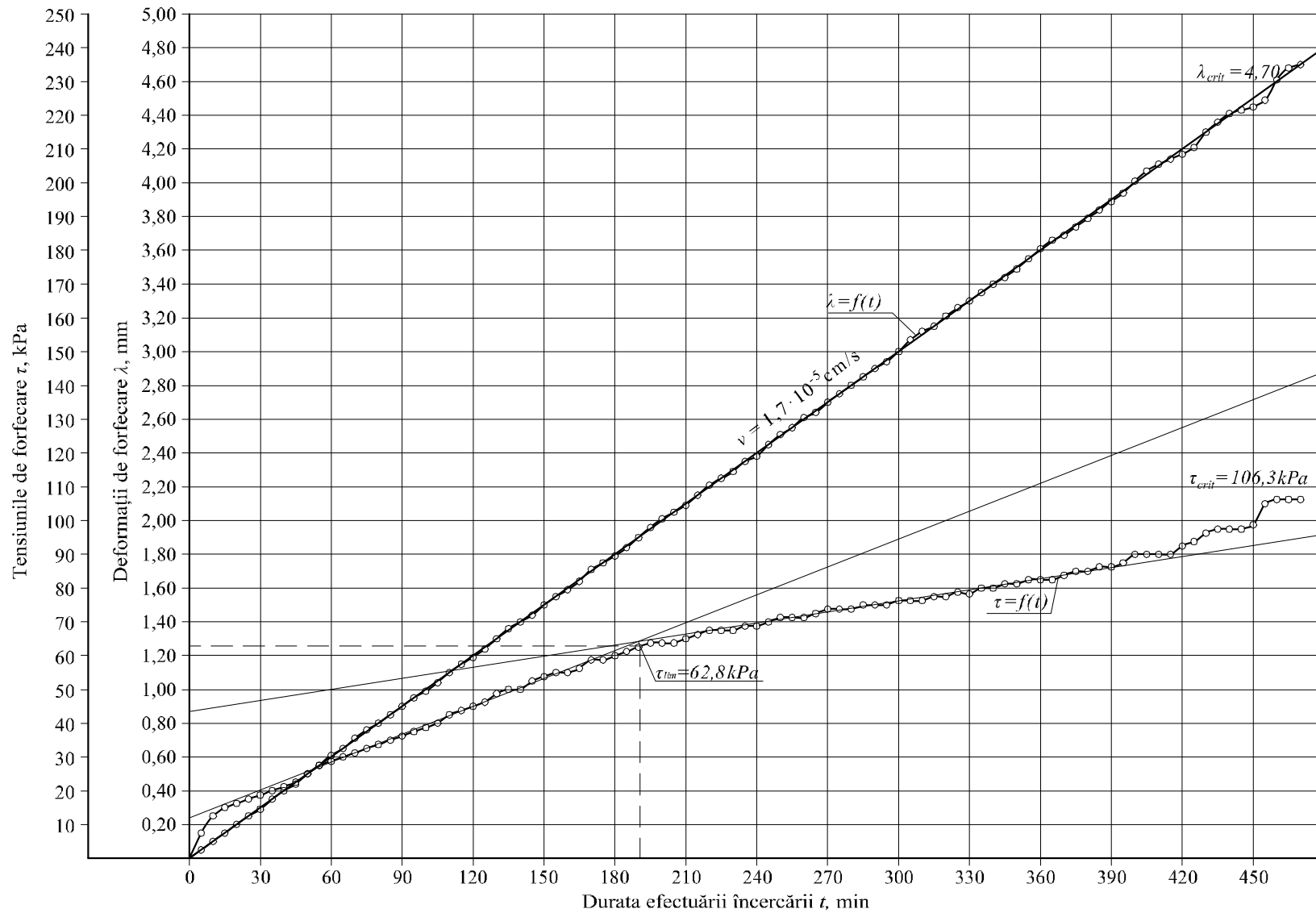


Fig. A3.4 Determinarea pragului de fluaj pe baza încercărilor „cu viteză constantă de forfecare”. Argile nisipoase cuaternare plastic vâtoase.
Sursa: elaborate de autor

Tabelul A3.1. Caracteristicile fizice ale pământurilor supuse încercărilor de lungă durată cu viteză constantă de forfecare

№ forajului	Adâncimea preluării monolitului [m]	Denumirea pământului	№ încercării		Umiditatea w , [frac. unit.]			Densitatea, ρ_w , [g/cm ³]			Densitatea scheletului, ρ_{sk} [g/cm ³]			Densitatea particulelor, ρ_0 [g/cm ³]			Coeficientul de porozitate, e [frac. unit.]			Gradul de umiditate, S_r			Limita de plasticitate, W_p			Limita de curgere, W_L			Indicile de plasticitate, I_p			Consistența I_L		
			1	2	3	4	naturală	până la încercare	după încercare	naturală	8	9	10	naturală	11	12	13	naturală	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26			
C-1	8,0	*	1	1	0,24	0,24	2,06	2,06	2,07	1,66	1,67	1,70	1,72	1,70	1,73	2,71	0,58	0,63	0,62	0,94	1,00	1,00	1,00	18	19	20	21	22	23	24	25	26		
				2	0,21	0,20	2,06	2,08	1,72	1,73	2,08	1,70	1,73	2,08	1,72	1,73	2,08	2,71	0,59	0,57	0,96	0,96	0,96	0,96	18	19	20	21	22	23	24	25	26	

Notă: * - Argile nisipoase sarmațiene grele

Sursa: elaborat de autor

Tabelul A3.2. Rezultatele încercărilor la forfecare de lungă durată necesare pentru trasarea curbei de fluaj

Distanța dintre casete d , <i>mm</i>	Preseșiunea verticală P , <i>kPa</i>	Valoarea tensiunii de forfecare τ , <i>kPa</i>	Deformații de forfecare λ , <i>mm</i>	Timpul de la începutul încercării t , <i>min</i>	Valoarea tensiunii de forfecare τ , <i>kPa</i>	Deformații de forfecare λ , <i>mm</i>	Timpul de la începutul încercării t , <i>min</i>	Viteza medie de deformare v , <i>cm/s</i>	Pragul de fluaj τ_{lim} , <i>kPa</i>	Coefficientul de vâscozitate η , <i>Pa·s</i>
1	2	3	4	5	3	4	5	6	7	8
14,0	100	10	0,02	2	61,25	1,83	72	$5,3 \cdot 10^{-5}$	45,2	$9,51 \cdot 10^9$
		20	0,30	4	61,25	1,90	74			
		20	0,30	6	61,25	1,90	76			
		20	0,30	8	62,5	1,95	78			
		23,75	0,30	10	62,5	2,02	80			
		25	0,30	12	63,75	2,05	82			
		25	0,35	14	63,75	2,11	84			
		26,25	0,40	16	65	2,17	86			
		30	0,42	18	66,25	2,20	88			
		35	0,49	20	66,25	2,27	90			
		36,25	0,52	22	67,5	2,32	92			
		36,25	0,54	24	68,75	2,36	94			
		38,75	0,58	26	68,75	2,40	96			
		41,25	0,71	28	70	2,46	98			
		42,5	0,75	30	70	2,50	100			
		42,5	0,79	32	71,25	2,57	102			
		45	0,87	34	71,25	2,60	104			
		45	0,90	36	72,5	2,65	106			
		46,25	0,95	38	72,5	2,67	108			
		48,75	1,01	40	73,75	2,75	110			
		48,75	1,06	42	75	2,80	112			
		50	1,10	44	75	2,82	114			
		51,25	1,16	46	76,25	2,86	116			
		52,5	1,20	48	76,25	2,90	118			
		53,75	1,26	50	77,5	2,95	120			
		53,75	1,30	52	78,75	2,97	122			
		53,75	1,37	54	80	3,00	124			
		55	1,40	56	81,25	3,03	126			
		56,25	1,45	58						
		57,5	1,51	60						
57,5	1,55	62								
58,75	1,60	64								
58,75	1,67	66								
60	1,70	68								
61,25	1,78	70								

Sursa: elaborat de autor

Tabelul A3.3. Rezultatele încercărilor la forfecare de lungă durată neceare pentru trasarea curbei de fluaj

Distanța dintre casete d , mm	Preseciunea verticală P , kPa	Valoarea tensiunii de forfecare τ , kPa	Deformații de forfecare λ , mm	Timpul de la începutul încercării t , min	Valoarea tensiunii de forfecare τ , kPa	Deformații de forfecare λ , mm	Timpul de la începutul încercării t , min	Valoarea tensiunii de forfecare τ , kPa	Deformații de forfecare λ , mm	Timpul de la începutul încercării t , min	Viteza medie de deformare v , cm/s	Pragul de fluaj τ_{lim} , kPa	Coefficientul de vâscozitate η , Pa·s
1	2	3	4	5	3	4	5	3	4	5	6	7	8
12,0	100	0,0	0	0	60,0	1,79	180	82,5	3,61	360	$1,7 \cdot 10^{-5}$	62,8	$3,07 \cdot 10^9$
		7,5	0,05	5	61,25	1,84	185	82,5	3,66	365			
		12,5	0,10	10	62,5	1,90	190	83,75	3,69	370			
		15,0	0,15	15	63,75	1,96	195	85,0	3,74	375			
		16,25	0,20	20	63,75	2,01	200	85,0	3,79	380			
		17,5	0,25	25	63,75	2,05	205	86,25	3,84	385			
		18,75	0,29	30	65,0	2,09	210	86,25	3,89	390			
		20,0	0,35	35	66,25	2,15	215	87,5	3,94	395			
		21,25	0,40	40	67,5	2,21	220	90,0	4,01	400			
		22,5	0,44	45	67,5	2,25	225	90,0	4,07	405			
		25,0	0,50	50	67,5	2,29	230	90,0	4,11	410			
		27,5	0,55	55	68,75	2,35	235	90,0	4,14	415			
		28,75	0,61	60	68,75	2,38	240	92,5	4,17	420			
		30,0	0,65	65	70,0	2,45	245	93,75	4,21	425			
		31,25	0,71	70	71,25	2,51	250	96,25	4,30	430			
		32,5	0,76	75	71,25	2,57	255	97,5	4,36	435			
		33,75	0,80	80	71,25	2,61	260	97,5	4,41	440			
		35,0	0,85	85	72,5	2,64	265	97,5	4,43	445			
		36,25	0,90	90	73,75	2,70	270	98,75	4,45	450			
		37,5	0,95	95	73,75	2,75	275	105,0	4,49	455			
		38,75	0,99	100	73,75	2,80	280	106,25	4,61	460			
		40,0	1,04	105	75,0	2,85	285	106,25	4,68	465			
		42,5	1,10	110	75,0	2,90	290	106,25	4,70	470			
		43,75	1,15	115	75,0	2,94	295						
		45,0	1,19	120	76,25	3,00	300						
		46,25	1,24	125	76,25	3,07	305						
		48,75	1,30	130	76,25	3,12	310						
		50,0	1,36	135	77,5	3,15	315						
		50,0	1,40	140	77,5	3,21	320						
		52,5	1,44	145	78,75	3,26	325						
53,75	1,50	150	78,75	3,30	330								
55,0	1,55	155	80,0	3,35	335								
55,0	1,59	160	80,0	3,40	340								
56,25	1,64	165	81,25	3,44	345								
58,75	1,71	170	81,25	3,49	350								
58,75	1,75	175	82,5	3,55	355								

Sursa: elaborat de autor

Curbe de fluaj

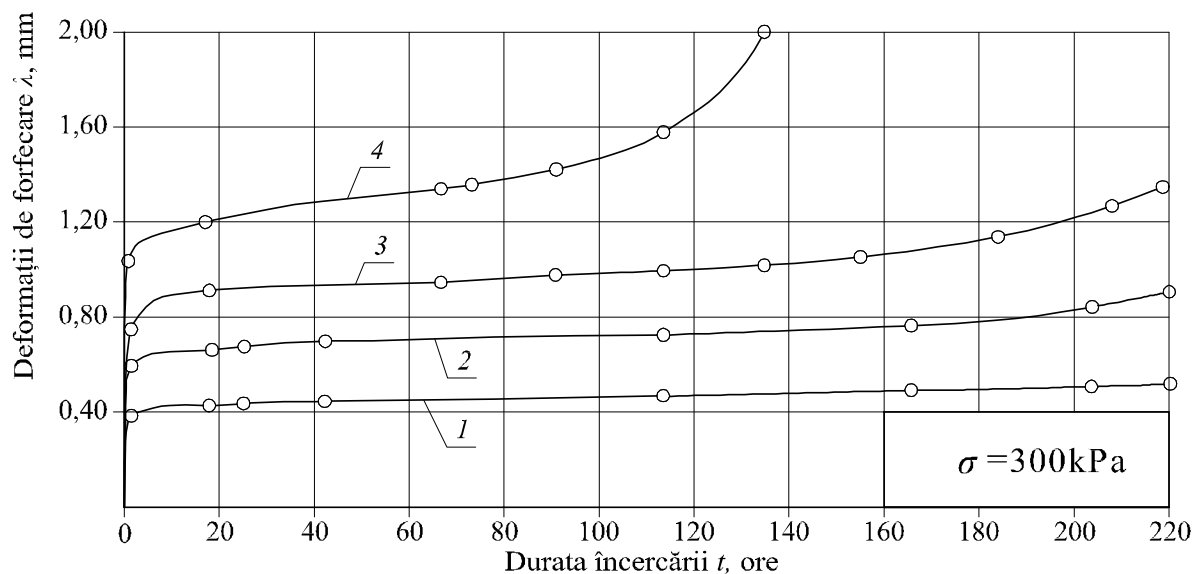


Fig. A4.1 Curbele de fluaj. Încercarea argilelor sarmațiene pestrițe cu structură naturală netulburată fără suprafețe de alunecare.

1 – $\tau = 125 \text{ kPa}$; 2 – $\tau = 150 \text{ kPa}$; 3 – $\tau = 175 \text{ kPa}$; 4 – $\tau = 200 \text{ kPa}$

Sursa: elaborat de autor pe baza rezultatelor încercărilor efectuate de Polcanov V.N.

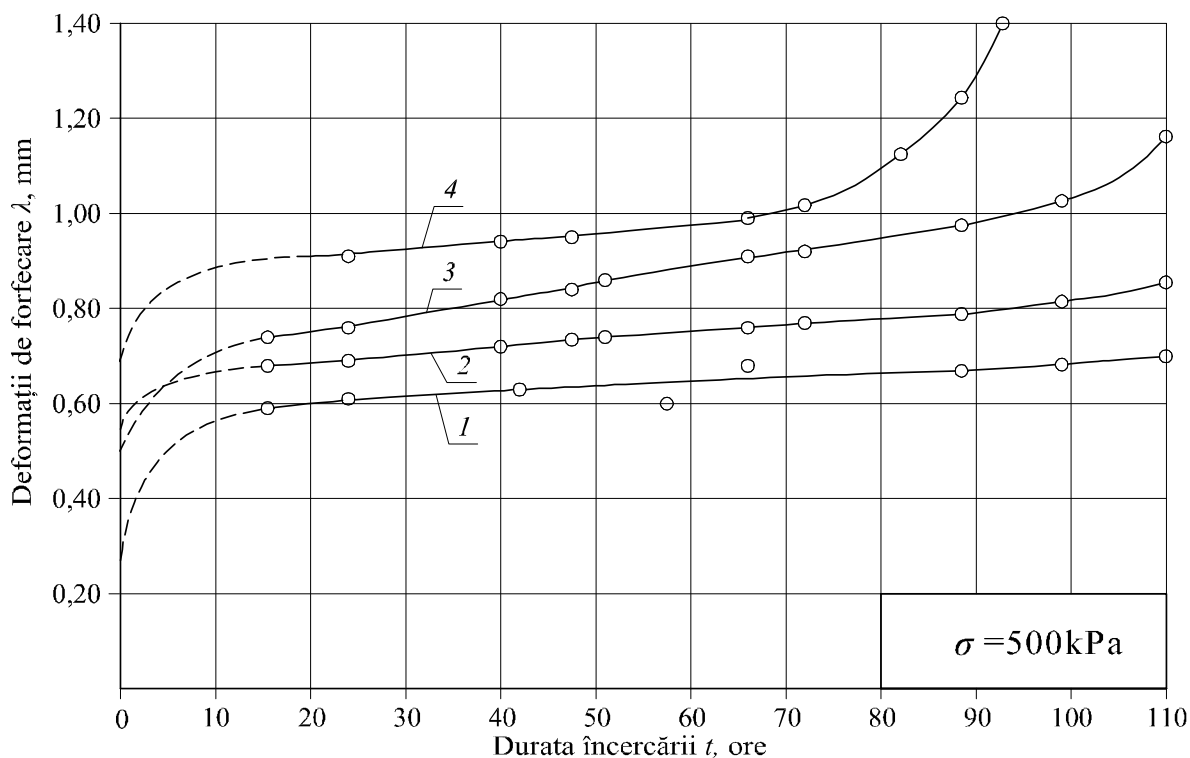


Fig. A4.2 Curbele de fluaj. Încercarea argilelor sarmațiene pestrițe cu structură naturală netulburată fără suprafețe de alunecare.

1 – $\tau = 225 \text{ kPa}$; 2 – $\tau = 250 \text{ kPa}$; 3 – $\tau = 275 \text{ kPa}$; 4 – $\tau = 300 \text{ kPa}$

Sursa: elaborat de autor pe baza rezultatelor încercărilor efectuate de Polcanov V.N.

Variația caracteristicilor fizico-mecanice ale argilelor sarmațiene de pe sectorul alunecător "Km 4 al drumului regional G69 Ustia-Holercani"

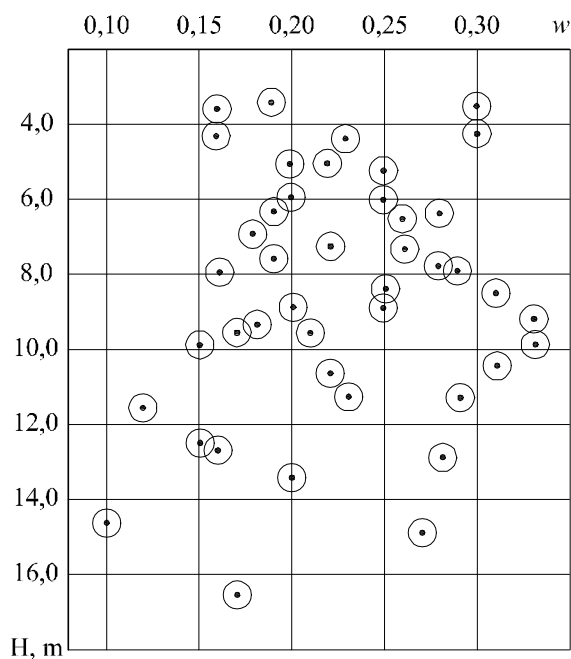


Fig. A5.1. Variația umidității în adâncime.
Sursa: elaborat de autor

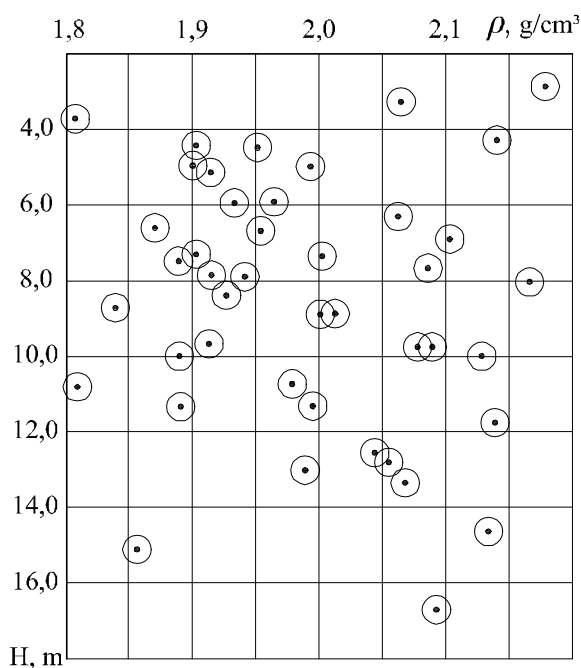


Fig. A5.2. Variația densității în adâncime.
Sursa: elaborat de autor

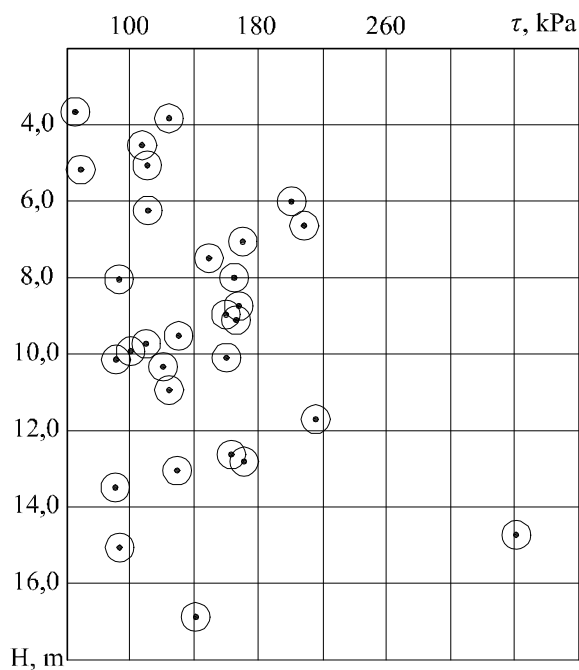


Fig. A5.3. Variația în adâncime a rezistenței la forfecare pentru probele cu structură naturală netulburată, pentru $\sigma = 100 \text{ kPa}$.

Sursa: elaborat de autor

Variația caracteristicilor fizico-mecanice ale argilelor sarmațiene de pe sectorul alunecător "Răscrucea Orhei"

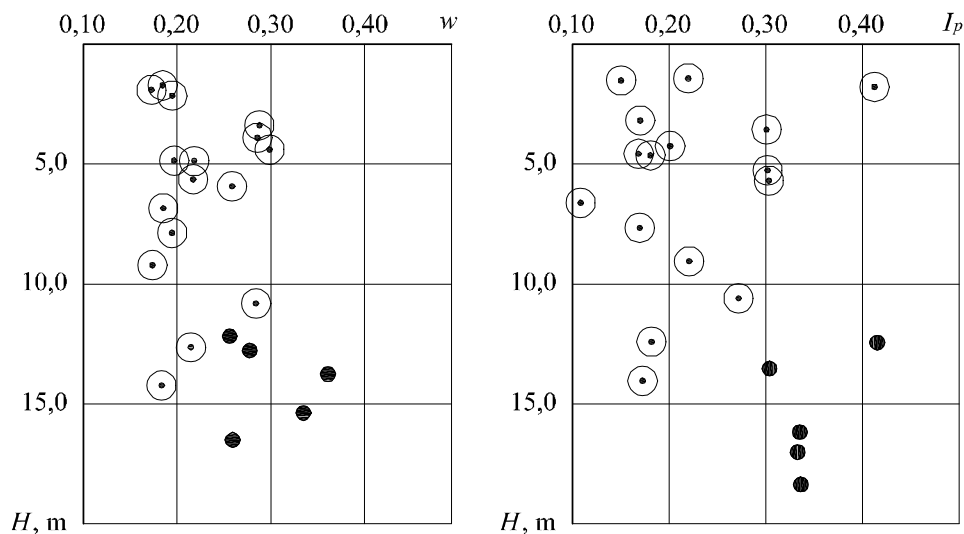


Fig. A6.1. Variația umidității naturale și a indicelui de plasticitate în adâncime:
 ○ – datele UTM; ● – datele MADI.

Sursa: elaborat de autor

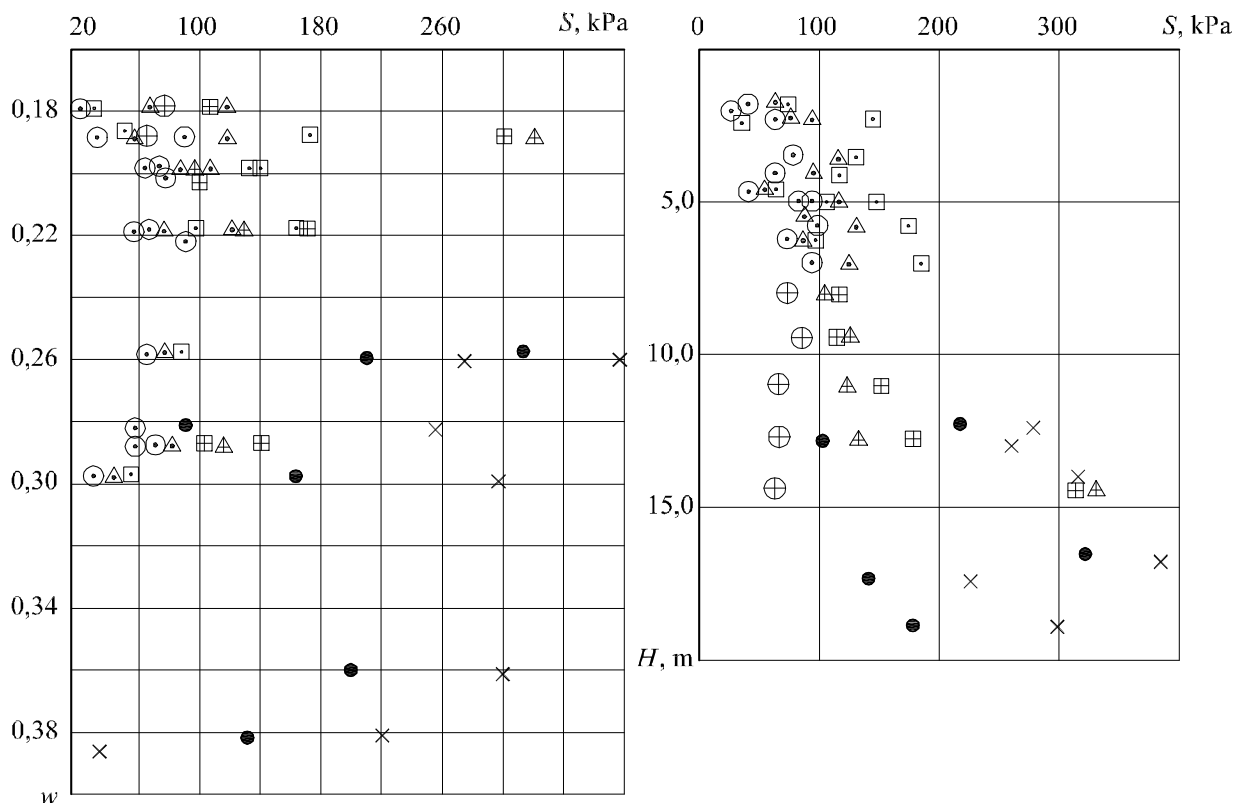
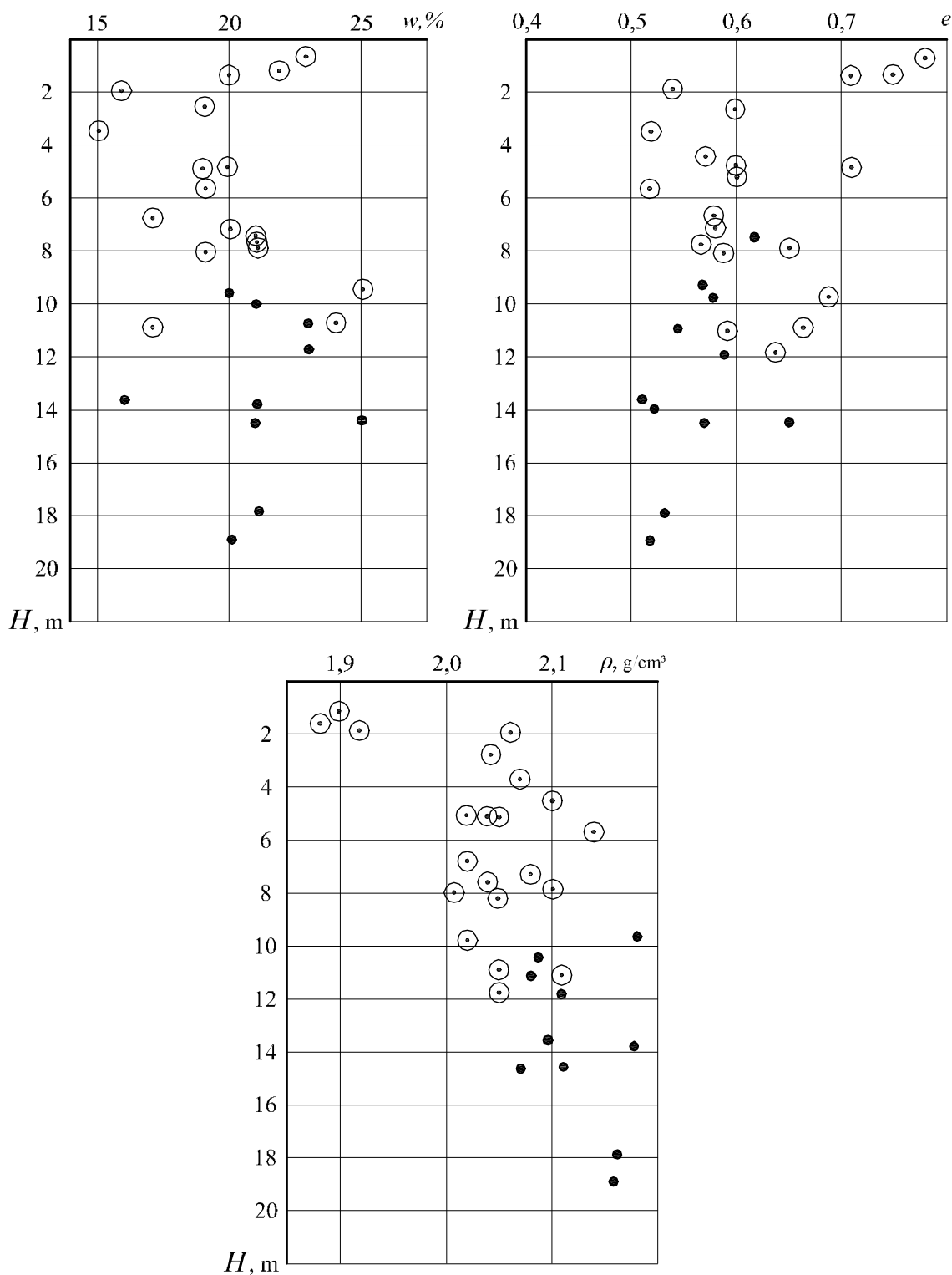


Fig. A6.2. Variația rezistenței la forfecare în funcție de umiditate și în adâncime.

- ⊙ ⊕ – rezistența la forfecare a probelor cu structură netulburată, pentru $\sigma = 100$ kPa, a argilelor pestrițe și cenușii respectiv (datele UTM);
- ⊠ ⊞ – la fel pentru $\sigma = 200$ kPa; $\triangle \triangle$ – la fel pentru $\sigma = 300$ kPa;
- × – rezistența la forfecare a probelor cu structură netulburată a argilelor cenușii, pentru $\sigma = 100$ kPa, și $\sigma = 300$ kPa respectiv (datele MADI).

Sursa: elaborat de autor

**Variația caracteristicilor fizico-mecanice ale argilelor sarmațiene de pe sectorul alunecător
“Km 80 al drumului republican R1 Chișinău-Ungheni”**



- ⊙ – argile pestrițe deluvial-alunecătoare;
- – argile albastre-cenușii din zona tulburată.

Sursa: elaborat de autor

Secțiunile transversale a debleurilor de pe drumul magistral M21 Chișinău-Dubăsari-Poltava

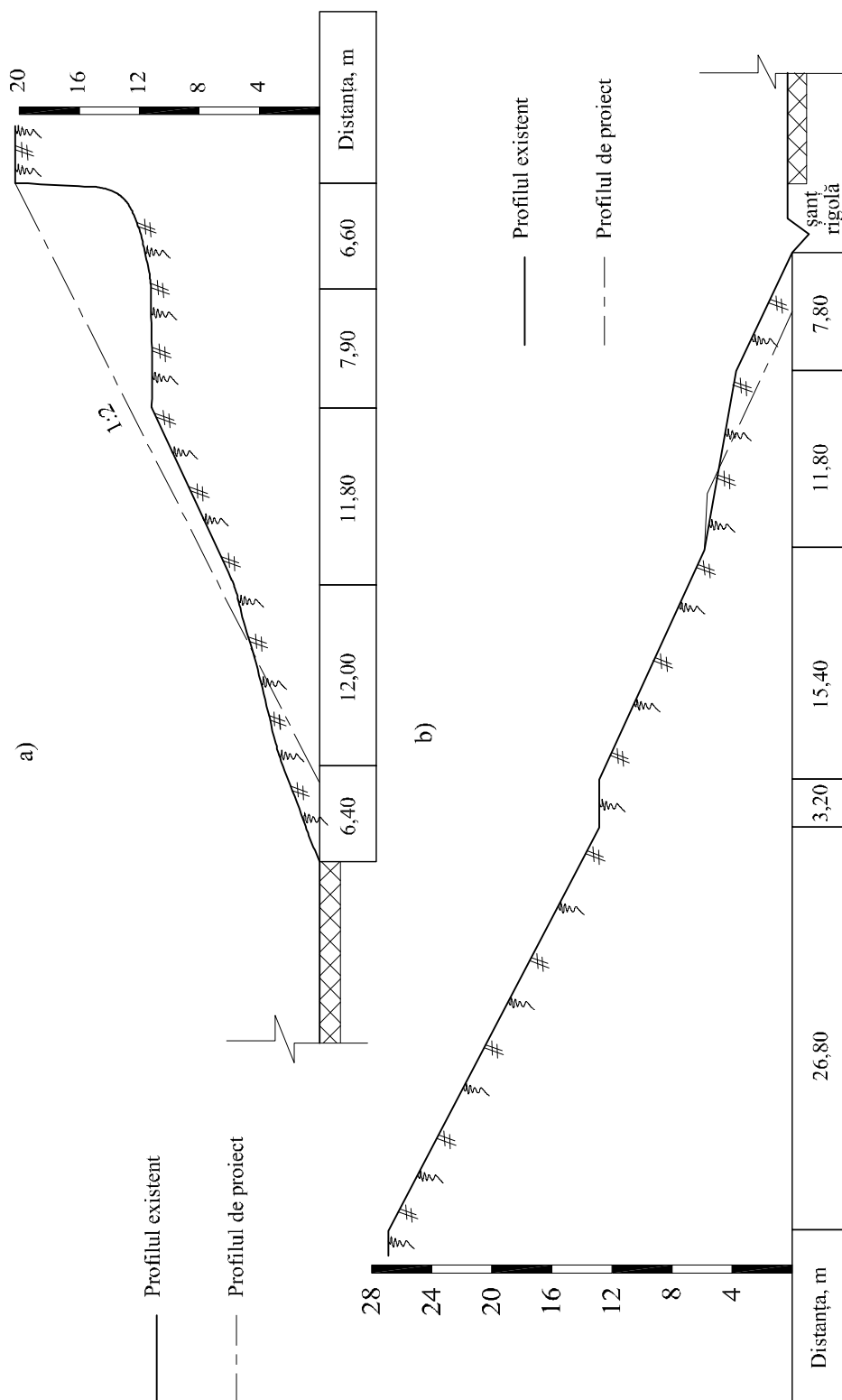


Fig. A8.1 Secțiunea transversală a taluzurilor debleului cu pichetul 1441+00, Sc 1:400

a) a taluzului stâng; b) al taluzului drept;

Sursa: elaborat de autor

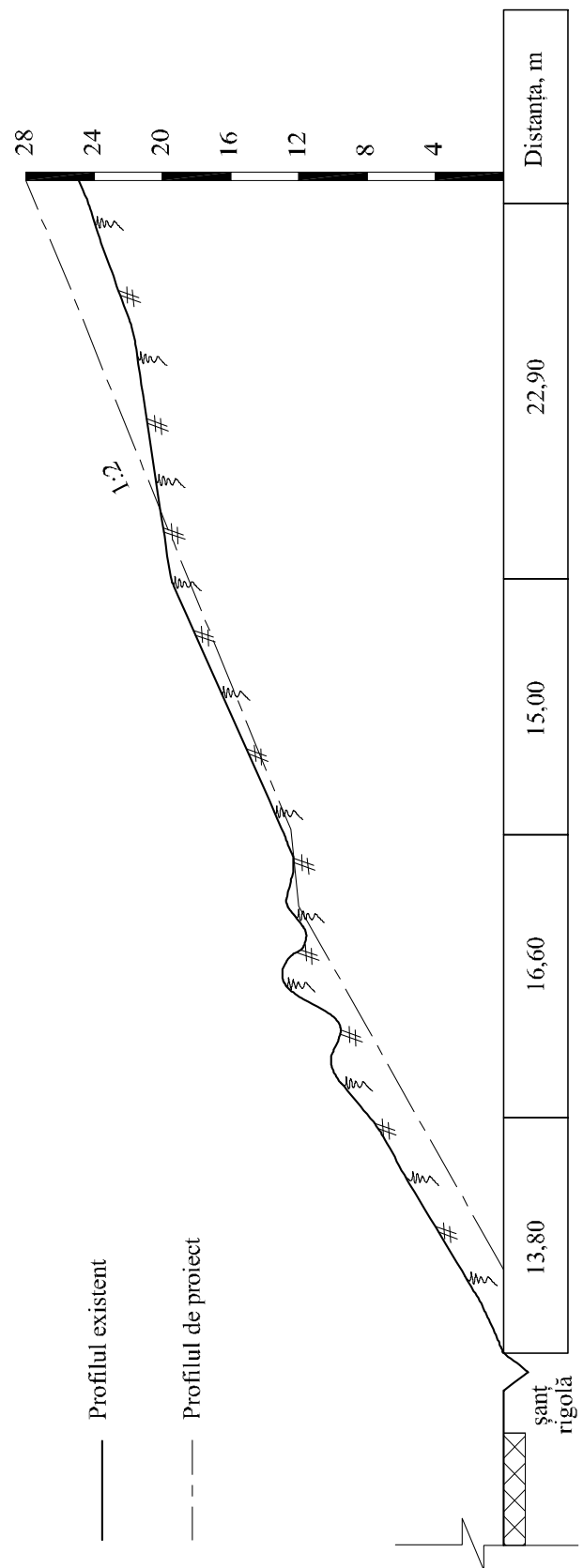


Fig. A8.2 Secțiunea transversală a taluzului stâng a debleului cu picetul 1444+850, Sc. 1:400.
 Sursa: elaborat de autor .

Cantitatea de precipitații înregistrată la stațiile meteorologice din R. Moldova pentru anii 2007-2016

Tabelul A9.1 Cantitatea de precipitații înregistrată la stațiile meteorologice din R. Moldova, anul 2016

Luna	Cantitatea de precipitații, mm	Bălțața	Bălți	Bravicea	Briceni	Cahul	Camenca	Ceadfir-Lunga	Chișinău	Codrii	Comrat	Cornești	Dubăsari	Fălești	Leova	Rîbnita	Soroca	Ștefan-Vodă	Tiraspol
1	1dec	17,9	21,4	23,2	25,5	25,5	32,5	15,5	23,3	19,8	19,7	17,5	26,0	21,6	14,7	33,1	20,6	32,2	19,2
	2dec	10,9	3,5	1,7	3,3	11,3	6,9	12,6	12,6	3,3	18,2	2,6	10,8	3,5	10,1	6,5	4,1	48,7	22,5
	3dec	7,2	5,7	7,9	3,7	6,9	12,9	12,5	6,0	7,2	14,1	8,6	9,5	5,1	11,1	10,8	4,0	12,3	11,6
	Luna	36,0	30,6	32,8	32,5	43,7	52,3	40,6	41,9	30,3	52,0	28,7	46,3	30,2	35,9	50,4	28,7	93,2	53,3
2	1dec	0,0	13,5	0,7	13,6	1,5	23,8	0,4	0,0	1,0	0,3	2,1	0,0	15,6	0,4	3,0	18,4	1,0	0,0
	2dec	15,8	26,8	22,7	20,9	14,3	36,4	9,5	16,7	27,5	13,2	20,1	23,6	19,1	10,6	33,3	31,0	15,5	17,8
	3dec	5,5	6,4	4,0	8,0	2,8	13,4	1,4	3,5	5,1	4,9	7,1	6,7	6,3	0,8	6,4	8,2	5,2	7,1
	Luna	21,3	46,7	27,4	42,5	18,6	73,6	11,3	20,2	33,6	18,4	29,3	30,3	41,0	11,8	42,7	57,6	21,7	24,9
3	1dec	7,4	6,9	4,8	5,8	18,3	9,8	11,6	7,5	4,7	9,5	11,3	7,9	12,4	4,9	5,4	4,1	10,4	10,2
	2dec	1,9	0,8	2,8	0,7	4,2	0,0	0,8	3,4	4,3	4,4	2,8	1,9	0,4	4,1	1,2	0,4	5,2	2,1
	3dec	15,2	18,2	18,1	15,2	29,0	22,5	15,7	29,8	30,3	40,3	25,6	30,1	20,8	24,2	25,1	11,9	31,8	23,4
	Luna	24,5	25,9	25,7	21,7	51,5	32,3	28,1	40,7	39,3	54,2	39,7	39,9	33,6	33,2	31,7	16,4	47,8	35,7
4	1dec	0,8	1,7	0,3	4,1	4,4	1,7	0,6	0,6	1,6	1,2	0,6	0,3	0,7	5,0	1,5	4,9	1,8	0,7
	2dec	34,4	23,1	34,4	10,9	57,4	35,0	22,6	39,1	37,3	29,6	46,5	31,9	28,6	44,7	52,8	40,6	36,4	40,1
	3dec	0,3	4,4	5,1	3,1	9,0	7,8	2,0	0,4	4,0	2,2	1,7	6,1	10,2	1,5	12,0	7,9	2,3	0,8
	Luna	35,5	29,2	39,8	18,1	70,8	44,5	25,2	40,1	42,9	33,0	48,8	38,3	39,5	51,2	66,3	53,4	40,5	41,6
5	1dec	30,8	0,5	1,8	0,5	8,8	6,4	3,3	15,2	2,1	3,7	4,5	1,8	3,4	3,2	14,7	6,8	8,8	7,7
	2dec	13,5	25,8	24,4	45,7	18,2	34,4	15,6	18,8	15,0	7,3	27,9	23,5	23,2	20,4	42,0	26,4	50,0	6,2
	3dec	30,4	27,1	38,3	49,6	35,2	29,6	45,6	64,7	50,1	39,5	37,1	22,5	33,3	65,0	45,2	62,8	69,7	41,0
	Luna	74,7	53,4	64,5	95,8	62,2	70,4	64,5	98,7	67,2	50,5	69,5	47,8	59,9	88,6	101,9	96,0	128,5	54,9
6	1dec	74,7	23,6	43,2	6,0	41,5	47,8	47,0	101,2	30,7	27,0	37,7	42,7	36,8	78,9	52,4	28,8	22,5	38,1
	2dec	45,4	36,5	117,7	46,3	24,1	96,7	111,5	53,9	58,2	34,9	63,9	77,2	64,0	13,0	69,7	75,2	23,3	22,1
	3dec	6,3	0,0	27,1	14,3	10,9	70,5	2,9	3,5	23,3	7,0	100,5	3,3	21,4	3,5	48,4	5,8	81,1	16,0
	Luna	126,4	60,1	188,0	66,6	76,5	215,0	161,4	158,6	112,2	68,9	202,1	123,2	122,2	95,4	170,5	109,8	126,9	76,2
7	1dec	2,8	13,5	7,7	3,1	6,9	4,8	4,9	2,2	6,6	5,2	17,8	1,6	27,6	46,8	4,8	2,1	1,5	3,6
	2dec	0,1	12,1	11,2	0,4	0,9	19,2	0,4	4,2	11,2	3,6	10,3	0,3	10,0	0,0	20,0	7,3	0,3	0,0
	3dec	0,1	12,3	0,7	0,4	0,1	0,3	0,4	0,4	5,9	0,7	12,2	0,0	9,4	0,0	0,3	0,5	0,0	0,0
	Luna	3,0	37,9	19,6	3,9	7,9	24,3	5,7	6,8	23,7	9,5	40,3	1,9	47,0	46,8	25,1	9,9	1,8	3,6
8	1dec	1,0	5,7	0,3	37,3	10,4	12,8	18,1	2,0	0,0	7,1	0,6	0,0	17,1	0,0	2,8	32,2	5,3	11,1
	2dec	24,2	14,0	18,4	11,4	7,6	13,6	7,7	28,1	26,6	8,5	14,2	23,4	10,5	35,4	21,3	22,1	18,8	21,1
	3dec	0,5	31,0	102,0	0,0	23,7	33,5	1,6	0,4	14,2	2,7	9,5	3,2	8,7	9,1	9,2	13,5	0,3	1,2
	Luna	25,7	50,7	120,7	48,7	41,7	59,9	27,4	30,5	40,8	18,3	24,3	26,6	36,3	44,5	33,3	67,8	24,4	33,4
9	1dec	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	2dec	8,5	6,2	3,0	21,8	39,9	20,9	48,6	12,2	1,8	38,6	6,6	4,7	10,0	16,7	18,4	12,5	37,5	17,5
	3dec	7,7	5,2	6,0	6,4	4,2	6,4	1,1	6,2	9,6	1,3	9,2	3,3	8,0	12,1	2,1	2,9	0,0	1,7
	Luna	16,2	11,4	9,0	28,2	44,1	27,3	49,7	18,4	11,4	39,9	15,8	8,0	18,0	28,8	20,5	15,4	37,5	19,2
10	1dec	27,5	6,6	21,6	7,7	49,7	10,2	24,3	25,3	25,1	38,6	20,1	20,0	7,4	28,5	18,4	9,6	46,6	52,9
	2dec	66,0	97,0	96,9	94,7	98,2	88,2	69,1	99,5	92,9	79,4	104,5	65,0	126,5	84,9	100,9	93,8	39,8	39,2
	3dec	2,9	17,3	16,0	31,5	18,1	12,4	19,5	14,5	21,0	19,0	18,1	8,0	21,5	17,3	16,4	12,9	0,0	0,6
	Luna	96,4	120,9	134,5	133,9	166,0	110,8	112,9	139,3	139,0	137,0	142,7	93,0	155,4	130,7	135,7	116,3	86,4	92,7
11	1dec	16,8	14,5	20,6	14,2	28,5	10,2	28,7	19,7	20,8	34,4	18,1	24,7	16,0	22,2	21,1	10,7	38,5	32,7
	2dec	10,3	22,3	11,3	58,7	13,7	18,1	11,2	13,5	18,5	8,6	24,4	9,8	26,9	15,4	14,5	39,5	15,6	10,7
	3dec	3,1	7,0	4,6	7,5	0,1	5,3	0,0	3,6	4,5	0,3	6,2	1,3	6,1	0,9	2,2	7,8	0,8	1,1
	Luna	30,2	43,8	36,5	80,4	42,3	33,6	39,9	36,8	43,8	43,3	48,7	35,8	49,0	38,5	37,8	58,0	54,9	44,5
12	1dec	1,5	10,9	2,3	18,2	1,2	10,9	1,3	3,4	5,3	2,0	8,3	5,5	10,0	1,4	2,5	5,4	2,3	2,2
	2dec	4,1	5,5	6,8	6,5	2,3	5,3	3,5	5,7	8,0	3,3	11,0	4,1	6,0	5,0	3,8	6,2	4,2	2,6
	3dec	2,3	2,2	2,1	3,7	2,4	6,4	2,4	2,0	2,8	3,1	3,6	1,8	2,9	3,3	1,6	3,2	4,2	2,3
	Luna	7,9	18,6	11,2	28,4	5,9	22,6	7,2	11,1	16,1	8,4	22,9	11,4	18,9	9,7	7,9	14,8	10,7	7,1

Sursa: elaborat de autor pe baza datelor din arhiva Serviciului Hidrometeorologic de Stat

Tabelul A9.2 Cantitatea de precipitații înregistrată la stațiile meteorologice din R. Moldova, anul 2015

Luna	Cantitatea de precipitații, mm	Bălțața	Bălți	Bravicea	Briceni	Cahul	Camenca	Ceadăr-Lunga	Chișinău	Codrii	Comrat	Cornești	Dubăsari	Fălești	Leova	Râbnita	Soroca	Ștefan-Vodă	Tiraspol
1	1dec	36,1	6,5	12,7	9,5	2,9	6,4	2,0	4,8	10,0	4,8	11,2	7,4	7,8	2,6	4,2	5,8	6,0	5,7
	2dec	5,9	0,0	2,7	0,8	8,2	1,0	8,7	7,3	7,2	10,7	5,3	4,5	0,3	8,4	0,4	0,0	16,8	7,8
	3dec	12,9	10,2	11,1	3,3	8,4	10,4	10,6	14,9	12,9	12,6	10,1	15,0	10,2	8,4	13,2	9,9	10,9	10,1
	Luna	21,9	16,7	26,5	13,6	19,5	17,8	21,3	27,0	30,1	28,1	26,6	26,9	18,3	19,4	17,8	15,7	33,7	23,6
2	1dec	13,3	6,0	6,1	2,8	17,3	2,2	9,6	11,0	9,2	14,8	10,1	13,2	8,8	13,1	6,7	3,4	12,3	10,3
	2dec	0,0	0,5	1,1	0,7	0,3	0,7	0,0	0,5	0,7	0,3	2,3	0,5	0,6	0,3	0,0	1,6	0,9	0,0
	3dec	23,3	15,7	14,1	10,8	20,6	21,1	21,2	22,8	20,3	26,9	18,3	22,9	19,6	21,6	19,5	19,8	13,8	16,7
	Luna	36,6	21,2	21,3	14,3	38,2	24,0	30,8	34,3	30,2	42,0	30,7	36,6	29,0	35,0	26,2	24,8	27,0	27,0
3	1dec	3,3	8,2	6,7	7,7	5,5	7,0	7,2	2,6	3,4	5,2	7,5	4,3	8,6	10,3	2,8	9,3	8,1	7,6
	2dec	25,8	36,0	31,9	34,8	11,9	37,6	13,7	33,1	38,4	16,5	32,1	25,0	29,2	19,5	31,3	38,9	37,6	23,4
	3dec	34,2	13,4	19,1	6,2	33,7	17,9	36,4	22,1	26,5	28,4	27,7	36,5	16,5	23,6	21,7	10,6	39,7	29,3
	Luna	63,3	57,6	57,7	48,7	51,1	62,5	57,3	57,8	68,3	50,1	67,3	65,8	54,3	53,4	55,8	58,8	85,4	60,3
4	1dec	25,2	6,9	20,7	17,3	15,3	7,9	22,9	26,3	33,8	20,4	26,7	25,9	18,0	13,1	17,4	7,8	45,2	30,1
	2dec	7,6	10,1	12,4	4,8	2,6	11,7	0,8	14,3	8,9	2,0	11,0	8,1	11,9	1,1	10,5	10,1	3,0	12,3
	3dec	5,1	7,9	8,7	11,6	11,3	3,0	2,1	6,4	8,5	7,3	12,1	4,5	7,1	6,8	5,2	1,7	6,7	5,3
	Luna	37,9	24,9	41,8	33,7	29,2	22,6	25,8	47,0	51,2	29,7	49,8	38,5	37,0	21,0	33,1	19,6	54,9	47,7
5	1dec	17,1	3,6	11,4	3,2	4,7	10,4	10,5	15,4	5,1	7,3	8,6	23,2	10,1	9,6	5,7	10,8	19,3	14,2
	2dec	0,6	0,4	1,2	11,5	2,6	2,6	0,4	0,0	4,3	0,5	1,0	0,6	1,0	0,9	3,0	3,9	0,4	0,6
	3dec	0,0	0,7	0,0	49,1	0,0	8,7	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	1,2	2,3	7,7	1,3	1,5	0,9	6,2
	Luna	17,7	4,7	12,6	63,8	7,3	21,7	10,9	15,4	9,4	7,8	11,9	25,0	13,4	18,2	10,0	16,2	20,6	21,0
6	1dec	16,0	1,7	10,1	26,7	7,4	0,0	2,2	18,0	8,2	26,2	1,0	18,5	43,5	9,1	3,4	10,3	17,4	21,1
	2dec	7,7	31,0	15,9	4,1	18,5	11,8	11,7	10,7	58,2	33,0	40,5	30,1	35,7	5,0	16,7	10,7	15,2	12,0
	3dec	11,7	12,0	8,8	1,9	21,6	6,0	14,0	7,2	9,8	27,1	21,5	10,7	59,2	19,0	5,3	5,6	18,8	7,8
	Luna	35,4	44,7	34,8	32,7	47,5	17,8	27,9	35,9	76,2	86,3	63,0	59,3	138,4	33,1	25,4	26,6	51,4	40,9
7	1dec	12,1	13,3	61,3	1,9	11,9	27,8	19,8	16,3	10,7	18,5	9,3	8,3	6,2	14,3	35,3	5,0	41,6	31,0
	2dec	7,8	13,9	4,5	6,1	6,4	9,5	5,0	10,2	10,5	4,0	6,5	7,6	9,9	14,8	1,2	11,9	5,6	6,6
	3dec	10,4	28,6	17,4	13,3	9,0	6,0	6,0	14,0	18,4	9,4	66,5	14,2	11,6	17,1	19,9	13,9	2,7	31,5
	Luna	30,3	55,8	83,2	21,3	27,3	43,3	30,8	40,5	39,6	31,9	82,3	30,1	27,7	46,2	56,4	30,8	49,9	69,1
8	1dec	0,0	0,0	0,0	1,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,1	2,4
	2dec	14,3	28,8	37,3	7,6	43,9	0,3	10,9	8,7	37,1	31,1	20,2	12,7	19,7	23,9	0,0	0,0	6,7	2,7
	3dec	0,0	0,0	0,7	0,0	1,1	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Luna	14,3	28,8	38,0	9,3	45,0	0,3	10,9	8,7	37,5	31,1	20,5	12,7	19,7	23,9	0,0	0,0	8,8	5,1
9	1dec	1,0	18,7	7,0	17,5	0,0	20,3	0,0	0,1	3,7	1,8	4,7	0,6	19,0	0,9	6,3	19,4	0,0	5,6
	2dec	3,9	2,2	3,7	5,0	4,0	5,8	0,9	5,4	6,6	2,1	1,4	3,7	1,2	2,8	7,8	9,1	2,2	5,8
	3dec	5,8	4,7	9,5	46,2	23,7	3,1	2,2	20,5	12,4	1,4	15,1	10,4	32,0	50,0	3,4	16,0	6,3	4,2
	Luna	10,7	25,6	20,2	68,7	27,7	29,2	3,1	26,0	22,7	5,3	21,2	14,7	52,2	53,7	17,5	44,5	8,5	15,6
10	1dec	0,0	0,0	0,9	0,5	4,3	0,0	1,7	0,1	1,2	4,0	23,5	0,0	0,0	2,1	0,0	0,4	0,7	0,0
	2dec	28,8	35,1	35,5	31,9	60,0	27,2	60,0	42,2	54,7	59,8	42,8	34,8	46,2	53,0	24,4	30,8	31,9	35,3
	3dec	29,8	2,4	6,4	1,3	3,7	26,4	11,7	20,8	3,0	4,2	9,6	28,4	7,5	0,3	32,2	44,1	36,7	31,3
	Luna	58,6	37,5	42,8	33,7	68,0	53,6	73,4	63,1	58,9	68,0	75,9	63,2	53,7	55,4	56,6	75,3	69,3	66,6
11	1dec	0,8	0,5	1,2	1,2	0,7	4,7	0,6	0,7	0,7	0,5	0,0	0,9	0,7	0,3	2,3	1,0	0,9	1,3
	2dec	0,9	2,9	1,7	7,9	0,0	8,1	0,0	0,5	1,6	1,5	0,9	3,2	1,8	0,8	3,6	4,8	0,5	1,0
	3dec	64,8	41,3	53,7	23,7	102,6	40,1	70,0	71,6	87,3	103,4	62,5	55,7	46,9	97,2	43,0	20,5	59,5	75,1
	Luna	66,5	44,7	56,6	32,8	103,3	52,9	70,6	72,8	89,6	105,4	63,4	59,8	49,4	98,3	48,9	26,3	60,9	77,4
12	1dec	1,4	0,0	2,0	2,6	2,0	0,4	0,4	1,6	1,6	0,9	2,5	2,8	1,3	0,7	0,4	1,8	0,8	0,8
	2dec	0,7	0,0	0,3	3,8	0,0	0,7	0,0	0,1	0,7	0,0	0,8	0,1	0,7	0,0	1,1	1,6	0,0	0,0
	3dec	0,1	0,0	0,4	1,3	0,1	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	0,8
	Luna	2,2	0,0	2,7	7,7	2,1	1,6	0,4	1,7	2,3	0,9	3,3	3,5	2,0	0,7	1,5	3,4	1,6	1,6

Sursa: elaborat de autor pe baza datelor din arhiva Serviciului Hidrometeorologic de Stat

Tabelul A9.3 Cantitatea de precipitații înregistrată la stațiile meteorologice din R. Moldova, anul 2014

Luna	Cantitatea de precipitații, mm	Bălțața	Bălți	Bravicea	Briceni	Cahul	Camenca	Ceadăr-Lunga	Chișinău	Codrii	Comrat	Cornești	Dubăsari	Fălești	Leova	Râbnita	Soroca	Ștefan-Vodă	Tiraspol
1	1dec	0,8	0,0	0,3	0,6	0,4	1,6	0,1	2,2	0,5	2,4	0,2	3,4	0,0	0,5	2,1	1,3	2,9	1,0
	2dec	14,8	17,3	17,0	23,5	7,7	15,6	10,2	14,7	12,6	15,0	15,5	18,6	16,9	10,4	16,7	14,0	7,2	13,5
	3dec	36,3	29,5	33,8	18,3	33,9	25,6	31,4	46,2	36,6	44,3	32,5	38,0	34,5	38,2	37,0	24,2	48,0	46,7
	Luna	51,9	46,8	51,1	42,4	42,0	42,8	41,7	63,1	49,7	61,7	48,2	60,0	51,4	49,1	55,8	39,5	58,1	61,2
2	1dec	1,3	0,0	0,5	1,1	0,9	1,0	0,0	1,0	1,4	1,5	0,7	2,3	0,6	0,9	0,0	0,2	2,3	3,1
	2dec	0,6	2,2	0,7	0,8	0,1	5,1	0,0	2,9	0,8	1,8	1,5	1,8	2,7	1,7	2,0	1,8	0,4	2,4
	3dec	4,0	20,7	4,7	2,8	9,4	3,7	10,9	5,1	7,2	10,6	9,9	4,6	14,6	12,2	6,6	3,9	7,6	5,1
	Luna	5,9	22,9	5,9	4,7	10,4	9,8	10,9	9,0	9,4	13,9	12,1	8,7	17,9	14,8	8,6	5,9	9,3	10,6
3	1dec	9,8	7,0	8,9	4,6	25,9	8,6	17,6	15,7	14,1	24,9	12,3	11,4	8,0	26,9	12,7	7,2	13,5	7,5
	2dec	1,1	1,6	4,0	5,3	1,2	4,7	0,4	0,0	3,1	2,2	3,3	4,5	3,3	1,1	1,2	3,8	0,4	0,0
	3dec	0,0	7,7	0,0	9,3	0,9	2,5	0,0	0,0	2,8	0,8	1,1	1,3	0,7	1,0	8,6	2,2	0,0	1,2
	Luna	10,9	16,3	12,9	19,2	28,0	15,8	18,0	15,7	20,0	27,9	16,7	17,2	12,0	29,0	22,5	13,2	13,9	8,7
4	1dec	8,6	11,8	20,6	6,8	9,3	12,4	2,8	9,1	16,3	5,6	8,3	11,9	7,0	10,0	15,2	13,5	0,5	1,3
	2dec	12,2	45,5	33,6	43,6	45,4	42,5	17,7	31,6	35,8	23,9	45,6	13,1	73,1	45,7	27,7	31,9	12,6	20,0
	3dec	0,3	0,0	0,9	0,0	15,2	2,5	11,2	0,1	2,1	6,1	2,2	0,0	0,0	13,8	4,4	0,4	0,0	0,0
	Luna	21,1	57,3	55,1	50,4	69,9	57,4	31,7	40,8	54,2	35,6	56,1	25,0	80,1	69,5	47,3	45,8	13,1	21,3
5	1dec	22,9	24,5	31,5	8,9	11,5	9,8	10,5	26,7	25,9	13,5	17,9	47,1	9,1	16,8	28,5	14,5	29,6	16,9
	2dec	25,3	29,3	33,2	82,7	35,9	0,0	14,8	23,3	29,0	24,6	39,1	35,6	35,7	19,8	36,6	19,0	20,1	16,8
	3dec	26,9	15,4	23,6	20,6	55,7	20,2	20,7	36,0	26,5	40,6	72,5	19,7	67,0	70,7	39,8	55,8	21,1	23,5
	Luna	75,1	69,2	88,3	112,2	103,1	30,0	46,0	86,0	81,4	78,7	129,5	102,4	111,8	107,3	104,9	89,3	70,8	57,2
6	1dec	18,9	3,4	4,3	29,0	4,8	8,4	15,2	14,9	3,2	21,1	10,7	0,4	9,8	8,9	0,4	7,4	34,4	24,2
	2dec	12,2	7,3	5,5	4,1	11,6	43,4	15,3	16,4	12,7	25,4	9,3	13,9	8,4	13,5	5,4	0,3	26,7	16,5
	3dec	9,0	11,2	17,6	17,4	7,8	48,5	17,3	4,9	25,3	10,3	15,4	29,2	10,6	6,1	37,2	24,4	13,6	14,4
	Luna	40,1	21,9	27,4	50,5	24,2	100,3	47,8	36,2	41,2	56,8	35,4	43,5	28,8	28,5	43,0	32,1	74,7	55,1
7	1dec	10,9	15,6	8,1	24,8	6,7	5,8	2,7	7,9	7,0	1,8	6,7	3,3	21,3	5,4	9,3	45,1	0,0	6,0
	2dec	57,8	40,8	76,4	111,2	94,4	0,0	13,2	61,0	46,7	17,0	65,6	29,9	26,4	61,3	48,3	26,3	50,4	20,2
	3dec	6,7	79,1	7,2	102,4	12,1	32,2	3,5	15,9	16,7	21,3	21,4	18,3	66,6	49,6	38,3	71,0	14,5	9,2
	Luna	75,4	135,5	91,7	238,4	113,2	38,0	19,4	84,9	70,4	40,1	93,7	51,5	114,3	116,3	95,9	142,4	64,9	35,4
8	1dec	3,0	5,4	10,9	0,0	18,5	14,1	7,4	26,1	2,9	30,8	6,7	42,5	26,2	11,3	10,7	5,8	9,0	0,9
	2dec	4,0	0,0	0,4	3,1	0,3	21,4	0,0	8,2	1,3	1,0	0,0	1,6	0,3	3,9	0,3	0,0	0,5	2,5
	3dec	29,2	28,6	7,6	24,8	26,0	136,3	24,0	19,2	13,7	13,2	19,3	19,5	39,0	14,0	19,3	34,6	16,3	24,4
	Luna	36,2	34,0	18,9	27,9	44,8	171,8	31,4	53,5	17,9	45,0	26,0	63,6	65,5	29,2	30,3	40,4	25,8	27,8
9	1dec	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0
	2dec	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	3dec	21,1	27,6	10,3	25,4	6,4	49,1	11,5	16,3	9,4	3,5	13,5	23,4	20,8	15,3	62,0	79,4	16,2	33,2
	Luna	21,1	27,6	10,3	25,4	6,4	49,1	11,5	16,3	9,4	3,5	13,5	23,4	20,8	15,3	62,8	79,4	16,2	32,2
10	1dec	0,0	0,0	0,0	2,3	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	2dec	0,7	2,1	0,8	15,8	4,3	4,2	8,7	0,5	4,4	14,0	7,0	1,4	5,7	14,9	1,3	3,2	5,4	1,2
	3dec	30,5	35,8	43,5	31,6	35,8	36,5	34,9	42,3	53,1	27,9	47,1	37,7	33,1	35,3	35,9	37,5	29,4	23,3
	Luna	31,2	37,9	44,3	49,7	40,7	40,7	43,6	42,8	57,5	42,9	54,1	39,1	38,8	50,2	37,2	40,7	34,8	24,5
11	1dec	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4
	2dec	108,1	57,9	64,8	42,8	50,9	76,7	59,1	86,4	68,8	72,1	58,5	104,5	41,7	61,3	101,9	69,8	72,7	70,6
	3dec	32,1	16,0	27,0	10,1	23,2	15,6	15,4	34,5	32,8	23,5	29,5	22,8	20,1	26,7	17,9	8,6	35,6	23,2
	Luna	140,2	73,9	91,8	52,9	74,1	92,3	74,5	120,9	101,6	95,9	88,0	127,3	61,8	88,0	119,8	78,4	108,3	94,2
12	1dec	10,3	8,7	7,0	6,8	29,9	2,1	21,8	14,1	11,9	24,9	11,3	9,9	20,9	21,8	5,6	1,5	16,9	14,8
	2dec	1,9	2,2	11,3	0,7	3,8	4,4	0,7	2,6	8,0	3,2	8,1	1,9	2,7	7,2	2,6	5,2	2,1	1,7
	3dec	13,3	17,2	23,0	10,0	20,9	14,3	19,4	17,2	24,2	27,1	28,7	17,1	22,5	29,3	10,9	7,3	45,5	11,0
	Luna	25,5	28,1	41,3	17,5	54,6	20,8	41,9	33,9	44,1	55,2	48,1	28,9	46,1	58,3	19,1	14,0	64,5	27,5

Sursa: elaborat de autor pe baza datelor din arhiva Serviciului Hidrometeorologic de Stat

Tabelul A9.4 Cantitatea de precipitații înregistrată la stațiile meteorologice din R. Moldova, anul 2013

Luna	Cantitatea de precipitații, mm	Bălțața	Bălți	Bravicea	Briceni	Cahul	Camena	Ceadăr-Lunga	Chișinău	Codrii	Comrat	Cornești	Dubăsari	Fălești	Leova	Rîbnița	Soroca	Ștefan-Vodă	Tiraspol
1	1dec	5,1	3,7	15,6	13,8	3,3	13,7	1,9	6,1	12,5	3,4	14,5	11,1	7,7	3,9	7,6	7,9	8,6	8,6
	2dec	14,6	10,5	16,2	9,1	19,3	12,8	15,9	17,9	26,5	27,3	24,0	11,8	19,1	25,3	15,1	20,4	19,0	13,7
	3dec	30,6	10,1	19,0	8,5	35,8	10,5	31,3	28,8	29,3	44,6	27,9	32,5	16,8	36,0	12,4	4,8	41,8	39,7
	Luna	50,3	24,3	50,8	31,4	58,4	37,0	49,1	52,8	68,3	75,3	66,4	55,4	43,6	65,2	35,1	33,1	69,4	62,0
2	1dec	7,2	8,3	9,0	12,1	17,9	14,0	5,3	10,6	10,8	12,5	11,6	6,9	13,8	15,9	14,8	16,7	9,3	8,9
	2dec	2,3	2,0	5,9	15,6	6,1	1,2	5,1	3,9	8,7	3,6	7,8	1,7	4,6	6,7	2,9	0,6	4,3	3,3
	3dec	6,8	3,5	8,1	5,6	7,7	11,3	16,9	11,4	10,1	6,5	9,5	11,7	5,1	5,2	7,2	5,0	3,8	5,3
	Luna	16,3	13,8	23,0	33,3	31,7	26,5	27,3	25,9	29,6	22,6	28,9	20,3	23,5	27,8	24,9	22,3	17,4	17,5
3	1dec	1,0	4,1	1,4	6,4	0,6	5,4	0,0	1,1	0,7	0,6	2,1	2,3	5,1	0,7	2,9	8,5	3,4	1,1
	2dec	2,8	5,8	5,0	11,0	13,3	8,3	12,6	4,6	6,4	15,0	5,4	6,3	4,1	7,3	7,0	9,7	8,6	6,8
	3dec	13,4	31,4	26,2	47,7	19,3	40,6	14,6	18,4	29,5	18,2	40,5	14,3	43,3	22,7	24,2	43,1	19,5	15,2
	Luna	17,2	41,3	32,6	65,1	33,2	54,3	27,2	24,1	36,6	33,8	48,0	22,9	52,5	30,7	34,1	61,3	31,5	23,1
4	1dec	9,2	11,0	14,3	20,3	16,3	17,9	1,3	8,6	13,0	5,7	22,5	16,7	18,0	7,2	16,5	16,0	5,1	7,1
	2dec	7,6	17,4	6,3	8,8	21,0	11,3	11,9	16,1	16,0	15,6	29,1	7,3	20,3	17,3	4,3	9,9	12,1	7,0
	3dec	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6	0,0	0,0	2,6	1,5	0,0	0,0	1,7	0,1	0,0	0,0	0,0	0,7	0,5
	Luna	16,8	28,4	20,6	29,1	39,9	29,2	13,2	27,3	30,5	21,3	51,6	25,7	38,4	24,5	20,8	25,9	17,9	14,6
5	1dec	0,0	3,2	0,0	0,0	0,0	6,6	0,0	0,0	0,0	0,7	1,3	0,0	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	2dec	254	11,8	34,1	26,6	1,2	17,6	0,0	14,4	36,4	3,4	16,8	25,2	7,2	6,6	13,8	14,9	5,7	7,7
	3dec	64,7	46,9	69,6	35,5	47,0	55,0	8,1	35,9	78,3	31,2	78,2	43,5	51,9	85,8	33,3	57,8	14,5	32,3
	Luna	90,1	61,9	103,7	62,1	48,2	79,2	8,1	50,3	114,7	35,3	96,3	68,7	60,3	92,4	47,1	72,7	20,2	40,0
6	1dec	30,6	22,8	37,0	38,6	17,5	24,2	14,9	10,2	17,4	46,1	46,6	38,7	44,7	11,7	16,0	18,9	47,5	38,1
	2dec	8,3	29,9	38,7	20,6	18,6	46,6	17,0	14,4	45,8	25,7	46,5	21,8	34,7	31,8	39,6	13,1	28,6	13,2
	3dec	123,3	29,7	31,0	83,6	43,0	41,1	35,3	44,9	97,0	63,9	54,5	24,6	65,2	53,9	30,6	11,3	14,6	24,8
	Luna	162,2	82,4	106,7	142,8	79,1	111,9	67,2	69,5	160,2	135,7	147,6	85,1	144,6	97,4	86,2	43,3	90,7	76,1
7	1dec	41,4	42,5	83,2	1,7	35,7	11,0	46,1	87,4	87,1	37,9	91,1	39,8	44,0	49,2	62,8	12,3	187,2	37,7
	2dec	0,5	8,2	5,8	5,2	5,6	4,8	0,7	3,0	0,5	4,3	9,5	0,3	2,7	0,0	6,6	7,8	4,8	20,1
	3dec	1,9	3,1	7,1	2,6	9,0	46,2	24,6	11,4	7,1	39,0	17,2	5,4	11,8	4,3	21,4	0,8	15,2	40,8
	Luna	43,8	53,8	96,1	9,5	50,3	62,0	71,4	101,8	94,7	81,2	117,8	45,5	58,5	53,5	90,8	20,9	207,2	98,6
8	1dec	0,0	1,8	38	0,7	0,0	2,2	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,3	0,3	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0
	2dec	0,0	3,5	0,3	2,1	2,3	0,3	0,0	0,0	0,4	17,0	0,0	0,0	1,6	0,5	0,0	10,4	0,0	0,1
	3dec	37,8	15,5	49,0	75,4	18,2	38,2	19,4	43,2	37,4	23,5	49,9	24,4	31,5	47,0	48,6	31,8	37,4	27,7
	Luna	37,8	20,8	53,1	78,2	20,5	40,7	19,4	43,9	37,8	40,5	49,9	24,7	33,4	47,5	48,6	42,9	37,4	27,8
9	1dec	0,0	1,3	1,4	12,5	0,3	7,1	21,8	0,0	0,9	6,4	3,4	2,0	2,8	6,0	5,6	5,7	2,6	13,7
	2dec	66,6	67,3	111,5	96,5	281,6	91,7	140,9	81,2	69,2	156,4	72,6	60,8	76,2	69,9	123,3	46,1	72,2	46,1
	3dec	9,9	8,8	14,3	5,6	6,4	11,9	3,1	7,0	10,8	5,7	11,0	7,5	10,3	6,7	8,6	7,8	7,4	7,7
	Luna	76,5	77,7	127,2	114,6	288,3	110,7	165,8	88,2	80,9	168,5	87,0	70,3	89,3	82,6	137,5	59,6	82,2	67,5
10	1dec	0,0	0,0	0,0	0,0	31,4	0,0	11,0	0,0	0,4	16,6	2,0	0,0	0,1	10,2	0,0	0,0	10,7	1,7
	2dec	11,5	0,3	4,4	4,9	9,0	1,3	24,4	8,7	4,3	5,9	2,2	10,0	1,9	8,2	2,3	4,4	15,1	7,0
	3dec	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0	2,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Luna	11,5	0,3	4,4	4,9	40,4	1,3	35,4	8,7	5,5	22,5	6,3	10,0	2,1	18,4	2,3	4,4	25,8	8,7
11	1dec	6,2	12,9	22,2	7,9	7,9	15,2	14,4	11,0	14,2	14,3	6,6	10,1	11,6	8,6	15,9	14,0	8,4	8,9
	2dec	0,1	1,7	1,3	1,6	0,2	2,1	0,0	0,1	1,8	0,4	1,8	0,7	1,7	1,2	1,0	0,6	0,8	0,2
	3dec	23,5	21,2	27,1	51,2	13,8	24,5	6,9	19,3	39,8	19,2	28,8	27,2	26,2	17,1	21,0	43,2	16,4	23,2
	Luna	29,8	35,8	50,6	60,7	21,9	41,8	21,3	30,4	55,8	33,9	37,2	38,0	39,5	26,9	37,9	57,8	25,6	32,3
12	1dec	1,0	0,3	2,5	2,1	0,0	0,9	0,0	1,4	1,0	0,3	1,5	4,4	0,5	0,0	1,6	0,2	0,8	0,1
	2dec	3,3	4,9	7,0	3,2	5,0	6,5	2,6	6,7	6,6	7,0	10,6	5,9	7,4	4,9	4,9	5,8	2,8	3,5
	3dec	0,0	0,0	0,0	1,3	0,3	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	1,3	0,0	0,5	0,0	0,1
	Luna	4,3	5,2	9,5	6,6	5,3	7,4	2,6	8,2	7,6	7,3	12,1	10,4	7,9	6,2	6,5	6,5	3,6	3,7

Sursa: elaborat de autor pe baza datelor din arhiva Serviciului Hidrometeorologic de Stat

Tabelul A9.5 Cantitatea de precipitații înregistrată la stațiile meteorologice din R. Moldova, anul 2012

Luna	Cantitatea de precipitații, mm	Bălțața	Bălți	Bravicea	Briceni	Cahul	Camena	Ceadăr-Lunga	Chișinău	Codrii	Comrat	Cornești	Dubăsari	Fălești	Leova	Râbnita	Soroca	Ștefan-Vodă	Tiraspol
1	1dec	11,7	2,3	1,9	2,0	24,9	2,7	27,5	9,6	4,5	26,8	1,1	9,3	1,2	16,7	2,8	2,7	48,3	31,7
	2dec	4,0	1,6	3,0	10,8	4,1	2,9	2,2	5,6	6,8	1,9	7,6	3,3	6,1	4,6	3,7	2,3	4,7	5,1
	3dec	11,1	4,1	6,7	5,3	30,5	6,6	28,0	14,7	9,2	22,1	8,0	12,3	4,8	17,5	8,4	5,3	25,8	28,2
	Luna	26,8	8,0	11,6	18,1	59,5	12,2	57,7	29,9	20,5	50,8	16,7	24,9	12,1	38,8	14,9	10,3	78,8	65,0
2	1dec	1,6	30,5	13,9	46,9	15,1	12,8	0,3	6,8	19,9	7,7	35,4	2,0	40,9	15,4	5,4	26,1	1,0	1,7
	2dec	23,5	20,4	20,3	19,9	26,0	24,7	10,4	30,3	26,8	33,5	23,3	31,7	20,5	42,6	23,3	21,7	25,5	22,4
	3dec	5,6	7,1	12,3	11,3	5,2	12,6	1,4	4,8	8,9	5,2	9,6	13,4	8,3	1,1	11,6	6,0	4,7	6,9
	Luna	30,7	58,0	46,5	78,1	46,3	50,1	12,1	41,9	55,6	46,4	68,3	47,1	69,7	59,1	40,3	53,8	31,2	31,0
3	1dec	6,4	2,8	11,1	5,9	4,0	6,9	0,9	6,7	7,1	3,7	7,8	8,2	5,6	2,8	5,8	4,2	5,2	4,0
	2dec	1,4	0,0	1,0	2,9	3,7	2,8	2,2	2,3	1,1	2,3	1,0	1,8	0,7	2,5	1,4	2,9	3,2	4,6
	3dec	10,0	8,9	10,8	6,2	5,9	12,4	3,5	12,4	13,0	10,9	14,6	12,2	13,2	21,0	11,8	14,1	19,6	15,4
	Luna	17,8	11,7	22,9	15,0	13,6	22,1	6,6	21,4	21,2	16,9	23,4	22,2	19,5	26,3	19,0	21,2	28,0	24,0
4	1dec	5,5	16,0	19,0	23,2	3,3	28,1	0,6	1,9	9,7	0,8	13,0	3,0	13,7	1,5	5,7	17,5	6,4	7,0
	2dec	5,8	38,8	28,4	55,6	26,3	47,6	14,1	12,9	31,6	18,5	36,1	11,5	41,3	10,2	20,8	47,5	22,9	5,6
	3dec	0,3	4,9	1,5	5,4	0,0	8,8	0,0	0,6	0,7	0,0	0,0	14,7	7,3	3,1	8,0	2,4	2,9	4,0
	Luna	11,6	59,7	48,9	84,2	29,6	84,5	14,7	15,4	42,0	19,3	49,1	29,2	62,3	14,8	34,5	67,4	32,2	16,6
5	1dec	0,0	7,8	2,2	1,6	3,5	1,9	0,0	3,0	2,2	0,3	5,6	2,9	17,8	5,7	0,6	7,8	0,4	0,0
	2dec	14,3	45,4	78,8	27,9	33,6	13,6	21,8	33,2	29,7	35,6	9,5	29,2	13,8	53,2	23,3	16,6	2,6	17,7
	3dec	23,4	6,2	6,1	14,6	39,9	17,1	32,4	29,1	12,9	46,0	45,5	29,3	2,4	30,7	6,2	17,3	20,4	18,6
	Luna	37,7	59,2	87,1	44,1	77,0	32,6	54,2	65,3	44,8	81,9	60,6	61,4	34,0	89,6	30,1	41,7	23,4	36,3
6	1dec	15,0	32,9	18,2	44,1	23,0	9,9	21,1	17,0	8,0	5,1	13,0	13,6	10,4	15,0	34,3	11,7	2,4	2,8
	2dec	0,0	0,3	0,5	7,7	2,0	0,0	8,4	0,0	1,7	0,3	3,1	0,4	1,2	0,0	0,0	0,0	5,0	2,4
	3dec	5,8	10,1	4,3	12,5	3,8	7,7	13,8	3,2	4,2	9,3	2,1	3,6	4,5	7,3	6,1	10,8	4,3	5,0
	Luna	20,8	43,3	23,0	64,3	28,8	17,6	43,3	20,2	13,9	14,7	18,2	17,6	16,1	22,3	40,4	22,5	11,7	10,2
7	1dec	0,0	4,7	6,5	2,8	15,5	3,0	11,9	19,7	35,9	25,8	2,5	1,4	1,7	9,2	0,6	7,6	5,6	9,2
	2dec	42,4	14,8	50,7	4,4	25,7	47,0	19,2	49,7	47,4	8,3	40,6	47,3	32,4	23,4	40,6	21,1	24,3	34,9
	3dec	14,1	1,9	6,5	36,9	4,2	11,2	0,0	18,9	14,2	0,0	10,1	16,6	5,9	0,0	11,6	4,8	0,6	26,0
	Luna	56,5	21,4	63,7	44,1	45,4	61,2	31,1	88,3	97,5	34,1	53,2	65,3	40,0	32,6	52,8	33,5	30,5	70,1
8	1dec	16,2	4,5	11,3	1,8	0,8	2,6	2,7	13,1	14,0	0,8	8,5	10,7	1,3	0,0	2,2	5,8	10,2	6,9
	2dec	12,1	15,3	7,6	32,3	19,0	36,0	8,4	8,8	13,3	16,7	10,6	27,8	10,7	12,3	19,7	26,4	10,1	13,0
	3dec	15,2	9,3	1,9	5,6	37,5	3,0	53,3	5,5	8,0	43,7	4,6	10,0	4,6	37,8	3,9	4,0	43,1	6,7
	Luna	43,5	29,1	20,8	39,7	57,3	41,6	64,4	27,4	35,3	61,2	23,7	48,5	16,6	50,1	25,8	36,2	63,4	26,6
9	1dec	0,0	1,9	4,2	1,3	0,0	2,7	0,0	0,0	0,8	0,0	8,6	0,3	3,0	0,0	2,8	0,5	0,4	0,4
	2dec	22,9	5,6	5,4	0,5	0,7	2,5	0,0	1,4	5,4	1,8	0,9	0,7	11,6	0,0	9,3	0,0	0,4	0,0
	3dec	54,4	21,4	37,2	4,5	28,8	20,1	15,1	37,5	28,6	19,3	28,2	46,5	14,9	18,7	24,7	11,5	73,8	54,2
	Luna	77,3	28,9	46,8	6,3	29,5	25,3	15,1	38,9	34,8	21,1	37,7	47,5	29,5	18,7	36,8	12,0	74,6	54,6
10	1dec	3,0	5,3	5,2	11,6	0,3	7,3	0,0	3,7	3,4	1,7	4,7	5,7	8,3	4,6	8,5	5,6	2,3	3,1
	2dec	34,8	12,5	21,5	8,3	6,4	12,0	17,8	28,9	18,3	36,3	25,8	28,1	17,5	31,2	20,8	7,0	20,0	32,9
	3dec	14,6	17,0	13,0	16,6	39,4	14,6	31,0	14,3	17,1	30,3	13,1	9,7	15,6	19,3	14,7	16,3	47,3	32,4
	Luna	52,4	34,8	39,7	36,5	46,1	33,9	48,8	46,9	38,8	68,3	43,6	43,5	41,4	55,1	44,0	28,9	69,6	68,4
11	1dec	14,5	10,2	11,8	13,7	22,0	12,6	9,1	17,3	17,4	6,0	21,5	10,4	17,8	18,6	19,7	12,2	24,7	16,5
	2dec	9,7	11,4	11,7	4,5	1,0	10,6	1,2	8,2	11,8	4,3	26,6	11,0	18,6	6,1	11,1	9,8	4,3	5,3
	3dec	0,0	3,9	0,0	5,1	0,0	0,5	0,0	0,1	0,0	0,0	3,3	0,0	3,3	0,0	0,0	3,2	0,4	0,0
	Luna	24,2	25,5	23,5	23,3	23,0	23,7	10,3	25,6	29,2	10,3	51,4	21,4	39,7	24,7	30,8	25,2	29,4	21,8
12	1dec	55,6	56,2	78,0	55,1	80,0	64,0	80,0	57,4	74,5	74,4	79,0	63,3	58,2	70,7	61,3	57,5	59,8	44,3
	2dec	29,6	25,9	46,6	38,0	54,3	25,5	39,0	40,9	50,7	50,8	60,8	34,1	44,3	56,7	26,5	30,8	24,8	29,9
	3dec	3,9	4,1	3,7	6,1	3,4	6,4	4,5	4,1	4,2	4,5	3,5	5,1	6,1	7,9	4,9	7,0	8,4	6,6
	Luna	89,1	86,2	128,3	99,2	137,7	95,9	123,5	102,4	129,4	129,7	143,3	102,5	108,6	135,3	92,7	95,3	93,0	80,8

Sursa: elaborat de autor pe baza datelor din arhiva Serviciului Hidrometeorologic de Stat

Tabelul A9.6 Cantitatea de precipitații înregistrată la stațiile meteorologice din R. Moldova, anul 2011

Luna	Cantitatea de precipitații, mm	Bălțața	Bălți	Bravicea	Briceni	Cahul	Camenca	Ceadăr-Lunga	Chișinău	Codrii	Comrat	Cornești	Dubăsari	Fălești	Leova	Rîbnița	Soroca	Ștefan-Vodă	Tiraspol
1	1dec	1,0	0,7	1,4	0,8	1,6	3,2	0,0	1,2	0,9	2,9	1,0	3,7	0,8	0,7	5,8	0,7	8,8	4,2
	2dec	3,4	5,9	5,9	12,9	6,6	11,2	3,5	5,0	7,2	5,0	7,0	3,8	5,1	8,1	11,2	11,5	7,1	3,0
	3dec	22,2	4,6	13,1	5,9	27,4	5,3	23,5	15,3	19,4	29,8	14,6	17,3	5,4	28,6	9,6	5,0	37,9	27,6
	Luna	26,6	11,2	20,4	19,6	35,6	19,7	27,0	31,5	27,5	37,7	22,6	24,8	11,3	37,4	26,6	17,2	53,8	34,8
2	1dec	0,3	2,7	2,8	5,6	0,0	2,4	0,0	0,1	1,8	0,0	3,3	0,7	1,8	0,0	0,2	1,5	0,2	0,0
	2dec	6,8	10,8	9,3	19,6	7,7	9,0	1,4	9,9	10,2	4,2	9,4	12,5	9,6	12,1	11,2	11,6	5,7	7,4
	3dec	4,3	7,9	8,6	20,5	6,3	6,0	4,5	8,0	8,4	6,8	9,5	7,1	8,2	9,4	4,5	9,5	8,0	6,8
	Luna	11,4	21,4	20,7	45,7	14,0	17,4	5,9	18,0	20,4	10,2	22,2	20,3	19,6	21,5	15,9	22,6	13,9	14,2
3	1dec	0,6	0,4	0,5	1,1	1,8	0,3	0,3	0,9	0,4	0,7	1,0	0,2	0,4	1,6	0,4	0,5	0,8	0,3
	2dec	2,8	3,3	3,4	11,4	0,9	8,1	2,5	2,8	3,2	1,0	3,8	2,5	3,1	1,1	4,8	2,1	1,0	0,9
	3dec	6,7	8,1	9,3	12,3	7,8	7,8	3,8	12,5	6,5	7,1	7,6	10,4	8,3	8,4	8,4	6,8	9,4	10,2
	Luna	10,1	11,8	13,2	24,8	10,5	16,2	6,6	16,2	10,1	8,8	12,4	13,1	11,8	11,1	13,6	9,4	11,2	11,4
4	1dec	15,3	8,4	18,2	10,4	6,9	12,1	5,1	12,5	18,9	10,5	13,9	18,7	10,3	9,4	14,8	9,5	15,6	10,2
	2dec	40,8	32,4	44,4	16,8	40,4	27,5	37,7	45,1	55,0	40,7	59,5	35,5	38,4	32,1	36,1	20,3	23,7	30,0
	3dec	0,3	1,2	0,0	0,4	6,0	0,0	7,9	0,0	0,5	0,9	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,3	1,0	0,0
	Luna	56,4	42,0	62,6	27,6	53,3	39,6	50,7	57,6	74,4	52,1	73,4	54,2	49,1	41,5	50,9	30,1	40,3	40,2
5	1dec	18,8	16,4	14,6	4,1	6,6	12,0	17,4	15,7	31,0	10,7	22,8	13,1	13,9	17,8	11,1	15,2	21,4	11,9
	2dec	6,2	2,7	2,7	5,8	16,3	6,3	7,3	15,3	33,1	12,0	7,4	11,6	5,5	65,9	13,1	24,0	19,5	5,8
	3dec	26,8	0,7	6,6	13,0	23,6	0,0	3,2	25,4	22,8	9,0	5,5	3,4	28,3	5,2	0,3	2,7	11,0	19,2
	Luna	51,8	19,8	23,9	22,9	46,5	18,3	27,9	56,4	86,9	31,7	35,7	28,1	47,7	88,9	24,5	41,9	51,9	36,9
6	1dec	40,6	23,0	27,7	56,6	45,0	14,3	6,7	19,4	26,9	10,8	22,0	9,0	18,5	30,2	26,8	16,6	13,5	51,0
	2dec	9,4	25,0	55,4	20,8	4,8	44,3	5,0	43,1	34,0	11,4	23,3	20,7	26,0	7,5	94,5	20,5	8,2	13,2
	3dec	61,3	32,9	123,4	42,4	42,3	47,4	48,1	56,2	115,6	113,6	68,5	73,2	53,5	37,6	74,8	36,3	95,9	95,4
	Luna	111,3	80,9	206,5	119,8	92,1	106,0	59,8	148,7	176,5	135,6	113,8	102,9	98,0	75,3	196,1	73,4	117,6	159,6
7	1dec	5,1	6,2	3,8	16,4	4,5	5,7	5,2	3,5	8,0	18,7	7,4	16,4	5,1	12,9	16,4	3,0	5,0	7,8
	2dec	0,7	5,2	48,8	2,5	31,3	19,7	7,6	2,7	22,0	2,1	3,7	4,2	33,3	2,1	11,6	2,4	8,7	28,3
	3dec	5,7	19,2	47,1	45,7	4,8	16,8	28,4	9,3	22,7	24,8	16,8	7,2	23,4	18,1	32,0	20,1	56,7	21,3
	Luna	9,5	30,6	99,7	64,6	40,6	35,2	41,2	15,5	52,7	45,6	27,9	27,8	61,8	33,1	60,0	25,5	70,4	57,4
8	1dec	0,7	16,5	10,9	50,5	11,4	22,0	0,5	1,7	6,5	10,4	13,0	4,1	23,7	6,9	11,2	18,9	0,0	0,6
	2dec	5,6	3,8	15,2	0,0	13,4	8,1	14,9	14,4	20,4	8,6	6,7	7,9	2,3	20,2	13,9	1,8	8,0	29,2
	3dec	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Luna	6,3	20,3	26,1	50,5	24,8	30,1	15,4	16,1	26,9	19,0	19,7	12,0	26,0	27,1	25,1	20,7	8,0	29,8
9	1dec	5,5	9,0	8,0	8,4	2,2	2,4	13,8	6,1	9,6	37,8	12,5	3,9	11,8	10,9	7,1	3,0	11,6	16,1
	2dec	0,0	0,0	0,3	3,5	0,0	0,4	1,7	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3
	3dec	0,8	0,0	1,5	0,3	0,3	0,6	0,7	2,1	3,5	1,7	3,0	1,3	0,9	1,4	1,0	5,8	2,2	1,4
	Luna	6,3	9,0	9,8	12,2	2,5	3,4	16,2	8,2	13,1	40,5	15,5	5,2	12,7	12,3	8,1	8,8	13,8	17,8
10	1dec	27,5	26,0	31,0	12,5	29,7	35,4	23,4	31,6	35,0	26,6	41,8	29,4	28,9	31,6	37,0	26,3	38,6	43,4
	2dec	15,4	6,3	11,6	7,5	3,1	9,1	2,7	4,8	8,1	1,9	14,9	9,9	7,8	2,2	10,9	4,5	8,5	8,9
	3dec	0,0	2,7	0,8	4,2	0,6	2,1	0,0	0,0	0,5	0,0	2,2	0,0	2,8	0,0	1,1	3,0	0,0	0,0
	Luna	42,9	35,0	43,4	24,2	33,4	46,6	26,1	36,4	43,6	28,5	58,9	39,3	39,5	33,8	49,0	33,8	47,1	51,3
11	1dec	0,0	0,0	0,4	0,5	0,3	0,3	0,0	0,1	0,0	0,1	0,4	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0
	2dec	0,3	0,0	2,1	2,1	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7	0,8	1,5	0,4	0,6	0,0	0,0	0,9	0,4	0,0
	3dec	0,0	0,4	0,0	2,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Luna	0,3	0,4	2,5	4,9	0,3	0,3	0,0	0,1	1,7	0,9	2,2	0,4	1,7	0,0	0,0	0,9	0,8	0,0
12	1dec	6,6	2,2	1,3	3,6	5,9	3,2	4,6	7,1	7,1	5,4	1,5	6,7	3,1	8,8	1,2	3,2	4,6	6,9
	2dec	14,8	6,8	8,3	15,2	3,9	11,0	7,3	13,2	10,6	8,2	7,4	16,5	7,5	7,0	17,2	10,5	12,9	15,3
	3dec	4,5	1,2	0,1	1,4	6,8	0,3	6,9	2,5	0,0	6,2	0,9	4,9	1,2	3,2	0,8	2,0	13,8	8,5
	Luna	25,9	10,2	9,7	20,2	16,4	14,5	18,8	22,8	14,7	19,8	9,8	28,1	11,8	19,0	19,2	15,7	31,3	30,7

Sursa: elaborat de autor pe baza datelor din arhiva Serviciului Hidrometeorologic de Stat

Tabelul A9.7 Cantitatea de precipitații înregistrată la stațiile meteorologice din R. Moldova, anul 2010

Luna	Cantitatea de precipitații, mm	Bălțața	Bălți	Bravicea	Briceni	Cahul	Camenca	Ceadăr-Lunga	Chișinău	Codrii	Comrat	Cornești	Dubăsari	Fălești	Leova	Râbnita	Soroca	Ștefan-Vodă	Tiraspol
1	1dec	16,3	25,3	24,6	13,7	6,8	26,1	1,2	20,2	21,5	8,0	21,4	22,3	26,3	8,3	28,5	32,3	5,0	9,5
	2dec	43,1	53,0	52,1	41,9	20,8	63,4	28,6	53,0	46,4	38,1	60,3	56,5	61,7	44,0	63,0	61,3	44,1	48,9
	3dec	10,0	4,3	10,6	6,8	6,9	15,0	4,7	13,1	10,6	7,2	7,2	12,7	4,3	9,5	16,7	9,1	8,3	4,8
	Luna	69,4	82,6	87,3	62,4	34,5	104,5	34,5	86,3	78,5	53,3	88,9	91,5	92,3	61,8	108,2	102,7	57,4	63,2
2	1dec	10,2	2,3	5,8	3,9	10,9	5,9	11,0	10,8	10,4	13,0	6,2	11,2	3,6	10,4	0,2	0,0	29,2	25,8
	2dec	25,8	22,3	24,3	24,6	26,3	18,6	31,3	38,5	38,2	33,6	34,9	35,1	22,8	30,7	28,5	25,4	34,1	33,5
	3dec	8,2	6,7	10,7	11,0	5,5	7,9	22,4	12,2	15,5	12,0	11,5	9,8	11,9	6,9	11,6	7,6	11,3	15,0
	Luna	44,2	31,3	40,8	39,5	42,7	32,4	64,7	61,5	64,1	58,6	52,6	56,1	38,3	48,0	40,3	33,0	74,6	74,3
3	1dec	13,7	5,2	12,9	7,0	22,7	15,9	22,5	22,7	18,6	20,7	16,5	19,9	8,8	24,0	16,4	8,7	11,9	26,7
	2dec	5,2	3,6	5,2	7,1	4,0	6,0	1,7	6,1	5,2	3,6	5,6	4,7	3,4	3,2	3,9	4,2	6,7	7,6
	3dec	0,1	0,0	0,6	8,7	2,0	0,0	2,0	0,2	0,0	2,4	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	0,5
	Luna	19,0	8,8	18,7	22,8	28,7	21,9	26,2	29,0	23,8	26,7	22,8	24,6	12,2	27,2	20,3	12,9	31,1	34,8
4	1dec	13,3	4,9	13,6	6,1	1,4	16,3	6,8	13,9	5,9	9,8	6,9	22,4	12,4	6,7	41,8	5,0	4,4	8,1
	2dec	16,9	7,9	17,5	26,1	17,2	14,0	13,9	19,7	16,6	14,9	15,9	21,3	9,2	17,0	15,1	17,3	17,6	15,9
	3dec	16,4	1,0	10,3	1,9	4,3	8,0	2,1	11,5	8,1	8,2	4,3	15,4	2,2	13,3	16,4	1,6	4,4	4,7
	Luna	46,6	13,8	41,4	34,1	22,9	38,3	22,8	45,1	30,6	32,9	27,1	59,1	23,8	37,0	73,3	23,9	26,4	28,7
5	1dec	4,9	5,0	11,4	4,1	14,6	24,4	0,0	2,2	4,0	0,6	10,6	0,4	22,1	0,0	42,7	4,5	2,2	0,7
	2dec	24,8	65,0	51,0	72,2	21,0	48,2	8,2	38,7	27,7	10,1	47,3	43,5	66,5	14,7	57,7	49,7	38,3	34,2
	3dec	33,7	17,4	34,6	32,7	46,0	35,3	62,5	28,3	36,3	47,1	27,3	24,6	12,8	46,6	29,9	51,6	42,0	43,3
	Luna	63,4	87,4	97,0	109,0	81,6	107,9	70,7	69,2	68,0	57,8	85,3	68,5	101,4	61,3	130,3	105,8	82,5	78,2
6	1dec	5,8	15,5	9,4	42,1	12,0	44,6	7,4	6,2	5,9	5,4	6,9	4,0	13,2	2,4	55,9	38,4	4,6	7,7
	2dec	5,2	16,3	8,1	16,9	37,2	15,3	20,2	2,6	4,8	2,8	5,0	1,5	10,6	7,4	14,3	20,2	7,0	17,8
	3dec	89,0	69,8	129,1	146,3	71,8	103,6	89,5	76,2	76,0	78,0	116,0	112,9	120,2	59,8	47,7	146,2	52,8	95,8
	Luna	100,0	101,6	147,2	205,3	121,0	163,5	117,1	89,0	86,7	86,2	128,3	118,4	144,0	69,6	117,9	204,8	64,4	121,3
7	1dec	37,1	13,7	35,9	53,7	74,4	14,3	37,9	24,7	27,5	27,8	46,3	41,2	6,4	112,3	37,7	22,8	34,9	58,6
	2dec	13,6	9,2	13,5	120,1	45,5	12,4	9,4	11,4	49,0	10,9	34,3	10,7	17,9	23,3	37,8	17,6	10,1	23,8
	3dec	5,3	4,7	14,6	22,2	26,5	0,0	41,3	31,1	27,9	10,8	0,3	29,6	26,6	10,9	5,9	15,7	23,6	3,5
	Luna	56,0	27,6	64,0	196,0	146,4	26,7	88,6	67,2	104,4	49,5	80,9	81,5	50,9	146,5	81,4	56,1	68,6	85,9
8	1dec	0,0	13,8	8,0	7,9	1,8	0,0	5,1	0,8	6,7	0,9	0,9	0,0	0,3	10,3	1,9	0,0	0,0	0,0
	2dec	2,1	8,9	3,4	2,0	8,3	10,7	0,3	2,6	17,8	0,8	4,3	2,3	11,6	5,7	7,7	1,3	1,6	0,0
	3dec	36,6	9,6	32,0	28,1	15,3	14,1	30,8	49,6	46,1	43,0	17,4	25,9	16,1	69,7	22,0	11,0	15,1	14,0
	Luna	38,7	32,3	43,4	38,0	25,4	24,8	36,2	53,0	70,6	44,7	22,6	28,2	28,0	85,7	31,6	12,3	16,7	14,0
9	1dec	20,7	34,4	30,6	38,7	20,6	30,4	28,9	22,3	28,9	27,8	30,0	17,5	22,8	27,1	16,7	26,9	42,6	27,1
	2dec	15,4	17,9	16,3	35,8	3,0	25,4	3,6	17,9	31,6	5,5	9,4	39,1	17,1	18,6	26,7	27,2	2,2	8,8
	3dec	10,2	1,9	2,8	1,7	6,9	0,0	17,8	6,0	8,0	7,6	0,8	6,0	3,2	5,6	2,2	0,7	24,9	17,2
	Luna	46,3	54,2	49,7	76,2	30,5	55,8	50,3	46,2	68,5	40,9	40,2	62,6	43,1	51,3	45,6	54,8	69,7	53,1
10	1dec	34,2	6,9	30,7	6,3	27,7	11,0	30,1	34,1	40,7	24,8	26,4	24,5	12,4	24,3	11,4	5,2	52,2	18,6
	2dec	18,5	17,4	19,8	24,7	47,1	21,3	37,6	32,6	16,9	37,1	21,3	19,5	23,6	32,9	21,3	28,9	22,4	13,2
	3dec	2,3	8,2	1,2	13,9	5,4	10,9	7,1	2,1	0,6	7,1	1,5	2,3	8,1	9,6	6,5	8,4	9,7	5,7
	Luna	55,0	32,5	51,7	44,9	80,2	43,2	74,8	68,8	58,2	69,0	49,2	46,3	44,1	66,8	39,2	42,5	84,3	37,5
11	1dec	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	2dec	6,3	0,9	7,7	4,1	5,9	15,7	0,0	5,1	8,5	1,0	3,2	11,6	1,0	3,1	24,1	8,4	3,9	8,8
	3dec	30,9	24,4	29,4	51,5	14,2	31,5	12,0	35,3	28,0	19,6	47,8	37,3	36,0	22,4	26,6	31,1	24,3	25,1
	Luna	37,2	25,3	37,1	55,6	20,1	47,2	12,0	40,4	36,5	20,6	51,0	48,9	37,3	25,5	50,7	39,5	28,2	33,9
12	1dec	48,9	21,0	32,7	29,9	44,8	28,8	29,8	56,5	42,3	49,2	43,7	50,6	29,0	46,3	32,7	20,1	37,6	45,0
	2dec	17,7	15,0	15,1	16,9	10,3	23,6	9,9	15,7	19,5	13,6	19,5	18,0	13,4	15,3	15,1	15,5	20,0	15,4
	3dec	8,4	5,3	8,8	29,4	9,1	5,3	10,3	10,7	8,0	8,3	7,2	7,8	7,1	7,3	8,8	8,8	11,4	8,2
	Luna	75,0	41,3	56,6	76,2	64,2	57,7	50,0	82,9	69,8	71,1	70,4	76,4	49,5	68,9	56,6	44,4	69,0	68,6

Sursa: elaborat de autor pe baza datelor din arhiva Serviciului Hidrometeorologic de Stat

Tabelul A9.8 Cantitatea de precipitații înregistrată la stațiile meteorologice din R. Moldova, anul 2009

Luna	Cantitatea de precipitații, mm	Bălțața	Bălți	Bravicea	Briceni	Cahul	Camena	Ceadăr-Lunga	Chișinău	Codrii	Comrat	Cornești	Dubăsari	Fălești	Leova	Râbnita	Soroca	Ștefan-Vodă	Tiraspol
1	1dec	1,3	2,0	2,1	2,7	0,2	2,2	0,0	1,9	2,7	0,3	2,3	2,1	1,9	0,9	1,5	1,5	1,0	0,4
	2dec	8,5	4,3	2,6	10,4	1,5	10,7	1,6	7,1	4,8	4,2	3,3	6,8	4,1	9,7	3,3	8,7	4,6	9,7
	3dec	5,3	18,3	19,7	19,1	30,3	14,0	19,1	15,7	24,7	25,7	35,4	7,1	27,3	26,5	12,9	9,0	20,5	6,1
	Luna	15,1	24,6	24,4	32,2	32,0	26,9	20,7	24,7	32,2	30,2	41,0	16,0	33,3	37,1	17,7	19,2	26,1	16,1
2	1dec	3,5	5,3	29,2	4,5	1,8	12,3	4,3	5,3	15,0	4,1	38,8	5,8	2,8	3,6	23,6	11,0	13,2	14,7
	2dec	13,7	13,6	22,7	25,8	19,4	22,9	19,2	20,6	24,7	16,4	20,2	12,6	20,6	19,8	23,2	23,1	32,5	24,8
	3dec	0,3	0,0	1,6	1,9	0,0	0,7	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,8	0,3	0,0	0,0	0,8	2,8	0,0
	Luna	17,5	18,9	53,5	32,2	21,2	35,9	23,5	26,0	39,7	20,5	59,0	20,2	23,7	23,4	46,8	34,9	48,5	39,5
3	1dec	24,9	17,7	16,4	18,3	16,0	26,0	20,0	25,4	13,4	18,3	14,4	19,6	18,4	10,3	24,8	31,4	16,5	18,1
	2dec	9,7	20,8	14,4	19,1	19,8	8,0	9,3	15,0	24,6	10,1	24,0	7,6	17,8	16,8	5,2	12,9	15,5	11,1
	3dec	20,7	2,8	12,5	2,9	11,9	27,4	10,4	22,3	24,6	10,7	5,4	19,2	7,5	14,0	17,3	6,6	17,3	19,3
	Luna	55,3	41,3	43,3	40,3	47,7	61,4	39,7	62,7	62,6	39,1	43,8	46,4	43,7	41,1	47,3	50,9	49,3	48,5
4	1dec	0,0	0,0	0,3	0,7	1,7	2,3	0,0	0,4	0,5	0,6	0,0	0,9	0,1	0,0	7,2	0,5	0,0	3,7
	2dec	0,0	5,2	1,1	8,6	1,0	0,0	0,3	0,1	0,1	0,0	4,7	0,3	11,0	0,0	0,0	1,2	0,0	0,1
	3dec	3,3	0,4	0,0	0,0	15,4	0,3	10,1	2,3	1,2	2,4	2,0	1,7	2,3	2,2	0,0	4,2	7,3	4,6
	Luna	3,3	5,6	1,4	9,3	18,1	2,6	10,4	2,8	1,8	3,0	6,7	2,9	13,4	2,2	7,2	5,9	7,3	8,4
5	1dec	25,0	6,5	10,8	7,8	21,6	10,5	23,1	22,2	9,5	12,8	9,5	13,8	7,7	13,2	5,7	3,9	35,8	31,5
	2dec	17,4	4,1	2,4	1,6	12,6	20,3	0,0	2,9	12,7	1,4	3,3	8,2	27,0	17,8	9,8	2,1	10,4	10,7
	3dec	4,3	14,1	14,9	14,7	14,8	9,6	7,4	8,2	15,9	11,3	18,5	4,6	17,7	13,2	9,7	10,5	10,3	2,2
	Luna	46,7	24,7	28,1	24,1	49,0	40,4	30,5	33,3	38,1	25,5	31,3	26,6	52,4	44,2	25,2	16,5	56,5	44,4
6	1dec	8,0	11,3	11,9	38,2	6,1	8,4	2,5	24,6	9,7	3,3	15,1	11,0	27,5	4,7	6,1	22,1	5,7	0,0
	2dec	2,4	1,7	9,3	20,7	2,7	27,8	8,6	5,1	2,6	11,7	3,4	1,7	2,9	0,0	17,1	15,3	5,2	6,0
	3dec	18,7	20,6	20,3	36,5	11,3	22,6	18,4	9,3	14,0	40,7	47,9	4,6	17,9	70,2	23,5	26,1	6,6	20,7
	Luna	29,1	33,6	41,5	95,4	20,1	58,8	29,5	39,0	26,3	55,7	66,4	17,3	48,3	74,9	46,7	63,5	17,5	26,7
7	1dec	28,0	6,7	9,0	21,5	2,2	3,6	14,4	28,8	5,0	6,2	4,4	12,1	6,5	8,0	11,7	11,8	44,5	13,3
	2dec	71,0	16,9	36,5	19,8	27,2	19,7	19,0	29,7	22,4	1,7	10,6	46,3	34,3	10,9	33,2	27,9	45,3	11,5
	3dec	12,2	0,9	28,2	0,0	4,5	23,8	27,4	9,4	14,7	26,1	15,8	34,0	3,2	2,7	1,6	14,8	23,6	20,9
	Luna	111,2	24,5	73,7	41,3	33,9	47,1	60,8	67,9	42,1	46,0	30,8	92,4	44,0	21,6	46,5	54,5	113,4	45,7
8	1dec	10,1	5,5	8,8	22,7	0,4	3,8	7,7	28,1	9,6	42,7	12,1	1,8	43,7	4,1	8,9	8,5	14,6	58,5
	2dec	2,2	5,6	6,9	10,3	15,6	8,4	4,0	4,2	4,1	15,7	11,3	4,1	2,0	4,6	3,8	4,0	12,3	5,1
	3dec	0,0	0,7	2,4	1,1	4,4	1,2	5,6	0,3	3,8	4,3	1,6	0,6	14,7	2,8	3,4	0,0	5,8	4,8
	Luna	12,3	11,8	18,1	34,1	20,4	13,4	17,3	32,6	17,5	62,7	25,0	6,5	60,4	11,5	16,1	12,5	32,7	68,4
9	1dec	21,3	5,0	10,8	1,2	40,8	12,5	35,1	19,1	11,2	33,8	13,1	18,1	8,6	39,6	14,6	3,9	32,5	22,1
	2dec	4,8	1,9	3,8	0,7	0,6	7,2	9,2	0,6	0,3	10,5	0,1	0,0	8,3	0,4	0,9	0,0	14,8	2,2
	3dec	0,9	3,2	9,2	2,7	0,0	3,1	0,0	2,0	1,5	0,4	3,6	3,9	2,5	0,0	1,0	2,7	0,3	0,3
	Luna	27,0	10,1	23,8	4,6	41,4	22,8	44,3	21,7	13,0	44,7	16,8	22,0	19,4	40,0	16,5	6,6	47,6	24,6
10	1dec	5,5	2,3	4,0	12,8	9,7	4,8	8,2	7,2	5,2	12,6	3,0	5,1	6,4	7,9	6,0	1,9	11,5	7,8
	2dec	18,9	35,6	41,8	46,4	20,1	24,3	29,3	14,1	35,1	17,6	41,2	27,6	56,9	21,5	10,5	18,4	34,4	30,9
	3dec	6,5	4,4	9,6	7,5	5,2	4,5	3,5	8,3	6,1	3,6	8,9	3,5	5,9	6,3	7,8	4,1	2,7	1,1
	Luna	30,9	42,3	55,4	66,7	35,0	33,6	41,0	29,6	46,4	33,8	53,1	36,2	69,2	35,7	34,3	24,4	48,6	39,8
11	1dec	0,4	0,0	0,0	9,3	0,1	0,3	1,0	2,6	0,5	1,2	2,1	1,3	1,0	0,6	0,0	1,0	3,2	0,7
	2dec	1,1	6,4	1,6	5,5	5,6	5,0	1,7	2,4	1,0	0,8	3,8	3,5	2,0	0,4	4,7	7,8	6,0	4,5
	3dec	4,1	1,2	2,1	7,9	6,8	0,1	6,1	3,5	2,5	5,8	1,2	5,7	1,3	3,3	0,8	0,4	9,6	11,4
	Luna	5,6	7,6	3,7	22,7	12,5	5,4	8,8	8,5	4,0	7,8	7,1	10,5	4,3	4,3	5,5	9,2	18,8	16,6
12	1dec	0,8	3,8	3,3	0,6	0,0	6,6	0,0	0,5	2,1	1,6	4,0	2,4	0,6	0,0	1,7	4,9	5,7	1,9
	2dec	48,1	26,9	46,4	24,7	42,2	24,7	52,8	68,1	47,8	65,3	39,8	51,8	36,3	60,5	36,6	23,6	71,4	50,5
	3dec	22,7	19,2	22,9	19,0	32,4	26,5	26,1	26,5	29,2	34,0	33,8	25,7	22,7	32,2	26,1	25,2	24,8	31,3
	Luna	71,6	49,9	72,6	44,3	74,6	57,8	78,9	95,1	79,1	100,9	77,6	79,9	59,6	92,7	64,4	53,7	101,9	83,7

Sursa: elaborat de autor pe baza datelor din arhiva Serviciului Hidrometeorologic de Stat

Tabelul A9.9 Cantitatea de precipitații înregistrată la stațiile meteorologice din R. Moldova, anul 2008

Luna	Cantitatea de precipitații, mm	Bălțața	Bălți	Bravicea	Briceni	Cahul	Camenca	Ceadăr-Lunga	Chișinău	Codrii	Comrat	Cornești	Dubăsari	Fălești	Leova	Râbnita	Soroca	Ștefan-Vodă	Tiraspol
1	1dec	14,9	11,3	14,4	15,9	10,5	13,2	15,5	22,5	20,8	22,8	17,7	24,1	19,3	19,6	18,2	12,7	18,3	15,7
	2dec	2,5	1,7	3,0	5,7	2,0	4,1	2,8	2,7	3,1	2,8	3,5	4,0	3,8	1,4	4,3	4,2	4,2	6,3
	3dec	0,7	2,1	2,4	4,9	1,1	4,2	1,0	0,6	2,6	1,4	3,1	1,4	0,7	0,9	1,5	4,3	2,3	0,7
	Luna	18,1	15,1	19,8	26,5	13,6	21,5	19,3	25,8	26,5	27,0	24,3	29,5	23,8	21,9	24,0	21,2	24,8	22,7
2	1dec	0,3	0,0	1,3	14,1	0,2	1,1	0,0	0,9	0,8	0,5	2,7	0,3	0,1	0,6	0,3	0,6	3,4	0,3
	2dec	2,8	5,2	6,8	4,8	1,1	4,9	2,0	4,7	9,1	3,3	12,2	3,8	6,4	3,1	2,1	1,8	4,6	2,6
	3dec	0,0	0,0	0,0	0,4	0,6	0,0	0,4	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,3	0,5	0,0	0,0	0,5	0,6
	Luna	3,1	5,2	8,1	19,3	1,9	6,0	2,4	5,6	9,9	4,4	14,9	4,1	6,8	4,2	2,4	2,4	8,5	3,5
3	1dec	2,9	9,8	3,5	8,4	7,1	13,7	5,5	3,7	3,1	1,1	7,5	5,4	3,1	5,3	5,6	9,6	9,0	5,5
	2dec	10,6	8,4	5,9	10,1	6,4	14,0	5,1	14,4	9,3	12,2	4,0	7,5	8,4	6,3	6,3	5,8	11,4	8,0
	3dec	30,8	24,5	31,1	8,6	19,9	25,5	24,5	17,5	26,7	29,1	32,7	28,2	13,8	23,7	24,8	19,1	37,1	23,1
	Luna	44,3	42,7	40,5	27,1	33,4	53,2	35,1	35,6	39,1	42,4	44,2	41,1	25,3	35,3	36,7	34,5	57,5	36,6
4	1dec	19,7	27,2	29,8	35,3	27,5	31,6	15,6	17,5	24,3	19,5	31,2	18,4	32,8	18,8	26,9	28,6	29,4	18,1
	2dec	7,2	8,4	8,1	21,5	9,2	8,5	2,4	8,2	11,0	6,7	13,4	8,2	10,9	7,4	11,2	19,7	2,6	3,1
	3dec	16,0	33,7	23,2	69,9	10,6	37,7	13,3	22,5	42,2	12,5	58,4	19,1	44,4	16,6	17,8	37,5	55,3	15,6
	Luna	42,9	69,3	61,1	126,7	47,3	77,8	31,3	48,2	77,5	38,7	103,0	45,7	88,1	42,8	55,9	85,8	87,3	36,8
5	1dec	12,7	33,7	22,9	26,5	39,2	12,2	33,1	31,5	27,5	39,2	39,3	15,5	48,8	27,0	24,0	27,0	22,1	18,1
	2dec	0,6	0,9	0,5	2,4	0,6	0,0	0,6	2,0	0,4	3,1	0,7	0,5	0,5	1,3	0,3	0,0	0,0	0,3
	3dec	64,0	40,0	55,5	25,1	9,3	43,9	0,4	9,1	84,7	8,3	32,0	29,8	18,2	40,7	12,6	26,0	9,7	8,9
	Luna	77,3	74,6	78,9	54,0	49,1	56,1	34,1	42,6	112,6	50,6	72,0	45,8	67,5	69,0	36,9	53,0	31,8	27,3
6	1dec	0,4	6,0	0,0	12,6	2,7	9,3	7,8	8,3	4,3	11,1	0,0	0,4	8,2	11,4	1,7	9,7	3,9	1,9
	2dec	27,9	3,7	11,7	12,1	41,0	97,0	35,0	51,9	21,6	54,5	24,5	38,7	24,8	39,2	49,2	40,4	53,5	90,5
	3dec	6,8	3,5	1,5	11,8	50,9	24,1	48,8	2,6	6,3	19,0	22,3	3,2	26,0	7,9	11,3	11,4	3,7	0,8
	Luna	35,1	13,2	13,2	36,5	94,6	130,4	91,6	62,8	32,2	84,6	46,8	42,3	59,0	58,5	62,2	61,5	61,1	93,2
7	1dec	0,6	0,6	0,1	11,7	11,8	8,4	9,0	0,6	2,7	42,0	1,6	0,0	2,4	1,6	1,2	5,4	18,9	3,8
	2dec	2,9	11,7	4,9	52,7	4,4	21,0	4,0	2,9	6,0	6,0	16,4	2,0	16,2	1,2	3,5	16,2	10,5	15,8
	3dec	48,2	111,4	56,7	147,8	27,0	81,8	21,4	47,1	51,9	26,5	97,3	87,1	99,7	85,0	127,7	118,6	27,6	66,5
	Luna	51,7	123,7	61,7	212,2	43,2	111,2	34,4	50,6	60,6	74,5	115,3	89,1	118,3	87,8	132,4	140,2	57,0	86,1
8	1dec	20,5	4,3	3,5	10,7	1,4	6,0	0,0	9,1	4,3	5,5	6,0	2,7	6,6	0,0	0,9	4,0	10,8	4,7
	2dec	0,0	0,0	0,4	10,7	10,4	0,9	0,4	0,0	0,0	3,6	0,5	1,6	0,7	1,3	0,0	0,0	0,0	1,3
	3dec	17,7	39,2	20,9	49,9	7,8	27,5	9,3	21,7	12,9	5,6	25,2	32,8	38,6	12,5	29,2	52,9	3,0	4,2
	Luna	38,2	43,5	24,8	71,3	19,6	34,4	9,7	30,8	17,2	14,7	31,7	37,1	45,9	13,8	30,1	56,9	13,8	10,2
9	1dec	0,9	1,6	2,0	0,4	0,0	4,3	0,0	0,4	1,0	0,0	6,3	0,5	0,8	1,2	1,6	1,2	0,0	0,0
	2dec	33,0	64,6	44,6	77,4	45,9	80,8	60,2	43,2	35,8	59,8	65,3	45,3	56,1	37,2	46,1	68,4	40,8	31,4
	3dec	35,7	10,5	18,2	11,6	0,0	56,1	2,2	31,4	6,1	0,0	13,6	46,0	6,0	1,0	75,0	48,3	47,4	64,1
	Luna	69,6	76,7	64,8	89,4	45,9	141,2	62,4	75,0	42,9	59,0	85,2	91,8	62,9	39,4	122,7	117,9	88,2	95,5
10	1dec	18,1	28,7	24,4	39,4	20,7	11,2	21,7	10,4	81,4	24,7	53,9	11,7	34,0	23,7	16,4	12,8	13,5	14,0
	2dec	7,6	5,9	7,4	5,8	1,2	3,6	1,4	5,6	5,0	8,9	3,3	5,6	3,9	5,2	3,8	6,5	7,2	4,1
	3dec	0,3	1,4	0,1	1,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	0,1	2,4	0,4	0,5	1,5	0,4	0,1
	Luna	26,0	36,0	31,9	46,2	22,4	14,8	23,1	16,0	86,4	33,6	58,5	17,4	40,3	29,3	20,7	20,8	21,1	18,2
11	1dec	0,1	0,0	1,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,4	0,0	0,0	3,0	0,3	0,4	1,0	0,3	0,3	0,1
	2dec	0,0	1,0	0,6	3,9	0,8	1,1	0,0	1,1	0,7	0,5	0,4	0,4	0,7	0,3	0,0	0,0	0,7	0,1
	3dec	15,5	20,5	18,1	25,3	12,2	24,2	10,3	14,8	18,1	12,6	24,6	18,0	20,4	15,1	19,2	21,4	18,2	20,0
	Luna	15,6	21,5	20,4	29,2	13,0	25,3	10,3	16,0	19,2	13,1	25,0	21,4	21,4	15,8	20,2	21,7	19,2	20,2
12	1dec	18,2	26,0	30,6	3,1	18,0	27,4	19,8	20,4	35,7	17,0	34,6	15,8	28,1	23,6	24,7	11,0	23,2	19,0
	2dec	17,5	19,8	17,5	14,6	31,5	29,3	14,8	21,6	15,5	35,6	13,4	26,7	12,5	31,2	33,0	18,9	42,5	29,1
	3dec	8,0	13,6	19,4	17,0	10,2	19,8	5,2	12,5	22,8	8,4	33,5	8,0	17,2	13,8	11,6	17,0	10,1	4,6
	Luna	43,7	59,4	67,5	34,7	59,7	76,5	39,8	54,5	74,0	61,0	81,5	50,5	57,8	68,6	69,3	46,9	75,8	52,7

Sursa: elaborat de autor pe baza datelor din arhiva Serviciului Hidrometeorologic de Stat

Tabelul A9.10 Cantitatea de precipitații înregistrată la stațiile meteorologice din R. Moldova, anul 2007

Luna	Cantitatea de precipitații, mm	Bălțața	Bălți	Bravicea	Briceni	Cahul	Camenca	Ceadăr-Lunga	Chișinău	Codrii	Comrat	Cornești	Dubăsari	Fălești	Leova	Râbnita	Soroca	Ștefan-Vodă	Tiraspol
1	1dec	34,0	5,3	25,6	7,6	35,5	10,9	33,9	39,6	36,2	33,2	14,3	32,6	6,0	38,9	17,7	9,1	39,5	27,3
	2dec	2,8	3,0	3,1	8,0	5,5	4,3	0,0	2,6	5,0	4,7	6,5	4,6	5,4	4,7	5,2	1,3	4,3	9,0
	3dec	1,0	1,0	2,6	12,9	0,0	7,7	0,2	2,1	4,1	0,6	2,8	1,8	2,4	0,3	4,6	4,1	2,0	2,3
	Luna	37,8	9,3	31,3	28,5	41,0	22,9	34,1	44,3	45,3	38,5	23,6	39,0	13,8	43,9	27,5	14,5	45,8	38,6
2	1dec	3,6	4,6	6,3	12,1	5,7	9,1	1,5	2,8	8,7	4,4	10,5	4,6	4,8	5,9	6,2	3,8	4,4	3,7
	2dec	20,0	6,7	13,2	16,1	9,1	14,9	6,2	22,0	13,0	11,7	7,5	17,8	7,7	16,4	16,9	10,8	13,2	11,1
	3dec	21,8	15,6	25,5	13,0	12,0	21,8	12,8	37,5	28,8	24,0	24,1	24,8	20,3	21,1	25,8	16,5	31,1	16,8
	Luna	45,4	26,9	45,0	41,2	26,8	45,8	20,5	62,3	50,5	40,1	42,1	47,2	32,8	43,4	48,9	31,1	48,7	31,6
3	1dec	6,5	3,0	7,7	9,6	7,3	7,4	5,0	4,3	3,3	3,5	8,1	9,9	6,2	6,1	8,9	3,5	12,4	7,4
	2dec	1,6	0,0	1,8	2,8	0,1	2,7	0,0	1,8	0,5	0,0	1,7	2,0	0,7	0,0	2,4	0,9	1,7	2,5
	3dec	27,9	3,5	25,3	8,1	36,1	5,1	28,3	27,6	25,4	29,3	23,2	15,1	13,3	30,0	7,2	5,3	30,2	20,6
	Luna	36,0	6,5	24,8	20,5	43,5	15,2	33,3	33,7	39,2	32,8	33,0	27,0	20,2	36,1	18,5	9,7	44,3	30,5
4	1dec	13,4	1,4	8,2	1,8	2,3	4,8	1,3	9,5	8,7	3,9	10,1	9,9	0,7	3,1	6,3	5,3	5,4	13,3
	2dec	18,6	18,8	31,3	14,4	12,9	18,0	18,5	20,8	34,0	24,5	20,7	12,4	12,1	15,7	15,4	20,6	12,8	13,0
	3dec	7,8	1,6	3,0	2,2	5,9	1,0	8,1	6,2	5,3	7,7	6,1	5,8	3,8	8,8	2,9	0,0	5,3	9,9
	Luna	39,8	21,8	42,5	18,4	21,1	23,8	27,9	36,5	48,0	36,1	36,9	28,1	16,6	27,6	24,6	25,9	23,5	36,2
5	1dec	1,2	6,3	2,3	13,4	16,0	9,9	12,9	4,1	0,4	11,9	4,7	2,0	6,5	9,0	2,3	6,9	17,4	5,1
	2dec	7,0	4,1	7,4	17,2	0,4	5,6	0,0	9,0	9,6	0,0	9,6	8,3	6,8	0,9	0,3	2,1	2,6	1,0
	3dec	2,8	14,9	9,7	31,1	8,3	2,4	3,5	6,0	3,4	3,8	31,6	2,8	5,2	33,2	4,2	8,1	6,4	16,7
	Luna	11,0	25,3	19,4	61,7	24,7	17,9	16,4	19,1	13,4	15,7	45,9	13,1	18,5	43,1	6,8	17,1	26,4	22,8
6	1dec	3,3	25,1	24,9	34,5	5,8	8,0	11,3	4,2	0,8	53,3	43,5	5,4	64,8	0,3	0,6	20,1	24,8	5,8
	2dec	4,2	5,2	7,6	44,4	12,7	1,6	73,7	4,6	7,5	38,5	8,9	6,3	2,4	8,1	25,9	3,1	8,0	1,5
	3dec	51,7	11,7	34,7	9,4	18,0	16,1	40,6	18,2	10,2	9,6	31,0	5,8	12,8	11,3	15,1	7,5	23,6	26,0
	Luna	59,2	42,0	37,2	88,3	36,5	25,7	125,6	27,0	18,5	131,4	83,4	17,5	80,0	19,7	41,6	30,7	56,4	33,3
7	1dec	6,1	11,7	2,2	34,0	0,0	15,4	0,0	2,6	1,5	0,0	10,3	15,0	11,9	0,0	13,4	13,4	0,0	3,7
	2dec	0,7	4,4	0,3	47,6	0,1	0,0	0,3	1,0	0,0	0,0	1,8	0,0	13,1	0,7	0,0	3,3	0,0	0,0
	3dec	0,0	6,5	4,5	39,5	0,0	12,2	0,0	0,0	1,6	0,0	3,2	0,3	7,3	0,0	2,1	6,7	0,0	0,0
	Luna	6,8	22,6	7,0	121,1	0,1	27,6	0,3	3,6	3,1	0,0	15,3	15,3	32,3	0,7	15,5	23,4	0,0	3,7
8	1dec	6,4	17,9	59,2	33,6	83,3	55,6	47,3	18,0	100,3	81,4	6,1	57,2	25,5	76,7	17,2	42,2	13,2	16,5
	2dec	8,0	8,1	7,4	40,1	3,3	5,5	0,0	2,0	5,0	0,0	9,1	15,0	3,0	3,3	13,2	23,9	11,2	9,5
	3dec	17,6	19,0	18,8	17,2	18,6	21,9	16,2	13,8	20,9	22,5	12,8	13,4	33,7	33,1	20,5	21,1	22,4	26,5
	Luna	32,0	45,0	85,4	90,9	105,2	83,0	63,5	33,8	126,2	103,9	85,0	85,6	62,2	113,1	50,9	87,2	46,8	52,5
9	1dec	1,7	55,5	17,3	16,3	29,8	32,7	2,2	3,5	28,5	9,6	36,5	6,3	53,3	13,4	13,9	54,7	3,3	14,5
	2dec	23,9	20,0	24,9	21,6	9,6	29,4	11,9	22,5	13,0	11,6	38,3	32,2	29,1	17,9	90,1	44,3	29,9	26,2
	3dec	0,0	0,0	0,0	4,2	0,0	1,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,4	0,3	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Luna	25,6	75,5	42,2	42,1	39,4	63,2	14,1	26,0	41,6	21,6	75,2	38,8	82,7	31,3	104,0	99,0	33,2	40,7
10	1dec	37,7	9,9	16,4	10,8	5,9	9,9	12,0	33,6	19,6	16,2	10,3	31,4	5,4	21,9	4,6	2,8	14,1	25,7
	2dec	2,5	1,1	1,6	1,3	2,4	0,0	5,9	3,7	3,0	1,5	2,1	3,3	1,8	1,7	3,0	0,0	2,5	1,8
	3dec	32,9	21,1	25,9	33,4	40,8	31,2	16,5	33,7	20,9	13,9	26,6	34,1	35,9	22,4	35,3	35,8	27,8	43,1
	Luna	73,1	32,1	43,9	45,5	49,1	41,1	34,4	71,0	43,5	31,6	39,0	68,8	43,1	46,0	42,9	38,6	44,4	70,6
11	1dec	29,0	22,3	23,2	15,3	50,4	22,7	42,9	30,6	30,1	44,8	32,1	33,6	28,7	32,6	22,5	20,6	37,3	34,3
	2dec	20,9	14,8	25,8	16,7	10,5	19,1	25,2	27,6	33,8	20,5	22,9	22,4	16,8	16,9	27,8	19,5	23,1	27,9
	3dec	0,8	0,8	0,7	3,0	1,6	1,3	7,0	1,5	4,6	9,8	2,9	0,6	1,1	4,1	0,0	2,0	6,2	2,1
	Luna	50,7	37,9	49,7	38,0	62,5	43,1	75,1	59,7	68,5	75,1	57,9	56,6	46,6	53,6	50,3	42,1	66,6	64,3
12	1dec	26,8	10,2	32,5	7,8	33,7	16,3	26,9	26,7	29,7	27,7	38,6	26,0	12,3	35,1	19,6	7,8	13,8	13,1
	2dec	20,8	8,4	24,6	12,0	32,3	8,1	35,9	34,5	32,9	40,6	27,7	19,0	18,2	45,8	9,2	6,3	45,2	13,1
	3dec	0,0	0,0	0,8	0,8	0,2	0,6	0,0	0,9	0,3	1,8	0,8	0,3	1,0	2,3	1,3	0,4	0,4	0,0
	Luna	47,6	18,6	57,9	20,6	66,2	25,0	62,8	62,1	32,9	70,1	67,1	45,3	31,5	83,2	30,1	14,5	59,4	26,2

Sursa: elaborat de autor pe baza datelor din arhiva Serviciului Hidrometeorologic de Stat

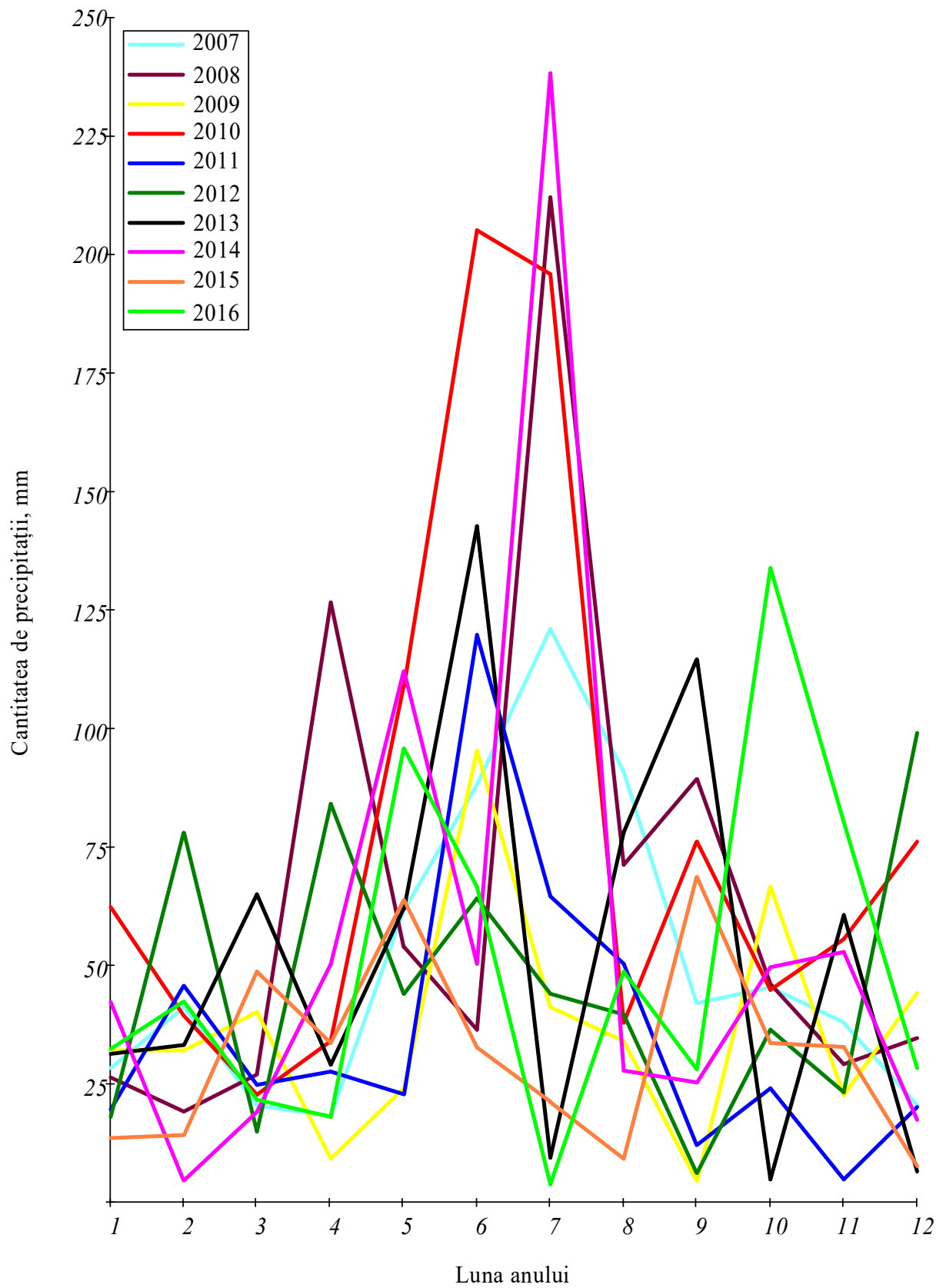


Fig. A9.1. Graficul precipitațiilor atmosferice lunare pentru anii 2007 – 2016 înregistrate la stația meteorologică Briceni.

Sursa: elaborat de autor

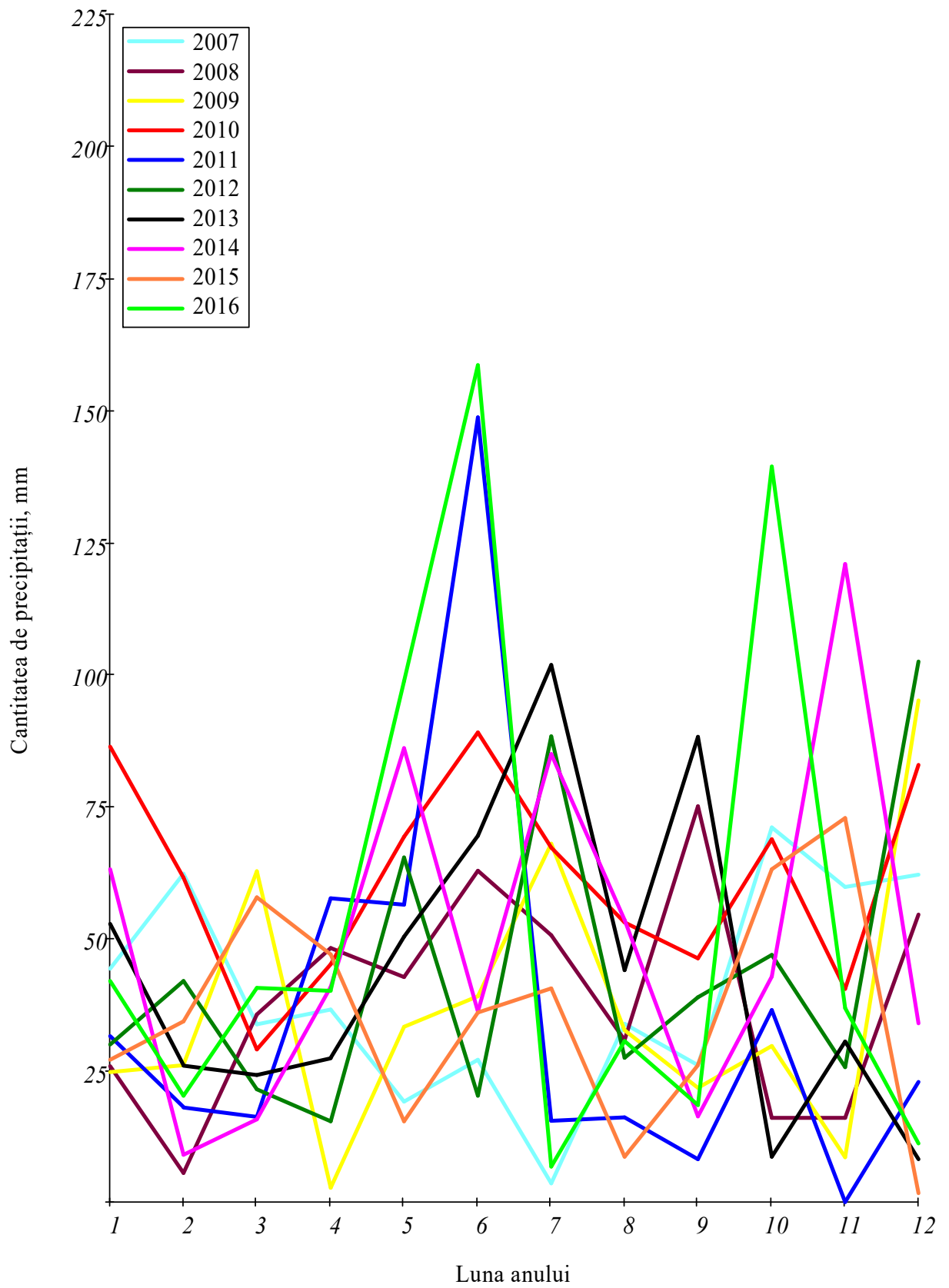


Fig. A9.2. Graficul precipitațiilor atmosferice lunare pentru anii 2007 – 2016 înregistrate la stația meteorologică Chișinău.

Sursa: elaborat de autor

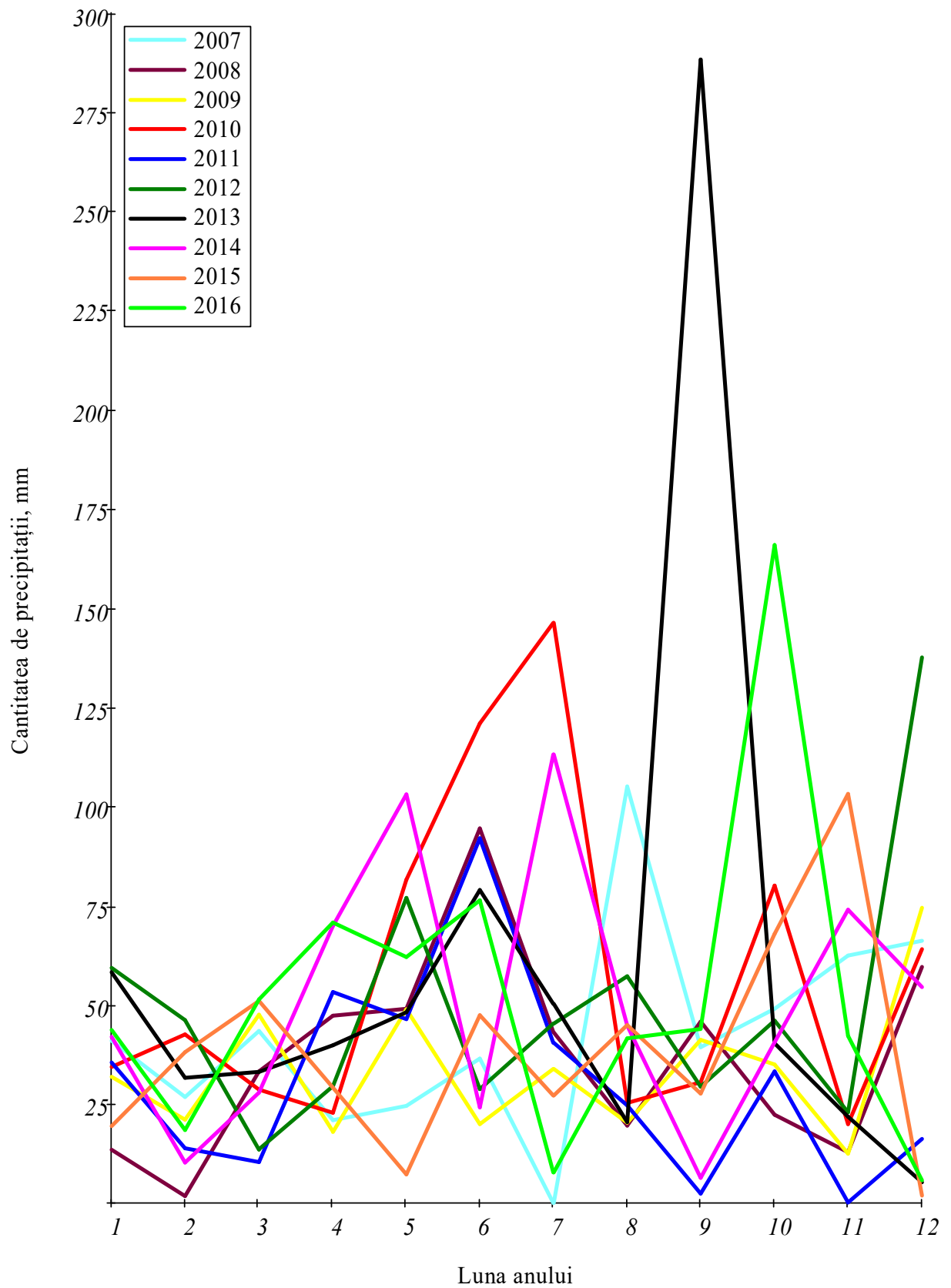


Fig. A9.3. Graficul precipitațiilor atmosferice lunare pentru anii 2007 – 2016 înregistrate la stația meteorologică Cahul.

Sursa: elaborat de autor

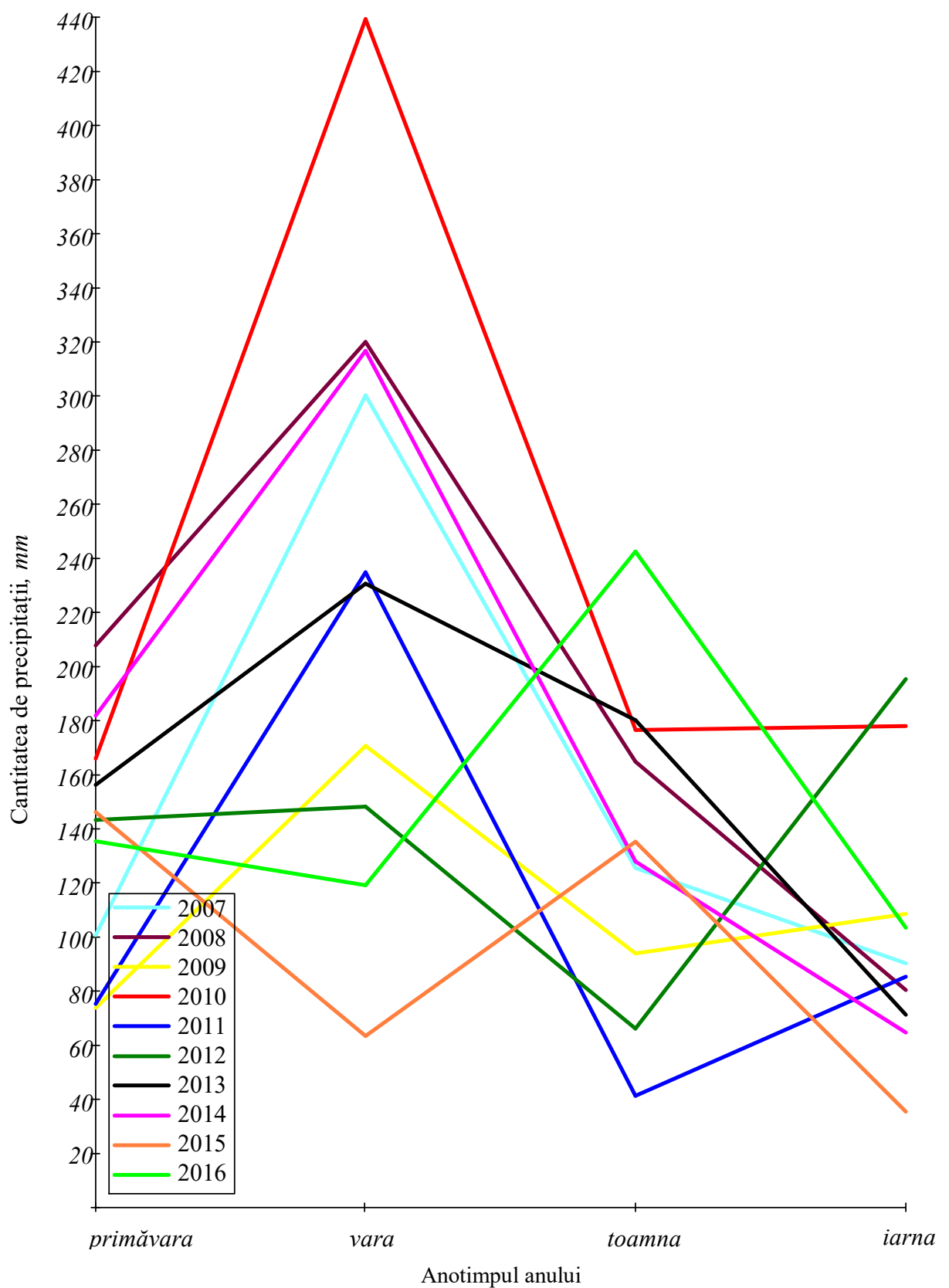


Fig. A9.4. Graficul cantității de precipitații atmosferice grupate pe anotimpuri pentru anii 2007 – 2016 înregistrate la stația meteorologică Briceni.

Sursa: elaborat de autor

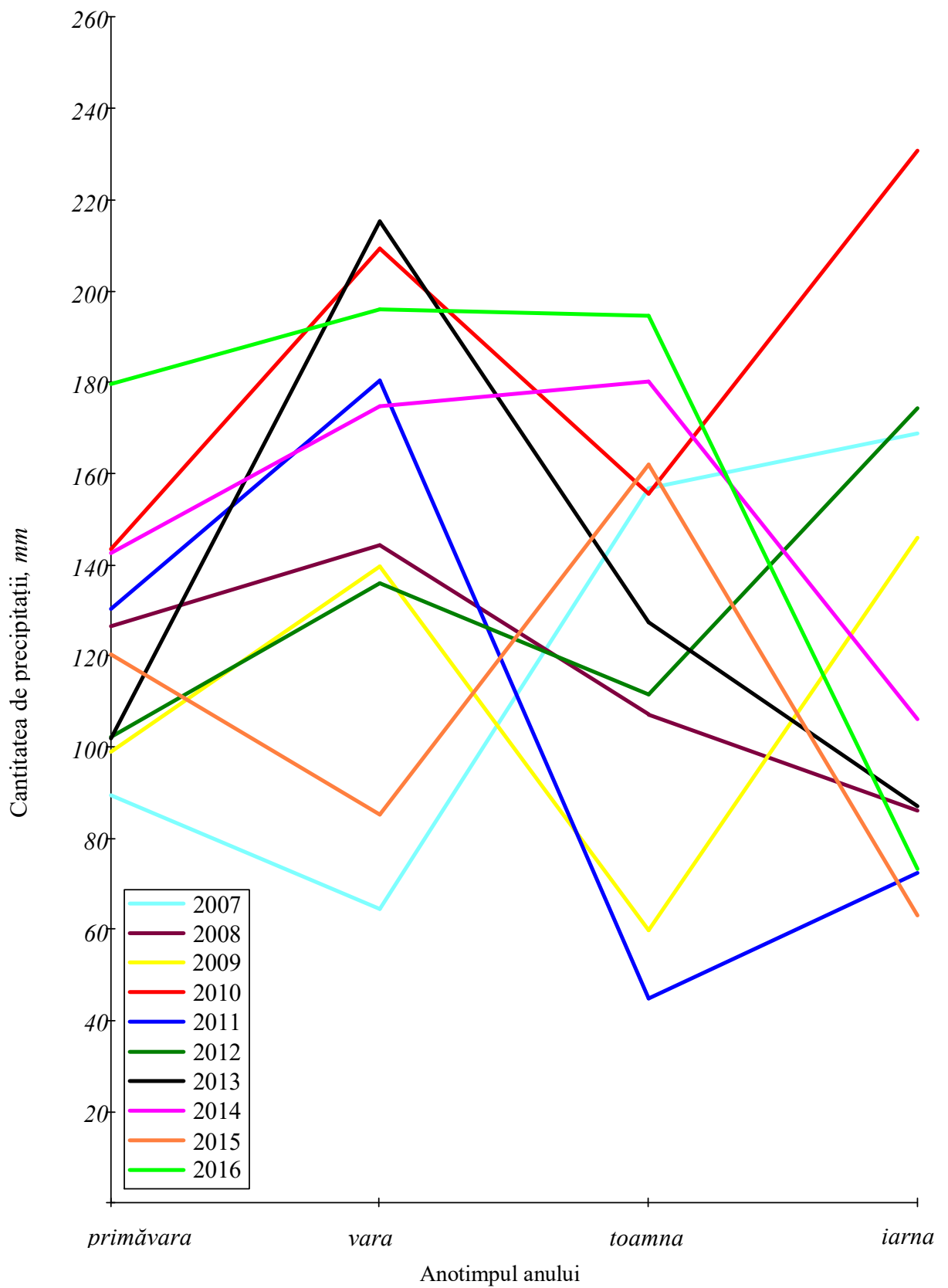


Fig. A9.5. Graficul cantității de precipitații atmosferice grupate pe anotimpuri pentru anii 2007 – 2016 înregistrate la stația meteorologică Chișinău.

Sursa: elaborat de autor

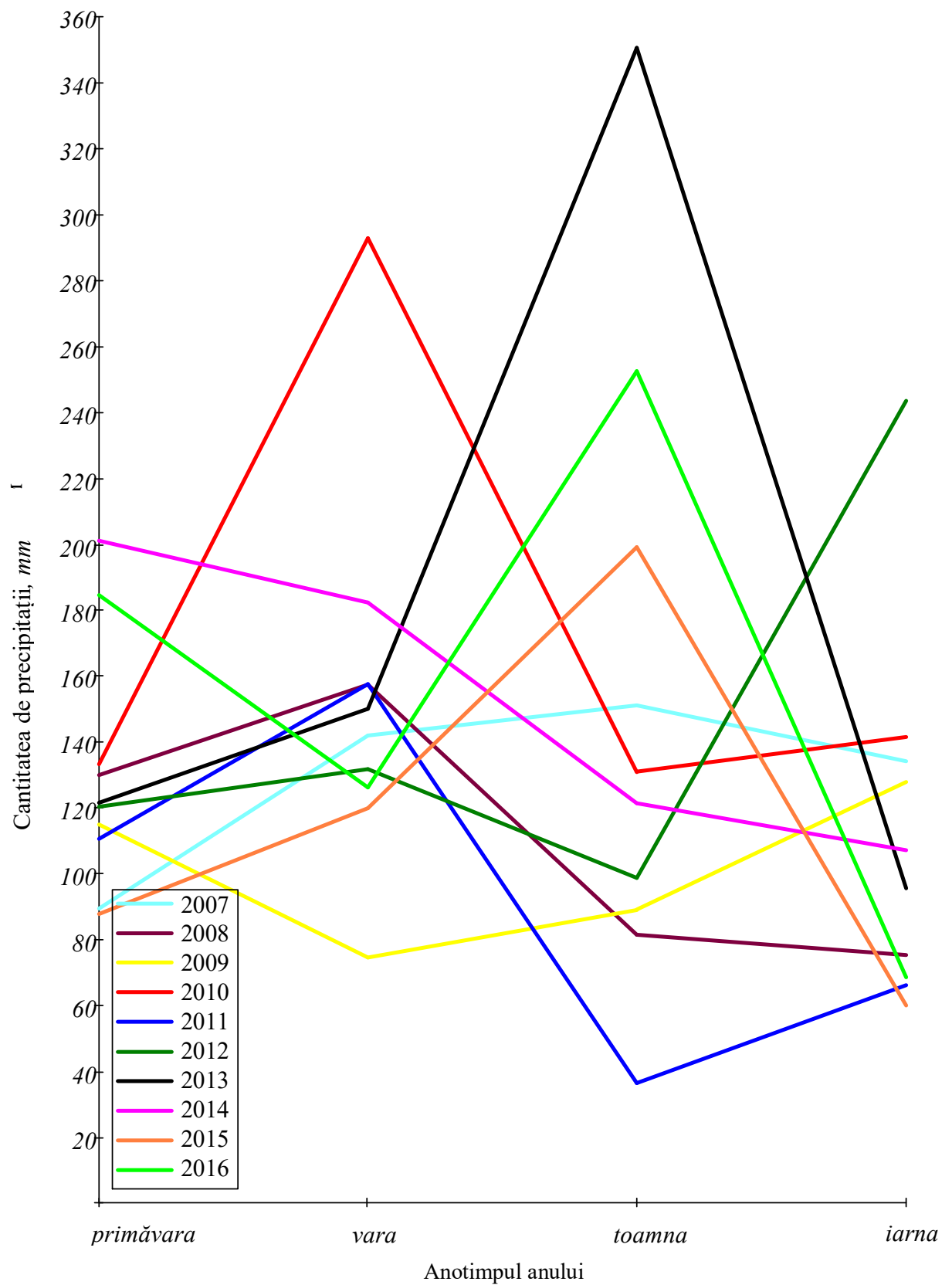


Fig. A9.6. Graficul cantității de precipitații atmosferice grupate pe anotimpuri pentru anii 2007 – 2016 înregistrate la stația meteorologică Cahul.

Sursa: elaborat de autor

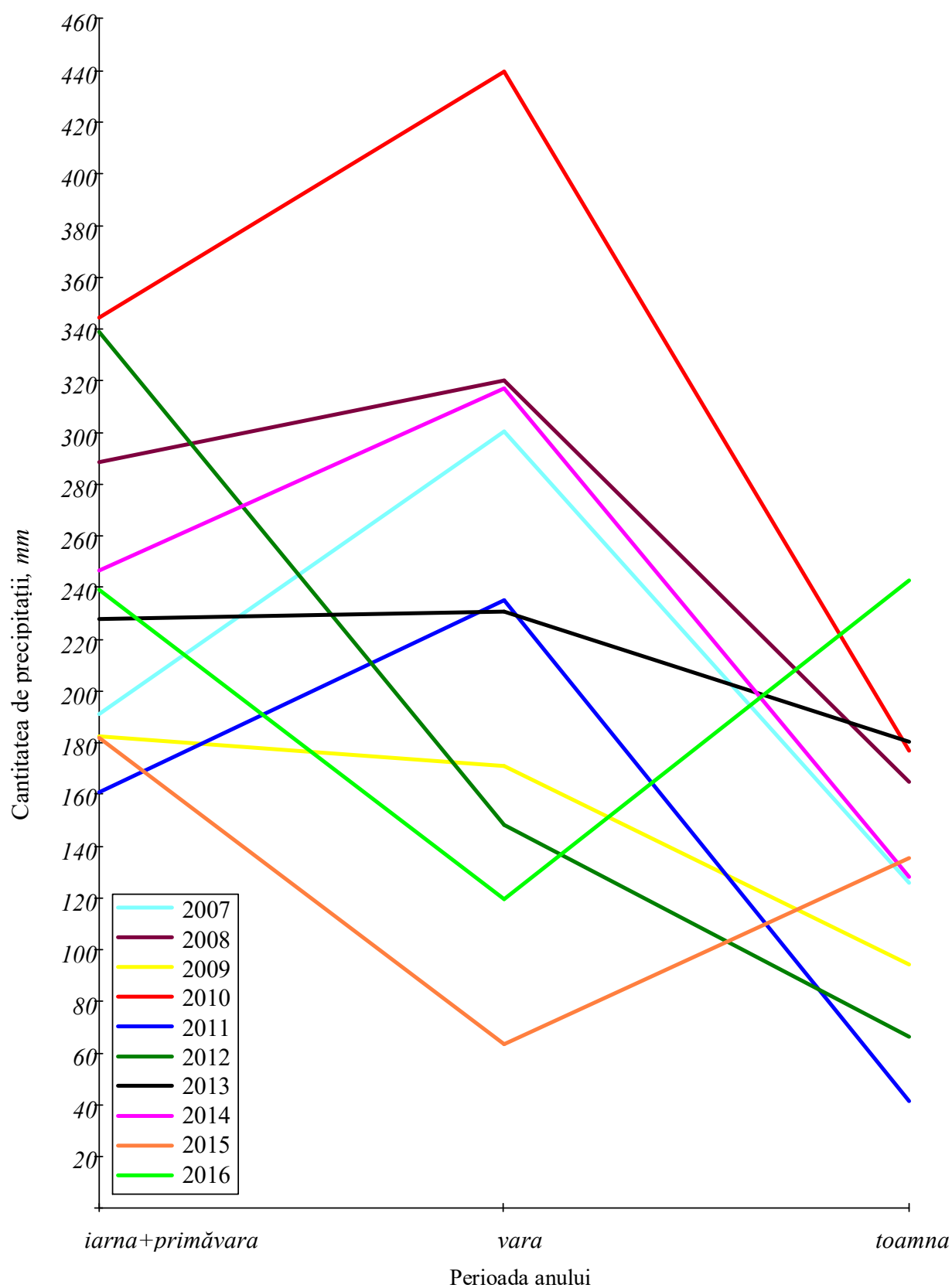


Fig. A9.7. Graficul cantității de precipitații atmosferice grupate pe perioade ale anului pentru anii 2007 – 2016 înregistrate la stația meteorologică Briceni

Sursa: elaborat de autor

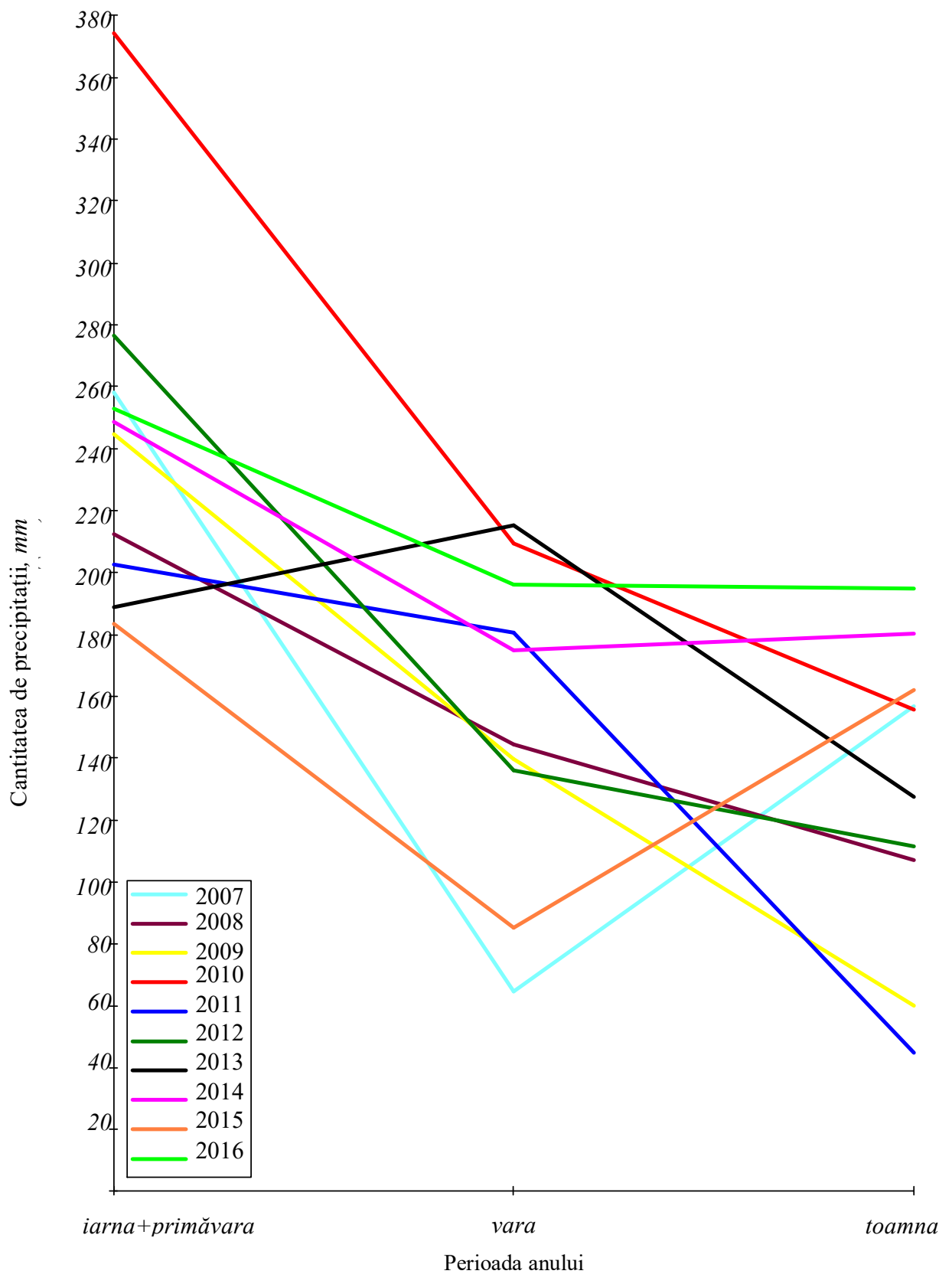


Fig. A9.8. Graficul cantității de precipitații atmosferice grupate pe perioade ale anului pentru anii 2007 – 2016 înregistrate la stația meteorologică Chișinău.

Sursa: elaborat de autor

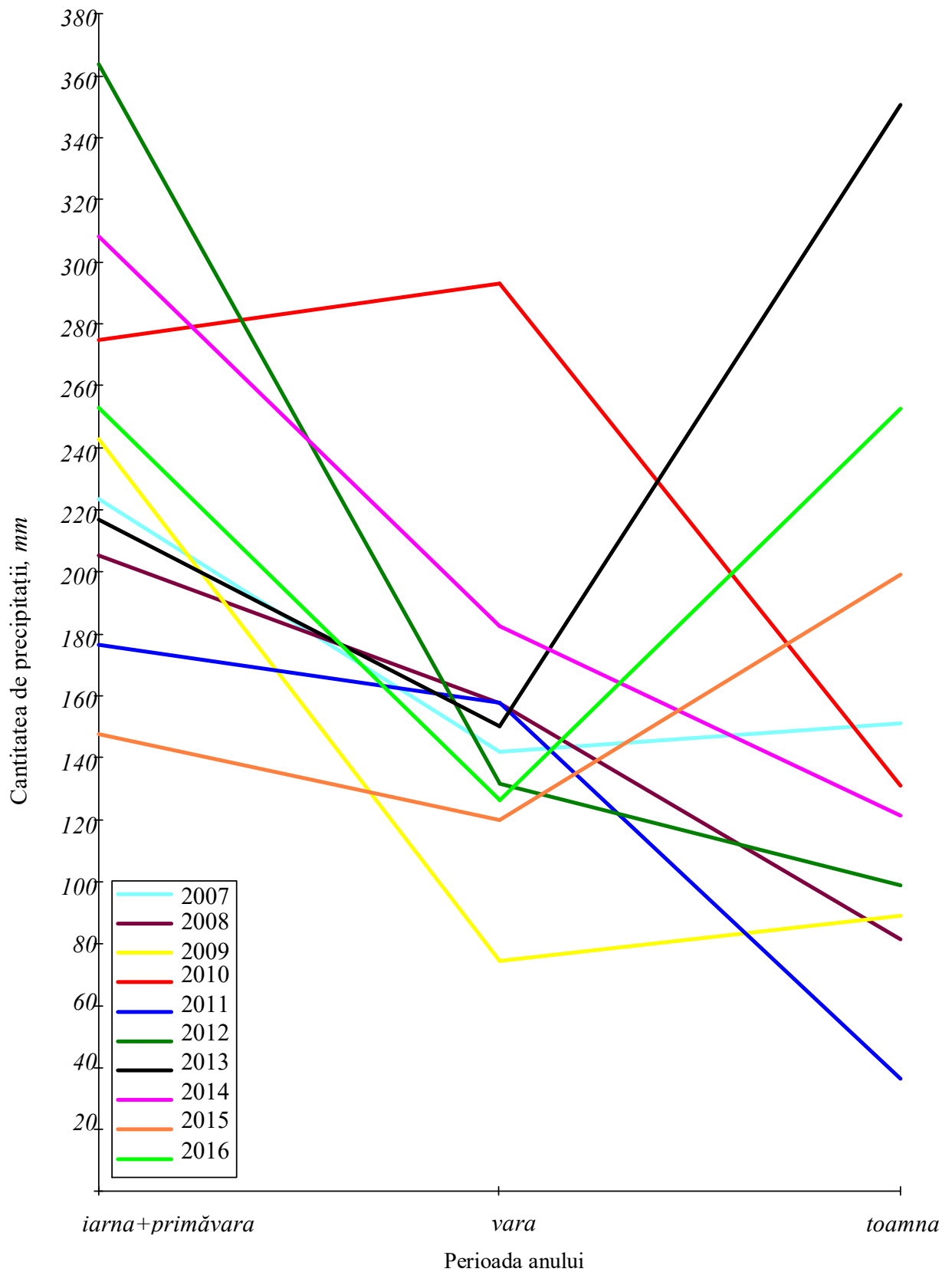


Fig. A9.8. Graficul cantității de precipitații atmosferice grupate pe perioade ale anului, pentru anii 2007 – 2016 înregistrate la stația meteorologică Cahul.

Sursa: elaborat de autor

**Caracteristicile fizice ale pământurilor investigate de pe tronsonul drumului M21
Chișinău-Dubăsari-Poltava**

Tabelul A10.1. Rezultatele determinării umidității și densității pământurilor investigate

<i>Adâncimea preluării monolitului h, m</i>	<i>Valoarea medie a umidității w_{mts}, %</i>	<i>Valoarea medie a densității ρ_{mts}, g/cm³</i>	<i>Note</i>
1,0-1,2	14	–	proba este supusă umezirii suplimentare
2,0-2,2	13	1,85	încercat la forfecare la umiditatea naturală
2,8-3,0	11	1,89	la fel
3,8-4,0	13	–	proba este supusă umezirii suplimentare
5,0-5,2	18	–	la fel
6,0-6,2	16	1,90	încercat la forfecare la umiditatea naturală
6,8-7,0	16	–	proba este supusă umezirii suplimentare
7,8-8,0	17	–	la fel
9,0-9,2	20	1,93	încercat la forfecare la umiditatea naturală
9,8-10,0	20	–	proba este supusă umezirii suplimentare
11,0-11,2	20	–	la fel
12,0-12,2	20	1,97	încercat la forfecare la umiditatea naturală
12,8-13,0	18	–	proba este supusă umezirii suplimentare
13,8-14,0	18	–	la fel
14,8-15,0	19	1,96	încercat la forfecare la umiditatea naturală
15,8-16,0	19	–	proba este supusă umezirii suplimentare
16,8-17,0	22	1,93	încercat la forfecare la umiditatea naturală
18,0-18,2	23	–	proba este supusă umezirii suplimentare

Sursa: elaborat de autor

Tabelul A10.2. Caracteristicilor fizice ale probelor de pământ, pichetul 144005-14415, încercate la umiditatea lor naturală

<i>Nr probei</i>	<i>Adâncimea preluării monolitului h, m</i>	<i>Umiditatea naturală w, %</i>	<i>Densitatea pământului în stare naturală ρ, g/cm³</i>	<i>Caracteristicile de plasticitate</i>		<i>Indicile de plasticitate I_p</i>	<i>Indicile de lichiditate I_L</i>
				<i>W_L, %</i>	<i>W_p, %</i>		
1	2,0-2,2	13	1,85	37	20	17	-0,50
2	2,8-3,0	11	1,89	42	21	21	-0,51
3	6,0-6,2	16	1,86	42	22	20	-0,3
4	9,0-9,2	21	1,93	44	22	22	-0,08
5	12,0-12,2	20	1,97	43	21	22	-0,04
6	14,8-15,0	19	1,96	49	23	26	-0,11
7	16,8-17,0	22	1,93	54	25	29	-0,10

Sursa: elaborat de autor

Tabelul A10.3. Caracteristicilor fizice ale probelor de pământ, pichetul 144005-14415, încercate după umezire suplimentară

№ probei	Adâncimea preluării monolitului h, m	Umiditatea		Densitatea pământului, $\rho, g/cm^3$	Caracteristicile de plasticitate		Indicile de plasticitate, I_p	Indicile de lichiditate	
		naturală, $w_{ns}, \%$	după umezire, $w_f, \%$		$W_L, \%$	$W_p, \%$		natural, $I_{Lns}, \%$	după umezire, $I_{Lf}, \%$
1	1,0-1,2	14	28	1,94	38	22	16	-0,45	0,38
2	3,8-4,0	13	26	1,94	37	21	16	-0,52	0,31
3	5,0-5,2	18	26	1,96	40	23	17	-0,24	0,18
4	6,8-7,0	16	24	1,97	39	21	18	-0,21	0,17
5	7,8-8,0	17	21	1,96	36	19	17	-0,09	0,12
6	9,8-10,0	20	25	1,95	43	22	21	-0,11	0,14
7	11,0-11,2	20	25	—	—	—	—	—	—
8	12,8-13,0	18	24	1,95	39	21	18	-0,13	0,17
9	13,8-14,0	18	26	1,95	40	22	18	-0,21	0,22
10	15,8-16,0	19	28	1,94	49	21	28	-0,07	0,25
11	18,0-18,2	23	28	1,93	46	21	25	0,08	0,28

Sursa: elaborat de autor

Tabelul A10.4. Rezultatele determinării caracteristicilor fizice ale pământurilor, pichetul 144005-14415

№ probei	Adâncimea preluării monolitului h, m	Densitatea pământului uscat $\rho_d, g/cm^3$	Coefficientul de porozitate e	Gradul de umiditate S_r
1	2,0-2,2	1,64	0,67	0,52
2	2,8-3,0	1,71	0,60	0,48
3	6,0-6,2	1,61	0,70	0,61
4	9,0-9,2	1,60	0,71	0,79
5	12,0-12,2	1,64	0,67	0,82
6	14,8-15,0	1,64	0,67	0,79
7	16,8-17,0	1,58	0,73	0,84
Problele încercate după umezire suplimentară				
1	1,0-1,2	1,52	0,80	0,96
2	3,8-4,0	1,54	0,78	0,91
3	5,0-5,2	1,56	0,76	0,94
4	6,8-7,0	1,59	0,72	0,91
5	7,8-8,0	1,62	0,69	0,83
6	9,8-10,0	1,56	0,76	0,90
7	11,0-11,2	nu au fost determinate		
8	12,8-13,0	1,52	0,80	0,82
9	13,8-14,0	1,54	0,78	0,91
10	15,8-16,0	1,52	0,80	0,95
11	18,0-18,2	1,51	0,81	0,94

Sursa: elaborat de autor

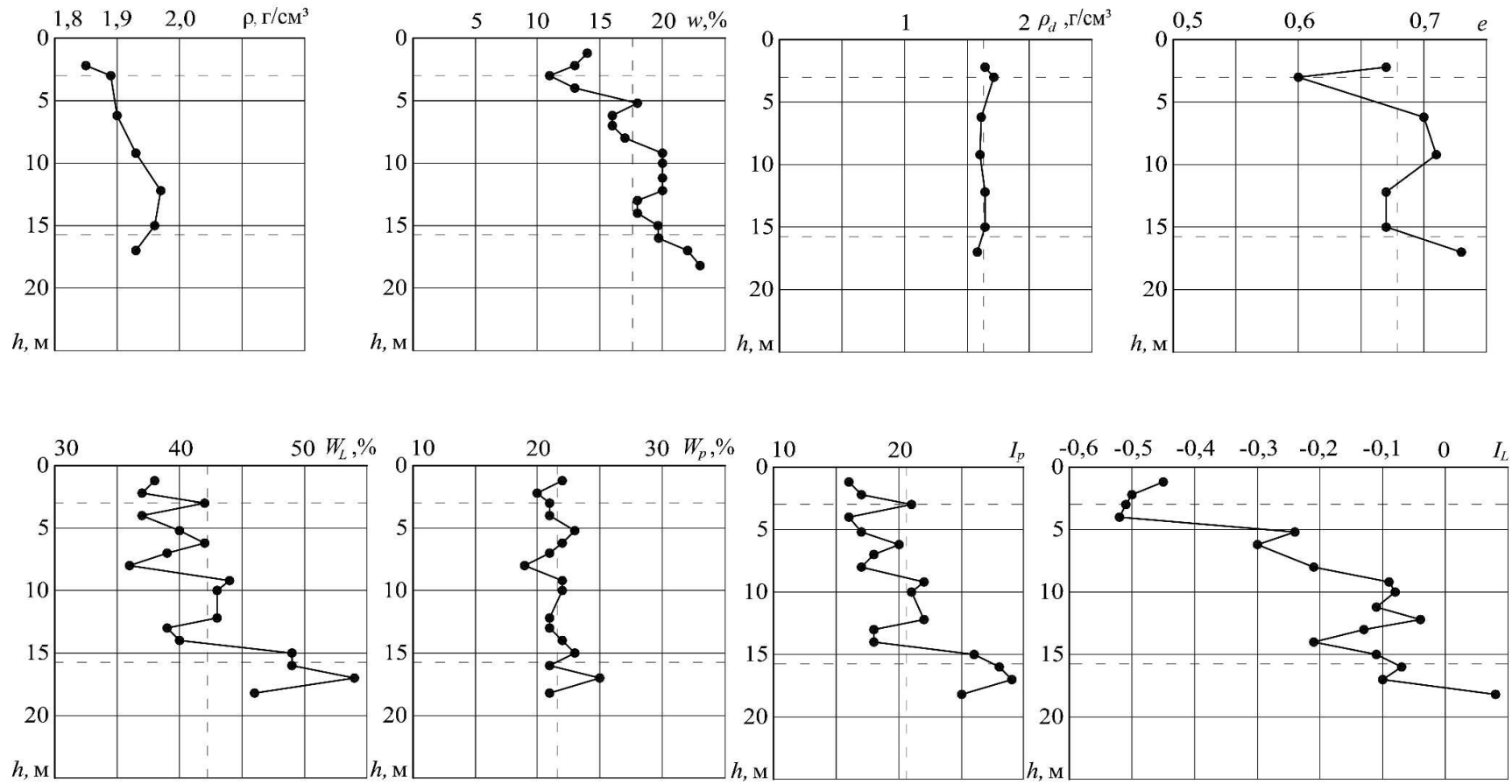


Fig. A10.1. Graficul dispersiei caracteristicilor fizice ale pământurilor în adâncime.

Sursa: elaborat de autor

**Rezultatele încercărilor la forfecare a probelor de pământ de pe drumul M21
Brest-Chișinău-Poltava**

Tabelul A11.1. Rezultatele încercărilor la forfecare a probelor de pământ cu structură naturală netulburată și umiditate naturală

<i>Adâncimea preluării monolitului h, m</i>	<i>Tensiunea verticală σ, kPa</i>	<i>Tensiunile critice de forfecare τ_u, kPa</i>	<i>Defor- mațiile critice λ_u, mm</i>	<i>Tensiunile limite de forecare τ_{lim}, kPa</i>	<i>Deforma- țiile limite λ_{lim}, mm</i>	<i>Creșterea relativă</i>	
						<i>a tensiunilor $\frac{\tau_u - \tau_{lim}}{\tau_u}$, %</i>	<i>a deformațiilor $\frac{\lambda_u - \lambda_{lim}}{\lambda_u}$, %</i>
2,0	100	185	2,4	100	1,7	44	70
	200	285	2,5	187	1,0	34	60
3,0	100	212	2,7	192	2,0	9	26
	200	230	5,5	145	1,0	37	81
	300	295	2,9	225	1,0	43	66
6,0	100	100	5,8	75	1,5	25	74
	200	150	5,1	92	1,3	38	74
	300	275	4,4	150	1,2	46	73
9,0	100	135	3,2	122	1,7	9	47
	100	162	2,2	120	1,3	26	41
	200	205	2,2	162	1,0	21	54
	300	272	4,2	175	1,7	36	60
12,0	100	162	1,5	122	0,6	24	60
	200	250	2,2	212	1,2	15	45
	200	232	2,7	212	1,6	8	40
	300	300	4,6	207	1,5	31	67
15,0	100	135	1,7	125	1,2	7	29
	200	205	2,8	135	1,0	34	64
	200	202	2,8	135	1,0	33	64
	300	245	4,2	182	1,7	26	60
	300	287	2,7	245	1,3	15	52
17,0	100	180	1,8	150	1,0	17	52
	200	255	2,5	212	1,2	17	44
	200	205	3,7	175	1,7	15	54
	300	272	3,8	237	1,3	13	66
	300	290	3,0	250	1,3	14	57

Sursa: elaborat de autor

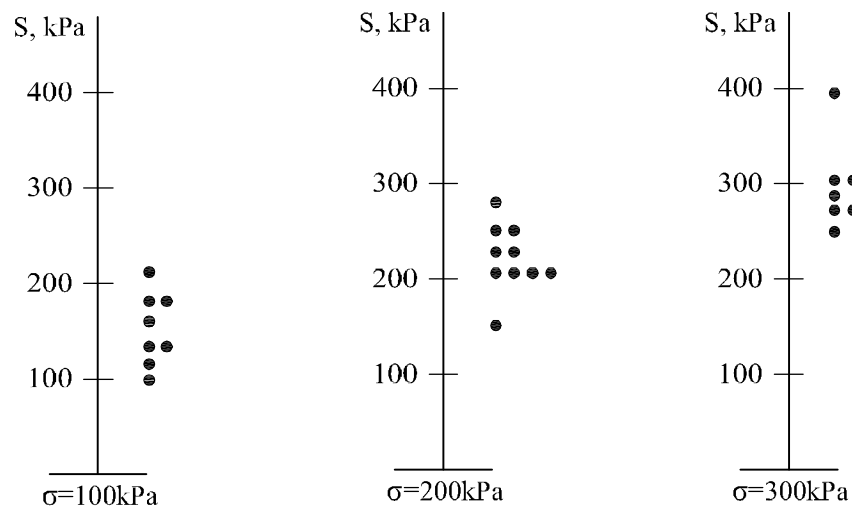


Fig. A11.1. Graficul dispersiei valorilor rezistenței critice la forfecare (τ), pentru probele cu structura naturală netulburată.

Sursa: elaborat de autor

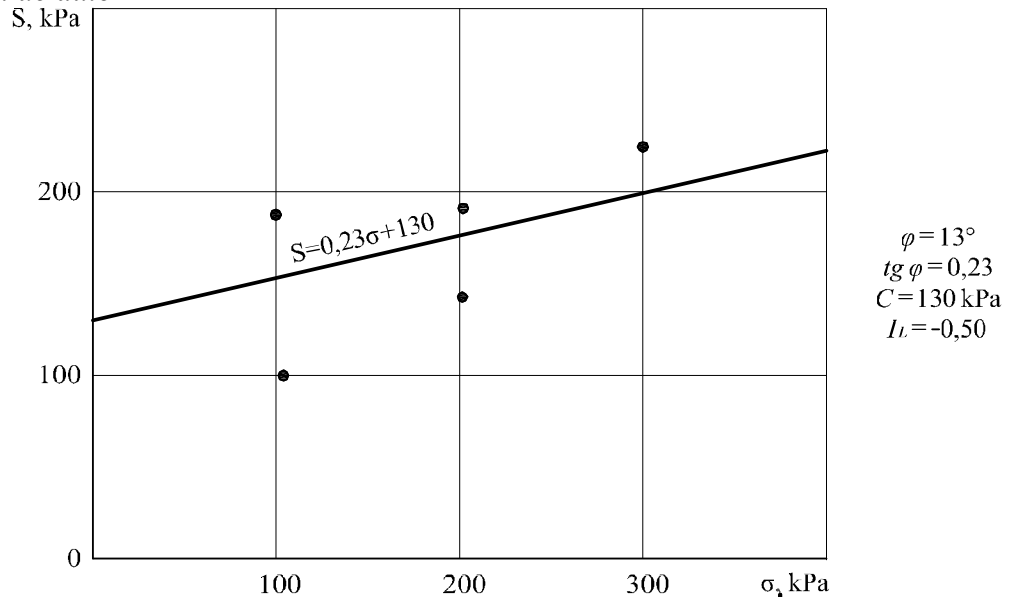


Fig. A11.2. Graficul rezistenței la forfecare a probelor cu structură naturală preluate de la adâncimea $h = 1-3 \text{ m}$

Sursa: elaborat de autor

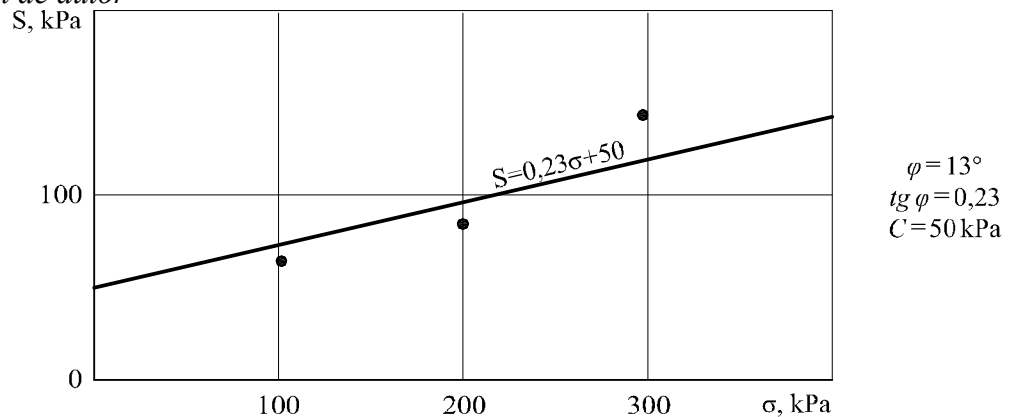


Fig. A11.3. Graficul rezistenței la forfecare a probelor cu structură naturală preluate de la adâncimea $h = 6 \text{ m}$

Sursa: elaborat de autor

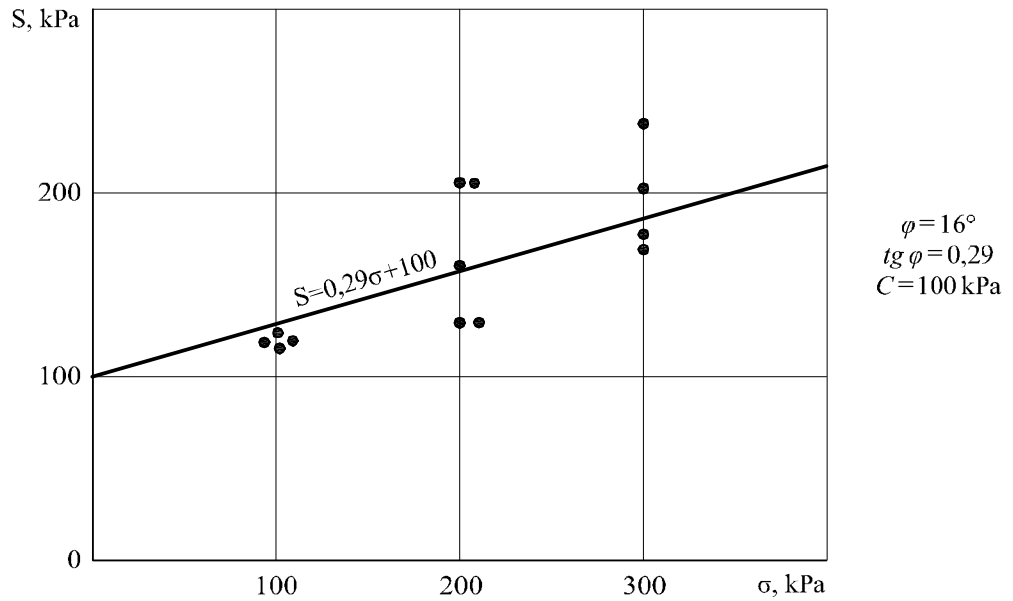


Fig. A11.4. Graficul rezistenței la forfecare a probelor cu structură naturală preluate de la adâncimea $h = 7-15\text{m}$
 Sursa: elaborat de autor

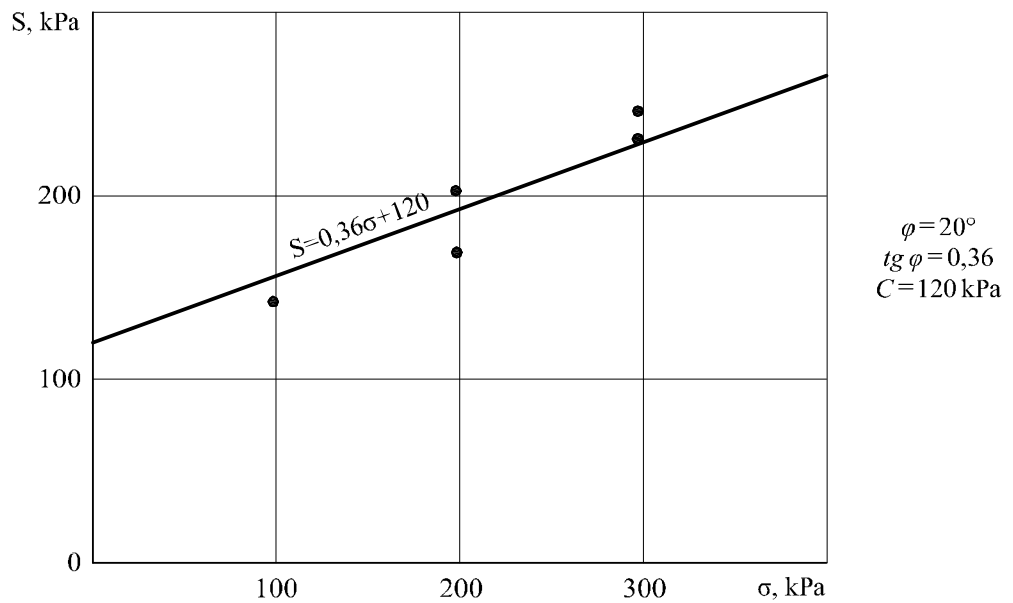


Fig. A11.5. Graficul rezistenței la forfecare a probelor cu structură naturală preluate de la adâncimea $h > 15\text{m}$
 Sursa: elaborat de autor

Tabelul A11.2. Rezultatele încercărilor la forfecare a probelor de pământ cu plan de forfecare pregătit

Adâncimea preluării monolitului h, m	Tensiunea verticală σ, kPa	Tensiunile critice de forfecare τ_u, kPa	Deformațiile critice λ_u, mm	Tensiunile limite de forecare τ_{lim}, kPa	Deformațiile limite λ_{lim}, mm	Creșterea relativă	
						a tensiunilor $\frac{\tau_u - \tau_{lim}}{\tau_u}, \%$	a tensiunilor $\frac{\tau_u - \tau_{lim}}{\tau_u}, \%$
2,0	100	100	2,2	70	0,8	30	64
	200	175	3,2	127	1,0	27	69
3,0	100	100	5,2	80	0,8	20	85
	300	290	2,1	210	0,8	28	62
6,0	100	87	2,1	60	0,8	31	62
	200	150	1,2	102	0,4	32	67
	300	200	0,7	150	0,4	25	43
9,0	100	87	3,6	60	0,7	31	80
	100	80	1,8	62	0,4	22	78
	200	112	2,0	85	0,6	24	70
	300	175	2,8	140	1,1	20	60
	300	170	2,8	117	0,7	31	75
12,0	100	87	3,7	50	0,6	42	84
	200	162	3,4	125	1,4	23	59
	300	162	4,0	160	1,0	2	75
15,0	100	132	3,2	95	1,4	28	56
	100	125	1,8	100	0,6	20	67
	200	132	3,2	95	1,4	28	56
	200	125	1,8	100	0,6	20	67
	300	180	2,5	130	1,2	28	52
	300	175	1,9	130	0,7	26	63
17,0	100	70	1,8	50	0,4	28	78
	200	127	2,4	95	1,6	25	33
	200	140	3,3	107	0,7	24	80
	300	182	3,2	145	1,2	20	62
	300	205	2,8	158	1,3	23	53

Sursa: elaborat de autor

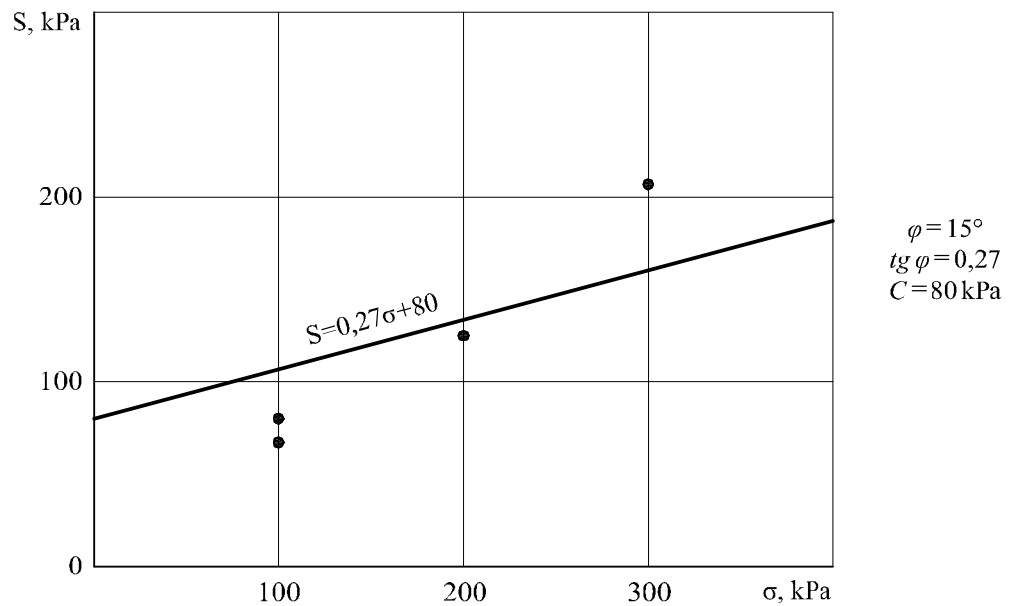


Fig. A11.6. Graficul rezistenței la forfecare a probelor cu suprafață pregătită preluate de la adâncimea $h = 1-3$ m
Sursa: elaborat de autor

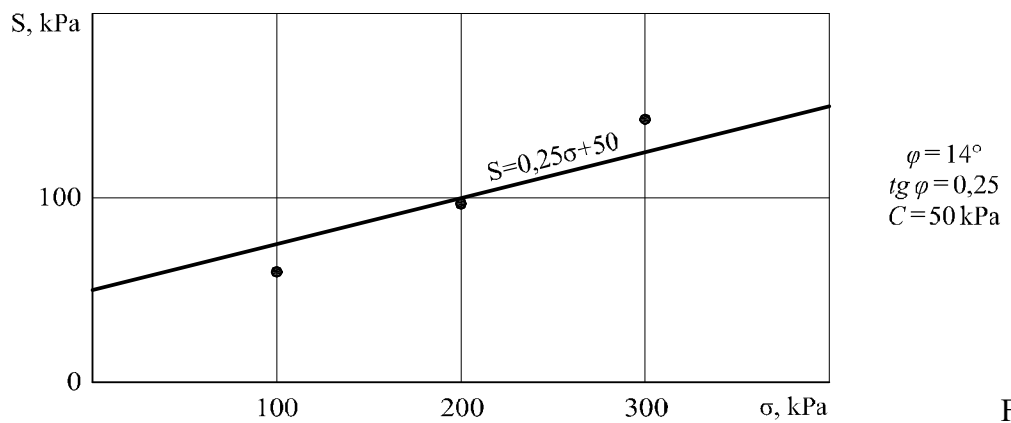


Fig. A11.7. Graficul rezistenței la forfecare a probelor cu suprafață pregătită preluate de la adâncimea $h = 6$ m
Sursa: elaborat de autor

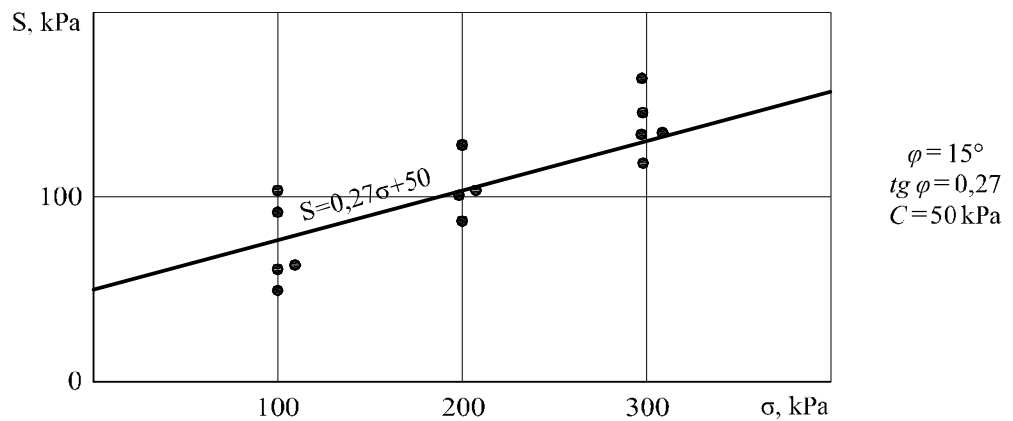


Fig. A11.8. Graficul rezistenței la forfecare a probelor cu suprafață pregătită preluate de la adâncimea $h = 7-15$ m
Sursa: elaborat de autor

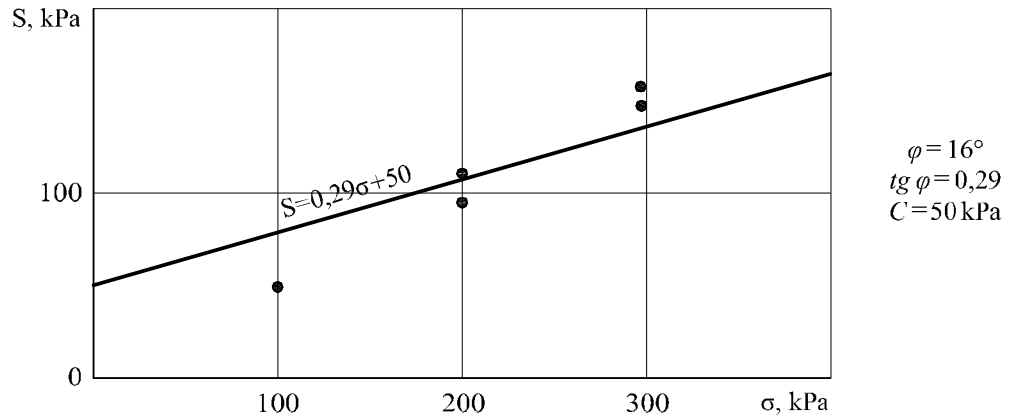


Fig. A11.9 Graficul rezistenței la forfecare a probelor cu suprafață pregătită preluate de la adâncimea $h > 15\text{ m}$
 Sursa: elaborat de autor

Tabelul A11.3. Rezultatele încercărilor la forfecare a probelor de pământ cu plan de forfecare pregătit și umezit

Adâncimea preluării monolitului $h, \text{ m}$	Tensiunea verticală $\sigma, \text{ kPa}$	Tensiunile critice de forfecare $\tau_u, \text{ kPa}$	Deformațiile critice $\lambda_u, \text{ mm}$	Tensiunile limite de forfecare $\tau_{lim}, \text{ kPa}$	Deformațiile limite $\lambda_{lim}, \text{ mm}$	Creșterea relativă	
						a tensiunilor $\frac{\tau_u - \tau_{lim}}{\tau_u}, \%$	a tensiunilor $\frac{\tau_u - \tau_{lim}}{\tau_u}, \%$
2,0	100	2,8	70	50	0,5	29	82
	200	3,2	120	70	0,5	42	84
3,0	100	3,5	85	47	0,5	45	86
	300	5,2	170	125	1,0	26	80
6,0	100	încercări nu au fost efectuate					
9,0	100	1,8	55	40	0,5	27	72
	200	2,0	72	60	0,7	17	65
	300	2,2	90	80	0,6	11	73
	300	1,6	125	95	0,8	24	50
12,0	200	5,3	62	40	0,7	36	87
	200	5,3	62	50	0,5	20	90
	300	1,5	125	88	0,4	30	73
15,0	100	1,0	45	40	0,6	11	40
	200	2,2	50	30	0,6	40	72
	200	1,3	43	30	0,6	30	54
17,0	100	1,2	44	32	0,25	27	79
	200	1,4	90	67	0,7	25	50
	200	2,0	90	65	0,4	28	80
	300	1,9	90	75	0,4	17	79

Sursa: elaborat de autor

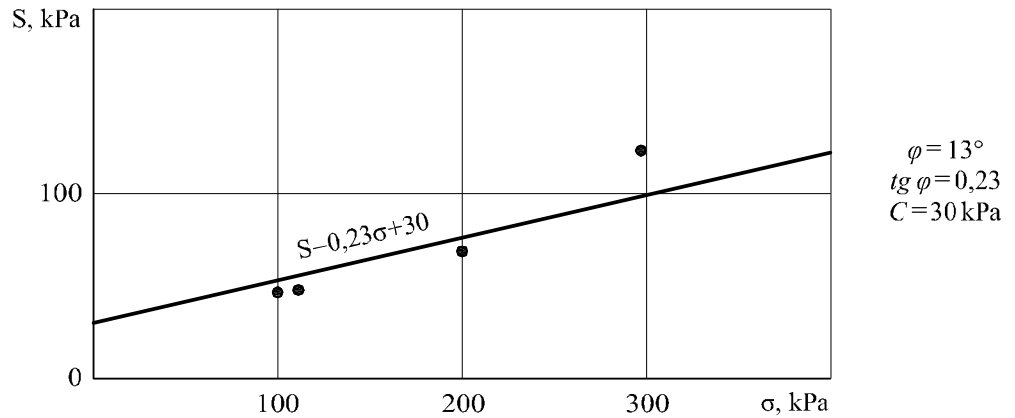


Fig. A11.10. Graficul rezistenței la forfecare a probelor cu suprafață pregătită și umezită preluate de la adâncimea $h=1-3\text{m}$

Sursa: elaborat de autor

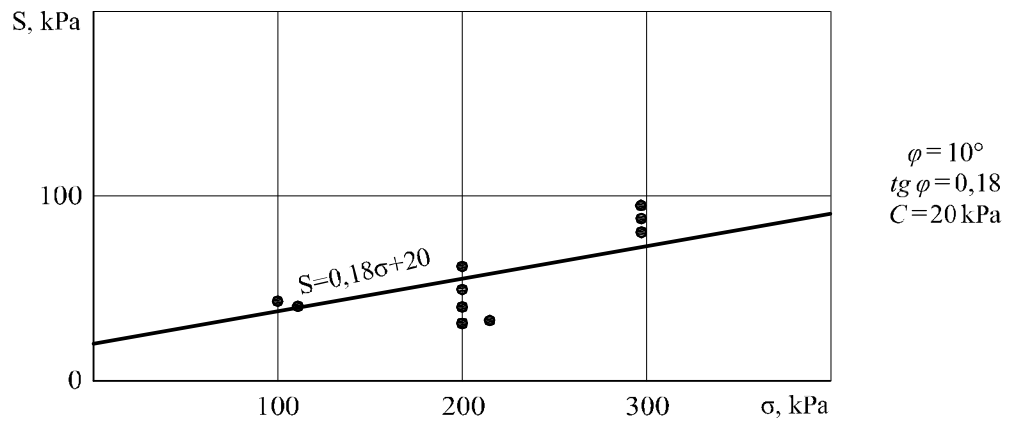


Fig. A11.11. Graficul rezistenței la forfecare a probelor cu suprafață pregătită și umezită preluate de la adâncimea $h=7-15\text{m}$

Sursa: elaborat de autor

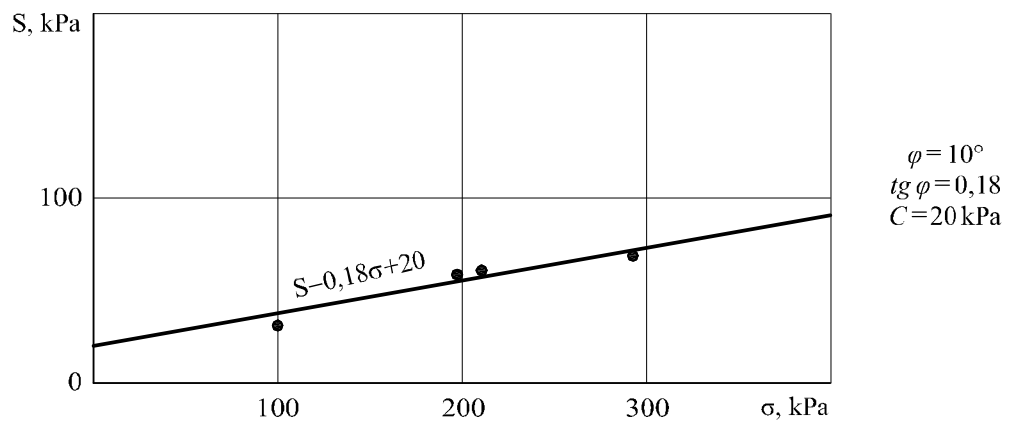


Fig. A11.12. Graficul rezistenței la forfecare a probelor cu suprafață pregătită și umezită preluate de la adâncimea $h > 15\text{m}$

Sursa: elaborat de autor

Tabelul A11.4. Rezultatele încercărilor la forfecare a probelor de pământ cu structură naturală netulburată, după umezirea suplimentară a probelor

Adâncimea preluării monolitului h, m	Tensiunea verticală σ, kPa	Tensiunile critice de forfecare τ_u, kPa	Deformațiile critice λ_u, mm	Tensiunile limite de forecare τ_{lim}, kPa	Deformațiile limite λ_{lim}, mm	Creșterea relativă	
						a tensiunilor $\frac{\tau_u - \tau_{lim}}{\tau_u}, \%$	a tensiunilor $\frac{\tau_u - \tau_{lim}}{\tau_u}, \%$
1,0-1,2	100	50	1,0	40	0,6	20	40
	200	100	3,5	70	1,9	30	45
3,8-4,0	100	75	3,1	52	1,3	31	58
	200	115	1,4	97	0,9	16	36
5,0-5,2	100	87	3,0	75	2,0	14	33
	200	132	4,1	115	2,2	13	46
	300	150	4,5	130	1,8	13	60
6,8-7,0	100	98	2,3	92	1,7	6	26
	200	152	5,8	138	2,7	9	53
	300	188	3,5	150	1,9	20	46
7,8-8,0	100	112	2,6	105	2,2	6	15
	200	153	2,1	138	1,2	43	61
9,8-10,0	100	112	1,3	64	0,5	9	43
	200	145	3,3	132	1,3	8	61
	300	190	3,2	170	1,9	10	41
12,8-13,0	100	82	4,2	62	1,9	24	55
	100	78	2,5	65	1,5	17	40
	200	112	4,1	95	2,0	15	50
	300	150	5,0	128	2,2	15	60
13,8-14,0	100	90	2,0	75	1,2	17	40
	200	112	4,5	95	2,5	15	44
	300	175	2,8	150	1,4	14	50
15,8-16,0	100	90	2,9	75	1,7	17	41
	200	115	3,2	100	1,9	13	40
	300	152	4,0	127	2,2	16	45
18,0-18,2	100	95	1,5	90	1,3	5	13
	200	14	4,4	125	2,0	11	54
	300	178	3,5	155	1,7	13	51

Sursa: elaborat de autor

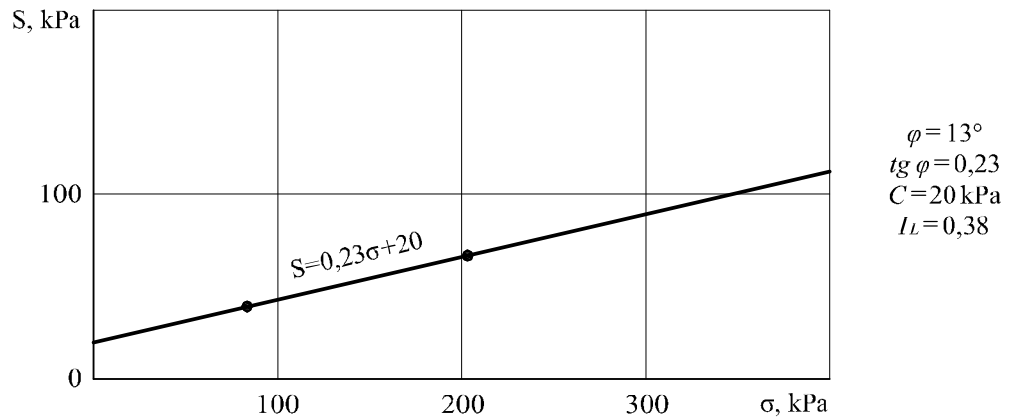


Fig. A11.13. Graficul rezistenței la forfecare a probelor cu probelor cu structură naturală după umezirea suplimentară a probelor, preluate de la adâncimea $h = 1-3 \text{ m}$

Sursa: elaborat de autor

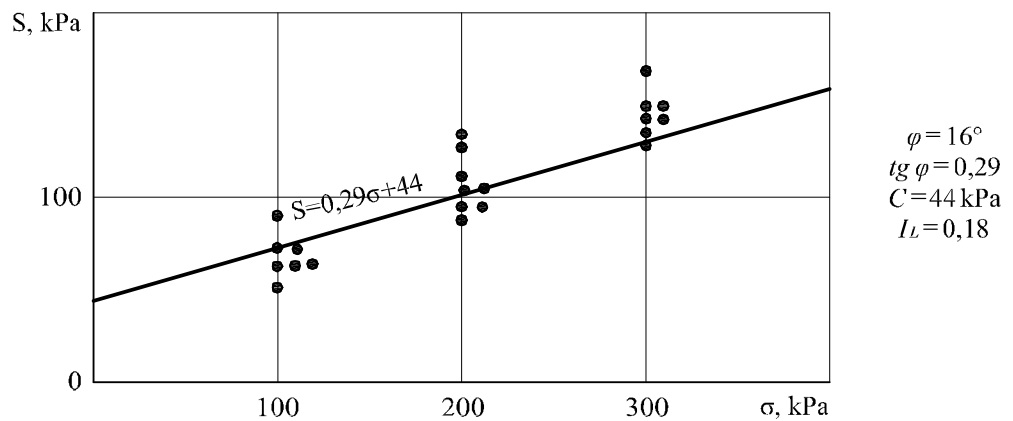


Fig. A11.14. Graficul rezistenței la forfecare a probelor cu probelor cu structură naturală după umezirea suplimentară a probelor, preluate de la adâncimea $h = 3-15 \text{ m}$

Sursa: elaborat de autor

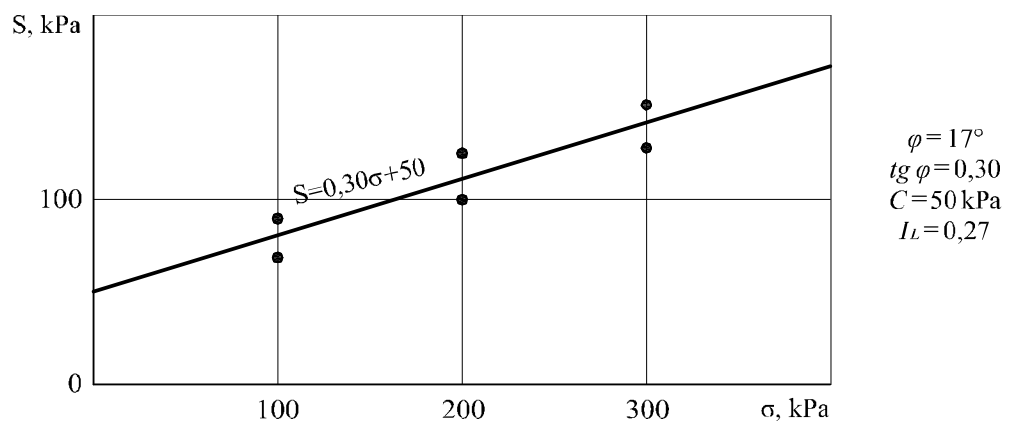


Fig. A11.15. Graficul rezistenței la forfecare a probelor cu probelor cu structură naturală după umezirea suplimentară a probelor, preluate de la adâncimea $h > 15 \text{ m}$

Sursa: elaborat de autor

Tabelul A11.5. Rezultatele încercărilor la forfecare a probelor de pământ cu plan de forfecare pregătit, după umezirea suplimentară a probelor

Adâncimea preluării monolitului h, m	Tensiunea verticală σ, kPa	Tensiunile critice de forfecare τ_u, kPa	Deformațiile critice λ_u, mm	Tensiunile limite de forecare τ_{lim}, kPa	Deformațiile limite λ_{lim}, mm	Creșterea relativă	
						a tensiunilor $\frac{\tau_u - \tau_{lim}}{\tau_u}, \%$	a tensiunilor $\frac{\tau_u - \tau_{lim}}{\tau_u}, \%$
1,0-1,2	100	37	1,3	30	0,6	19	53
	200	75	2,4	60	1,4	20	42
3,8-4,0	100	48	1,8	40	0,9	17	50
	200	95	2,0	80	1,2	16	40
5,0-5,2	100	52	2,0	45	1,0	14	50
	200	92	2,3	82	1,2	11	48
	300	130	0,9	115	0,6	12	33
6,8-7,0	100	55	1,6	50	1,0	9	38
	200	98	2,8	92	1,5	6	46
	300	138	2,0	125	1,3	9	35
7,8-8,0	100	68	2,1	52	1,0	20	52
	200	115	2,2	95	1,0	17	54
9,8-10,0	100	55	2,5	48	0,7	13	72
	200	72	1,2	65	0,6	10	50
	300	102	2,0	82	0,9	20	55
	300	80	2,8	60	0,8	25	71
12,8-13,0	100	45	2,1	30	1,2	33	43
	100	58	2,5	28	0,8	34	68
	200	65	1,5	50	0,7	23	53
	300	102	2,5	85	1,0	17	60
13,8-14,0	100	48	1,7	44	1,0	8	41
	200	68	4,0	50	1,2	26	20
	300	135	2,0	120	1,0	11	50
15,8-16,0	100	32	0,9	28	0,6	12	33
	200	58	2,1	48	0,9	17	57
18,0-18,2	100	50	1,1	45	0,7	10	36
	200	52	4,4	48	0,6	8	86
	300	90	2,1	70	1,5	22	29

Sursa: elaborat de autor

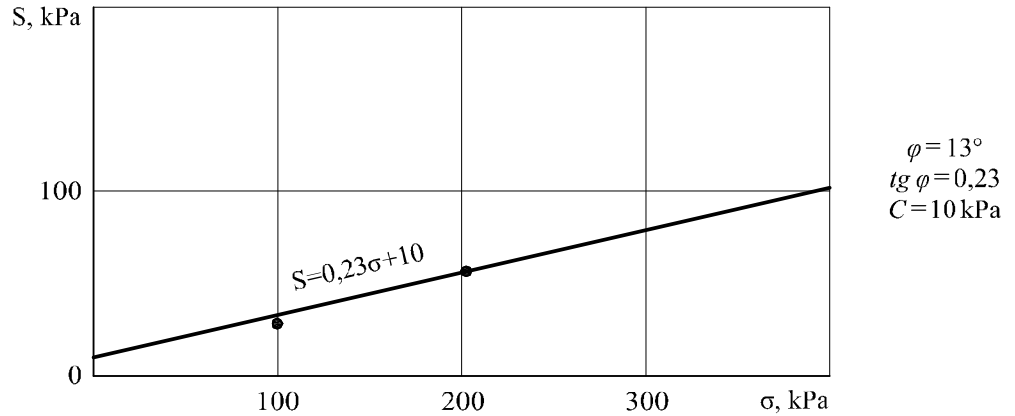


Fig. A11.16. Graficul rezistenței la forfecare a probelor cu probelor cu plan pregătit după umezirea suplimentară a probelor, preluate de la adâncimea $h = 1-3$ m

Sursa: elaborat de autor

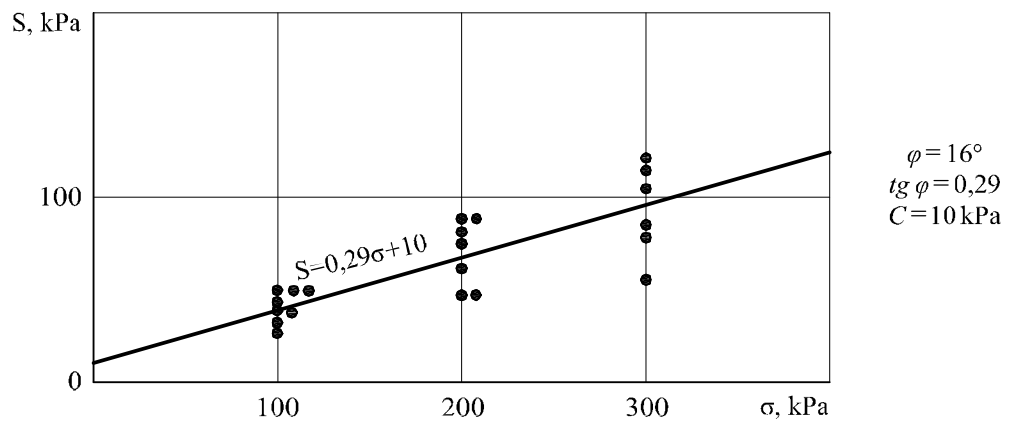


Fig. A11.17. Graficul rezistenței la forfecare a probelor cu probelor cu plan pregătit după umezirea suplimentară a probelor, preluate de la adâncimea $h = 3-15$ m

Sursa: elaborat de autor

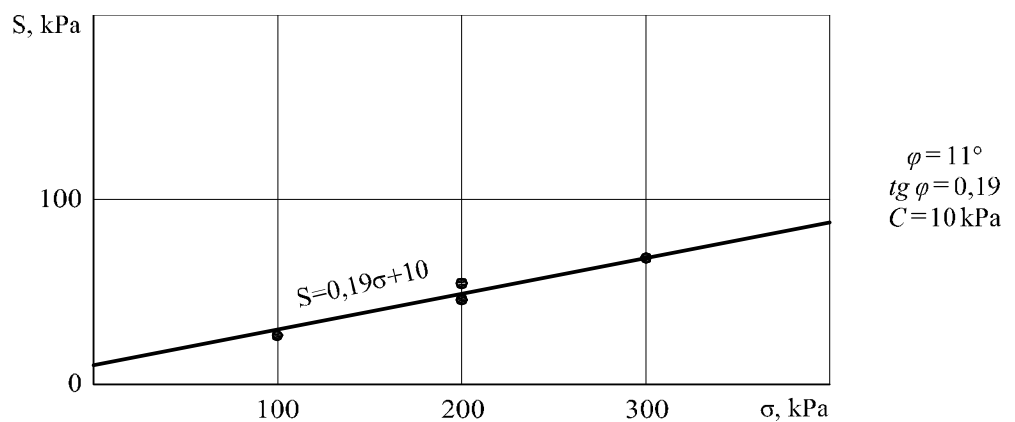


Fig. A11.18. Graficul rezistenței la forfecare a probelor cu probelor cu plan pregătit după umezirea suplimentară a probelor, preluate de la adâncimea $h > 15$ m

Sursa: elaborat de autor

Tabelul A11.6. Rezultatele încercărilor la forfecare a probelor de pământ cu plan de forfecare pregătit și umezit, după umezirea suplimentară a probelor

Adâncimea preluării monolitului h, m	Tensiunea verticală σ, kPa	Tensiunile critice de forfecare τ_u, kPa	Deformațiile critice λ_u, mm	Tensiunile limite de forecare τ_{lim}, kPa	Deformațiile limite λ_{lim}, mm	Creșterea relativă	
						a tensiunilor $\frac{\tau_u - \tau_{lim}}{\tau_u}, \%$	a tensiunilor $\frac{\tau_u - \tau_{lim}}{\tau_u}, \%$
1,0-1,2	100	30	1,2	24	0,3	20	58
	200	60	1,2	45	0,6	25	50
3,8-4,0	100	38	1,2	30	0,6	21	50
	200	85	1,3	75	0,7	12	46
5,0-5,2	100	42	1,8	40	1,0	5	44
	200	75	2,2	62	1,1	17	50
	300	100	3,5	80	1,6	20	54
6,8-7,0	100	50	1,3	38	0,7	24	46
	200	98	2,8	80	0,7	18	75
	300	105	1,3	100	0,9	4	30
7,8-8,0	100	70	1,6	65	1,2	7	25
	200	108	2,0	65	1,2	40	40
9,8-10,0	100	30	1,5	25	0,3	17	80
	200	40	0,6	35	0,4	12	33
	300	70	2,5	55	1,2	21	52
	300	30	1,3	26	1,0	13	23
12,8-13,0	100	25	1,0	21	0,7	16	30
	200	35	2,2	28	0,7	20	68
	300	58	1,4	45	0,5	22	64
13,8-14,0	100	35	1,2	34	0,8	3	33
	200	33	2,5	25	1,1	24	56
	300	108	2,9	90	1,2	16	59
15,8-16,0	100	32	4,5	15	1,7	53	62
	200	30	3,2	20	0,4	33	88
18,0-18,2	100	28	1,0	25	0,5	10	50
	200	25	0,7	22	0,4	12	43
	300	52	1,5	45	0,5	14	67

Sursa: elaborat de autor

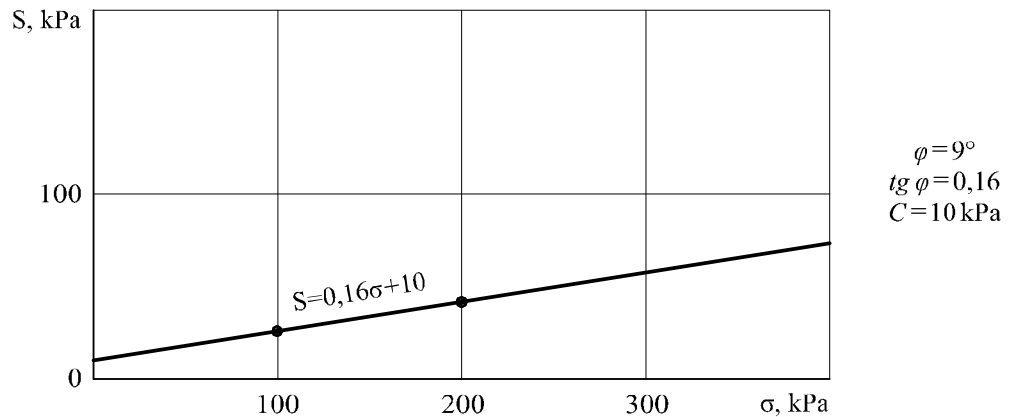


Fig. A11.19. Graficul rezistenței la forfecare a probelor cu probelor cu plan pregătit și umezit după umezirea suplimentară a probelor, preluate de la adâncimea $h = 1-3 \text{ m}$

Sursa: elaborat de autor

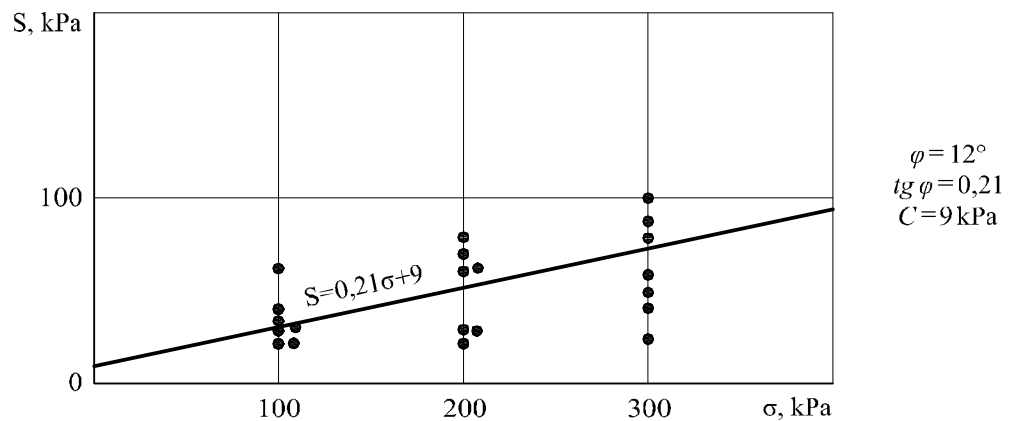


Fig. A11.20. Graficul rezistenței la forfecare a probelor cu probelor cu plan pregătit și umezit după umezirea suplimentară a probelor, preluate de la adâncimea $h = 3-15 \text{ m}$

Sursa: elaborat de autor

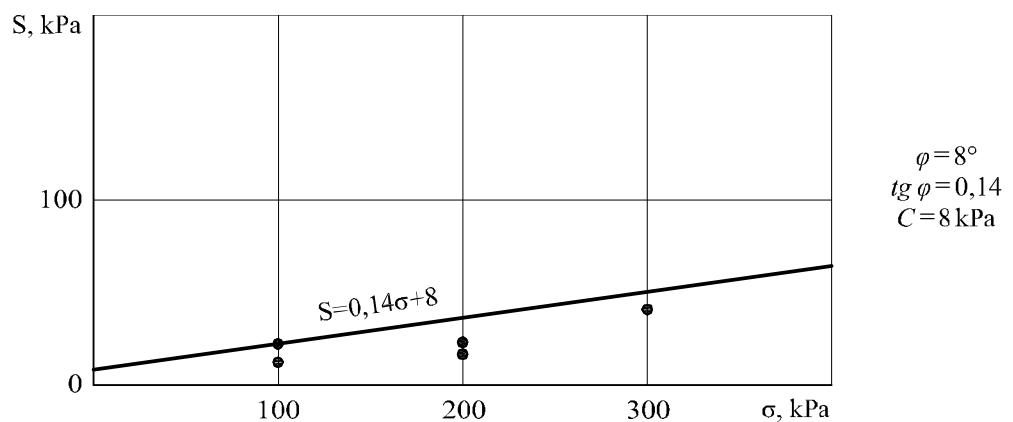


Fig. A11.21. Graficul rezistenței la forfecare a probelor cu probelor cu plan pregătit și umezit după umezirea suplimentară a probelor, preluate de la adâncimea $h > 15 \text{ m}$

Sursa: elaborat de autor

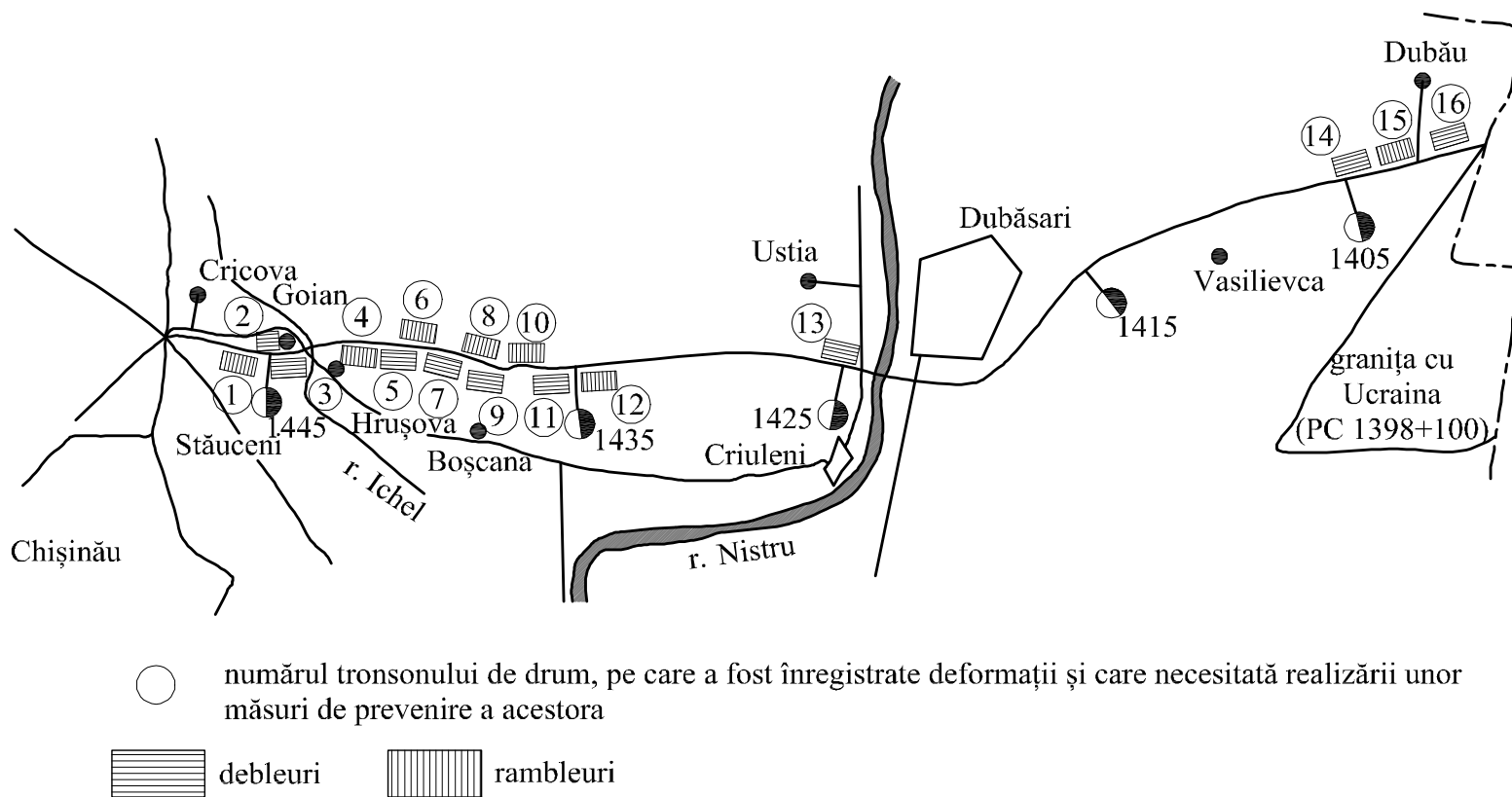


Fig. A12.1. Schema drumului M21 Brest-Chișinău-Poltava (între pichettele 1398+700 - 1449+000) cu indicare sectoarelor afectate de deformații la momentul investigațiilor

Sursa: elaborat de autor

Tabelul A12.1. Rezultatele investigațiilor în câmp a zonelor afectate de deformații

№.	Poziția față de pichet	Înălțimea rambleului <i>H</i>, m	Adâncimea debleului <i>h</i>, m	Deformațiile depistate
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
1	1445 + 300	10 – 15	–	ambele taluzuri sunt deformate; deformațiile maxime sunt înregistrate în partea centrală a rambleului, unde se observă surparea pământului sub carosabil, lungimea rambleului este de aproximativ 500m
2	1445 + 000	–	20 – 34	pe o lungime de aproximativ 100m se observă deformațiile taluzului în partea de mijloc și inferioară a debleului, șanțul este deformat și colmatat
3	1444 + 900	–	20 – 25	pe o lungime de aproximativ 400m se observă deformațiile taluzului stîng în partea de mijloc și inferioară a debleului; șanțul de scurgere din amonte este distrus pe porțiunea de mijloc a debleului, șanțul este colmatat și deformat de masa de pămînt deplasată
4	1444 + 500 1443 + 700	15 – 30	–	ambele taluzuri sunt deformate; deformațiile maxime sunt înregistrate în partea centrală a rambleului, unde se observă tasarea carosabilului
5	1442+700 (periferia s. Hrușevo)	Semidebleu- semirambleu 2,0	2,0	în nemijlocita apropiere a taluzului stîng se observă o rîpă adîncă
6	1441 + 900	14 – 16	–	ambele taluzuri ale rambleului sunt deformate; lungimea rambleului e de apoximativ 250m
	1441 + 000	–	24 – 26	pe o porțiune de apoximativ 190m, taluzul stîng este deformat practic integral, înălțimea peretelui de surpare în argile brune-roșietice este de 10-12m; practic integral este distrus șanțul superior de scurgere și cel inferior
7	1440 + 800	–	27	pe taluzul drept este executat canalul de scurgere; deformații vizibile nu se înregistrează; sunt dubii față de stabilitatea părții superioare abrupte, formată din argile nisipoase brune-roșietice, unde lipsește stratul vegetal, canalul de scurgere și șanțul este colmatat
8	1440 + 000	> 20	–	taluzurile sunt deformate; lungimea rambleului e de aproximativ 700m, pe taluzul din stînga se înregistrează deformații sub formă de curgere lentă de natură plastică în
9	1439 + 000	–	>20	partea centrală și inferioară pe o lungime de 30-40m; șanțul este colmatat și deformat

№.	Poziția față de pichet	Înălțimea rambleului <i>H</i>, m	Adâncimea debleului <i>h</i>, m	Deformațiile depistate
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
10	1438 + 000	16 – 18	–	ambele taluzuri ale rambleului sunt deformate, se atestă o tasare a carosabilului
11	1436 + 000	–	18 – 20	aluzurile debleului sunt lipsite de statul vegetal; analizând caracterul reliefului se poate vorbi de posibilitatea dezvoltării unor deformații plastice cu viteză mică de propagare, șanțul este colmatat
12	1434 + 500	17	–	prezența deformațiilor taluzului pe porțiunea centrală a rambleului; se observă o înclinare a carosabilului în direcția taluzului sting;
13	1423 + 000	–	< 20	în partea inferioară a taluzului drept se observă porțiuni de aproximativ 7-10m cu suprafață văluroasă, șanțul este colmatat, la 4-6m de carosabil crește păpuriș
14	1441 + 150	–	6 – 9	bordurile sunt împădurite; pe versantul drept se atestă un flux de noroi de lungime mica
15	1400 + 000	< 20	–	taluzurile sunt deformate, suprafața carosabilului este văluroasă
16	1339 + 700	–	< 20	pe taluzul drept se atestă porțiuni de o lungime mică (pînă la 5m) afectate de deformații plastice

Sursa: elaborat de autor

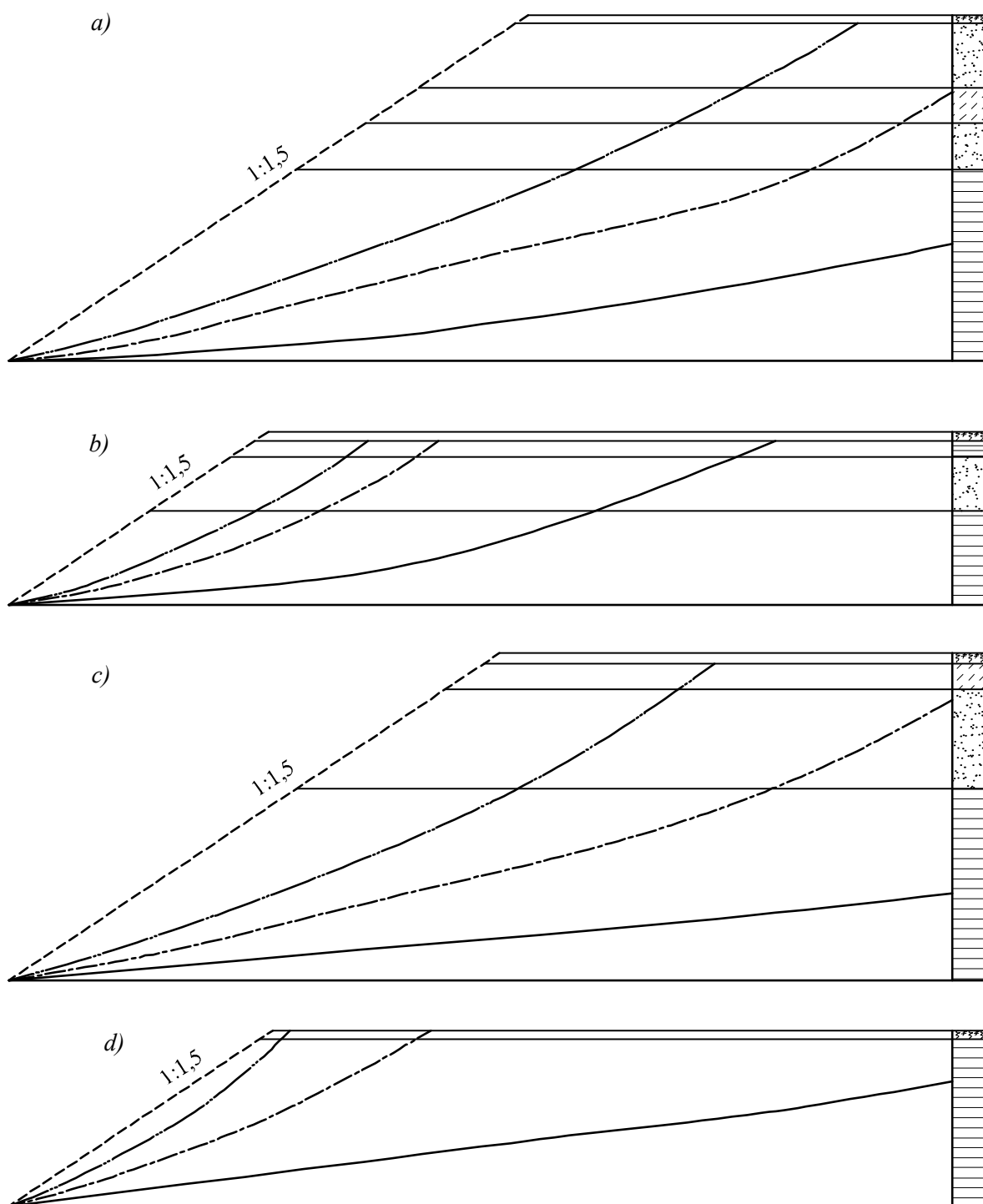


Fig. A12.2 Secțiunea transversală a debleurilor cu evidența proprietăților reologice ale pământurilor

- a) Pichetul 14375÷14379 ($H = 20m$) (Sc. 1:400)
- b) Pichetul 14406÷14410 ($H = 10m$) (foraj №. 59) (Sc. 1:400)
- c) Pichetul 14358÷14365 ($H = 20m$) (foraj №. 118) (Sc. 1:400)
- d) Pichetul 14368÷14371 ($H = 10m$) (Sc. 1:400)

Sursa: elaborat de autor

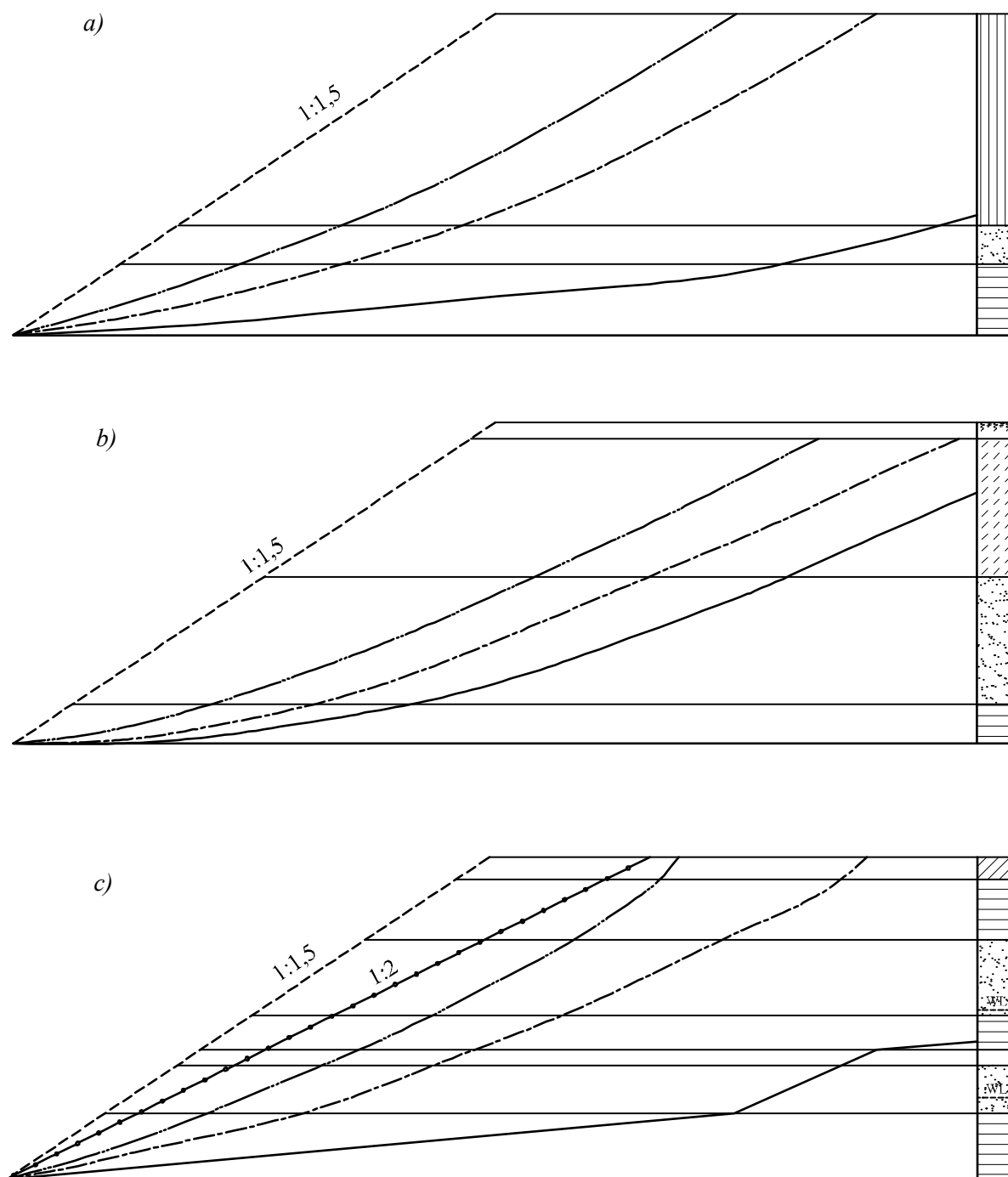


Fig. A12.3 Secțiunea transversală a debleurilor cu evidența proprietăților reologice ale pământurilor

a) Pichetul 14406÷14410 ($H = 20m$) (foraj №. 119) (Sc. 1:400)

b) Pichetul 14358÷14365 ($H = 20m$) (foraj №. 73) (Sc. 1:400)

c) Pichetul 14388÷14395 ($H = 20m$) (foraj №. 16) (Sc. 1:400)

Sursa: elaborat de autor

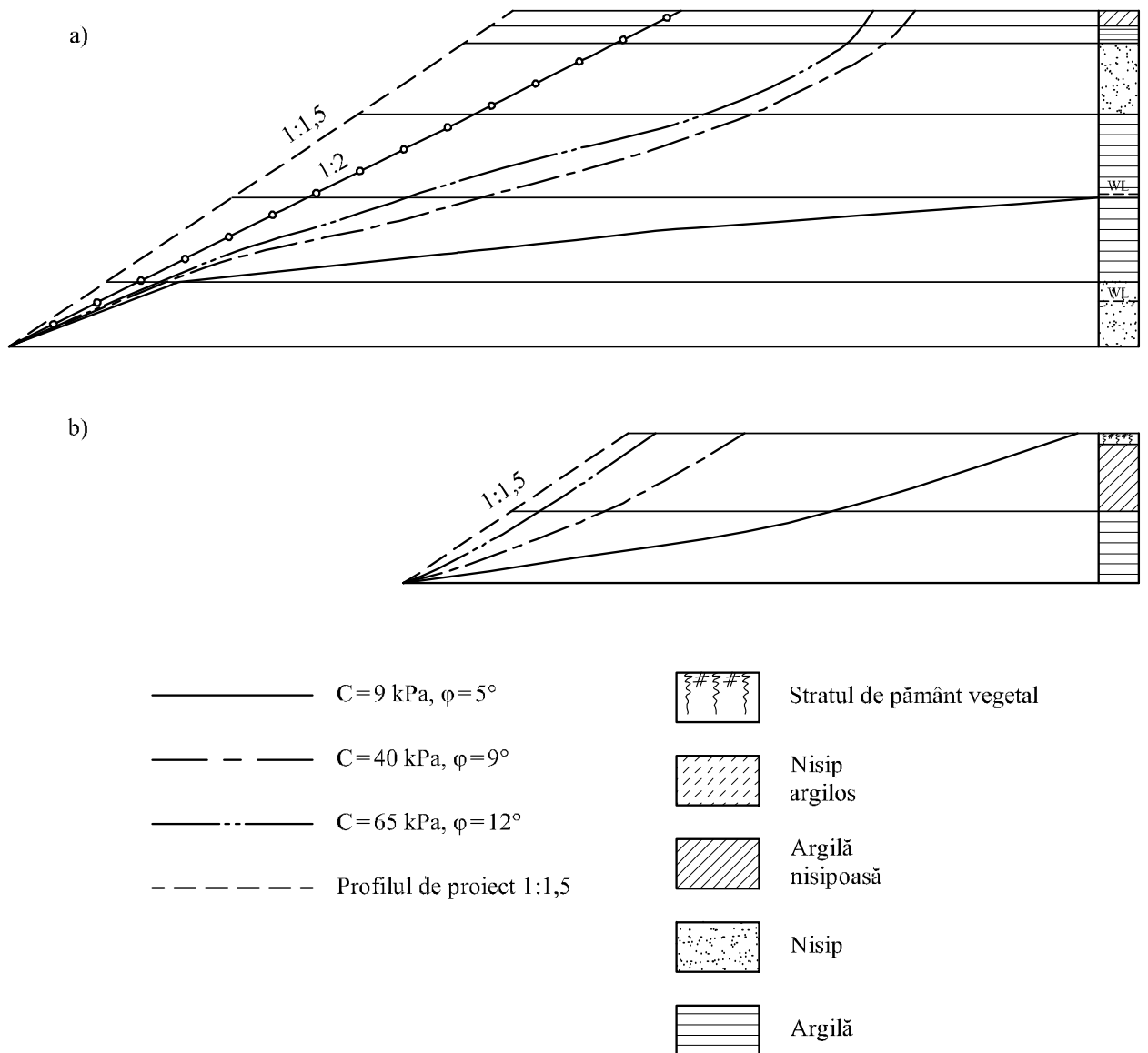


Fig. A12.4 Secțiunea transversală a debleurilor cu evidența proprietăților reologice ale pământurilor

a) Pichetul 14388÷14395 ($H = 20\text{m}$) (foraj №. 119) (Sc. 1:400)

b) Pichetul 14348÷14351 ($H = 9\text{m}$) (Sc. 1:400)

Sursa: elaborat de autor

Rezultatele calcului stabilității taluzurilor de debleu de pe drumul M21 Brest-Chișinău-Poltava folosind metodele clasice

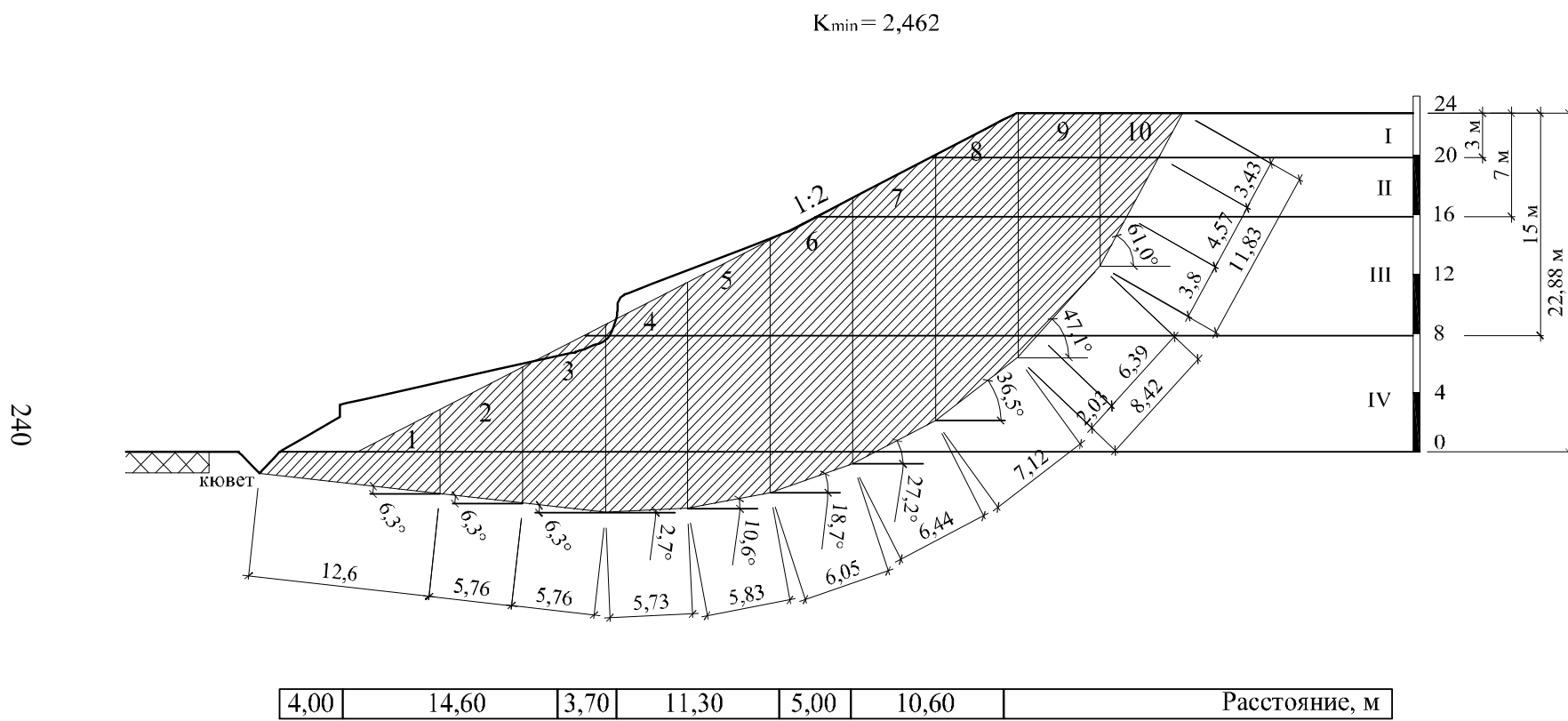


Fig. A13.1. Calculul stabilității taluzului stâng de debleu, pichetul nr. 1445+00 cu metoda „forțelor oarizontale” Maslov-Berer (conform rezultatelor încercărilor probelor cu structură naturală intactă)

Sursa: elaborat de autor

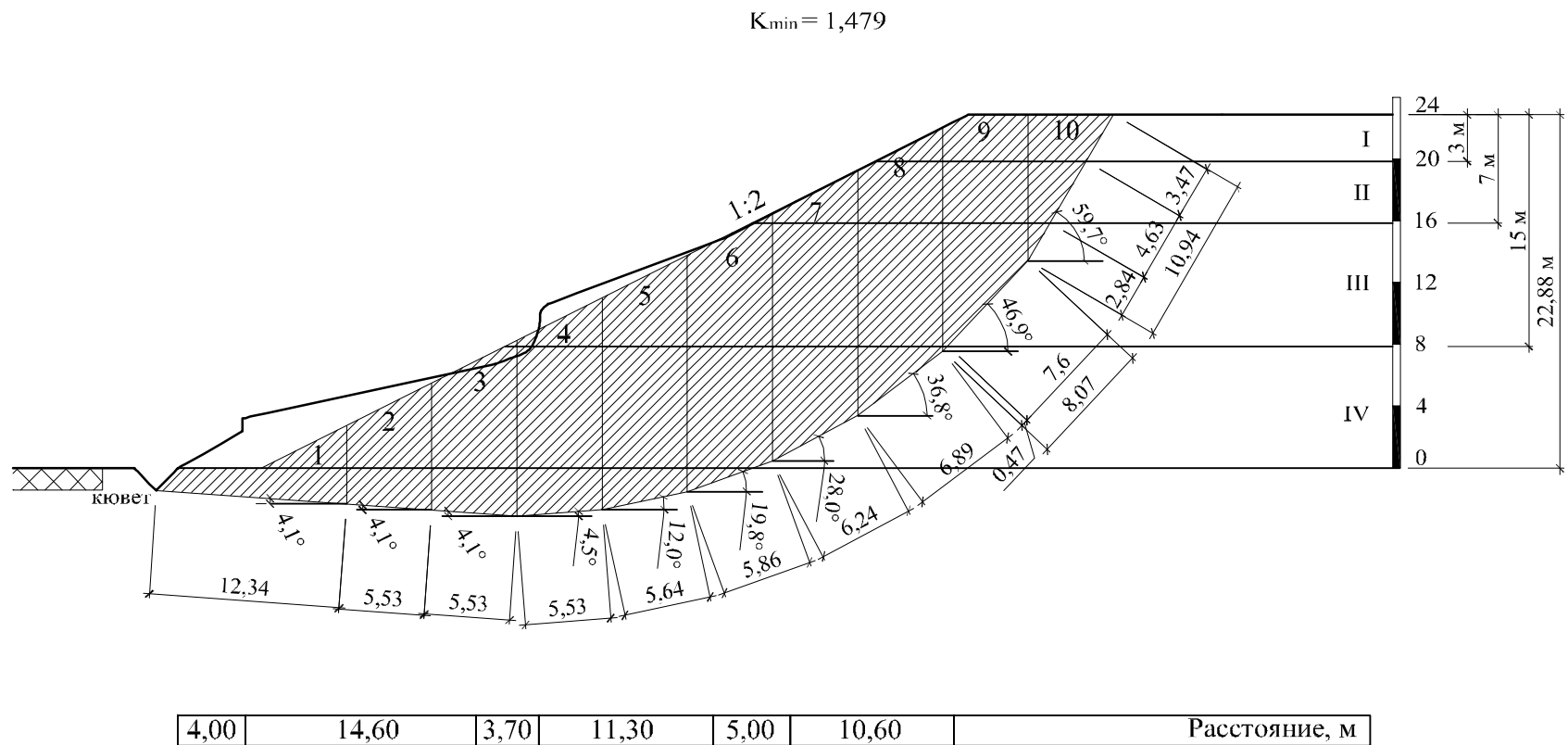


Fig. A13.2. Calculul stabilității taluzului stâng de debleu, pichetul nr. 1445+00 cu metoda „forțelor oarizontale” Maslov-Berer (conform rezultatelor încercărilor probelor cu suprafață pregătită de forfecare)

Sursa: elaborat de autor

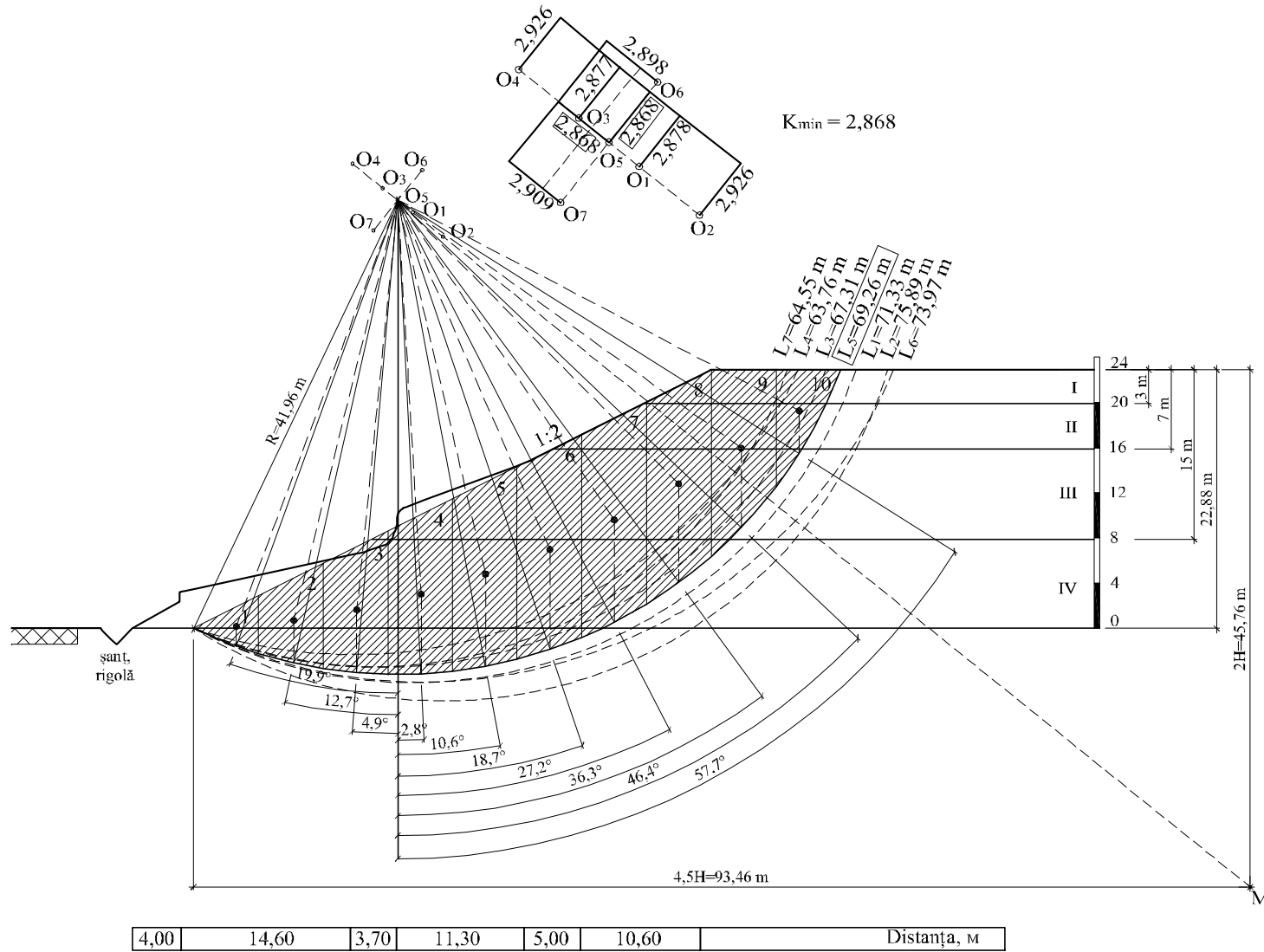


Fig. A13.3. Calculul stabilității taluzului stâng de debleu, pichetul nr. 1445+00 cu metoda circular-cilindrică (conform rezultatelor încercărilor probelor cu structură naturală intactă)

Sursa: elaborat de autor

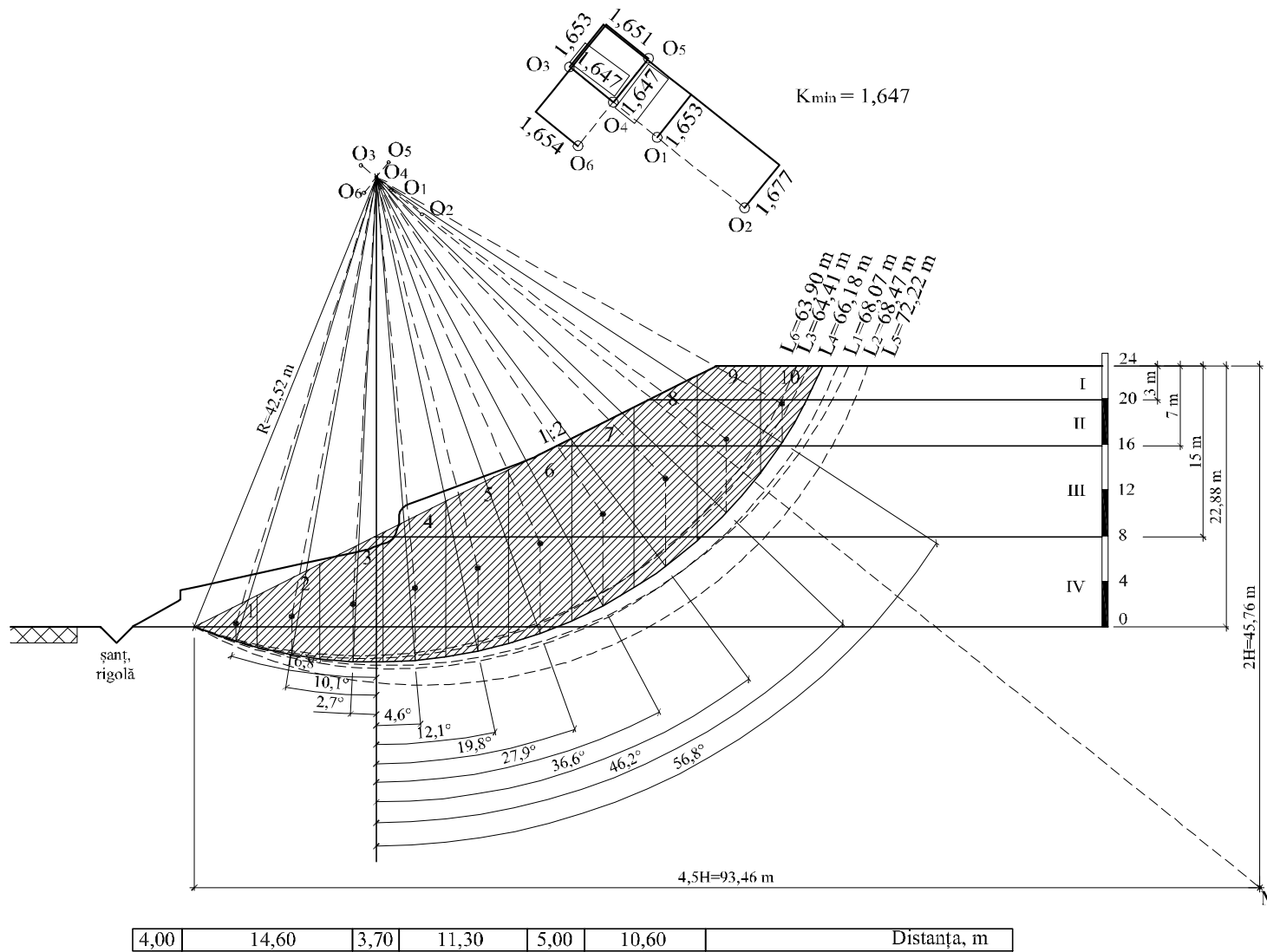


Fig. A13.4. Calculul stabilității taluzului stâng de debleu, pichetul nr. 1445+00 cu metoda circular-cilindrică (conform rezultatelor încercărilor probelor cu suprafață pregătită de forfecare)

Sursa: elaborat de autor

Rezultatele calculului stabilității taluzurilor debleurilor cu software-ul PLAXIS

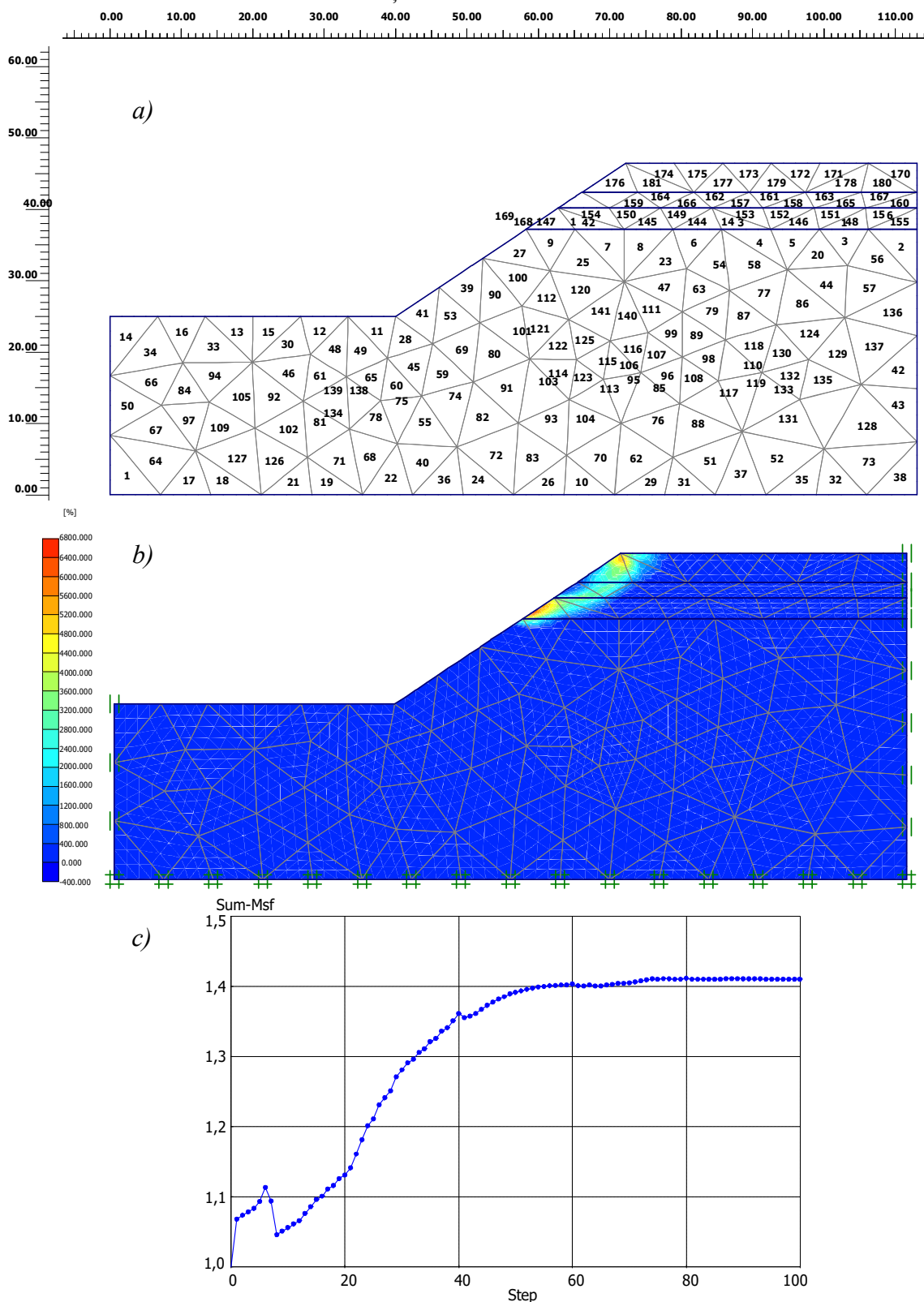


Fig. A14.1 Rezultatele calculului stabilității taluzului debleului, pichet nr. 14375÷14379 cu software-ul PLAXIS: a) schema de calcul; b) izosuprafețele planului de alunecare pentru caracteristicile fizico-mecanice ale pământurilor adoptate conform СНиП 2.02.01-83; c) graficul rezultatelor determinării coeficientului de stabilitate.

Sursa: elaborat de autor cu ajutorul software-ului PLAXIS

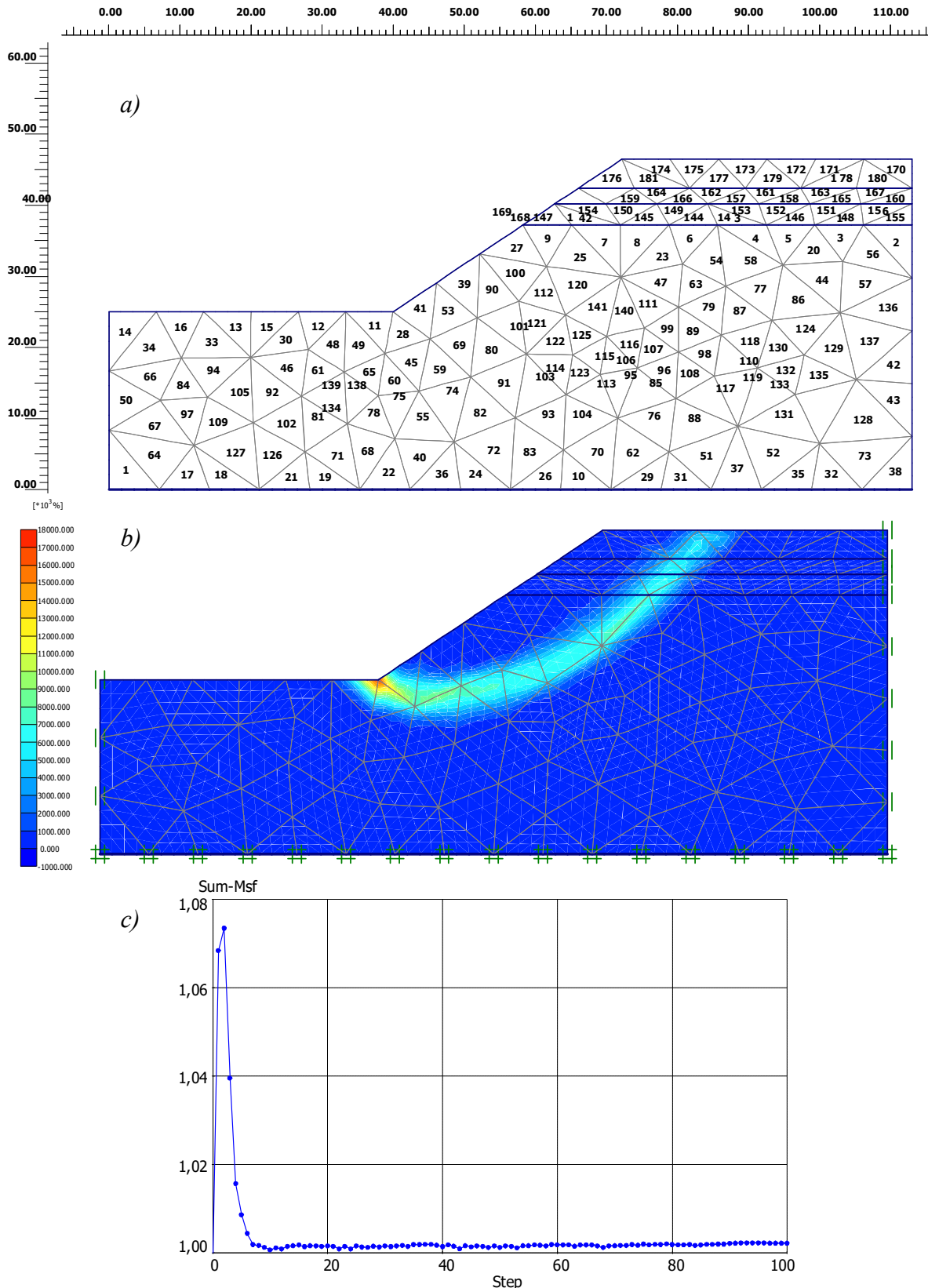


Fig. A14.2 Rezultatele calcului stabilității taluzului debleului, pichet nr. 14375÷14379 cu software-ul PLAXIS: a) schema de calcul; b) izosuprafețele planului de alunecare după micșorarea caracteristicile fizico-mecanice ale argilelor până la valorile ce corespund condiției $K_{stab} \approx 1$; c) graficul rezultatelor determinării coeficientului de stabilitate.
 Sursa: elaborat de autor cu ajutorul software-ul PLAXIS

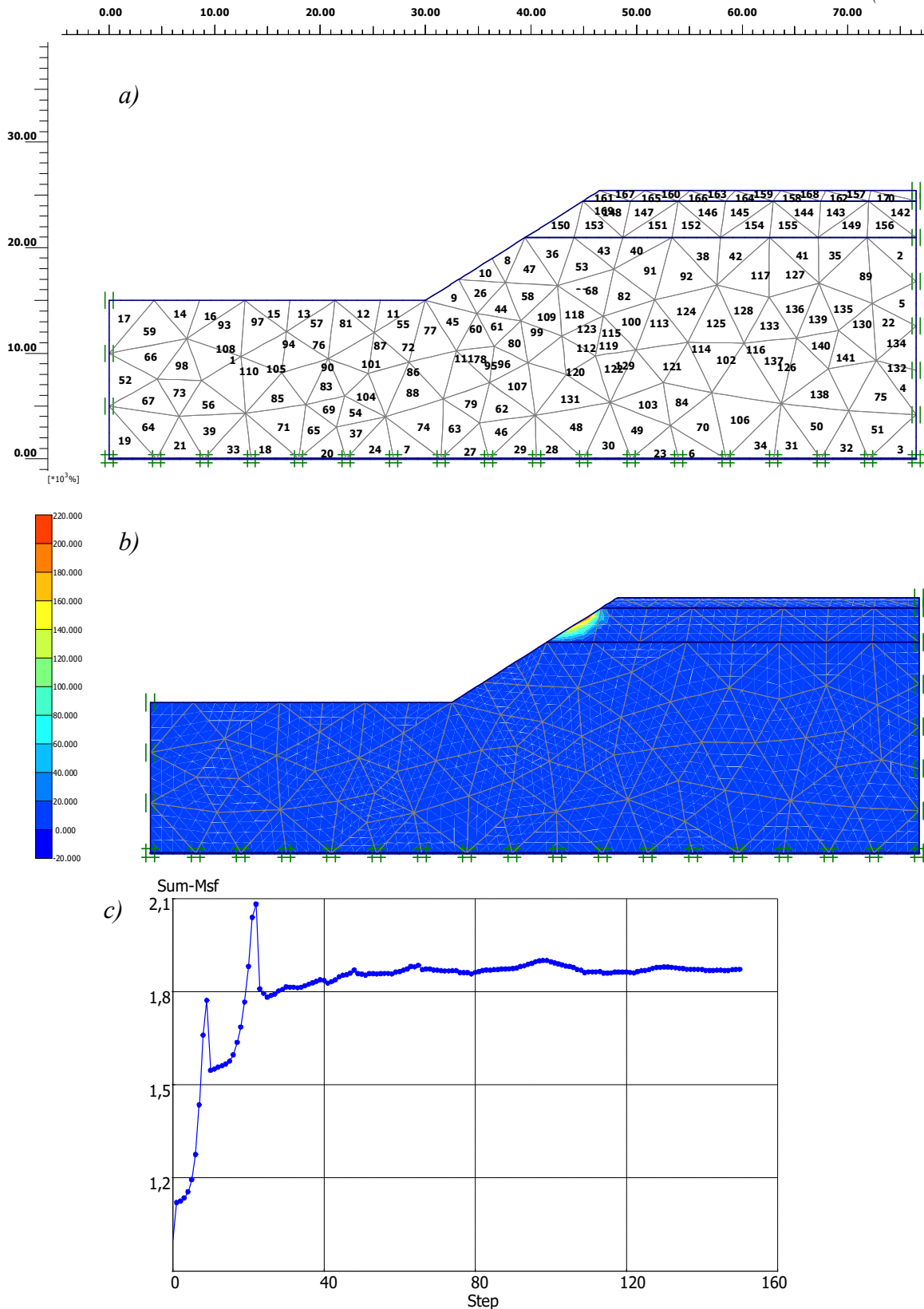


Fig. A14.3 Rezultatele calcului stabilității taluzului debleului, pichet nr. 14406÷14410 cu software-ul PLAXIS: a) schema de calcul; b) izosuprafețele planului de alunecare pentru caracteristicile fizico-mecanice ale pământurilor adoptate conform СНиП 2.02.01-83; c) graficul rezultatelor determinării coeficientului de stabilitate.

Sursa: elaborat de autor cu ajutorul software-ului PLAXIS

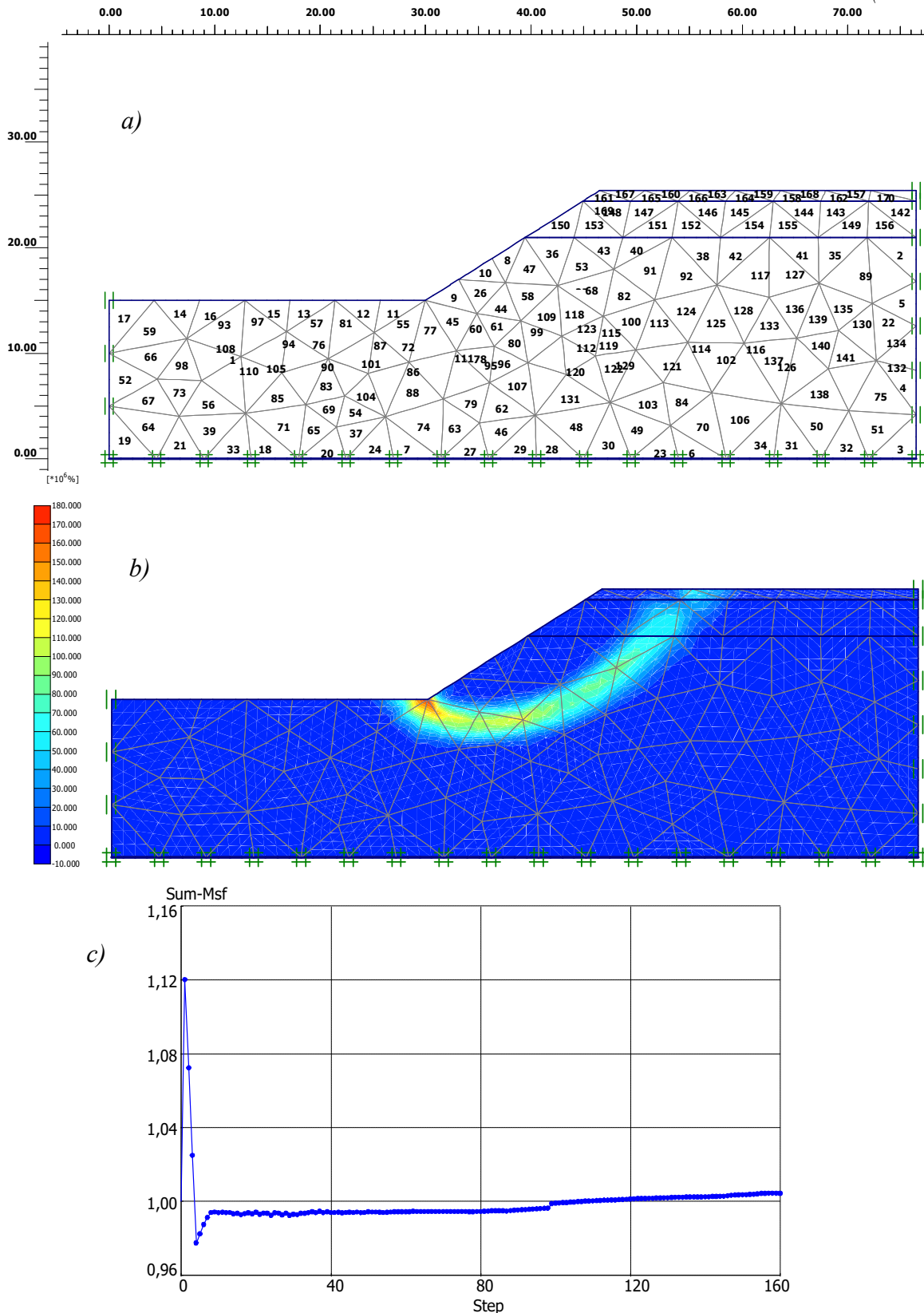


Fig. A14.4 Rezultatele calcului stabilității taluzului debleului, pichet nr. 14406÷14410 cu software-ul PLAXIS: a) schema de calcul; b) izosuprafețele planului de alunecare după micșorarea caracteristicile fizico-mecanice ale argilelor până la valorile ce corespund condiției $K_{stab} \approx 1$; c) graficul rezultatelor determinării coeficientului de stabilitate.

Sursa: elaborat de autor cu ajutorul software-ul PLAXIS

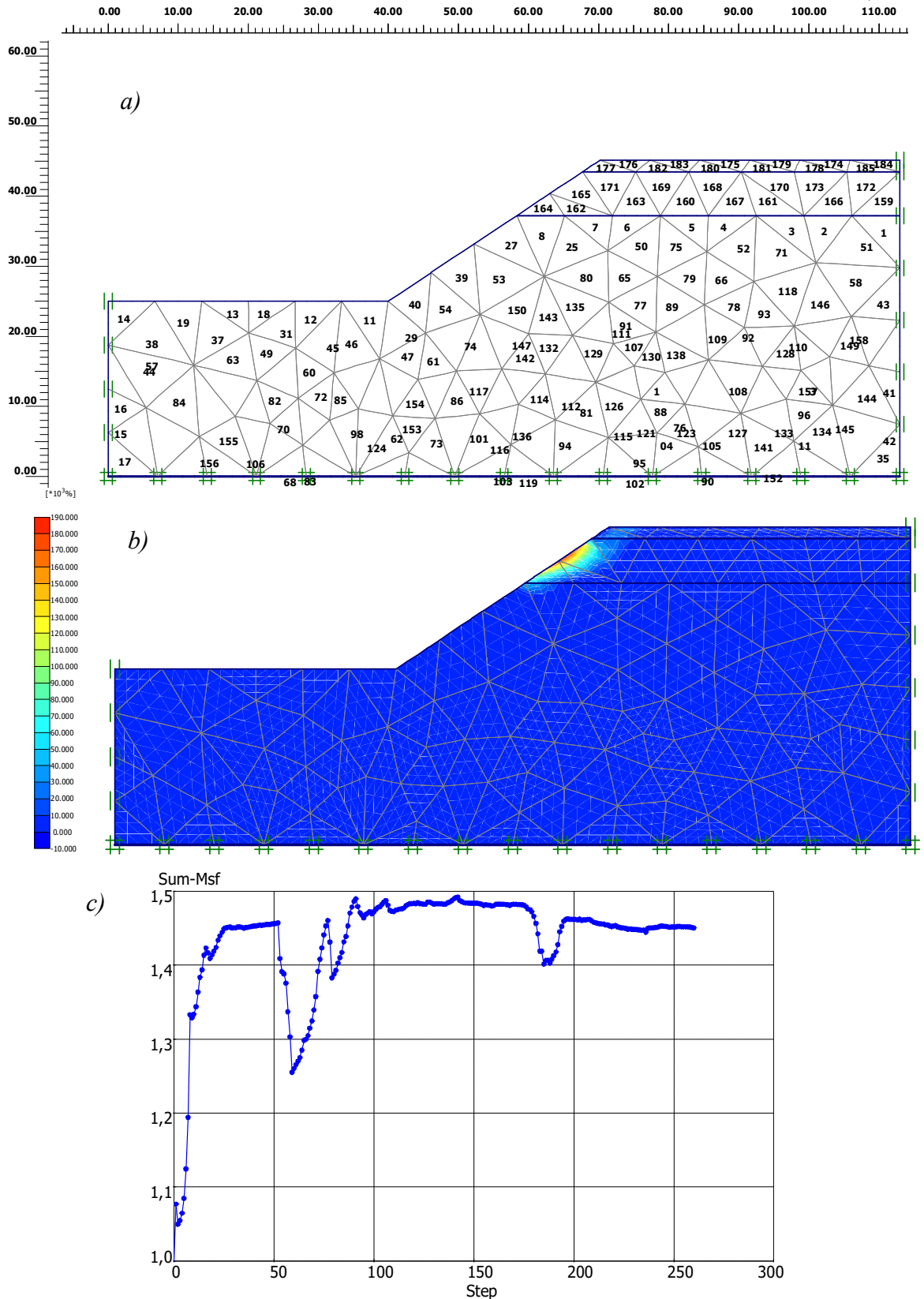


Fig. A14.5 Rezultatele calcului stabilității taluzului debleului, pichet nr. 14358÷14365 cu software-ul PLAXIS: a) schema de calcul; b) izosuprafețele planului de alunecare pentru caracteristicile fizico-mecanice ale pământurilor adoptate conform CHиП 2.02.01-83; c) graficul rezultatelor determinării coeficientului de stabilitate.

Sursa: elaborat de autor cu ajutorul software-ului PLAXIS

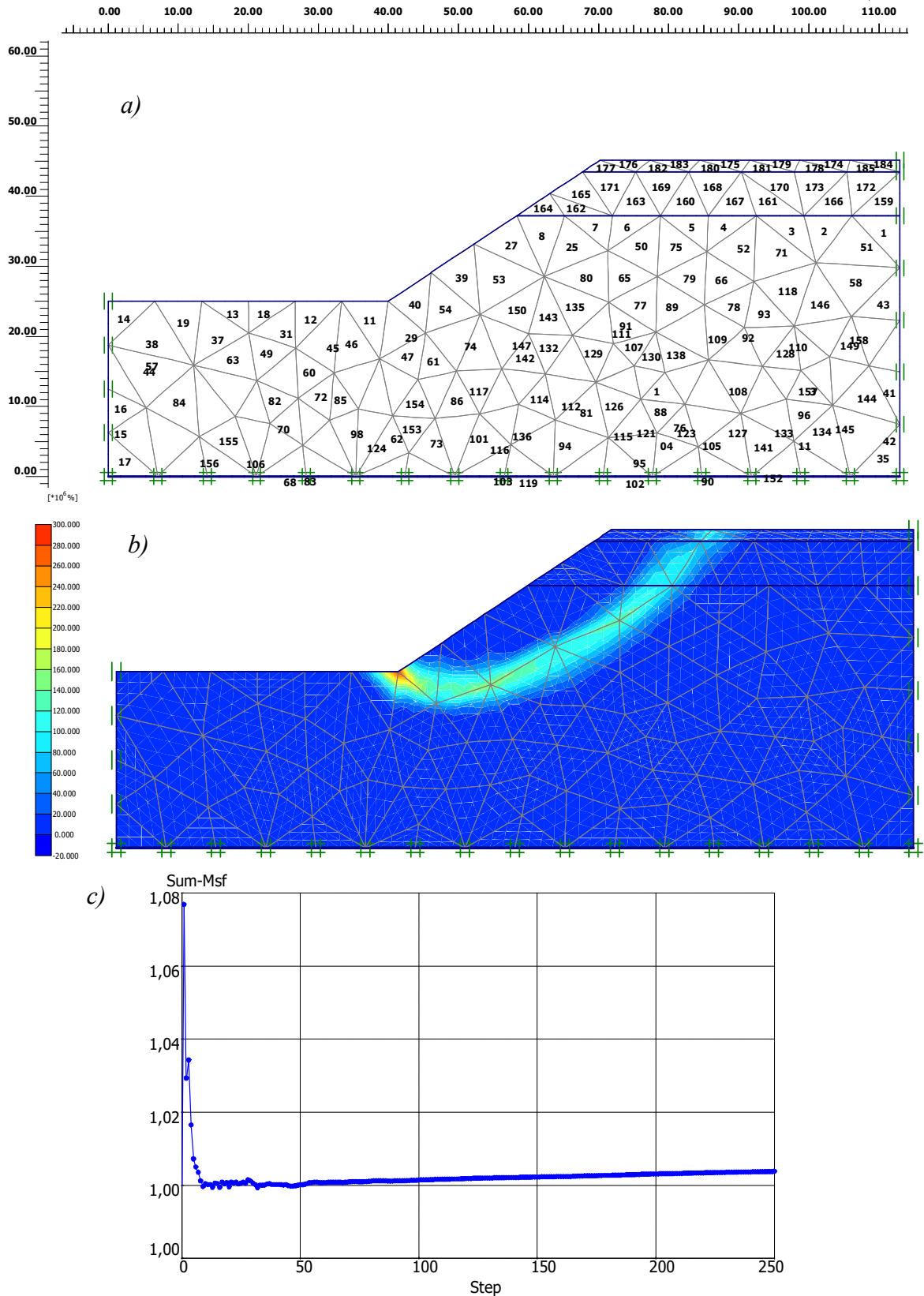


Fig. A14.6 Rezultatele calcului stabilității taluzului debleului, pichet nr. 14358÷14365 cu software-ul PLAXIS: a) schema de calcul; b) izosuprafețele planului de alunecare după micșorarea caracteristicile fizico-mecanice ale argilelor până la valorile ce corespund condiției $K_{stab} \approx 1$; c) graficul rezultatelor determinării coeficientului de stabilitate.

Sursa: elaborat de autor cu ajutorul software-ul PLAXIS

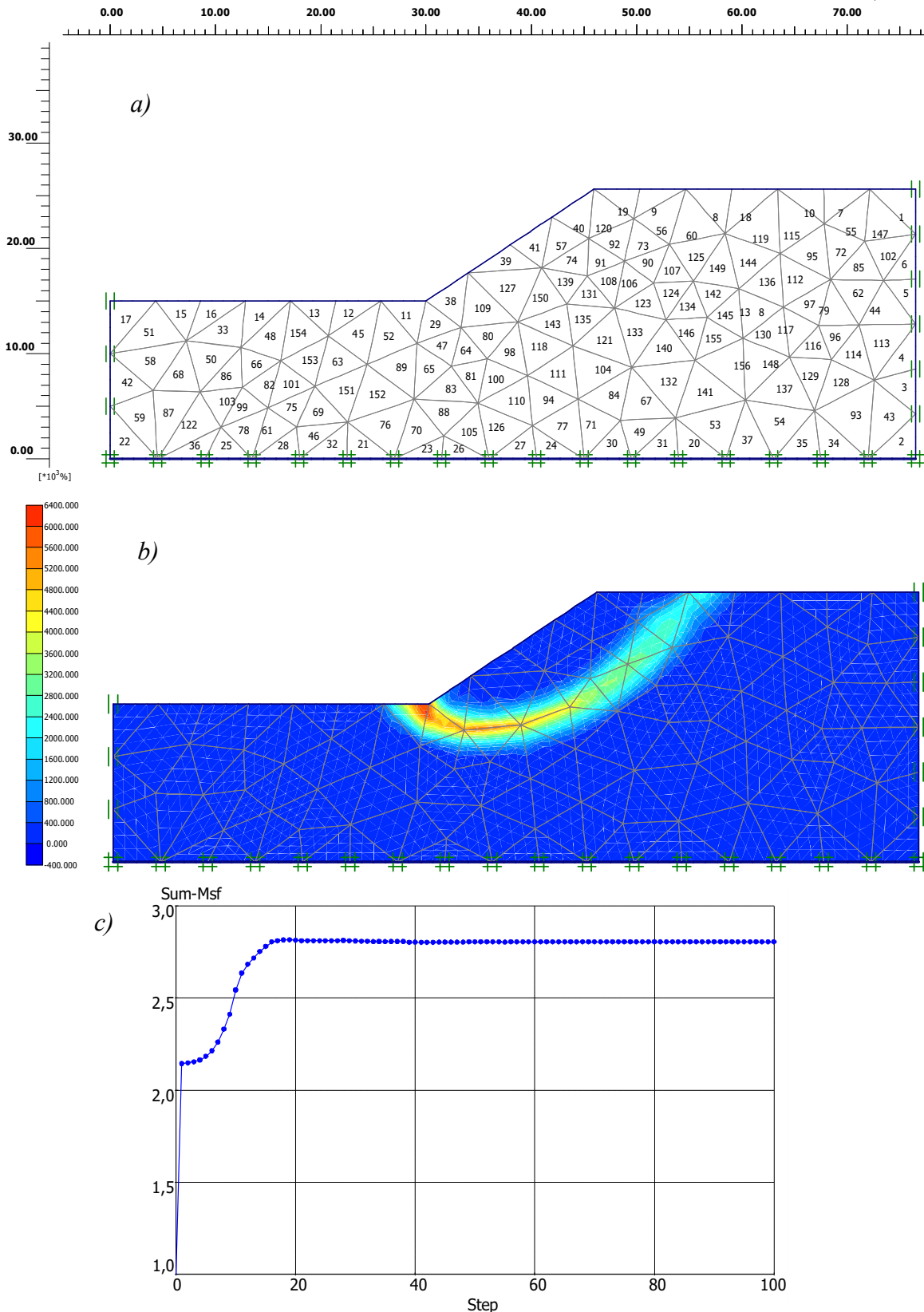


Fig. A14.7 Rezultatele calcului stabilității taluzului debleului, pichet nr. 14368÷14371 cu software-ul PLAXIS: a) schema de calcul; b) izosuprafețele planului de alunecare pentru caracteristicile fizico-mecanice ale pământurilor adoptate conform CHиП 2.02.01-83; c) graficul rezultatelor determinării coeficientului de stabilitate.

Sursa: elaborat de autor cu ajutorul software-ului PLAXIS

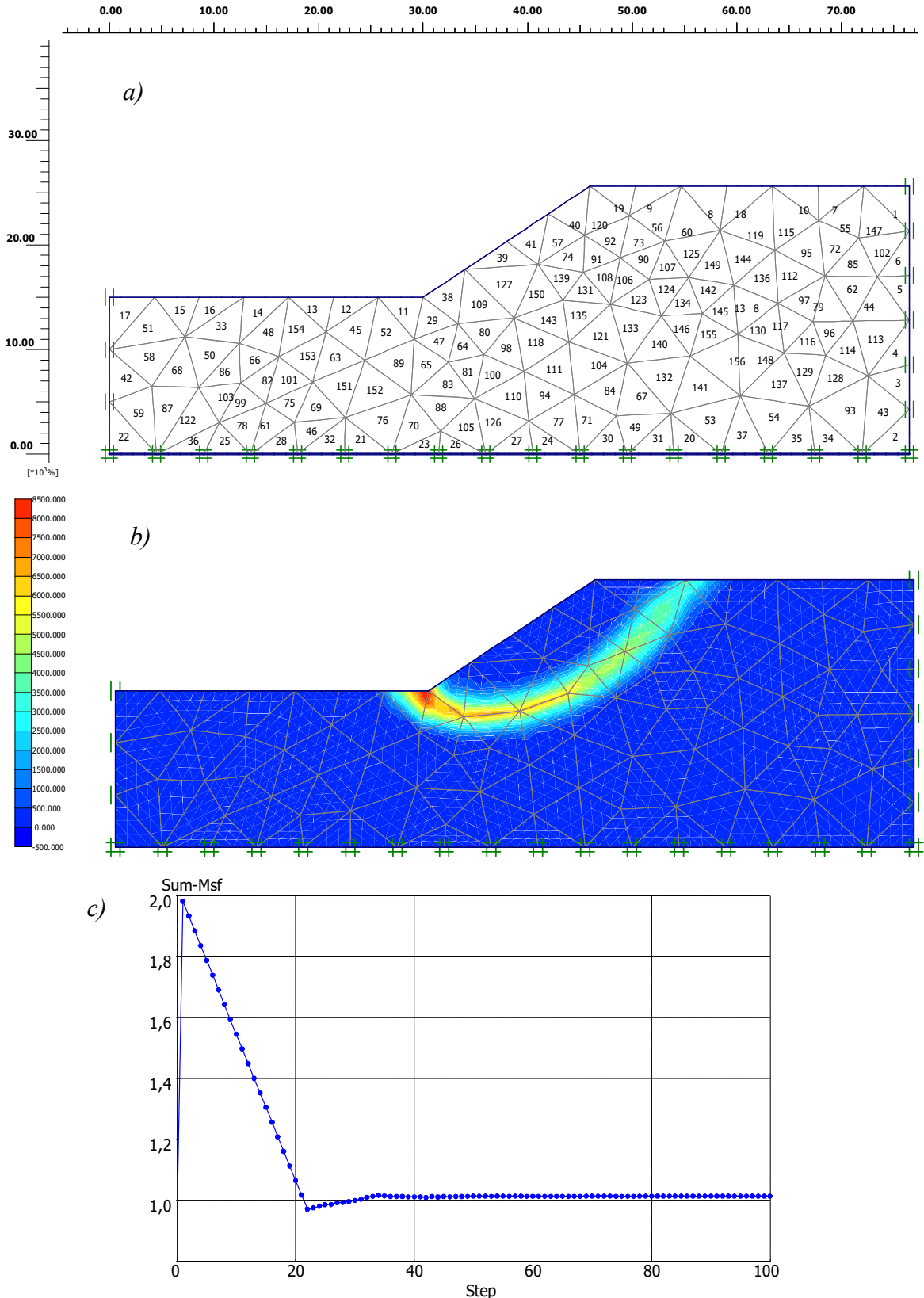


Fig. A14.8 Rezultatele calculii stabilității taluzului debleului, pichet nr. 14368÷14371 cu software-ul PLAXIS: a) schema de calcul; b) izosuprafețele planului de alunecare după micșorarea caracteristicile fizico-mecanice ale argilelor până la valorile ce corespund condiției $K_{stab} \approx 1$; c) graficul rezultatelor determinării coeficientului de stabilitate.

Sursa: elaborat de autor cu ajutorul software-ul PLAXIS

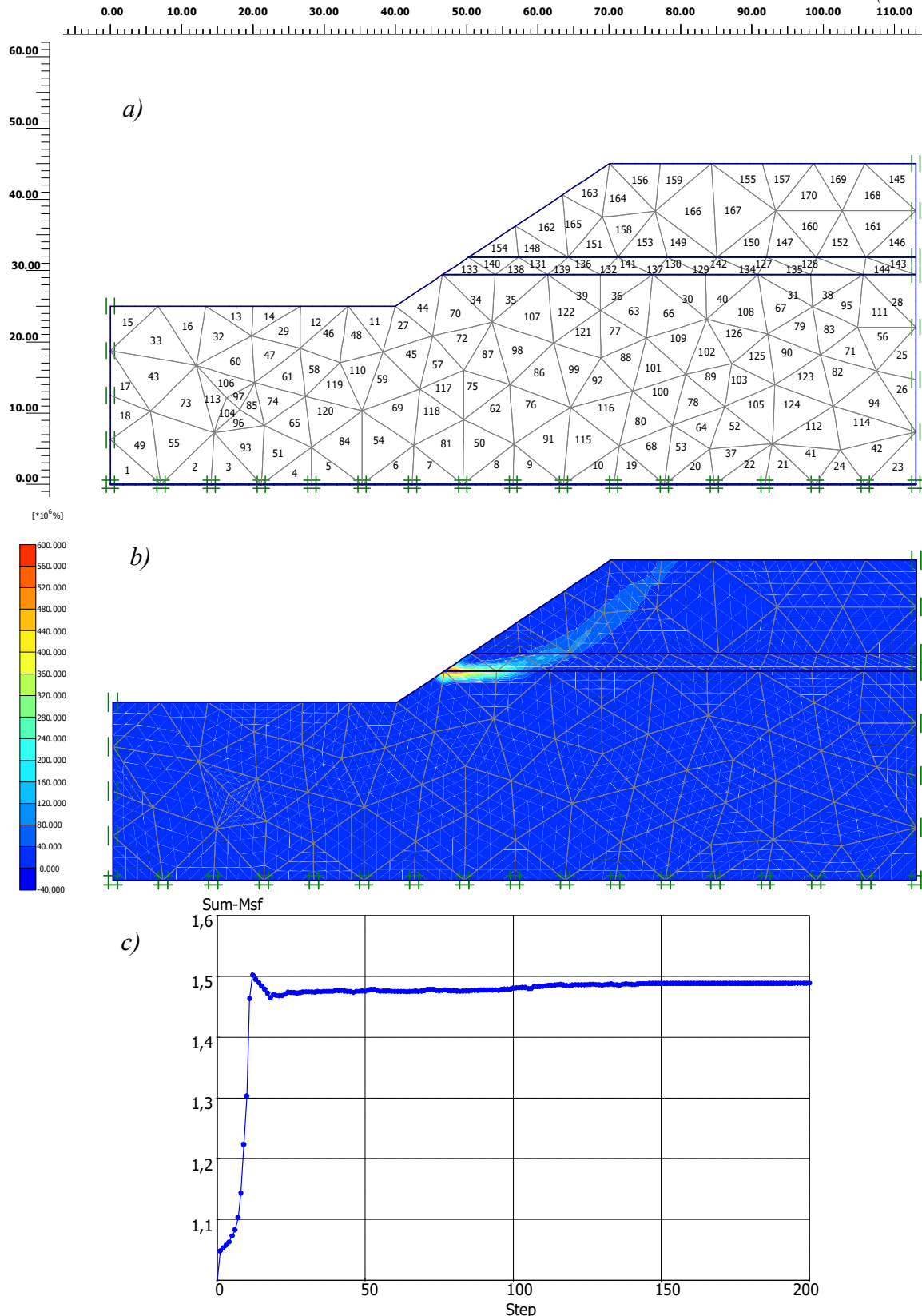


Fig. A14.9 Rezultatele calcului stabilității taluzului debleului, pichet nr. 14406÷14410 cu software-ul PLAXIS: a) schema de calcul; b) izosuprafețele planului de alunecare pentru caracteristicile fizico-mecanice ale pământurilor adoptate conform CHиП 2.02.01-83; c) graficul rezultatelor determinării coeficientului de stabilitate.

Sursa: elaborat de autor cu ajutorul software-ului PLAXIS

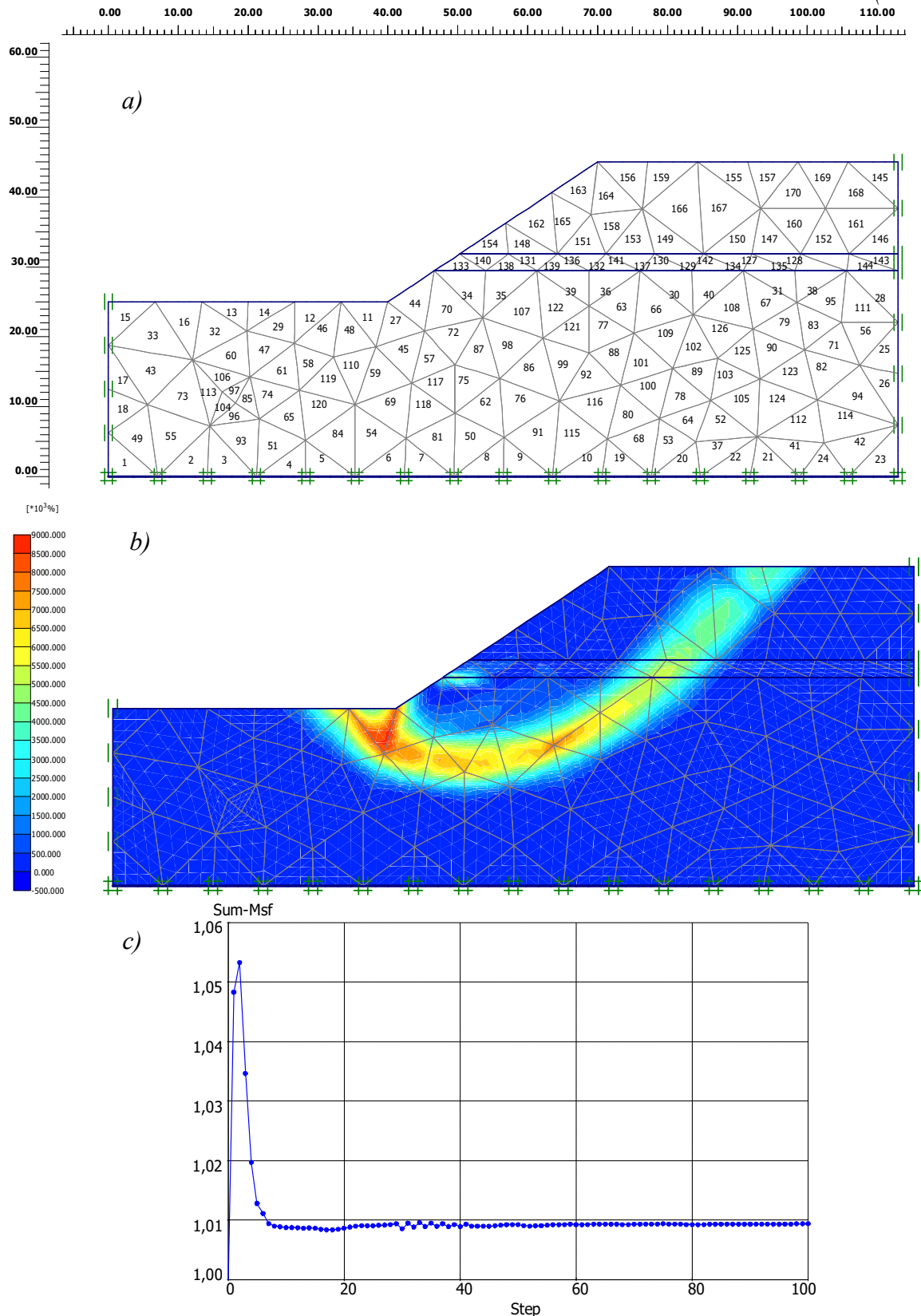


Fig. A14.10 Rezultatele calcului stabilității taluzului debleului, pichet nr. 14406÷14410 cu software-ul PLAXIS: a) schema de calcul; b) izosuprafețele planului de alunecare după micșorarea caracteristicile fizico-mecanice ale argilelor până la valorile ce corespund condiției $K_{stab} \approx 1$; c) graficul rezultatelor determinării coeficientului de stabilitate.
 Sursa: elaborat de autor cu ajutorul software-ului PLAXIS

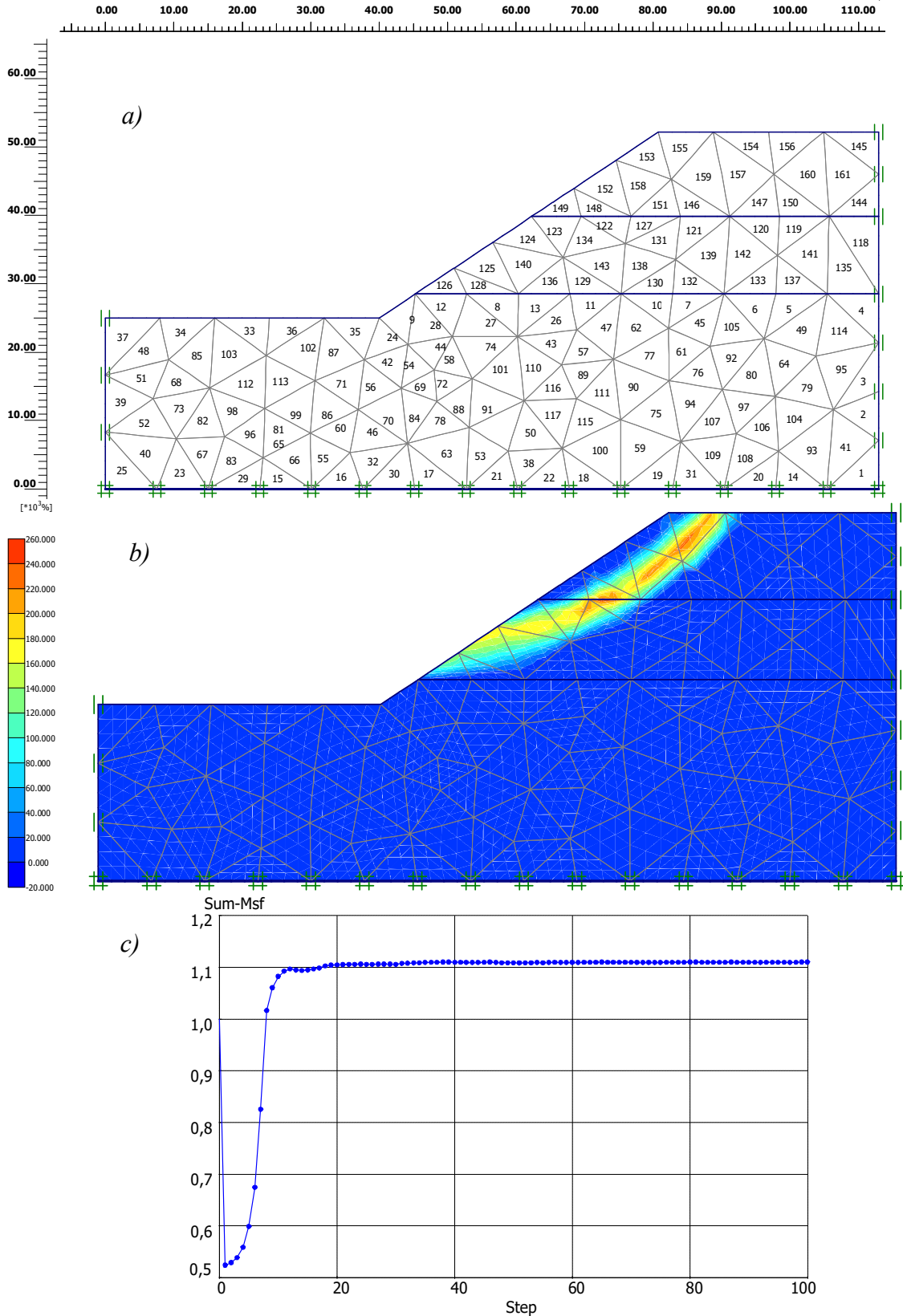


Fig. A14.11 Rezultatele calcului stabilității taluzului debleului, pichet nr. 14358÷14365 cu software-ul PLAXIS: a) schema de calcul; b) izosuprafețele planului de alunecare pentru caracteristicile fizico-mecanice ale pământurilor adoptate conform СНП 2.02.01-83; c) graficul rezultatelor determinării coeficientului de stabilitate.

Sursa: elaborat de autor cu ajutorul software-ului PLAXIS

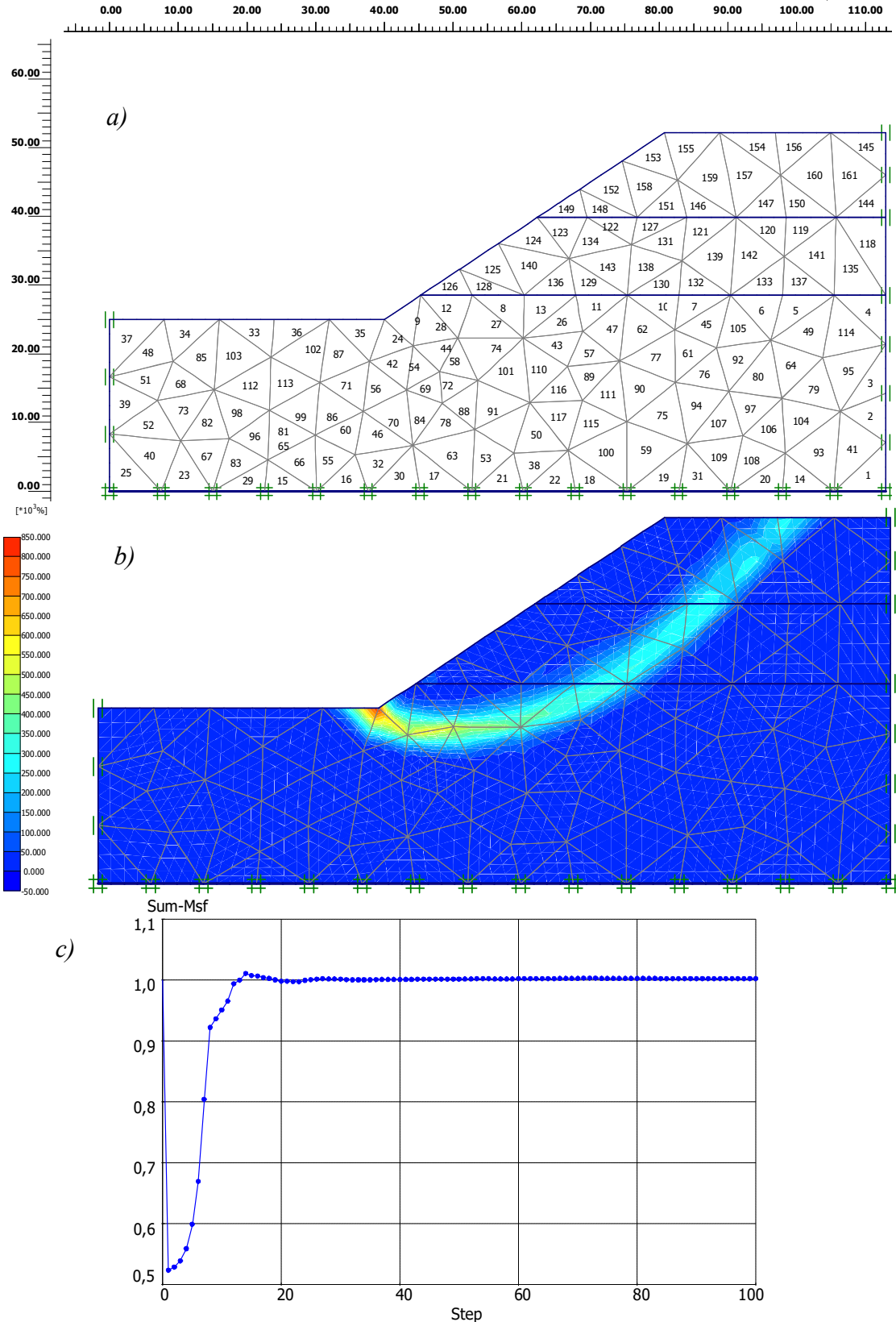


Fig. A14.12 Rezultatele calcului stabilității taluzului debleului, pichet nr. 14358÷14365 cu software-ul PLAXIS: a) schema de calcul; b) izosuprafețele planului de alunecare după micșorarea caracteristicile fizico-mecanice ale argilelor până la valorile ce corespund condiției $K_{stab} \approx 1$; c) graficul rezultatelor determinării coeficientului de stabilitate.
 Sursa: elaborat de autor cu ajutorul software-ului PLAXIS

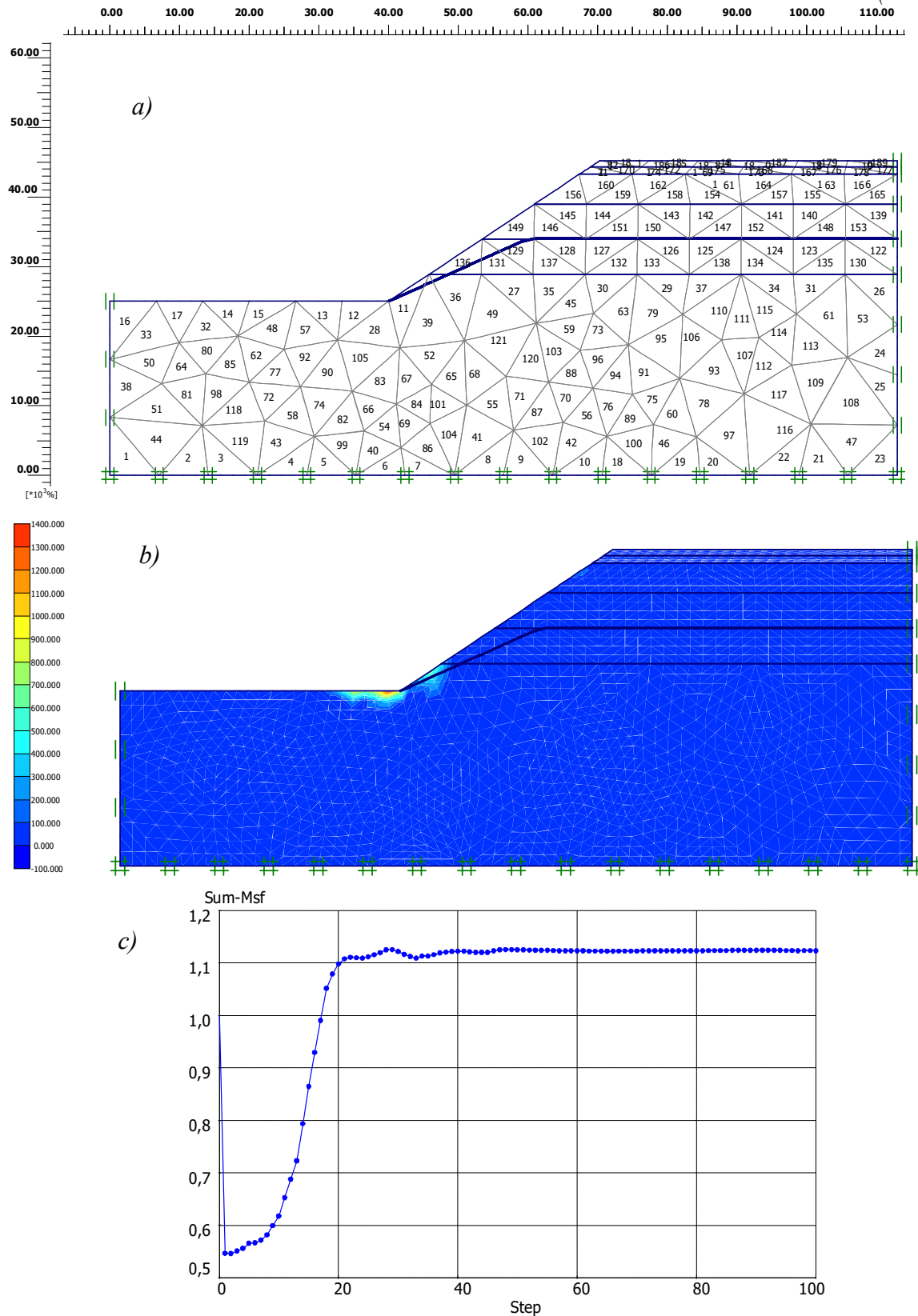


Fig. A14.13 Rezultatele calcului stabilității taluzului debleului, pichet nr. 14388÷14395 cu software-ul PLAXIS: a) schema de calcul; b) izosuprafețele planului de alunecare pentru caracteristicile fizico-mecanice ale pământurilor adoptate conform СНиП 2.02.01-83; c) graficul rezultatelor determinării coeficientului de stabilitate.

Sursa: elaborat de autor cu ajutorul software-ului PLAXIS

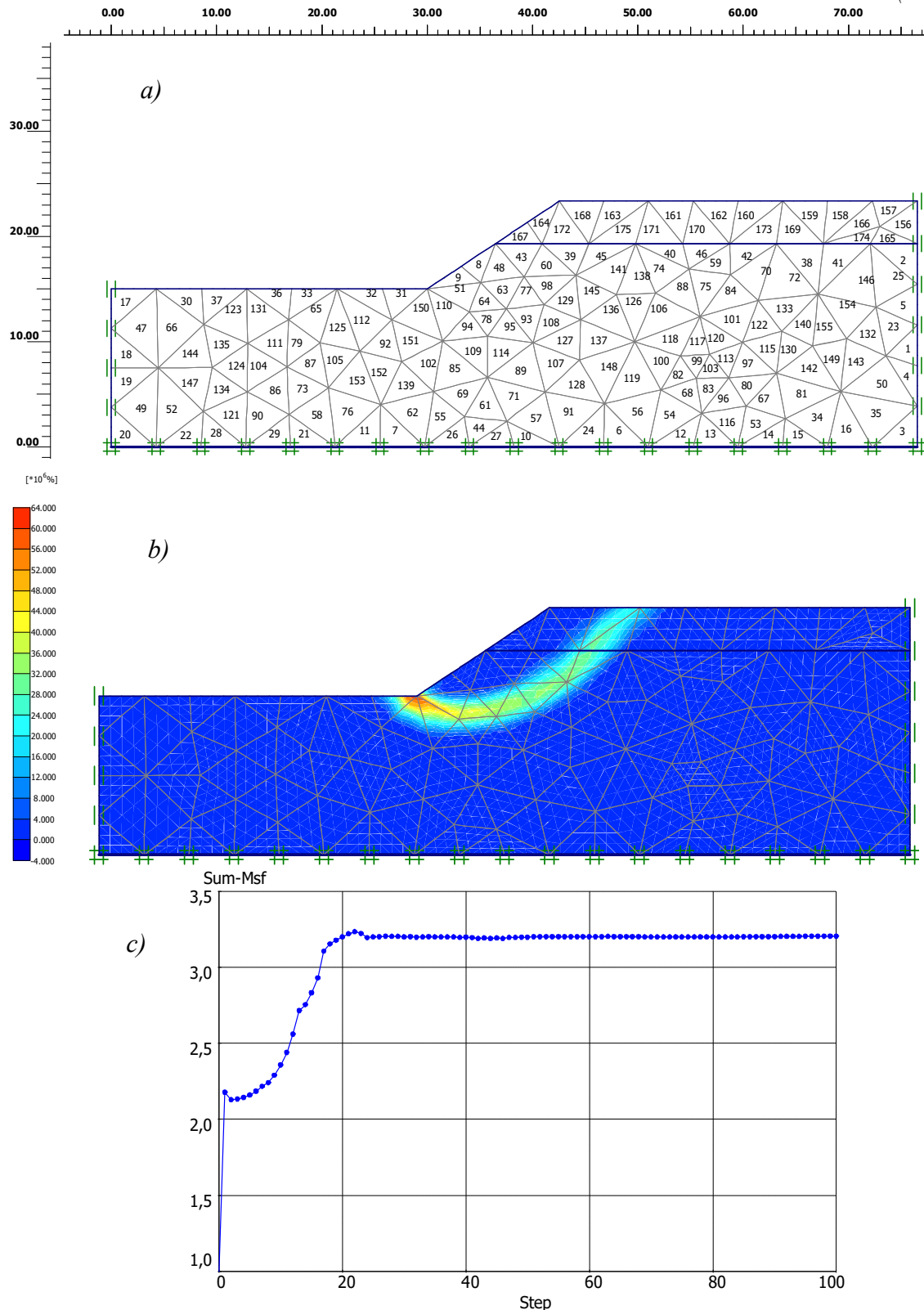


Fig. A14.15 Rezultatele calcului stabilității taluzului debleului, pichet nr. 14348÷14351 cu software-ul PLAXIS: a) schema de calcul; b) izosuprafețele planului de alunecare pentru caracteristicile fizico-mecanice ale pământurilor adoptate conform СНиП 2.02.01-83; c) graficul rezultatelor determinării coeficientului de stabilitate.

Sursa: elaborat de autor cu ajutorul software-ului PLAXIS

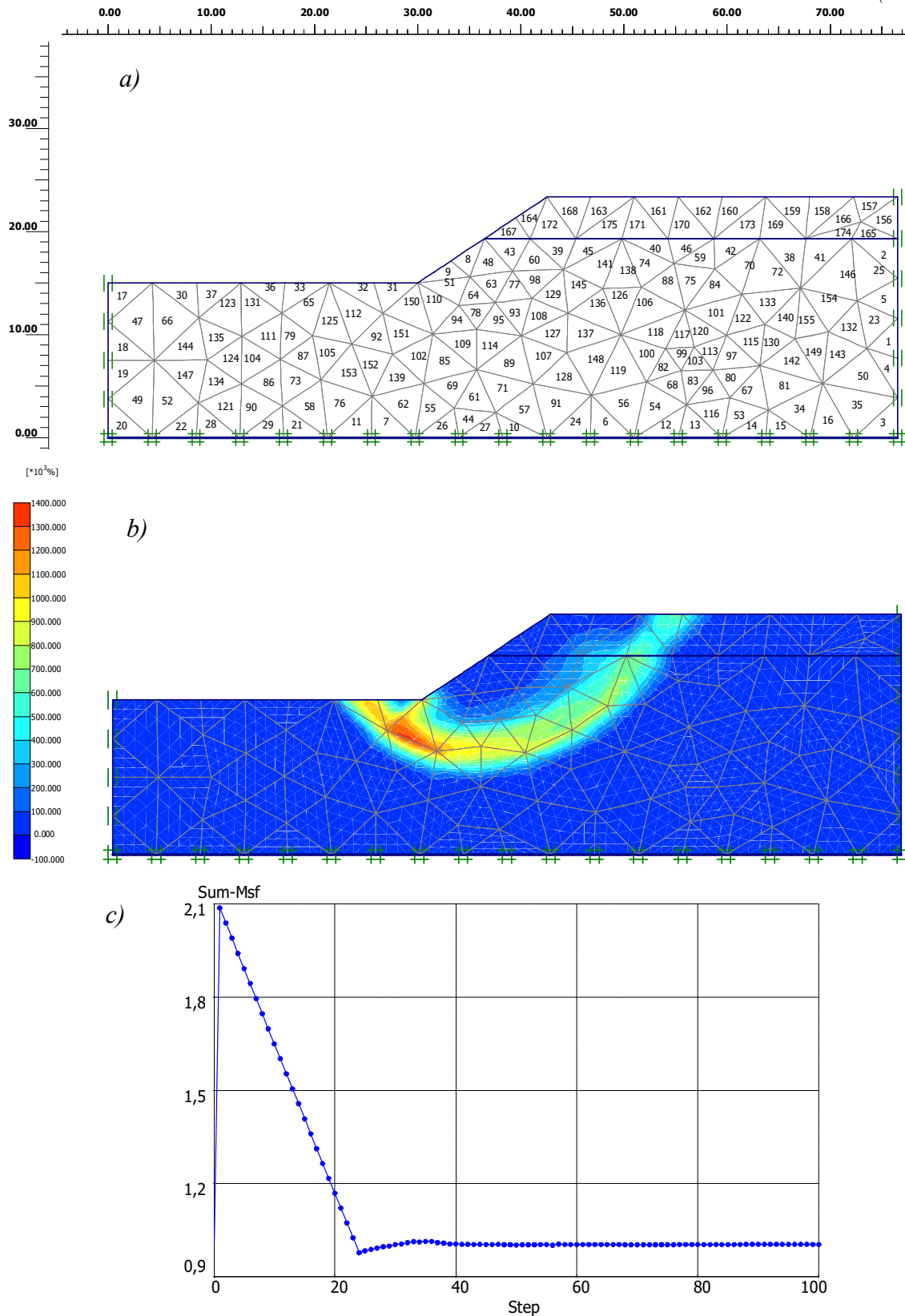
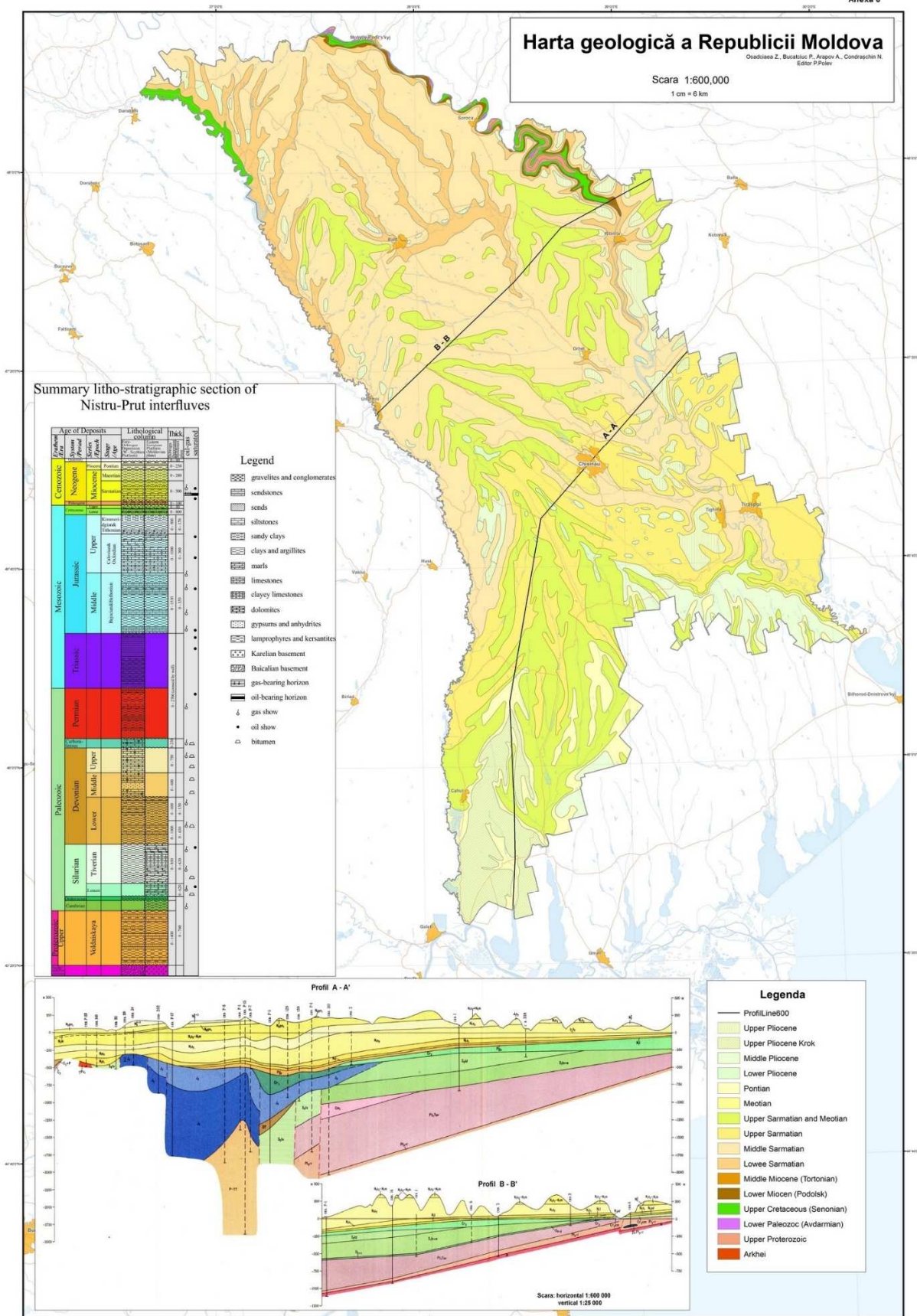


Fig. A14.16 Rezultatele calcului stabilității taluzului debleului, pichet nr. 14348÷14351 cu software-ul PLAXIS: a) schema de calcul; b) izosuprafețele planului de alunecare după micșorarea caracteristicile fizico-mecanice ale argilelor până la valorile ce corespund condiției $K_{stab} \approx 1$; c) graficul rezultatelor determinării coeficientului de stabilitate.
 Sursa: elaborat de autor cu ajutorul software-ul PLAXIS

Harta geologică a Republicii Moldova



Sursa: <http://agrm.gov.md/ro/contact/harti>

Harta. Pronosticul activizării alunecărilor de teren pe teritoriul Republicii Moldova

MINISTERUL MEDIULUI AL REPUBLICII MOLDOVA

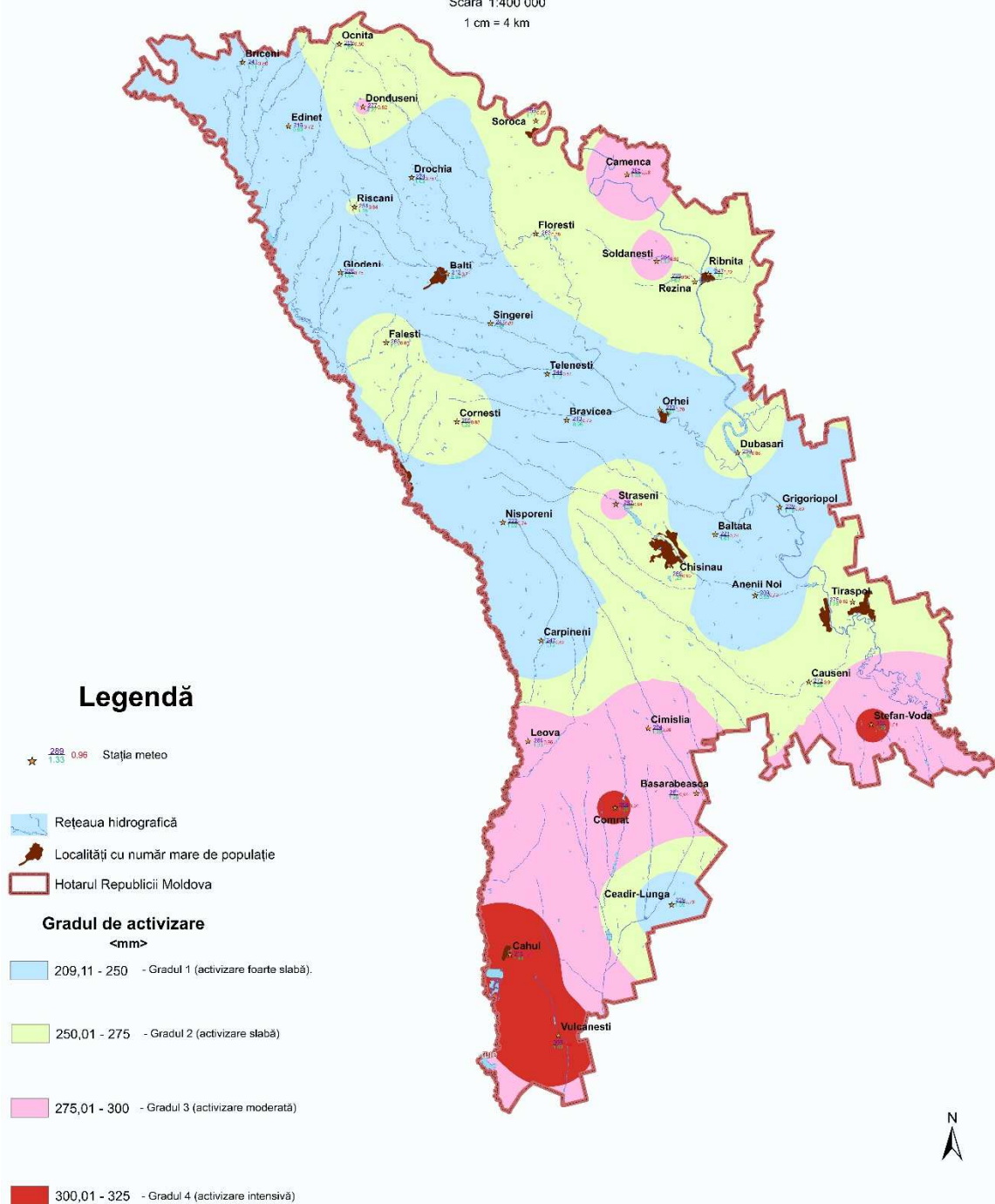
ÎNTEPRINDERE DE STAT EXPEDIȚIA HIDROGEOLOGICĂ DIN MOLDOVA „EHGeoM”

HARTA

PRONOSTICUL ACTIVIZĂRII ALUNECĂRIILOR DE TEREN PE TERITORIUL REPUBLICII MOLDOVA

pentru perioada de primăvară a anului 2016

Scara 1:400 000
1 cm = 4 km



AUTOR: JIZDAN DINA

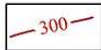
Sursa: <http://www.ehgeom.gov.md/ro/proiecte-din-bugetul-de-stat/monitorizarea-proceselor-geologice-exogene>

SEMNE CONVENȚIONALE

1. Datele meteo din perioada lunilor IX.2014 – III.2015



Punctul meteo (stație, post). Cifrele: numărător – cantitatea de precipitații atmosferice (mm) înregistrate pe parcursul perioadei lunilor IX.2014 – III.2015; numitor – raportul dintre suma precipitațiilor din perioada dată și valoarea multianuală a sumei precipitațiilor (218 mm) (stația Chișinău); cifra din dreapta – raportul dintre cantitatea de precipitații (lunile IX.2014 – III.2015) și “suma critică” de precipitații (300 mm) din perioada respectivă, care pot provoca activizarea alunecărilor de teren.



Izoliniile cu cantități egale de precipitații atmosferice (mm) din perioada lunilor IX-III, care nu au atins valoarea “critică” (300 mm).

2. Prognoza dezvoltării alunecărilor de teren în perioada aprilie – mai 2015 pe teritoriul Republicii Moldova

Se prevede că activizarea alunecărilor de teren se va manifesta în următoarea gradație:



Gradul 1 (activizare foarte slabă) – nu se va manifesta sau se va manifesta pe alocuri. Nu se exclude activizarea unor alunecări din cauza unor factori tehnogeni.



Gradul 2 (activizare slabă) – se poate avea loc în limitele raioanelor cu cantitățile medii de precipitații între 250-275 mm înregistrate în perioada lunilor IX.2014 – III. 2015 – raioanele administrative Ocnița, Florești, Bălți, Glodeni, Fălești, Cărpineni, Hîncești. Cu toate că, suma precipitațiilor atmosferice constituie o valoare mai puțin critică, sunt posibile activizări ale alunecărilor de teren în zonele cu impact antropoc exprimate sub formă de fisuri la suprafața solului, în pereții clădirilor, caselor de locuit și altele.



Gradul 3 (activizare moderată) - se poate manifesta în limitele raioanelor cu cantitățile medii de precipitații între 275–300 mm înregistrate în perioada lunilor IX.2014 – III.2015. Raioanele administrative: Singerei, Călărași, Nisporeni, Tiraspol, Cahul, Ceadr-Lunga, Vulcănești. În limitele focarelor de activizare a alunecărilor din anii 1996 – 2011 se așteaptă deplasări slabe de masă pe sectoarele de mijloc și cele superioare ale alunecărilor de teren actuale exprimate sub formă de creștere a fisurilor de la suprafață și a dislocărilor pe verticală, care se vor solda cu deformarea clădirilor situate pe locurile posibilelor deplasări de masă.



Gradul 4 (activizare intensivă) - poate avea loc în cadrul raioanelor cu cantitatea medie de precipitații între 300 – 350 mm înregistrate în perioada lunilor IX.2014 – III.2015, care depășesc „valoarea critică”. Raioanele administrative: Soroca, Camenca, Rîbnița, Șoldănești, Telenești, Cornești, Ungheni, Orhei, Criuleni, Dubăsari, Chișinău, Vadul lui Vodă, Grigoriopol, Anenii-Noi, Tighina, Căușeni, Cimișlia, Leova, Comrat, Cantemir. Activizarea alunecărilor este posibilă pe sectoarele afectate de alunecările din perioada anilor 1996 – 2011. Sunt posibile distrugerea clădirilor aflate pe versanții de alunecări și în nemijlocita apropiere de alunecările contemporane. Nu se exclude posibilitatea de apariție de noi focare de alunecări, cu deplasări de adâncime nesemnificative (5-15m).



Gradul 5 (activizare foarte intensivă) – poate avea loc în cadrul raioanelor cu cantitatea medie de precipitații ce depășește 350 mm înregistrate în perioada lunilor IX.2014 – III.2015 în raioanele: Rezina, Strășeni (parțial), Basarabeasca (parțial), Ștefan – Vodă. Activizarea alunecărilor este așteptată pe sectoarele afectate de alunecări contemporane. Dar, deoarece suma precipitațiilor atmosferice din lunile septembrie și octombrie 2014 au fost mai mici decât norma, o activizare de amploare este puțin probabilă.

Așa cum suma precipitațiilor atmosferice din lunile octombrie, decembrie 2014 și februarie și martie 2015 au fost mai mici decât norma, o activizare de amploare este puțin probabilă.



Nivelul apelor freatice din limitele sectorului, care depășește limita valorii “critice” rocile sunt suprasaturate.



Nivelul apelor freatice din limitele sectorului, care se află sub limita valorii “critice”.



Sectoarele de observații de categoria a II.



Sectoarele de supraveghere de categoria a III.

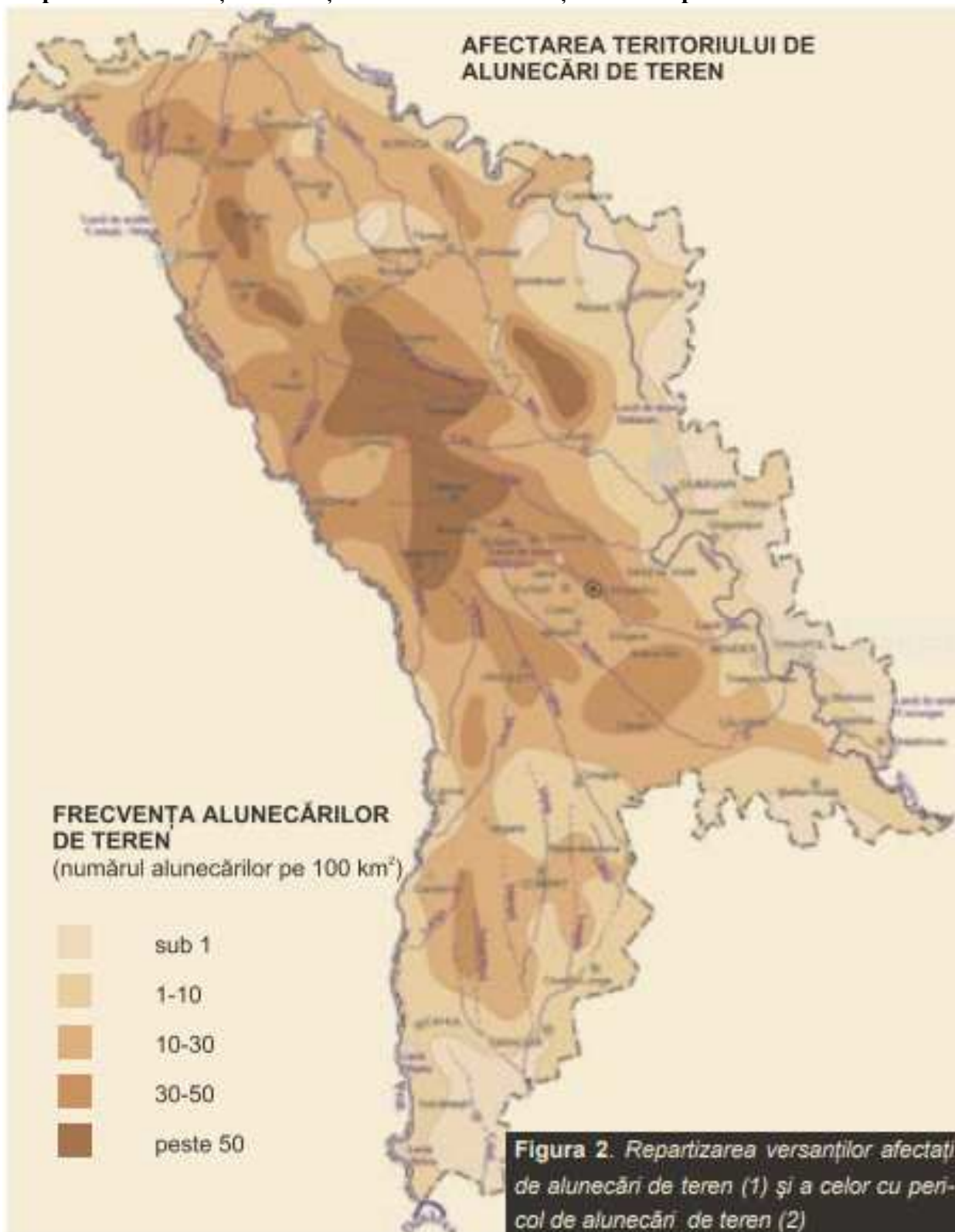
Notă:

- În caz de căderi de precipitații atmosferice abundente în luna aprilie este posibil modificarea gradului de activizare în direcția intensificării.
- Este posibil activizarea alunecărilor pe pantele unor sectoare de drum și ale carierelor, în limitele zonelor 3-4.
- La începutul lunii aprilie se constată creșterea nivelului apelor subterane.

Autor: Jizdan D.
Tel. 022 75 14 63

Sursa: <http://www.ehgeom.gov.md/ro/proiecte-din-bugetul-de-stat/monitorizarea-proceselor-geologice-exogene>

Repartizarea versanților afectați de alunecări de teren și a celor cu pericol de alunecări de teren



Sursa: <http://www.clima.md/files/CercetareSC/Publicatii/Mediul%20Ambiant%20nr%205%20Octombrie%202005%20Mihai%20Boian.pdf>

CertIFICATELE DE CONFIRMARE A IMPLEMENTĂRII REZULTATELOR TEZEI DE DOCTOR



INTEXNAUCA S.A.

MD-2012, Moldova, Chișinău, str. V. Alecsandri, 64 tel. : (373 22) 22-75-06, fax: (373 22) 22-16-15
www.itn.md; e-mail: office@itn.md

CERTIFICAT DE CONFIRMARE

a implementării rezultatelor tezei de doctor

autor Cîrlan Alexandru

Rezultatele și recomandările propuse de autor în teza "*Studiul proprietăților reologice ale solurilor pentru evaluarea stării de tensiune-deformație a terenurilor de fundații*", pentru obținerea titlului de doctor în tehnică, au fost implementate la calculul stabilității terasamentelor tronsonului drumului M5 km 182,0-182,4 și aprecierea stabilității pantei de pe str. V. Trandafirilor nr.4. mun Chișinău, în cadrul cărora au fost stabilite manifestări de alunecări de teren.

Pentru prognoza stabilității locală și de lungă durată a acestor obiective, a fost utilizată metoda practică, propusă de autor, care permite evidența proprietăților reologice ale pământurilor argiloase.

Data 07.05.2018

Director general S.A."INTEXNAUCA"

Inginer șef S.A."INTEXNAUCA"



Sandrovșchii V.

Popovșchii V.

SIMBO-PROIECT S.R.L
Moldova Chişinău MD-2075, bl. Mircea cel Bătrân 31/3-116, oficiu Bogdan Voievod 7a,
tcl/fax (3732) 71 61 24, mob. 069216032, E-mail bogza61@mail.ru

Certificat de confirmare

a implementării rezultatelor proprietăţilor reologice efectuate de către
doctorandul Cîrlan Alexandru

Rezultatele proprietăţilor reologice executate în cadrul tezei „Studiul proprietăţilor reologice ale solurilor pentru evaluarea stării de tensiune-deformaţie a terenurilor de fundaţii“, prezentate pentru obţinerea gradului de doctor în ştiinţe tehnice, au fost implementate la calculul stabilităţii taluzurilor în debleuri la reabilitarea drumului auto M21, Chişinău – Dubăsari - Poltava (Ucraina).

Proprietăţile reologice ale solurilor executate şi prezentate de autor, au fost utilizate la proiectarea măsurilor împotriva alunecărilor de teren pe drumul auto M21, Chişinău – Dubăsari - Poltava (Ucraina) km 6+00 - km 15+00, la secţiile deformate de alunecări de teren.

Data : 22.06.2017

Director «SIMBO-PROIECT» SRL



Bogza Simion

Subsemnatul, declar pe răspundere personală că materialele prezentate în teza de doctorat „*Studiul proprietăților reologice ale solurilor pentru evaluarea stării de tensiune-deformație a terenurilor de fundații*” sunt rezultatul propriilor cercetări și realizări științifice. Conștientizez că, în caz contrar, urmează să suport consecințele în conformitate cu legislația în vigoare.

Data 20.07.2018

Cîrlan Alexandru

CURRICULUM VITAE

Numele și prenumele: Cîrlan Alexandru Victor

Data nașterii: 31.08.1987

Cetățenia: Republica Moldova

Studii superioare:

1. 2010. Universitatea Tehnică a Moldovei . Diplomă de studii superioare : inginer-constructor . Specialitatea: Construcții și inginerie civilă.
2. 2012. Studiile de masterat în cadrul instituției UTM. Diplomă de masterat, specialitatea: Inginerie structurală; teza susținută “Calculul construcțiilor la fisurare”, conducător dr. hab. Gh. Moraru

Experiență profesională, stagii:

09.03.2011-28.05.2012 - firma de proiectare ICS «JKS Drawing» S.R.L, în calitate de inginer-constructor.

27.07.2010 - prezent - Universitatea Tehnică a Moldovei, Departamentul Inginerie Civilă și Geodezie (fosta Catedra Construcții și Mecanica Structurilor), în calitate de asistent universitar, din 2018 – lector universitar

2013 - 2015 - firma de proiectare «IAȚCO ION» Î.I., în calitate de inginer-constructor.

2015 - prezent - firma de proiectare «SUSTENABIL» S.R.L., în calitate de inginer-constructor.

Participări la forumuri științifice naționale și internaționale:

1. Conferința jubiliare tehnico-științifică jubiliare a colaboratorilor, doctoranzilor și studenților consacrată celei de-a 50-a aniversare a UTM, Chișinău, 20-21 octombrie 2014.
2. Международная Научная Конференция “Интеграция, партнёрство и инновации в строительной науке образовании” посвящено 95-летию вуза НИУ МГСУ, Москва, 16-17 ноября 2016 г.
3. Conferința Științifică Națională cu Participare Internațională „Mediul și dezvoltarea durabilă,” Ed. a 3-a, consacrată aniversării a 80 ani de la nașterea prof. univ., dr. hab. Alexandru Lungu, US Tiraspol, Chișinău, 06-08 octombrie 2016
4. Conferința Tehnico-Științifică Internațională „Probleme actuale ale urbanismului și amenajării teritoriului”, Ed. a 8-a, UTM, Chișinău, 17-19 noiembrie 2016.

Lucrări științifice :

1. **SÂRBU, Teodor, CÎRLAN, Alexandru.** Studiul elementelor încovoiate din beton armat. In: tezele Conferinței jubiliare tehnico-științifice jubiliare a colaboratorilor, doctoranzilor și studenților consacrată celei de-a 50-a aniversare a UTM, Chișinău, 20-21 octombrie, 2014. Chișinău, 2015, pp. 216-219. ISBN 978-9975-45-382-0.
2. **CÎRLAN, Alexandru, GAȘPAR, Vasile, SÂRBU, Teodor.** Construcții din beton armat: Calculul și alcătuirea elementelor structurii de rezistență a clădirilor industriale etajate

- din beton armat. Material didactic: Editura „Tehnica-UTM”, Chişinău, 2015. 172 p. ISBN 978-9975-45-388-2.
3. **POLCAVOV, Vladimir, CÎRLAN, Alexandru.** Determinarea caracteristicilor reologice ale pământurilor argiloase din Moldova pentru evaluarea stării de tensiune-deformație a terenurilor de fundație. In: *Meridian Ingineresc*, Nr. 1, UTM, 2015, pp. 26-29. ISSN 1683-853X. Categoria C.
 4. **POLCANOV, Vladimir, CÎRLAN, Alexandru, CEBAN, Oleg, FUNIERU, Natalia.** Influence of soil properties anisotropy on the bearing capacity of the foundation ground. In: *Meridian Ingineresc*. Nr. 4, UTM, 2015, pp. 40-43. ISSN 1683-853X. Categoria C.
 5. **CÎRLAN, Alexandru.** Cu privire la alegerea indicatorilor de rezistență a pământurilor pentru evaluarea capacității portante a terenului de fundație. In: *Meridian Ingineresc*. Nr. 1, UTM, 2016, pp. 42-45. ISSN 1683-853X. Categoria C.
 6. **ПОЛКАНОВ, В.Н., КЫРЛАН, А.В., ЧЕБАН, О.С., ФУНИЕРУ, Н.Г.** К вопросу изучения длительной прочности неоген-четвертичных глинистых грунтов Молдовы. In: *Buletinul Institutului de Geologie și Seismologie al AȘM*. Nr. 1, IGS al AȘM, 2016, pp. 5-14. ISSN 1857-0046
 7. **КЫРЛАН, А.В.** Определение прочностных характеристик глинистых грунтов для обеспечения устойчивости откосов выемок с помощью программного комплекса PLAXIS. In: *Buletinul Institutului de Geologie și Seismologie al AȘM*. Nr. 2, IGS al AȘM, 2016, pp. 15-20. ISSN 1857-0046
 8. **ПОЛКАНОВ В.Н., КЫРЛАН А.В.** Обеспечение устойчивости откосов выемок на основе изучения реологических свойств глинистых грунтов: In: *Mediul și dezvoltarea durabilă*, materialele Conferinței Științifice Naționale cu Participare Internațională, Ed. a 3-a, consacrată aniversării a 80 ani de la nașterea prof. univ., dr. hab. Alexandru Lungu, Chişinău, 06-08 octombrie, 2016, Chişinău: US Tiraspol, 2016, pp. 48-52. ISBN 978-9975-76-170-3
 9. **ПОЛКАНОВ, В.Н., КЫРЛАН, А.В., ПОПОВСКИЙ, В.О.** К вопросу о механизме развития оползневой процесса. В: *Интеграция, партнёрство и инновации в строительной науке образовании*: материалы Международной Научной Конференции посвящено 95-летию вуза Национальный Исследовательский Московский Государственный Строительный Университет, Москва, 16-17 ноября 2016 г., Москва: НИУ МГСУ, 2016, с. 960-965. ISBN 978-5-7264-1451-5
 10. **CÎRLAN, Alexandru.** Cu privire la evaluarea gradului de stabilitate a debleurilor folosind programul de calcul Plaxis. In: *Probleme actuale ale urbanismului și amenajării teritoriului*: materialele Conferinței Tehnico-Științifice Internaționale, Ed. a 8-a, Chişinău, 17-19 noiembrie, 2016, Vol. 3, Chişinău, 2016, pp. 83-88. ISBN 978-9975-71-850-9
 11. **ПОЛКАНОВ, В.Н., КЫРЛАН, А.В., ПОЛКАНОВА, А.В.** Прогноз развития оползневых деформаций на участке "80-й км" реконструируемой автомобильной дороги Кишинэу-Унгень. In: *Buletinul Institutului de Geologie și Seismologie al AȘM*. Nr. 2, IGS al AȘM, 2017. ISSN 1857-0046 (*primit la reacție 08.12.2017*)

12. **ПОЛКАНОВ, В.Н., КЫРЛАН, А.В., ЧЕБАН, О.С.** Инженерно-геологическая характеристика оползневого участка "4-ый км автомобильной дороги Устия-Холеркань " в Центральной Молдове. In: *Buletinul Institutului de Geologie și Seismologie al AȘM*. Nr. 2, IGS al AȘM, 2017. ISSN 1857-0046 (*primit la reacție 08.12.2017*)
13. POLCANOV, Vladimir, FUNIERU, Natalia, RÂȘCOVOI, Alexandru, **CÎRLAN, Alexandru**, CEBAN, Oleg Particularitățile manifestării proprietăților reologice ale argilelor alunecătoare neogene. In: *Meridian Ingineresc*. Nr. 1, UTM, 2018, pp. 67-71. ISSN 1683-853X. Categoria C.

Cunoașterea calculatorului:

Soft pentru analiza și proiectarea structurilor și edificiilor: SCAD, LIRA, AutoCAD, Diamonds, Axis, Plaxis.
Altele : Microsoft Office, MathCAD etc.

Limbi cunoscute (cu indicarea gradului de cunoaștere):

Rusă – fluent
Română – natală
Engleza – fluent

Adresa, telefoane de contact, e-mail: mun Chișinău, str. Igor Vieru 10, ap. 8,
tel. mob. +37379445504; alexandru.cirlan@gmail.com