

INSTITUTUL POLITEHNIC " TRAIAN VUIA " TIMIȘOARA
FACULTATEA DE CONSTRUCȚII

Ing. Constantina Prioteasa

CONTRIBUTII LA REALIZAREA PERETILOR MURATI
IN TERENURI ALUVIONABE

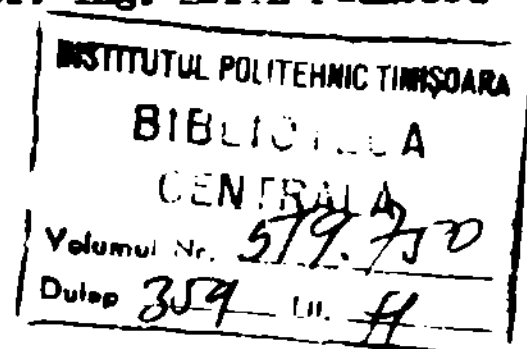
TEZA DE DOCTORAT

BIBLIOTECA CENTRALĂ
UNIVERSITATEA "POLITEHNICA"
TIMIȘOARA

CONDUCATOR ȘTIINȚIFIC,

Prof. Dr. Ing. Marin Păunescu

- TIMIȘOARA 1986 -



C O N T I N U T

	<u>Pagina</u>
- Prefața	1
- Capitolul 1	4
- Capitolul 2	12
- 2.1.- Procedee de realizare a tranșei	12
- 2.1.1.- Realizarea excavației tranșei cu excavator cu cupă inversă	12
- 2.1.2.- Realizarea tranșei prân excoavarea cu sistemul cupă benă	16
- 2.1.3.- Săparea tranșei cu echipament de tipul greifer plat	20
- 2.1.4.- Executarea excavației cu foreze cu sau fără percuzie	25
- 2.2.- Ecrane (diaphragme subțiri) realizate cu ajutorul unor profile metalice	28
- 2.3.- Materiale folosite pentru realizarea pereților mulați de etanșare	32
- 2.3.1.- Noroiul folosit la săparea tranșei (noroiul de foraj)	34
- 2.3.2.- Betoanele de ciment	46
- 2.3.3.- Betoanele argiloase	47
- 2.3.4.- Noroiul autofortifiant	49
- 2.4.- Punerea în operă a materialelor pentru realizarea pereților mulați	56
- 2.4.1.- Pregătirea betonării	56
- 2.4.2.- Deafășurarea betonării	56
- 2.5.- Citeva referinți la sprijinirea tranșei	58
- 2.6.- Concluzii sumare ce se desprind în urma studiului bibliografic	60
- 2.6.1.- Observații cu privire la săparea tranșei	60
- 3 - Studii și cercetări experimentale cu privire la utilajele de săpat	64
- 3.1.- Cercetări realizate cu excavator cupă întoarsă	64
- 3.1.1.- Experimentări folosind excavatorul tip BY.150 N.	64

	<u>Pagina</u>
- 3.1.1.1.- Descrierea excavatorului și modul de funcționare	65
- 3.1.1.2.- Descrierea amplasamentului	66
- 3.1.1.3.- Aspecte urmărite în cercetările făcute	66
- 3.1.1.4.- Modul de efectuare a cercetării	69
- 3.1.1.5.- Primele concluzii cu privire la experimentul făcut	72
- 3.1.1.6.- Constatări ulterioare și concluzii finale asupra experimentului	73
- 3.1.2.- Experimentări folosind excavatorul D.141 N.	75
- 3.1.2.1.- Descrierea excavatorului și modul de funcționare	75
- 3.1.2.2.- Descrierea amplasamentului	76
- 3.1.2.3.- Aspecte urmărite în cursul cercetărilor	81
- 3.1.2.4.- Metodele de lucru folosite la experimentare	82
- 3.1.2.5.- Concluzii reieșite în urma experimentării	83
- 3.2.- Cercetări realizate cu excavator D.141 N. modificat (braț prelungit și cupă cu dimensiuni reduse)	83
- 3.2.1.- Scepul urmărit	83
- 3.2.2.- Studiul și proiectarea unor modificări pentru excavatorul D.141 N.	84
- 3.2.2.1.- Studii cu privire la creșterea adâncinii de excavare	84
- 3.2.2.2.- Studiarea și proiectarea unei cupe noi pentru excavatorul D.141	86
- 3.2.3.- Realizarea studiului, respectiv a proiectului de modificare	86
- 3.2.4.- Cercetări experimentale cu excavatorul D.141 cu echipamentul de săpat modificat	86
- 3.2.4.1.- Descrierea amplasamentului	86
- 3.2.4.2.- Aspecte propuse a fi realizate și verificate	87
- 3.2.4.3.- Modul de desfășurare al experimentării	87
- 3.2.4.4.- Concluzii rezultate în urma cercetărilor experimentale	88
- 3.3.- Cercetări realizate cu excavatorul cu braț prelungit acționat hidraulic	90
- 3.3.1.- Descrierea excavatorului	90
- 3.3.2.- Descrierea amplasamentului	90
- 3.3.3.- Aspecte urmărite în cercetările făcute	90

	<u>Pagina</u>
- 3.3.4.- Modul de efectuare al cercetării	91
- 3.3.5.- Concluzii reieșite în urma experimentului	94
- 3.4.- Concluzii finale asupra experimentărilor privind utilajele de săpat tranșeia	94
- 3.4.1.- Propuneri de soluții constructive pentru echiparea unor excavatoare de tip „Progresul Brăila”	94
- 3.4.1.1.- Echipament pentru excavator S.401	94
- 3.4.1.2.- Echipament pentru excavator S.601	95
- 3.4.1.3.- Echipament pentru excavator S.801	95
- 3.4.1.4.- Echipament pentru excavator S.1201	95
- 3.4.1.5.- Echipament pentru excavator S.3602	95
- 3.4.2.- Aprecieri asupra parametrilor tehnico - economici realizabili cu astfel de echipamente	96
- 3.4.3.- Câteva aprecieri comparative a parametrilor tehnico - economici realizați. Metodele existente și cele propuse	98
- 3.4.4.- Concluzii desprinse în urma analizei	100
- 4. - Cercetări cu privire la materialele folosite pentru realizarea pereților muleți	102
- 4.1.- Studii cu privire la argilele bentonitice	102
- 4.2.- Cercetări experimentale pe amplasamentul 1	104
- 4.2.1.- Prezentarea amplasamentului	104
- 4.2.2.- Cercetări cu privire la noroiul de săpat	105
- 4.2.2.1.- Studii cu privire la materialele componente ale noroiului	105
- 4.2.2.2.- Studii cu privire la stabilirea rețetei pentru noroiul de săpat	108
- 4.2.2.3.- Realizarea pe teren a rețetelor stabilite	109
- 4.2.3.- Cercetări cu privire la betonul argilos	111
- 4.2.3.1.- Realizarea, prelevarea și transportul probelor	111
- 4.2.3.2.- Determinări asupra probelor de beton argilos proaspăt	
- 4.2.3.3.- Cercetări efectuate asupra probelor de beton argilos întărit	115
- 4.2.3.4.- Determinarea rezistenței la permeabilitate în teren	116
- 4.3.- Cercetări experimentale în amplasamentul 2	115

- 4.3.1.-	Prezentarea amplasamentului	115
- 4.3.2.-	Cercetări cu privire la noroiul de săpăt	115
- 4.3.2.1.-	Materialele componente ale noroiului	115
- 4.3.2.2.-	Realizarea pe teren a rețetelor stabilite	119
- 4.3.3.-	Cercetări cu privire la betonul argilos	120
- 4.3.3.1.-	Determinări asupra probelor de beton argilos proaspăt	120
- 4.3.3.2.-	Încercări și rezultate pe probe de beton argilos întărit	120
- 4.3.3.3.-	Verificarea permeabilității pe teren	122
- 4.3.3.4.-	Extragerea unor probe de beton argilos cu carotiera	124
- 5. -	Studii cu privire la sprijinirea tranșei	125
- 5.1.-	Efectul noroiului betonific	125
- 5.2.-	Cercetări și constatări asupra efectului naturii terenului și a nivelului apei subterane	127
- 5.3.-	Studii cu privire la verificarea gradului de stabilitate a tranșei (metoda suprafeței cilindrice)	127
- 6. -	Cercetări cu privire la stabilirea tehnologiei de execuție a pereților murați folosind excavatorul cupă inversă și agregatele minerele din excavarea tranșei	138
- 6.1.-	Prezentarea tehnologiei folosind excavatorul cu cupă inversă și echipament modificat	139
- 6.2.-	Săparea șanțului cu excavatorul cu cupă inversă modificat	141
- 6.3.-	Prepararea amestecului argilos în tranșe	142
- 6.4.-	Verificarea calității lucrării și încercări experimentale	143
- 6.5.-	Definitivarea unei scheme tehnologice de lucru pentru realizarea pereților murați	144
- 7.-	Valorificarea cercetărilor întreprinse	147
- 7.1.-	Valorificarea directă a cercetărilor făcute	147
- 7.1.1.-	Etanșarea incintei de lucru pe pârul Olănești	147
- 7.1.2.-	Executarea unui șanț de etanșare la lacul de acumulare al hidrocentralei Băbeni pe râul Olt	148
- 7.1.3.-	Lucrări de etanșare a incintei de lucru la bazajul și uzina hidroelectrică Golești pe râul Argeș	150

- 7.1.4.- Etanșarea cu pereții murați la incinta pentru excavații și betonare a barejului Zăvoiu pe râul Argeș	153
- 7.1.5.- Ecane de etanșare realizate cu excavatorul cu cupă inversă cu braț prelungit la bareje de hidrocentrale pe Oltul inferior	155
- 7.1.6.- Realizarea unui ecran de etanșare la Combinatul chimic Hidra - Năvodari	157
- 7.2.- Verificarea concomitentă cu o nouă cercetare (tehnologie cu instalație tip Kelly cu folosirea materialului excavat)	158
- 7.3.- Alte verificări a cercetărilor întreprinse	162
- 8. - Concluzii cu privire la studiul întreprins și contribuțiile autorului	164
- Bibliografie	171

P R E F A T A

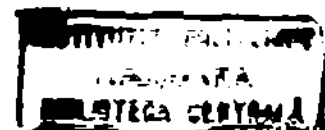
Cresterea impetuoasă a ritmului de investiții este în domeniul industrial, dar și în cel al amenajărilor hidrotehnice și hidroenergetice a scos în evidență necesitatea realizării unor volume deosebit de mari de lucrări de etanșare în profunzime cu caracter provizoriu sau definitiv.

Tehnologia de izolare împotriva infiltrațiilor a unor incinte de excavații sau a unor acumulări de apă prin metode denumite cu "pereți etanși" sau "pereți mulați" constituie subiectul acestei lucrări la care s-a plecat de la informațiile existente cu privire la construcții realizate în diferite țări, precum și la cele din țara noastră cu acest procedeu.

Realizarea pereților mulați cu caracter predominant de etanșare necesită o gamă de mașini și instalații, materiale speciale, precum și o tehnologie de lucru care trebuie foarte bine cunoscută și respectată, cu metode specifice de urmărire și determinare a calității materialelor componente, precum și cu caracteristici calitative finale la care trebuie să se ajungă în final.

Plecând de la datele cunoscute în acest domeniu din literatura de specialitate, autorul a căutat prin lucrarea de față să contribuie la introducerea pe o scară largă a metodei pereților mulați de etanșare folosind integral materialul rezultat din excaverarea tranșei, contribuind astfel la efortul specialiștilor români de a rezolve această problemă prin eforturi proprii și în condiții de rentabilitate sporită.

Pornind de la o serie de studii inițiale pe baza cărora autorul a executat etanșarea incintei prin excaverarea și betonarea unei mari lucrări de subteranare a pirului Olănești în municipiul Bănicu Vîlcea, studiile elaborate s-au completat și îmbunătățit pe măsură ce noi necesități au apărut la realizarea altor obiective hidroenergetice, dar și la unele lucrări cu caracter industrial, lucrări la care autorul a purtat o parte efectivă sau la care a acordat asistență tehnică.



Studiile și experimentul elaborat de autor sînt izvorite din necesități practice, ele au un caracter strict aplicativ, necesitatea și utilitatea lor fiind confirmate la rezultatele obținute prin aplicarea acestora la mari lucrări hidroenergetice și industriale.

Avînd în vedere importanța problemei, precum și caracterul de nouitate, în capitolul II se prezintă o sinteză a procedurilor de realizare a pereților murați, precum și a materialelor folosite.

În capitolul III al lucrării sînt redate experimentările autorului cu privire la utilajele de săpat și anume la excavatoarele echipate cu cupă inversă acționate prin cable sau hidraulic.

Capitolul IV cuprinde studiile și cercetările întreprinse cu privire la materialele ce se folosesc la săparea și aprinderea tranșei dar și a celor care intră în compoziția betonului care va constitui ecranul de etanșare, materiale de proveniență industrială ca cimentul, argilele bentonitice, materialele de cămăș, dar în special materialul aluvionar care este un material local cu mari variații ale caracteristicilor geotehnice.

Ca rezultat al acestor cercetări s-a propus utilizarea diagramei ternare la întocmirea rețetei amestecului de etanșare în funcție de caracteristicile granulometrice ale materialului aluvionar folosit și a sarcinii hidrostatice la care va fi solicitată etanșarea.

Capitolul V evidențiază studiile cu privire la aspectele ce apar în fenomenul complex de aprindere a tranșei săpate cu noroi bentonitic.

În capitolul VI sînt prezentate preocupările și rezultatele cu privire la stabilirea tehnologiei de realizare a pereților murați executați cu excavatorul echipat cu cupă inversă normală cu echipament modificat.

Capitolul VII relevă valorificarea directă a rezultatelor studiilor și cercetărilor întreprinse de autor pe o perioadă de peste 10 ani de aplicare a acestui procedeu, perioadă de lucru continuu pe parcursul căreia s-au finalizat și concretizat toate modificările și adaptările făcute la utilajele de săpat, a metodelor de urmărire și determinare a caracteristicilor

materialelor folosite în procesul de lucru, precum și a metodelor de evidențiere și parametrilor calitativi și pereților mulați astfel realizați.

Autorul aduce și pe această cale mulțumirile sale conducătorului științific profesor doctor inginer Păunescu Marin, pentru îndrumarea competentă, precum și pentru exigența calitativă cerută pe întreaga perioadă a studiului și aplicării pe teren a cercetărilor întreprinse.

Mulțumesc deasemenea organelor de partid și conducerii Antreprizei de Construcții Hidroenergetice Argeș, care au acordat întreg sprijinul material și tehnic pentru aplicarea acestui nou procedeu tehnologic de realizare a lucrărilor de etanșare cu pereți mulați, conducerii I.S.P.H. București pentru sprijinul și încrederea acordată la experimentarea și aplicarea directă, la lucrările cu caracter definitiv a acestei tehnologii, I.C.P.G.A. București, I.C.P.A.I.U.C. și I.C.C.P.D.C. Timișoara pentru colaborare la proiectarea modificărilor aduse echipamentului de săpat la un excavator, Direcției de mecanizare a M.C.Ind. pentru colaborare la aplicarea metodei pe șantiierul de la Combinatul Chimic Hâvodari, Catedrei de Fundații pentru prelucrarea și dezvoltarea unor idei tehnologice care au condus la finalizarea acestei cercetate.

1. DESPRE REALIZAREA PERETILOR MULAȚI ÎN TERENURI ALUVIONARE

Pereții mulați sînt sisteme constructive realizate prin săparea unor șanțuri sau tranșei în profunzimea strzelor de roci mai mult sau mai puțin permeabile și care ulterior sînt umplute cu diferite materiale ce au rol numai de etanșare sau de etanșare și rezistență.

Volumul deosebit de mare al lucrărilor de etanșare în stratele de materiale aluvionare, a impus căutarea și găsirea unor noi sisteme constructive, care să fie mult mai productive, dar totodată și mai economice decît cele folosite pînă în jurul anului 1950. Metodele clasice de etanșare se bazează în exclusivitate pe folosirea betardourilor din pereți de palplânse metalice, de lemn, sau uneori chiar din beton armat, pereți realizați prin forarea și betonarea piloților joantivi sau secanți, sau perdele (voluri de injecții), realizate prin procedeul de forare și injectare a stratului permeabil, cu diferite suspensii numai de etanșare, sau etanșare și consolidare, precum și cu injectarea a unei sau mai multe soluții ale căror proprietăți de coagulare rezolvau problema umplerii golurilor. Toate aceste metode foloseau mult material și deci sînt scumpe, iar tehnologiile de punere în operă sînt foarte puțin productive din punct de vedere fizic - element tehnic care în etapa actuală are o importanță determinantă în alegerea unui sistem constructiv sau altul de lucru.

Odată cu necesitatea realizării unor volume deosebit de mari de lucrări hidrotehnice și hidroenergetice, precum și unor fundații de dimensiuni mari și de mare adîncime, pentru lucrările civile, industriale, energetice, etc., în orice fel de terenuri, lucrări care necesită suprafețe de etanșare în cantități mari, s-a impus cu prioritate găsirea unor noi tehnologii care să fie economică, productivă din punct de vedere fizic și care să rezolve poate cea mai importantă lipsă a metodelor clasice - aceea a coborîrii cu ecranul la mari adîncimi - stit pentru lucrările cu caracter provizoriu, dar și pentru cele cu caracter definitiv.

Împrumutând de la tehnologiile de foraj, noroiul cu caracter tixotropic, constructorii au realizat săperea unor tranșei în stratele de teren mai mult sau mai puțin adânci, fără sprijiniri clasice, rolul acestora fiind preluat și înlocuit cu succes de noroiul de foraj, iar în șlițul estfel realizat au introdus pentru început betonul de ciment turnat prin metodele de turnări sub apă, cu ajutorul tubului plonjor.

În ultimul deceniu însă, dezvoltarea și în țara noastră a unor construcții urbane cu subsoluri adânci și de cele mai multe ori multietajate, precum și fundațiile unor construcții industriale șlele de mare profunzime și care nu admit țesări sau alte deformații ale cotei de fundare, au impus realizarea de excavații ce depășesc uneori chiar 30 m. adâncime, în condiții de dificultăți multiple datorate prezenței construcțiilor adiacente unele vechi și deosebit de fragile, prezența străzilor, a altor căi de circulație, a rețelelor ingineresti, a aflurului lateral sau ascențional de apă subterană, subpresiunile din faze de execuție sau din exploatare. Totodată termenele scurte și condițiile impuse de execuția infrastructurilor, fac necesară asigurarea fundului și pereților excavației, fără sprijiniri interioare, excepțian pe cele care concordă cu elementele de rezistență ale structurii însăși a construcției. Toate aceste desiderate și-au găsit în timp rezolvarea prin diferite metode dintre care cele mai des folosite se vor expune în continuare.

O tehnică mai veche pentru realizarea excavațiilor adiacente construcțiilor existente, revizuită și adaptată prin introducerea procedeelor moderne, e constituită subzidirea clădirilor învecinate. În principiu, metoda constă în sprijinirea pereților verticali ai excavațiilor, cu ajutorul unor panouri rigide capabile să preia împingerea pământului prin ancorele forate și introduse în spate, în terenul fundației, al construcției adiacente. Se poate executa sprijinirea, fie prin metode tradiționale cu tranșee verticale alternate de excavații duse până la cota maximă, fie prin realizarea excavației pe întreaga suprafață a fiecărui nivel. Panourile de sprijinire, turnate monolit sau prefabricate, sînt fixate cu tiranți de cele mai multe ori prețensionate. Rezultă o suplețe considerabilă a sprijinirii (practic fiecare panou este și lucrează independent), precum și posibilitatea de a cerceta pe parcurs eventualele relaxări ale ancorelor. Procedeul presupune însă absența apelor subterane, dar și terenuri cu o bună

coeziune, mai ales dacă sînt de evitat mișcări de teren perimetrice.

Performanțele tehnice a noilor mașini de foraj dar și aplicarea soluțiilor incluzînd ancorele pretensionate a determinat reluarea unei metode mai vechi, denumită metoda BERLINEZA

Metoda constă în introducerea în teren a unor elemente liniare (grinzii) verticale, de cele mai multe ori metalice, la distanța de 2 - 4 m. interax, pe perimetrul viitoare excavații, urmată de evacuarea terasamentelor și sprijinirea pereților excavației pe măsura decoperării lor, cu panouri rezanate de grinzile introduse inițial. În general grinzile sînt introduse în foraje și cimentate în teren. Panourile de sprijinire pot fi din dulapi de lemn, plăci metalice sau dale cu bulțari din beton. În cazurile ușoare a unor terenuri puternic coezive, se poate renunța la aceste panouri de blindaj, fiind suficientă sprijinirea asigurată de elementele verticale. În cazul excavațiilor adînci apare necesitatea asigurării stabilității peretelui de sprijin, lucru care se poate obține cu ajutorul unei sau mai multor rînduri de tiranți, care străbat și se blochează în grinzile metalice.

Ca și în cazul metodei subdividiri - metoda Berlineză (aplicată la scară mare la lucrările de construcții a metroului din Berlin de unde-i poartă numele), este aplicabilă în terenuri relativ rezistente și fără eflux mare de apă. Peretele de sprijin constituie o lucrare cu caracter provizoriu și relativ puțin rigidă. Ea este destinată preluării împingerii pămîntului și nu poate fi avută în vedere ca element portant pentru preluarea unor sarcini verticale. [46][49]

Cazurile cele mai des întîlnite în activitatea de execuție, sînt acelea în care prezența apei se face simțită dacă nu de la primul front de excavații, atunci pe măsură ce cota lucrării coboară, apa crează greutate, stît pentru lucrarea în sine, cît și pentru terenul din jur, uneori cu consecințe nefaste, datorită faptului că-i poate modifica caracteristicile geotehnice.

În cazurile în care apare o pînsă de apă sub-terană în terenuri relativ slabe, cu condiții severe de rigiditate impuse de construcțiile învecinate, o soluție de mare eficacitate o constituie pereții, uneori ermați și rigidizați, turnați în teren. Datorită faptului că aceste elemente constructive sînt solicitate și la secțiuni orizontale provenite din împingerea pămîntului tocmai pe direcție cea mai defavorabilă lor, sînt ajutați cu elemente de sprijinire, la începuturile aplicării metodei cu

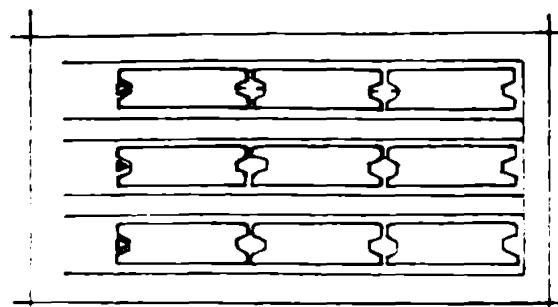
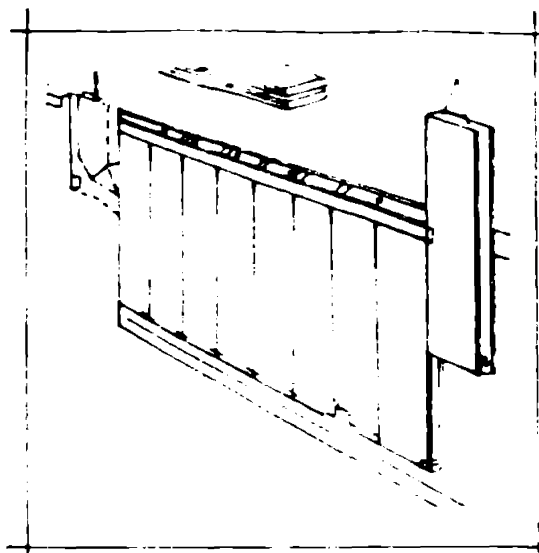
sprîjiniri clasice din interiorul incintei de lucru, iar acum cu ajutorul tiranților prețensionați ancoreți tocmai în masivul pe care-l susțin. Singura dificultate în aplicarea acestui procedeu e constituită faptul că tiranții trebuie să fie introduși în terenuri vecine lucrării, adesea sub construcții sau instalații.

Utilizarea sprîjinilor constituite din pereți muleți ancoreți cu tiranți prețensionați, a căpătat o mare răspîndire față de alte sisteme constructive de săpare și fundare a infrastructurilor, de orice fel. Procedul s-a dovedit adaptabil la condiții extreme de variate, s-au realizat și se realizează în mod curent pereți pe adîncimi ce depășesc 40 m. [7][23][32] sau străpungerea unor stratificații de roci greu de săpat, s-au urmărit trasee curbe sau sinuoase, s-a lucrat chiar în interiorul unor construcții sau în condiții de gabarite reduse.

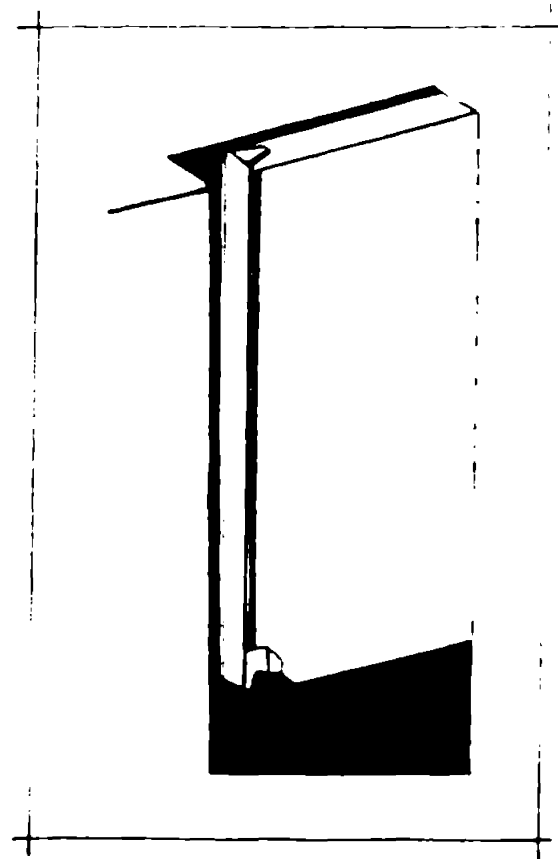
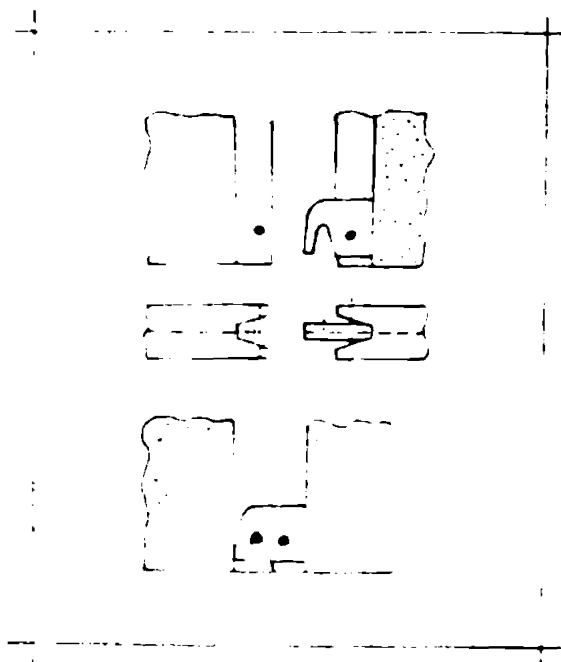
Un mare avantaj al pereților muleți turnați în teren, este acela că pot prelua și încărcări verticale imperioase, datorită faptului că au o fișă importantă, o rezonanță de cele mai multe ori în profunzime pe straturi de roci stabile și puternic portante, iar condițiile de stabilitate sînt realizate de teren sau chiar de tiranții de ancorare. În mod curent se realizează fundații pentru lucrări civile sau industriale din diafragme de pereți muleți care preiau, cu mari rezerve, sarcini, de 3000 - 5000 KN/m. ceea ce corespunde unor mărci de beton B.50 - B.100.

Ca procedeu mai evoluat al metodei, îl constituie tehnica pereților diafragmă elestatuți din elemente prefabricate introduse în tranșee săpate în presăabil cu noroi bentonitic și ciment care servește ulterior și la cimentarea panourilor. În acest caz noroiul folosit la săpare trebuie să aibă următoarele proprietăți: fluiditate în timpul excavării și introducerii panourilor prefabricate, un oarecare grad de întărire în primele zile, pentru a permite amplasarea tranșeelelor adiacente, dar nu prea avansată pentru a face posibilă repararea și curățirea eventuală a rosturilor - apoi o întărire finală care să-i confere proprietăți mecanice, cel puțin egale cu cele ale terenului înconjurător (fig.1), (fig.2). Panourile prefabricate sînt executate din beton armat sau chiar prețensionate și pot avea forme și dimensiuni foarte variate, limita lor constituind-o capacitatea utilajelor de ridicare și punerea lor în operă.

PROCEDEUL PREFASIF



SISTEME DE IMBINARE

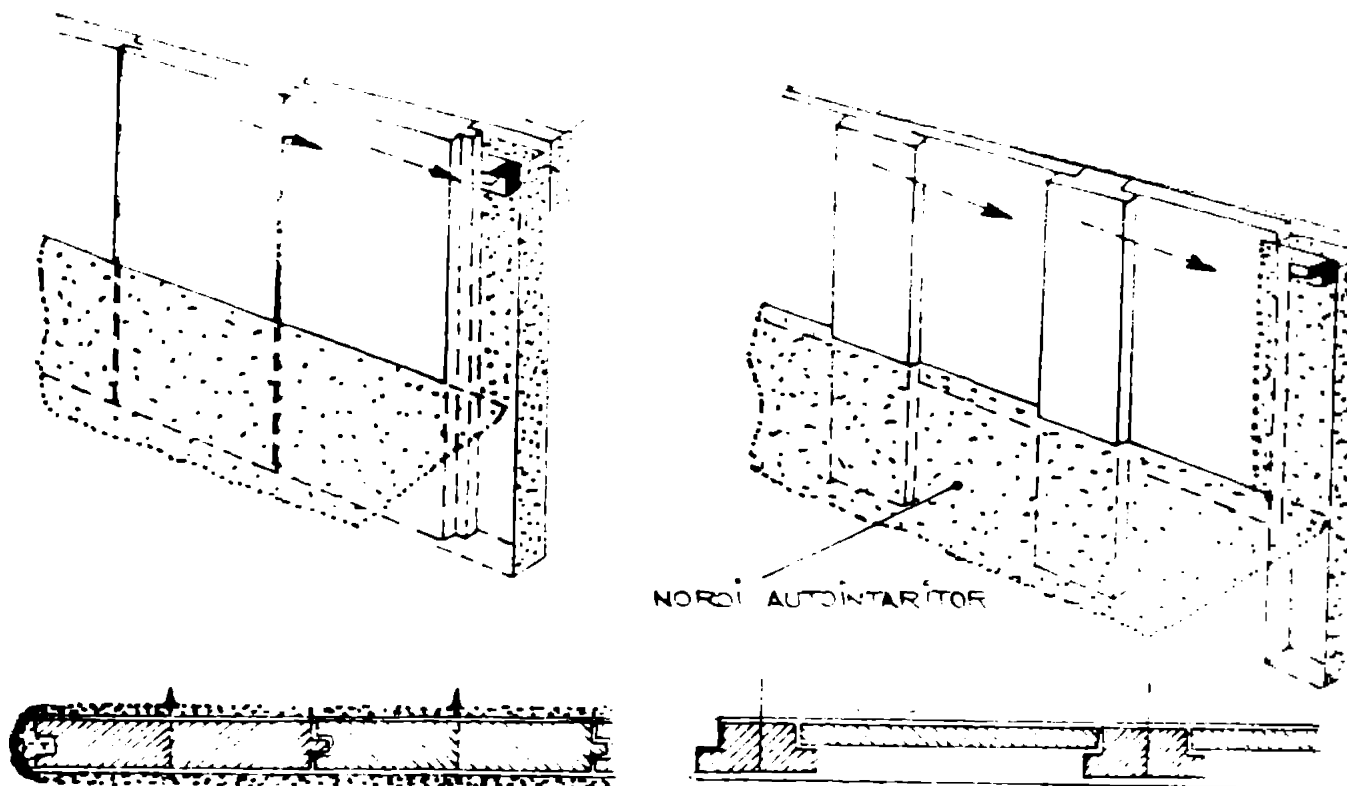


DETALIU SISTEM DE IMBINARE

FIG. 1.

PROCEDEUL PANOSOL

SISTEME DE IMBINARE



ELEMENTE PREFABRICATE

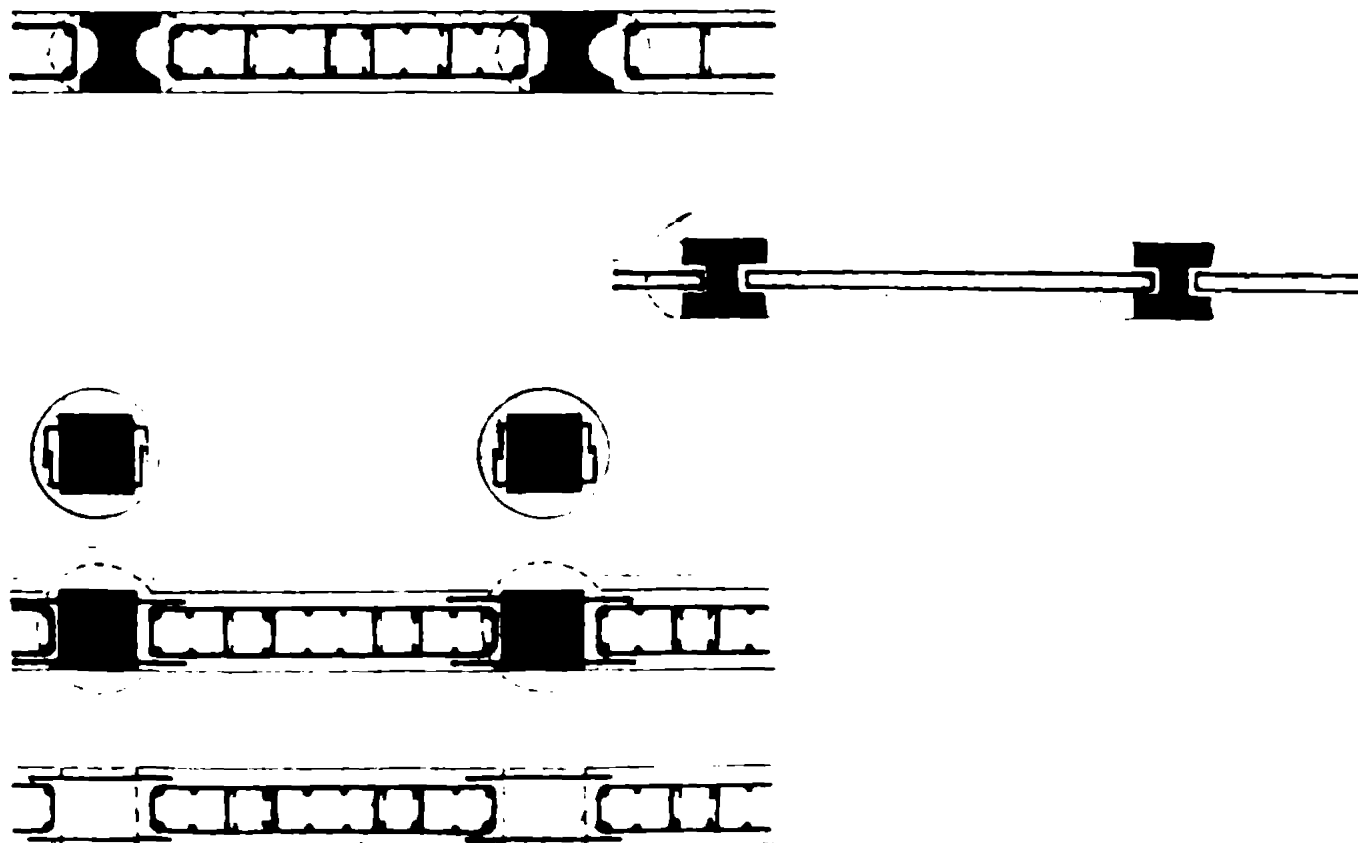
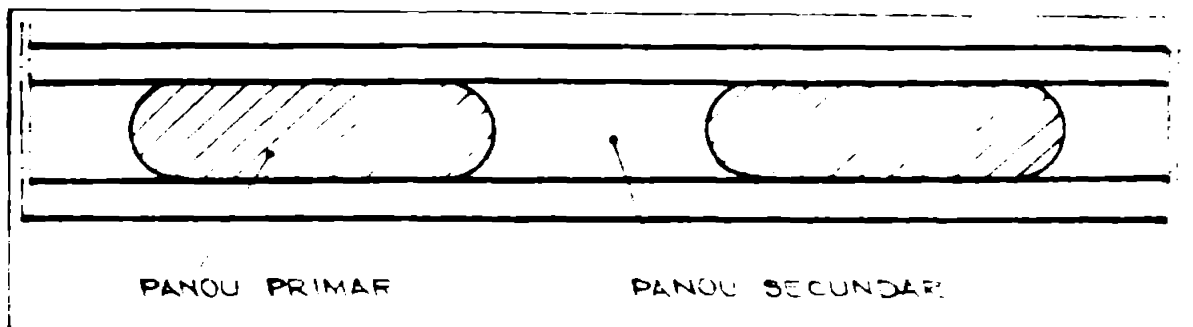


FIG 2.

TEHNOLOGII DE LUCRU PENTRU REALIZAREA CONTINUITĂȚII

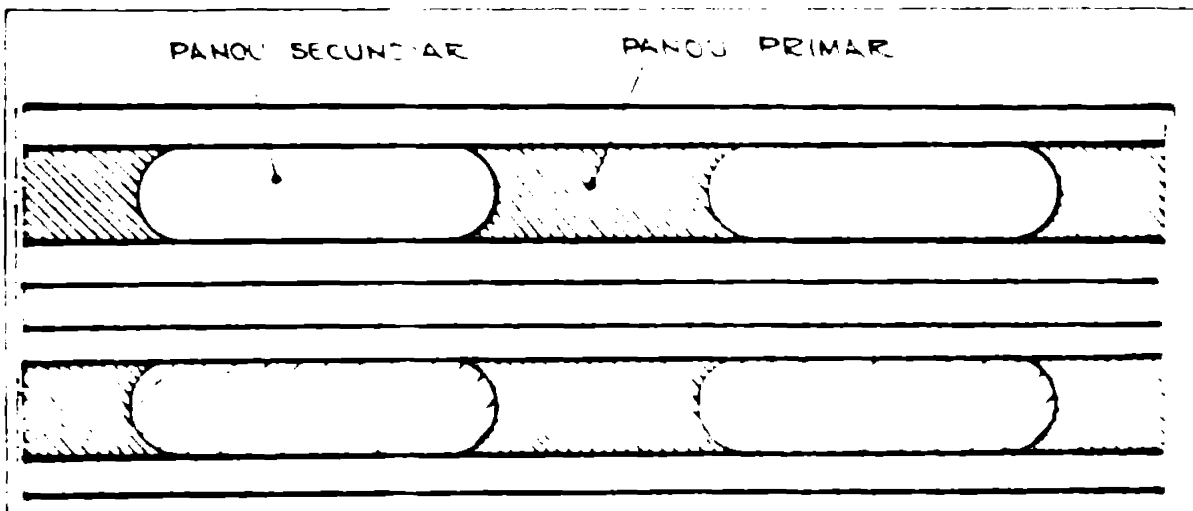
EXCAVATIE

FAZA 1



BETONARE

FAZA 1



FAZA 2

METODA DE BETONARE CU TUBAȚIE DE ROST

FAZA 1

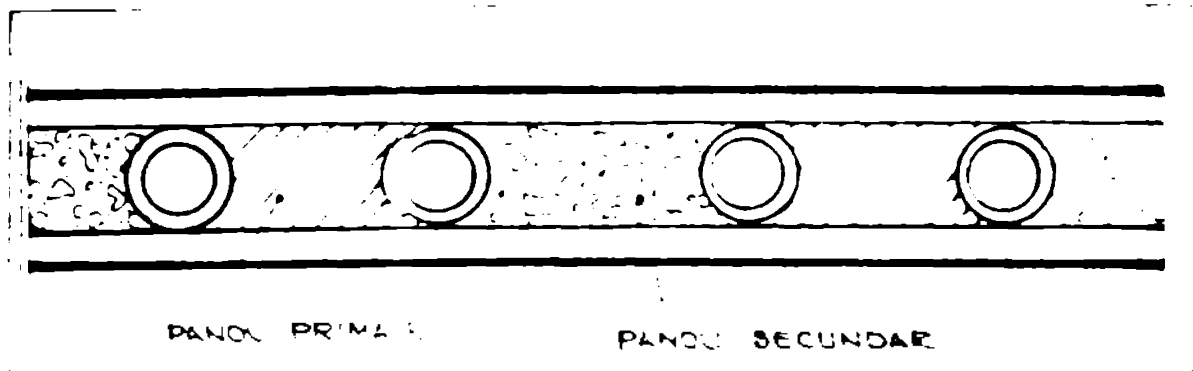


FIG. 3.

În ceea ce privește pereții prefabricați, se disting două tipuri principale :

a) - structură alcătuită din grinzii și dale, primele preluând principalele solicitări (eventual tiranții vor fi ancorăți în grinzii) ; [24]

b) - structuri compuse din panouri identice, completate deseori cu tiranți. [20] []

Pot fi avute în vedere și alte elemente prefabricate de detaliu (elemente prefabricate de legătură între panouri joentive turnate pe loc, elemente portante verticale prefabricate înglobate în pereții turnați pe loc, ferestre de colț, de coronament, etc.) [20]

Tehnica de realizare a excavăției este similară celei pentru pereții mlași, turnați pe loc, deosebirea carecum esențială constă în compoziția și caracteristicile noroiului de foraj. Tehnica pereților diafragmă prefabricați, prezintă o serie de avantaje :

1.- avantajele cunoscute ale prefabricării (calitate superioară a betonului și a elementului de construcție în ansamblu, posibilitatea unei prelucrări speciale a fețelor văzute, inclusiv acoperirea cu eventualele straturi de protecție hidrofugă sau alte materiale).

2.- simplificarea operațiilor de betonare și a celor de finisare la capătul superior al peretelui și eventual a fețelor interioare, reducerea substanțială a termenului de execuție.

În sensul celor scrise, autorul își propune să prezinte o scurtă sinteză documentară cu privire la pereții mlași, urmând ca pe baza informației și rezolvării unor probleme din tematica luată în studiu, studii pe care a încercat apoi să le finalizeze prin aplicare în practică, ca și prin aplicarea lor.

2. SINTeza DOcUMENTARA CU PEIVIRE LA LUCRABILE DE PERETI MULATI

2.1. PROCEDURE DE REALIZARE A TRANSEI

Din studiul literaturii de specialitate [2][7][14][52] precum și a altor lucrări rezultă că procedeele de săpare a tranșei sub protecția noroiului bentonitic se aleg în funcție de mai mulți factori, cei mai principali fiind următorii :

- natura terenului în care se execută stânșarea ;
- adâncimea pe care se execută peretele mulat ;
- utilajul de care se dispune sau care poate fi procurat, avându-se în vedere consumul de combustibil, etc.

În tabelul 2.1 sînt prezentate principalele tipuri de utilaje și echipamente de săpat folosite curent în această procedură, precum și principalele lor caracteristici, dimensiuni și productivități, urmînd ca în continuare să se descrie și să se analizeze unele dintre acestea ca și materialele folosite la realizarea pereților mulți executați numai cu scop de stânșare.

2.1.1. Realizarea excavației tranșei cu excavator cu cupă inversă

Tehnologia de realizare a lucrării se pretează în orice fel de terenuri dezagregate, însă cu posibilitate de realizare a ecranului etanș, pînă la data începerii studiilor (1975) s-au realizat de pînă la 6 m. Lățimea peretelui mulat obținut cu aceste utilaje este de 0,6 - 1,5 m. în funcție de dimensiunile cupelor existente și de necesități, iar acest lucru se realizează prin modificarea cupei excavatorului - operație care după cum se va vedea nu necesită mult timp și nici tehnologie specială.

Săparea se realizează în timp continuu și în permanentă prezență a noroiului argilos (bentonitic) ale cărui proprietăți de tixotropie rezolvă pe deplin problemele stabilității și integrității tranșei pe timpul lucrului, dar în același timp contribuie și la impermeabilizarea pe o grosime de 2 - 10 cm. a pereților din material slăbionat al tranșei, participînd în

final la mărirea grosimii reale a peretelui mulat, respectiv la o mărire substanțială a gradului de etanșeitate a ecranului.

Umplerea tranșei astfel excavate, se face cu un material al cărui rol principal constructiv este acela de etanșare, dar care poate fi uneori și portant (tab.2.2.). Astfel cele mai folosite materiale de etanșare sînt : argila locală, marnale argilice sau argilele marnose rezultate dintr-o excavație utilă, betonul plastic argilos (gel - betonul) betonul de ciment sau alte amestecuri în care intră și substanțe de sinteză cum ar fi rășinile. Argilele de orice fel, precum și marnale argilice se folosesc numai pentru executarea ecranilor de etanșare cu caracter provizoriu, iar introducerea lor în tranșe se face destul de simplu prin bescularea materialului direct în tranșe sau eventual prin împingerea cu buldozerul în zona excavată. [31]

Procedeu este foarte productiv, ieftin și se pretează a fi mecanizat în totalitate.

Betonul plastic sau gel - betonul, este un amestec omogen al cărui liant este constituit în cea mai mare parte din argilă, iar ca agregat se folosește balastul local, prepararea amestecului făcîndu-se în stații centralizate și echipe cu betoniere mari - de preferință cu cădere liberă - deoarece acestea pot malaxa materiale în a căror compoziție ape și elemente minerale cu dimensiuni pînă la 200 mm. [52][63]

Amestecul preparat se încercă, se transportă cu autobuscule și se descarcă direct în tranșe la capătul opus frontului de excavație și însușire.

Peretele mulat astfel obținut, are o comportare foarte bună ca ecran de etanșare, însă poate primi și sarcini portante, deoarece rezistențele la compresiune obținute pe astfel de amestecuri sînt de 10 - 20 da.N./cm² după 28 zile de la turnare.

Un alt material de impermeabilizare a straturilor aluvionare și care se poate introduce în șanțurile săpate cu excavatorul, este un slem SIEMAST (produs de RFG) [59] și care este un amestec din cimenturi obișnuite cu nisipuri curțese cu o structură optimă granulometrică, substanțe puternic emulsionate sintetice, uscate, din rășini naturale, presum și alte substanțe chimice. Se folosește și la realizarea diafragmelor subțiri obținute prin procedeele de excavație sau pur și simplu prin injecție.

SISTEME DE SAPARE PENTRU REALIZAREA PERETILOR MULAȚI

TAB. 2.1.

TIPUL INSTALATIEI	EXCAVATOR		LORENZ	URALET (PRIN PERCUTIE)	KELLY BACHY	DIAPRAG. SUBTIRI SOLÉTANCHE	FORAJ ROTATIV		SAFATURI SANTURI CU CURTI MULTIPLE
	CU CUPA INVERSA	DRAGLINA E 2503					MONOTOR V.N.I.G.S URSB.	ROTOARE MULTIPLE L.V. PAKING JAPONIA	
CARACTERISTICI									
ADINCIMEA MAX A TRANSEI M.	6	20	12	20	55	20	20	50	4
LATIMEA TRANSEI M.	0,6 ÷ 1,5	2,5 ÷ 4,5	0,5	0,3 ÷ 0,9	0,5 ÷ 1,0	0,10 ÷ 0,15	0,5 ÷ 0,8	0,4 ÷ 1,2	0,1
GRUPATA SAPRI TO.	-	2,5	2,4	1,5	3 ÷ 17	-	2,2	13	-
PUTEREA INSTALATA KW	-	300	96	-	-	70	-	-	-
PRODUCȚIA M ³ /H PENTRU MULAȚI	100 - 120	50	15	3 - 8	120	120	17	20	-
	80 - 100	-	10	1 - 3	100	-	10	10	-
	-	-	-	1	-	-	-	-	-

SISTEME CONSTRUCTIVE DE REALIZARE A PERETILOR MULAII IN TEREN

TAB. 2.2.

ECRAN PLASTIC (BETON ARGHILOS)	ECRAN SEMIRIGID (BETON ARGHILOS CU CIMENT)		ECRAN RIGID (BETON DE CIMENT)		TIPUL DE ECRAN
EXCAVATOR CUPA INVERSA	EXCAV. CUPA INVERSA	KELLY	KELLY	ELSE	UTILAJUL DE SAPAT
0,6	0,6	0,5	0,5	0,4	LATIMEA MINIMA A CUPEI M
0,8	0,8	0,6	0,6	0,50	LATIMEA ECRANULUI M
6	6	16	20	20	ADINCIMEA DE SAPARE M
≤ 12 m.	12 - 24 m.		≥ 24 m.		PRES HIDROSTATICA LA NIVELUL ECII DE BAZA
BENTONITA : 250 ARGILA LOC. : 550 APA : 150	BENTONITA : 90 ARGILA LOC. : 250 CIMENT : 250 SADA : 3 APA : 920	BENTONITA : 75 HUMA : 125 APA : 850 SODA CALCIN. 2-3 kg.			TIPUL DE RETETA A NOROIULUI DE FORAJ PTR. 1 MC. NOROI
1,3	1,3	1,15			DENSITATEA NOROIULUI OBTINUT
180	180	45			VISCOZITATEA SEC. MARSH.
BETON ARGHILOS	BETON ARGHILOS CU CIMENT $R_c \geq 10 \text{ kg/cm}^2$		BETON DE CIMENT B ≥ 100		TIPUL BETONULUI DE REALIZARE A PERETELUI
DETRITUSUL REZ DEN. EXC. TRANSEI	DETRITUSUL REZ DIN EXCAV. TRAN- SEI SAU BALAST LOCAL		AGREGATE SORT. CU GRANULA MAX 40 MM.		FELUL AGREG DE PREPARARE
IN TRANSEE PRIN AMESTEC CU CUPA	IN TRANSEE PRIN AMESTEC CU CUPA SAU IN STATIE CENTR.		IN STATII CENTRA- LIZATE		PREPARAREA BETONULUI
N. APAR ROSTURI	NU APAR ROSTURI	JEANTIV	PILOT FORAT INJECTI	PRIN CURATIRE CU CUPA	TRATAREA ROSTURILOR
0,30	0,30	0,50	1,00		ADINCIMEA DE INCASTRARE IN STRAT IMPERV.
4 atm.	6 atm.		8 atm.		CONDITIA DE PERMEABILITATE

Efectul de impermeabilizare a siemului se datorează structurii diverse a substanțelor chimice din conținutul său care transformă calcarul liber aflat în siem în agent de impermeabilizare, dând combinații insolubile cu puternic caracter elastoplastic, însă a cărui principală proprietate este aceea că fenomenul de hidratare se desfășoară în timp și are ca efect mărirea volumului până la 15 ori - fapt ce creștă presiuni mari în perii terenului, eliminând ape și realizând o etanșare foarte bună. Deosebită este un amestec care suportă foarte bine influența polilor agresivi de orice fel și timp îndelungat.

2.1.2. Realizarea tranșei prin excavare cu sistemul cupei benă

Cea mai reprezentativă instalație și cea mai bine pusă la punct din toate punctele de vedere este instalația excavator ELSE. [42][49] Pereții murați realizați prin și cu ajutorul acestui procedeu de săpare, pot servi ca lucrări provizorii, dar mai ales ca lucrări definitive la executarea măștilor sau năvoalelor de etanșare, diafragme, pereți de protecție contra eroziunilor, precum și elemente de fundații portante. Instalatiile de săpat de tip ELSE (fig.2.1.), datorită schemei constructive poate transversee relativ repede, terenuri de diferite categorii, până la roci friabile sau fisurate și nu este prea mult afectată de obstacole, cum ar fi bolovanii, și cărui dimensiuni sînt mai mici decît lărgimea tranșei, sau lame de orice diametru, se poate chiar transversal pe lărgimea tranșei.

Au deosebita marele avantaj că sistemul de săpare permite cunoașterea în timpul execuției natura terenului pe care îl străbate, deoarece sapa nu amestecă materialul săpat cu noroiul din tranșee. Aceasta dă posibilitatea ca eventual să opriți lucrarea de etanșare la orice opți, pe rîvît variațiilor locale ale straturilor suport impermeabil.

Instalația datorită cetergului rigid care urmărește îndepărtarea sapa de tip benă, permite și garantează execuția unor pereți verticali pe întreaga adîncime, asigură stingerea ștraturilor pe măsură ce se scind, controlul materialului din ștraturile suport, precum și încastrarea tranșei în această din urmă.

Excavatorul de tip ELSE lucrează fără șocuri sau vibrații fără șgomot, ceea ce - ca sistem de lucru - este preferat în localități, în imediata apropiere a altor construcții și lucrări ingineresti sensibile.

Sistemul de deplasare a instalației ELSE pe sanie autopășitoare e recomandat a fi universal în ceea ce privește posibilitățile de deplasare pe teren de orice fel fără a fi necesară nicio amenajare specială în acest sens.

În general grosimea peretelui este menținută constantă pe toată înălțimea excavată datorită jocurilor mici mecanice pe care le prezintă mecanismul de săpat. Deosebit are un avantaj deosebit față de toate celelalte sisteme de săpare, prin aceea că poate curăța cu dinții cupei de săpat restul vertical al peretelui betonat al panoului vecin, realizând astfel o legătură foarte bună între penouri.

Excavatorul ELSE Serie F este compus în principal din :

- un șasin de bază pe care sînt instalate organele motoare și o parte din mecanisme (1) ;

- un catarg fix care constituie suportul de glisare (2) ;

- un catarg mobil (3) ;

- instalație de săpat numită cupă (benă sau lingură)(4).

Catargul fix poate fi montat în două poziții de lucru în așa fel încît instalația să realizeze tranșee prin retragere în axul longitudinal al său sau pe lateral.

Caracteristica principală a utilajului este însă reprezentată de catargul mobil care coborînd pe măsură ce avansează excavția, constituie pe costă edincinca elementul de ghidare al cupei dar totodată este și elementul care preia reacțiunea dată de eforturile ce apar în timpul operației de săpare. Mișcările principale de lucru ale cupei de excavat sînt similare cu cele ale unei cupe drepte ale unui excavator obișnuit. Sapa pătrunde cu virful în terenul de săpat pe care îl dislocă și îl încercă printr-o mișcare de racleaj, rotație depășind 90° , astfel că la sfîrșitul mișcării, dinții cupei sînt deșajați de peretele din față al panoului în săpătură și deci permite ridicarea cupei pline spre suprafață.

Realizarea unui tranșee de tranșee se face în general în mai multe faze și anume : - o primă fază este de o lungime

PROCEDEUL ELSE

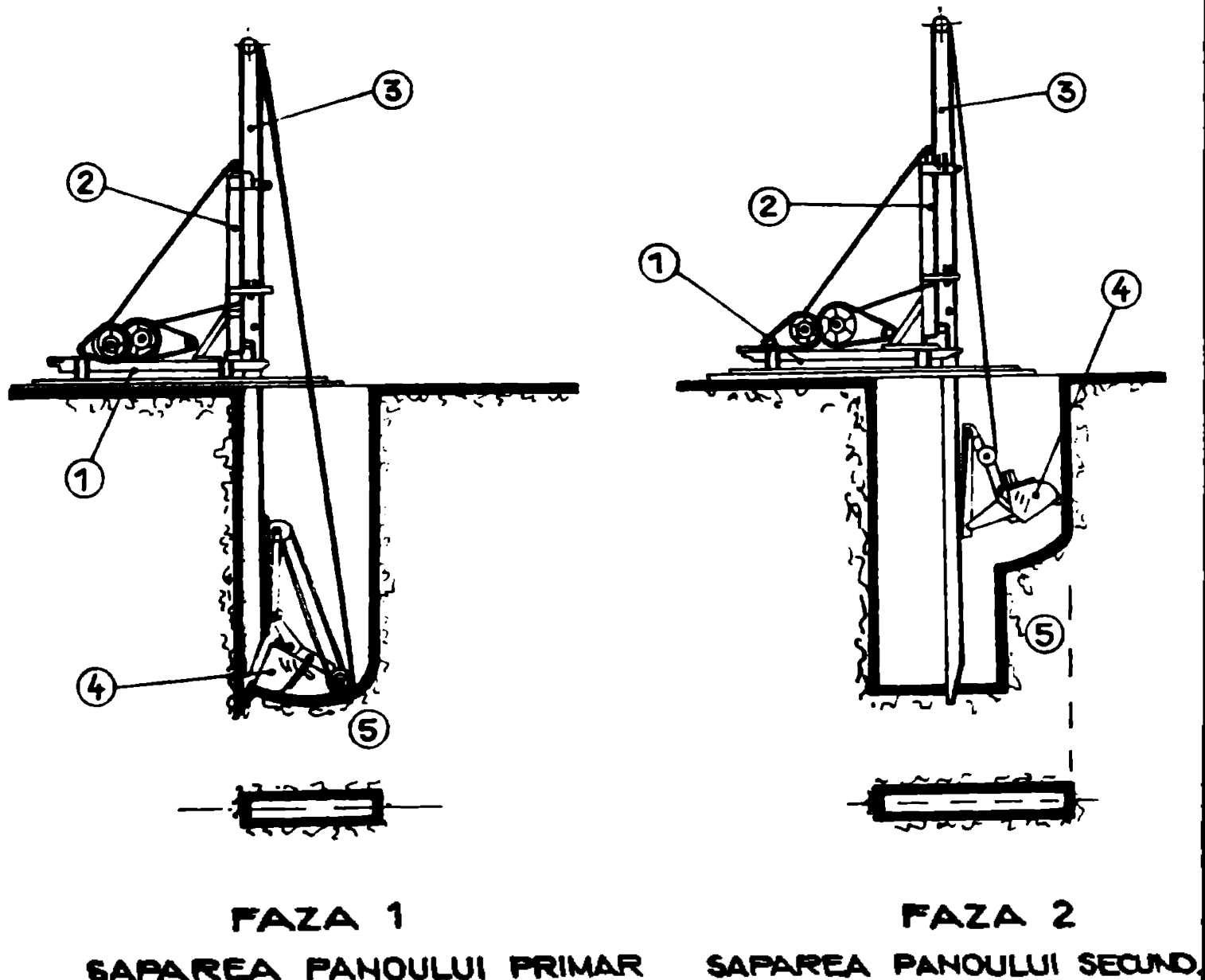


FIG. 2.1.

519.750
359 H

corespunzătoare carcasei cupei, urmează apoi una sau mai multe faze succesive pentru prelunțirea tranșei până la o lungime stabilă.

Schemă operațiilor de lucru pentru faza principală a excavației cuprind:

- ridicarea parțială a brațului mobil (3) și punerea cupei în poziția inițială de mișcare, adică cu dinții sub capătul pilonului ;

- coborîrea brațului mobil (3) și odată cu aceasta a sepei (4), respectiv înfigerea acestora în terenul de săpat (5) ;

- rotirea cupei (4) și realizarea mișcării de excavație și încărcare ;

- ridicarea cupei la suprafață prin glisarea ansamblului braț mobil (3) și după încărcare ;

- deschiderea cupei cu descărcarea detritusului în mijlocul de transport sau în depozit prin intermediul unei bene glisante pe un cadru adiacent instalației.

Repetând operațiile indicate mai sus, se obține prin mișcări succesive, adâncirea propriuzisă a tranșei pe toată lungimea corespunderă cursei cupei până ce cota de bază a tranșei a fost atinsă. În timpul acestei prime faze de lucru catargul mobil este rezemat în permanență pe toată lungimea pe frontul din spatele lui. Pentru fazele succesive ale excavației de prelunțire a tranșei instalația este deplasată pe o distanță fixată dinainte, astfel încât noua poziție a catargului mobil se află în partea săpată dinaintea tranșei. Utilajul lucrează esșdar cu catargul complet scufundat și fixat în poziție sa, partea inferioară fiind legată de catargul fix și extremitatea sa inferioară fiind încastrot în terenul de bază. În această situație reacțiunea la sollicitările cupei în faza de excavație este exercitată numai de rezistența la însoveiere a catargului mobil care se află în condițiile unei grinzi sprijinită la cele două extremități.

În scopul de a evita sollicitări excesive, susceptibile de a face să cedeze catargul mobil, prevenind deformații remanente ale acestuia, trecerile pentru săpare sînt reduse în această fază printr-o simplă micșorare a unghiului de rotație al cupei. Glisînd și acționînd asupra catargului mobil, infipt cu baza în teren, cupe îndeplinesc în această fază acțiunea sa de săpare, etacînd terenul frontal prin treceri succesive, cuprinzînd fiecare ordine de operațiuni : coborîrea cupei, rotirea parțială pentru umplerea sa

și ridicarea la suprafață pentru descărcare. Prin aceste treceri succesive se realizează săparea progresivă a tranșei, prelungind pe cea din urmă față pînă ce este atinsă cota de bază.

Se mai poate adapta o schemă de săpare care face ca să elimine solicitările pilonului în gel și anume se procedează la excavarea tranșelor prin retragere și în această situație pilonul rezază în permanență cu întreaga sa lungime scufundat.

Metoda aceasta de lucru nu este indicată de constructorul din Milano, [69] însă noi am aplicat-o cu mult randament și fără nici-o teamă de solicitare excesivă a instalației. Oricum, înainte de betonare a tranșei, este absolut necesar a se curăța tot fundul acesteia de eventualele desprinderi ale pereților, detritusul care a decantat din noroi, de căderi ale materialului din cupă.

2.1.3. Săparea tranșei cu echipament de tipul greifer plat

În mod intenționat s-a lăsat acest procedeu de lucru la urma acestui paragraf, deoarece este procedeu cel mai des folosit și răspîndit în întreaga lume, cu ajutorul lui se realizează volumul cel mai mare de lucrări de etanșare, este relativ sigur și nu necesită dotăție cu totul și cu totul specială (fig. 2.2.)

Această tehnologie fiind cel mai des folosită are și o șarjă largă, variată, de lucru, fiecare variantă cu specificul ei, cu avantajele și dezavantajele ei. Cîteva elemente sînt însă distincte pentru fiecare variantă și anume :

- cupa de greifer este suspendată și acționează cu cablu de oțel ;

- cupa este fixată rigid de un pilon esterg care glisează în sus și în jos odată cu executarea operației de introducere și scoatere a appei.

Din categoria cupelor de greifer suspendate și acționate cu cablu, cele mai reprezentative sînt cele realizate și utilizate de firmă franceză BACHY care sînt cuprinse în game de 4 - 17 to. greutate, cu deschiderea cupei de 2,4 - 3,6 m. respectiv capacități de săpare de la 1 - 2 m. pe fiecare ciclu. Lățimile de realizare a tranșei sînt cuprinse între 0,6 - 0,8 m.

Și în această categorie există mai multe cuple și anume :

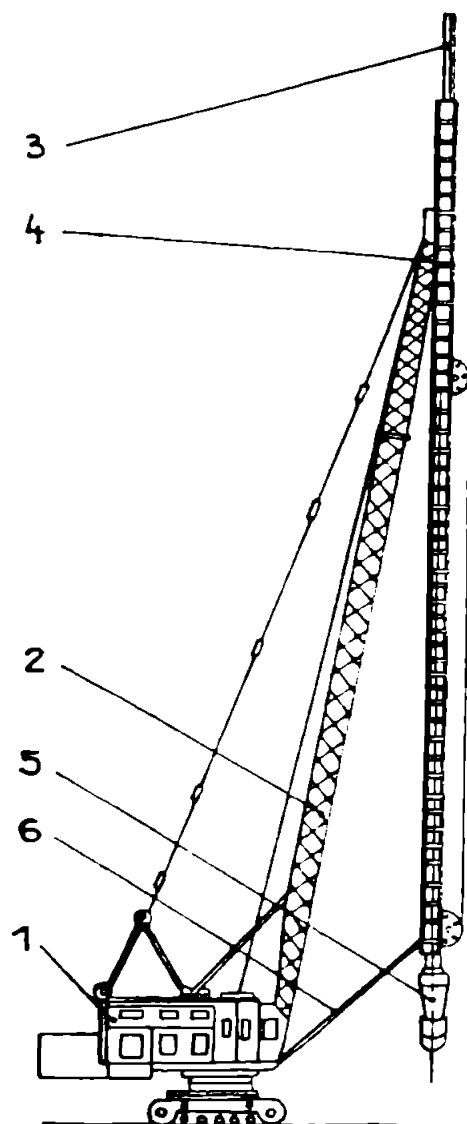


FIG. 2.2.

**INSTALATIE DE SAPAT SANTURI
CU GRAIFAR**

- 1 - CABINA MACARA ; 2 - BRAT MACARA ;
 3 - TIJE MOBILA ; 4 - GHIDAJ PTR. TIJA MOBILA ;
 5 - CUPA TIP BENA ; 6 - TIJE TELESCOPICA PTR
 ASIGURAREA VERTICALITATII TIJEI MOBILE .

- cupă de greifer plat suspendată de un cablu, iar operația de deschidere, săpare și descărcarea materialului este efectuată cu ajutorul aceluși cablu ;

-- cupă de greifer plat suspendată de un singur cablu (monocablu) ale cărei comenzi de închidere - deschidere a cupei sînt hidraulice, acționată de o pompă hidraulică montată chiar în partea superioară a cupei, motorul acestuia fiind acționat electric

- cupă de greifer plat suspendată de două cabluri (bicablu), iar acționarea manevrelor cupei se realizează hidraulic. Acest sistem este foarte des folosit deoarece prin sistemul de prindere a cupei cu două cable asigură o ghidare foarte bună și asigură pe totă adîncimea tranșei.

Să amintim numai că prima cupă monocablu de tip QWEN era foarte greu de stăpînit la ghidare și, pe stare în tranșee erau necesare introducerea treptată de ghidaje. [23]

Toate aceste cupe se infig datorită greutateii lor proprii mari în materialul de săpat din fundul tranșei, iar prin manevra de închidere a cupei are loc și operația de săpare. Urmează scoaterea cupei din tranșee, rotirea și descărcarea ei.

Avantajele sistemului : urcarea și coborîrea echipamentului de săpat în tranșee se face foarte rapid, instalația relativ simplă dar avantajul cel mai mare este că înălțimea instalației de lucru este minimă, respectiv poate fi folosită în condiții restrictive de înălțime și uneori chiar în interiorul unei construcții existente.

Din categoria cupelor de greifer legate rigid de un element de ghidare, cele mai reprezentative sînt cupele de tip KELLY, așa zise bine ghidate. [66]

La început, deși sistemul e acționat timid, la ora actuală s-a impus fiind metode cea mai des folosită în acest gen de lucrări. [16]

Sistemul constructiv constă din partea mobilă care este compusă din cupă și pilon și cadru fix, compus din ghidaje, în interiorul cărora glisează pilonul mobil. Ansamblul pilon - cupă culisează pe toată înălțimea lor prin ghidaje - fapt esențial în ceea ce privește asigurarea dirijării bunei în tranșee, deoarece acest ansamblu asigură și forța verticală asupra cupei, necesară în timpul infigerii ei în stratul de săpat, nemăfiind nevoie de construcția unei cupe deosebit de grele.

Indiferent de echipamentul de lucru din cele enumerate mai sus problema ghidării la mari adâncimi rămâne problema principală greu de realizat, mai ales în ceea ce privește fantă de a asigura ieșirea unui penou cu altul.

Pentru realizarea acestei probleme se recurge la tehnologii de lucru ajutătoare și anume : executarea unor foraje de ghidaj pe toată adâncimea de realizat, la distanță egală cu posibilitățile de săpat ale cupei instalației. În felul acesta ghidarea benei în timpul săpării se realizează mai ușor și nu au fost cazuri de nereușită când s-a folosit această metodă. [26]

Tehnologia este foarte indicată și pentru adâncimi relativ mici când lucrarea se execută cu cupe de greifer plat suspendat pe cablu la care posibilitățile de abateri în plan sînt mai mari.

Dezavantajul constă în ceea ce este necesar încă un utilaj de forat în plus față de cele existente.

Dacă adâncimile de săpat depășesc 50 m. atunci acest sistem nu mai rezolvă problema și ca atare se recurge la forarea cu mai înșiră de puțuri de ghidaj, în general cu un diametru ceva mai mare decât lățimea peretelui, iar acestea se betonază. În aceste condiții, cupe greiferului trebuie să aibă pe exterior, sisteme constructive necesare ghidării pe creștii piloților de beton.

Sistemul dă rezultate foarte bune și foarte sigure și a fost singurul care a putut rezolva realizarea ecranilor cu adâncimi cuprinse între 50 - 150 m.

Această tehnologie bine pusă la punct a fost folosită de firma mare americană ICANDA care a executat ecranul de etanșare a barajului MANIQUACAN 3. Ecranul de etanșare constituit din doi pereți murați de 0,60 cm. grosime fiecare, pereții și la o distanță de 2,5 m. între ei, cu o adâncime între 40 și 149 m. [32] Lucrarea a trebuit să fie executată într-un depozit de aluviuni grosiere și să fie încastrată în rocă de bază constituită din calcar compacte.

Pentru asigurarea verticalității dar și pentru asigurarea ieșirii penourilor de pereți murați, s-a aplicat metoda farării de puțuri pe toată adâncimea cu diametrul de 40 cm. la distanță de 2,50 m. între ele, foraje care au constituit elementele de ghidaj pentru bene bicablu care a fost folosită pentru realizarea execuției penoului propriu is, bineînțeles în prezența

noroiului bentonitic. De remarcă că la această lucrare s-au realizat unele lucrări de excepție și anume :

- Verticalitatea ecranului pe cei 40 - 149 m. adâncime s-a asigurat cu o deviere de numai 15 cm.

- belavanii întâlniți în timpul săpării cu bene și pe care aceste nu a reușit să-i excaveze, au fost sfărâmați prin explozii realizate sub noroiul de foraj ;

- fiecare foraj realizat a fost ulterior controlat - fiind plin de noroi - cu ajutorul unei camere T.V. cu care ecranul pe lângă profilul geologic întâlnit s-a realizat și o cercetare petrografică a întregului material străbătut;

- lucrarea a fost executată și pe timp de iarnă, în acest scop executându-se o încălțură închisă pentru creșterea condițiilor de lucru ;

- partea superioară a celor doi pereți murați a fost decoperțată pe 6 m. adâncime, pentru ca să se realizeze o încălzire în nucleul de argilă din corpul barejului. Cu aceste ocazii s-a putut observa în direct calitatea excepțională a lucrării.

Operația de săpare în tranșee se realizează tot în prezența permanentă a noroiului bentonitic, iar în ultimul timp datorită îmbunătățirilor și măririi randamentului sâmburilor de noroi cu circulație inversă s-a folosit tot mai des tehnologia de săpare și evacuare a materialului din tranșee în felul următor: se excavează cu cupe ștergite penouri campioni, răzind zone nestăpate a căror lungime este mai mică decât deschiderea unei cupe. Aceste zone necavate se deplacă în fața a două de către sapa greiferului dar nu mai sunt evacuate, operația aceasta realizându-se cu ajutorul pompei de noroi.

În felul acesta productivitatea crește foarte mult, iar gradul de folosire a pompei de noroi se realizează în proporție foarte mare, deoarece altfel ele servesc numai la recircularea noroiului.

În general încă acestor categorii de instalații de săpat cum sînt KIBLY, BACHY li se poate reproșa faptul că nu reușesc să străpungă și să excaveze straturile de rocă mai dure sau să înlăture obstacolele ce depășesc lățimea tranșeei. Acest inconvenient se datorează în întregime faptului că forța verticală care acționează asupra sapei o constituie numai greutatea ei în stare sumerată în noroiul de foraj.

În ultimii ani însă grupul de firme KELLY și BACHY au conceput și realizat o instalație de săpat, tranșee cu lățime de până la 80 cm. și adâncime de până la 30 m., instalație care înlătură inconvenientul menționat mai sus prin aceea că mașina este dotată cu două verine hidraulice care pot acționa cu sarcină verticală sporită de până la 20 t. asupra sapei (fig.2.3.)

2.1.4. Executarea excavației cu foreze cu sau fără parcuție

Una din metodele de săpare a tranșelor metodă foarte bine pusă la punct din punct de vedere tehnic și care rezolvă de multe ori dificila problemă a pătrunderii la adâncimi mari și cu un mare grad de verticalitate și poziționare, este metoda forejului rotativ.

Tehnologia constă în adaptarea unei instalații de foraj folosită în mod curent la forejale petroliere (fig.2.4.) poziționarea ei în amplasament pe o cale mecanică de ghidaj și de lucru și realizarea excavației tranșei prin una din metodele de avansare în straturile orizontale sau în straturi verticale. [4]

Instalația de săpat este în mod obligatoriu însoțită de o instalație de mare capacitate de preparare, recirculare și regenerarea noroiului de foraj.

Această instalație realizează și extragerea detritusului rezultat din excavația tranșei, prin circulația inversă, curăță noroiul de impurități și îl reintroduce în circuitul de foraj chiar prin interiorul coloanei și forei de săpat.

Lățimile excavațiilor realizate în mod curent cu asemenea tipuri de instalații sînt de 0,4 - 0,8 m. însă adâncimile sînt practic nelimitate pentru domeniul nostru de extensie.

În general însă în pofida faptului că operația de forare este continuă, productivitățile ce se obțin cu acest tip de instalații sînt destul de reduse, instalațiile foarte costisitoare și ce sînt folosite numai acolo unde adâncimile de realizat sînt foarte mari, încastrarea în stratul impermeabil este greu de realizat cu astfel de instalații

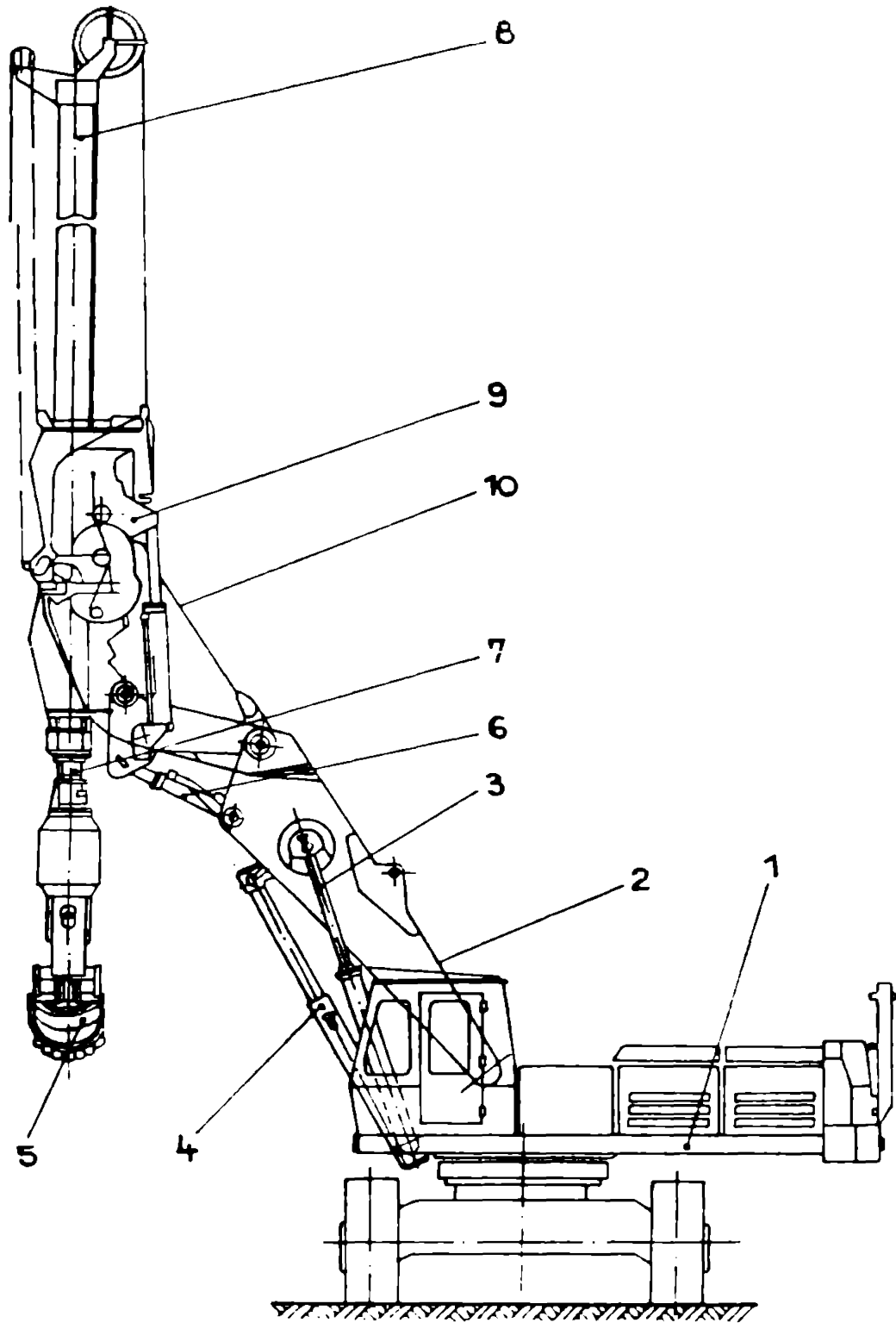


FIG. 2.3.

INSTALATIE DE SAPAT SANTURI CU TIJA TELESCOPICA

- 1 - CABINA MACARA ; 2 - BRAT OSCILANT ;
- 3 - CILINDRU HIDRAULIC DE RIDICARE A BRATULUI OSCILANT ; 4 - OPRITOR TELESCOPIC ; 5 - CUPA TIP BENA PTR. SAPAT ; 6 - CILINDRU HIDRAULIC DE REGLARE A POZITIEI TIJEI ; 7 - TIJA INTERIOARA ;
- 8 - TIJA EXTERIOARA ; 9 - MECANISM PTR. ACTIONAREA TIJELOR ; 10 - CABLU PTR. ACTIONAREA TIJELOR.

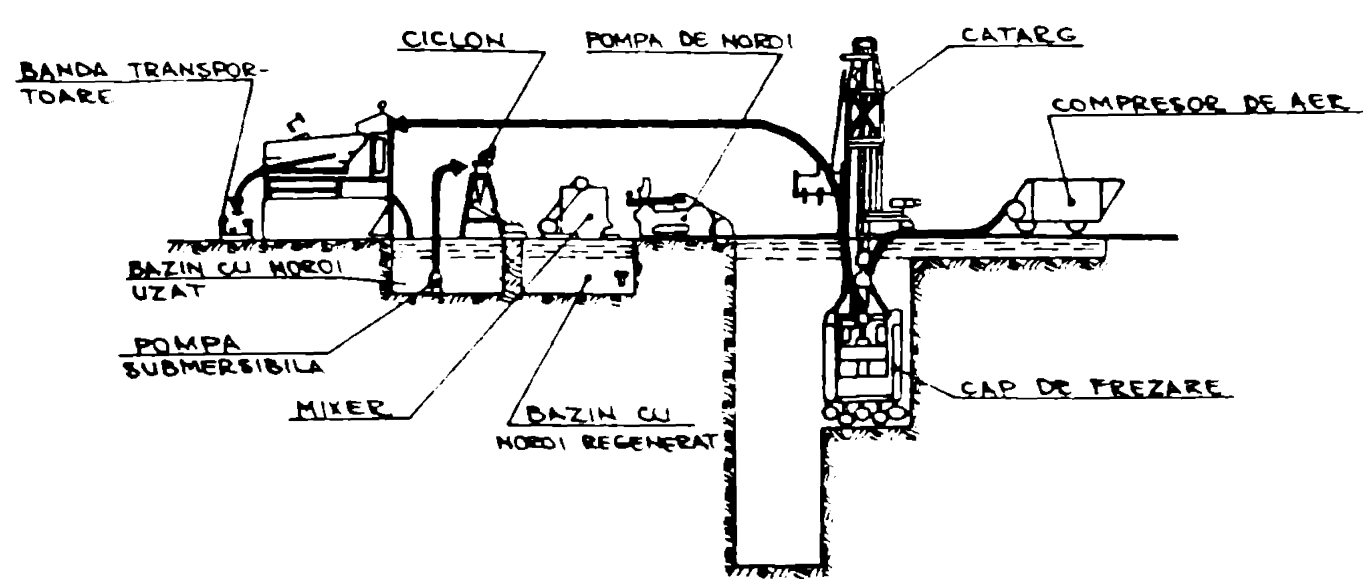
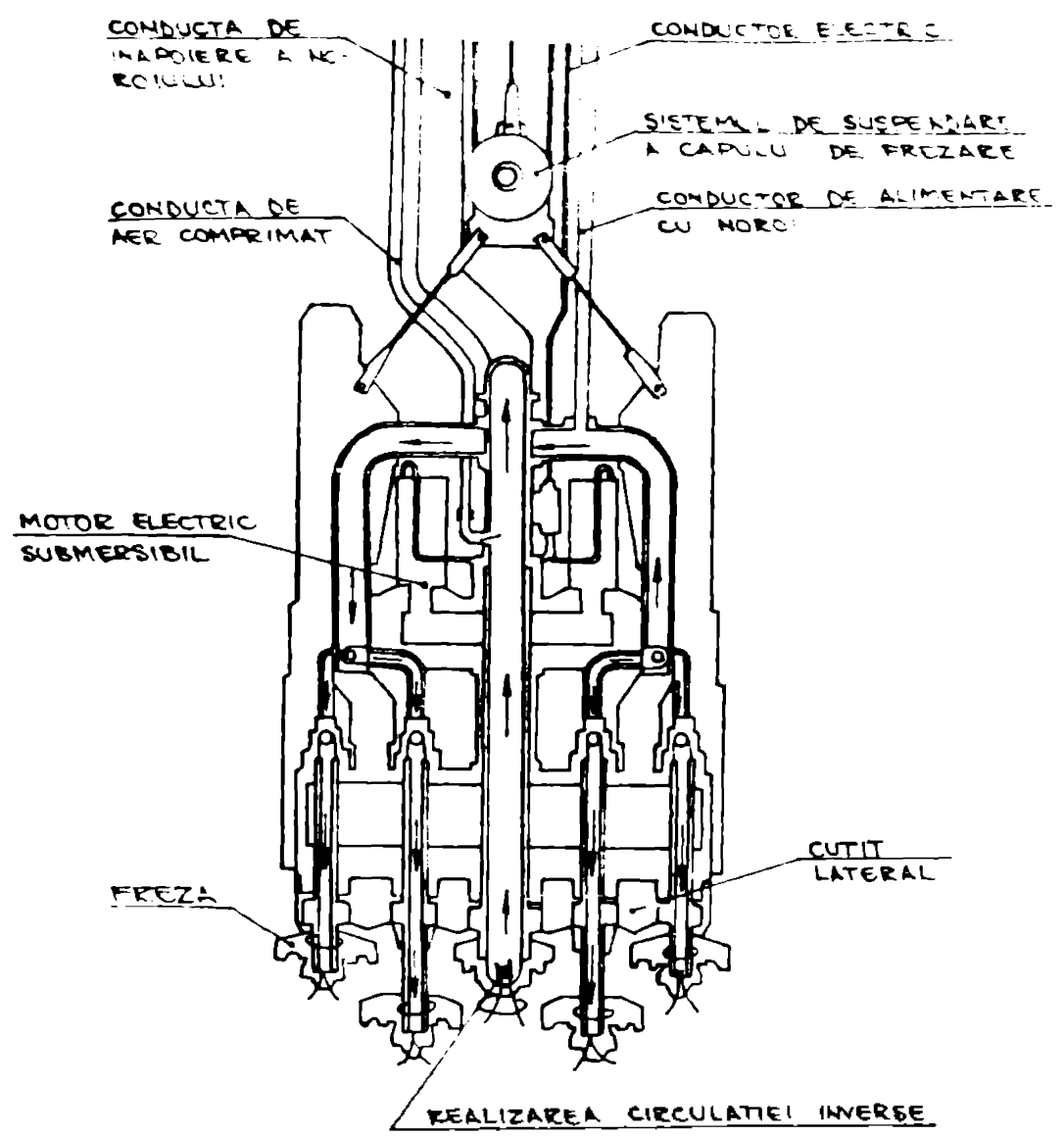


FIG. 2.4.

INSTALATIA DE FORAJ CU FREZE MULTIPLE

și unde volumul de lucrări permite acceptarea unor investiții mari cu esența instalației.

Astfel, constructorii sovietici au construit o instalație de tipul VNIIGS care are un singur rotor de diametru 0,5 - 0,8 m. și care sapă în mod curent la adâncimea de 20 m. cu o productivitate de pînă la 20 mp. etanșare în 10 ore. [26]

Există foreze de tipul LW Borings dotată cu rotoare multiple a cărei productivitate este mai ridicată, respectiv de pînă la 25 mp. etanșare pe zi și a cărei instalație motrice, este situată chiar în interiorul rotorului. [77]

Ca remarcă generală la acest sistem de excavare prin foraj, trebuie să menționăm faptul că nu dislocarea materialului este problema dificilă ci extragerea detritusului din tranșee - operație rezolvată cu ajutorul pompelor de noroi cu circulație inversă, însă a căror productivități condiționează în final rentabilitatea procedurii.

Nu este indicată nici folosirea a mai multe pompe de noroi, deoarece ar conduce la realizarea de curenți puternici în tranșee, antrenarea materialului din pereți și respectiv surpări ale acestora. [66]

2.2. ECRANE (DIAFRAGME SUBTILE) REALIZATE CU AJUTORUL UNOR PROFILE METALICE

În cazul folosirii ecranilor de etanșare din pereți muleți a căror tehnologie este în general bine pusă la punct și este bine cunoscută, grosimile minime realizate sînt de regulă totuși mari (0,4 - 0,5 m.), chiar acolo unde nu se cere portanță în condițiile de exploatare.

În esența condiții nu este justificat din punct de vedere economic și nici productiv folosirea unor pereți muleți clasici, ci ar fi suficientă executarea unor ecrane cu grosimi de ordinul centimetrelor (ecrane) denumite diafragme subțiri care rezolvă destul de bine cerințele impuse respectiv preluarea presiunii din sarcini hidraulice de pînă la 20 m. coloană de apă, fără însă să fie solicitate la secțiuni verticale sau orizontale.

Ideea aceasta, ca de altfel multe altele din realizările în acest domeniu, este de origine franceză [70] și aparține întreprinderii de Studii și Lucrări Fundații SOLETAICHE, care a realizat și brevetat o instalație ce constă dintr-un eșafodaj metalic cu

glisieră de ghidaj pe care alunescă în timpul infigerii prin vibrații un profil special de formă I. Odată cu introducerea, după ce s-a ales la extragerea profilului metalic să se injecteze la capătul inferior al profilului o suspensie gelică de ciment, argilă bentonitică și apă care umple complet șlițul creat prin infigerea profilului, realizându-se astfel o perdea injectată cu material de etanșare (fig.2.5.)

Domeniul optim de aplicare pentru astfel de pereți îl constituie protecția gropilor de fundație împotriva fluxului de ape subterane și executarea de voaluri permanente de etanșare pentru retenții de apă, așa cum s-a arătat relativ mic, astfel încât voalul să poată fi executat prin introducerea în pământ a profilului prin vibrații. [30][65]

Datorită profilului special al laturilor elementului metalic, astfel conceput încît să asigure o foarte bună îmbinare între elementele joantive, se asigură continuitatea peretelui. Procedul însă este îngreunat de posibilitățile de realizare a profilului metalic cu secțiune complexă, de mare rezistență la infigere, generată de această secțiune, de număr mare de montări și demontări pentru vibratorul utilizat la infigerea profilului metalic.

Continuitatea peretelui se asigură prin amplasarea atentă pe verticală a profilului metalic și prin suprapunerea parțială a două panouri ală-urate. În acest caz în timp ce lățimea profilului metalic de infigere este de 80 cm. șlițurile se succed la numai 60 cm. Secțiunea anterior executată dirijează corect pătunderea profilului metalic. Grosimea unui astfel de perete obținut în urma injectării este de 10 - 15 cm.

Adâncimile curente se se realizează sînt în jur de 15 m. însă instalația de tip SOLETANCHE are posibilități de realizare de pînă la 30 m. și cu productivități de 120 mp. pe un schimb de 10 ore.

O variantă de lucru a acestui procedeu (fig.2.6) este aceea pusă la punct și aplicată pe scară largă de către întreprinderea de studii și lucrări de fundații din Toulouse (E.T.F.) și care constă în introducerea unui set de 7 palplanșe metalice, din profile comprese, la adîncimea dorită în materialul de etanșare cu ajutorul fie a sonetelor cu beșee de betere, sau în ultimul timp cu vibreinfigătoare de tip P.T.C. care au ajuns la performanțe de aproape 10 to. greutate proprie și de 40 to. forță perturbatoare. [70]

EXECUȚIA UNEI DIAFRAGME CONTINUE

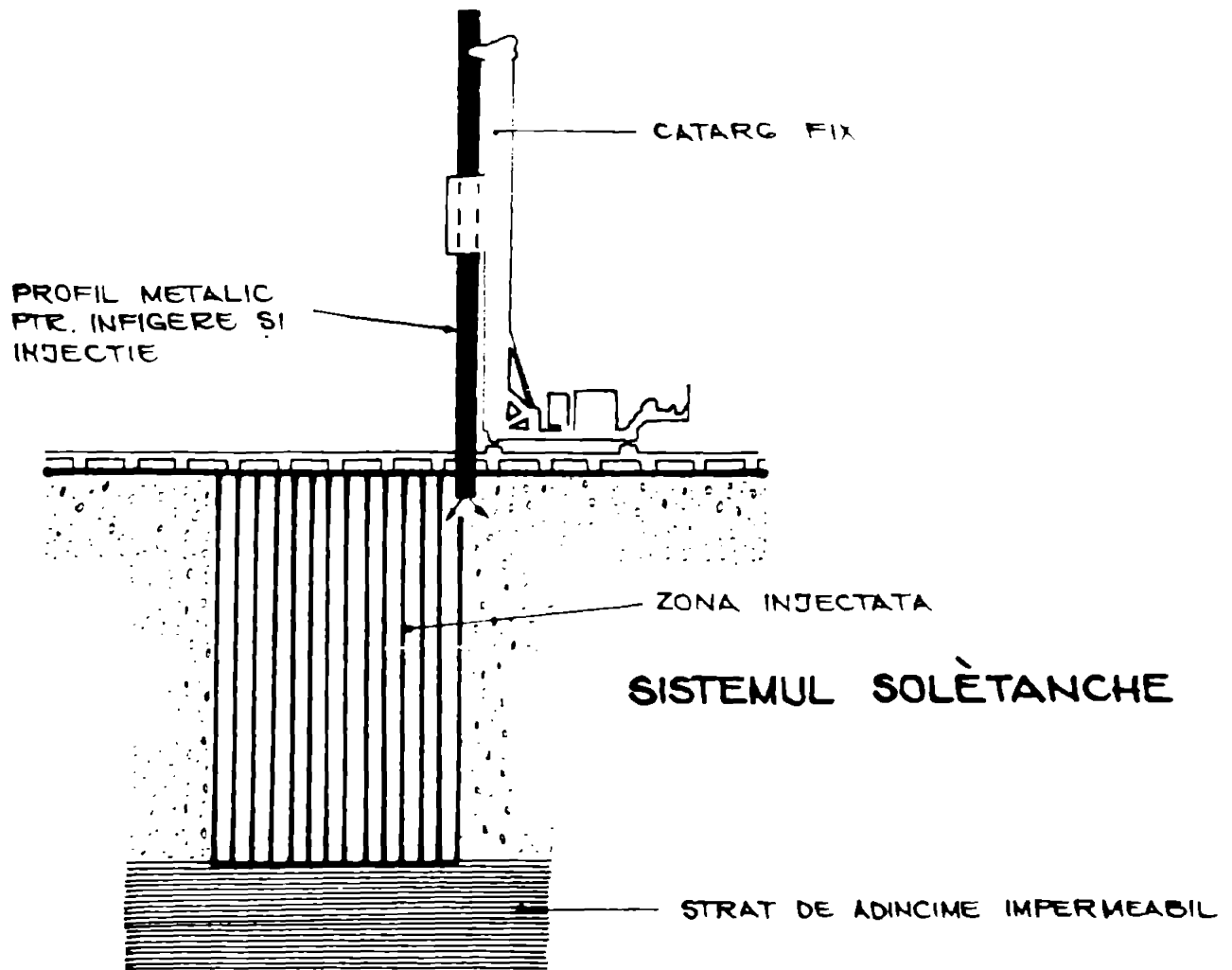


FIG. 2.5.

SISTEMUL CU
PALPLANSE

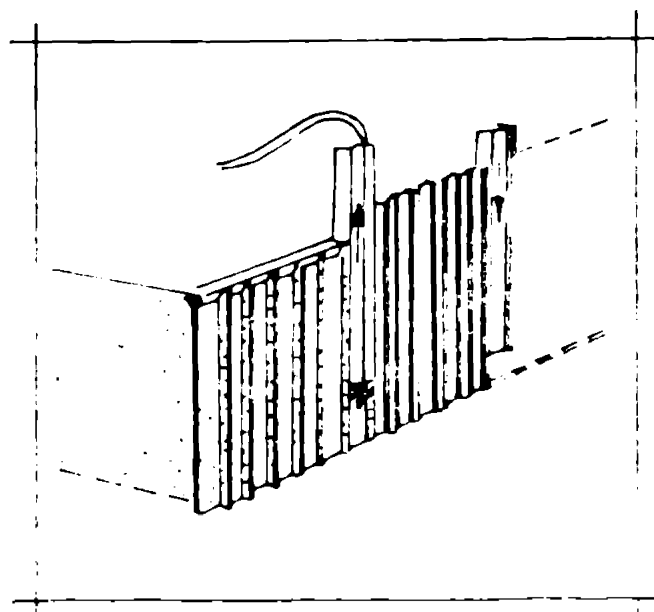


FIG. 2.6.

Instalația este montată în întregime pe un excavator cu șenile sau pe un șasiu cu tălpi glisere, iar înfigerea și extragerea profilelor metalice se face cu aceeași instalație, iar atât pe timpul introducerii, cât și scosterii profilelor, din pachetul de strâșe de etanșat, se injectează noroiul cu amestec de argilă și ciment. Dintre multitudinea de date specifice procedurii merită enumerate acestea :

- pesul (h) palplanșelor înfigătoare 40 cm ;
- folosirea în exclusivitate a noroiului de argilă/ciment (raport 1 : 2) ;
- productivitatea deosebit de mare 100 mp/zi ;
- adâncimea concretă de înfigere - 15 m.;
- consum mediu de noroi 0,14 m³/m² ecran ;
- rezistența la compresie obținută la 28 zile pe probe de noroi $R_c = 5 - 8 \text{ daN/cm}^2$.

În urma încercărilor de eroziune efectuate pe un ecran descoperit, rezultatele au fost mai mult decât satisfăcătoare.

Prețul de cost de cca. 3 ori mai mic decât al unui ecran realizat cu pereți mulși executați cu metoda KELLY, datorită în primul rând consumului redus de materiale de etanșare.

Folosind acest procedeu de lucru se execută ecrane cu rol numai de etanșare la unele acuzulări de apă pe Valea Oltului inferior în cadrul amenajării hidroenergetice, folosind o instalație de construcție românească. De asemenea la Porțile de Fier II se execută lucrări de etanșare la incinta hidrocentralei de pe malul românesc la Găgești, cu același procedeu de realizare a diaframelor subțiri, folosind tot instalații de vibraînfigere românești montate pe excavatoare hidraulice G.3602. Adâncimile atinse cu aceste utilaje sînt de pînă la 20 m.

Construcțiile sovietice au realizat și ei cu ajutorul acestei metode pereți de etanșare a căror adâncime a ajuns pînă la 10 m., însă cu productivități demne de luat în considerație (fig.2.7). Astfel la nodul hidrotehnic ACULOV [26] au realizat un ecran în lungul unui dig cu caracter definitiv, cu o suprafață totală de etanșare de peste 4.000 mp.obținînd productivități maxime de pînă la 60 mp. pe schimb de 10 ore și cu consumuri medii de mortar injectat de cca. 110 kg/mp., rezultînd în urma decopertării, o diafragmă de cca. 12 - 15 cm. grosime, compactă și foarte etanșă.

Se pot trage două concluzii din această tehnologie și anume :

- greu atea cea mai mare în aplicarea acestui sistem

constă în dotarea cu o instalație de vibrație destul de puternică pentru a realiza productivități sporite, dar și pentru a învinge toate obstacolele întâlnite, ceea ce e recomandă în terenuri cu dimensiuni < 3 cm.;

- cantitatea de material ce trebuie injectată este aceea care determină grosimea ecranului rezultat și deci cu cât cantitatea de suspensie este mai mare, cu atât grosimea diafragmei va fi mai mare și respectiv gradul de impermeabilizare a materialului slăbionat va fi mai eficient

Materialul injectat are în general următoarea compoziție :

- ciment 500 kg/mc mortar
- bentonită 200 kg/mc.
- apă 700 lt/mc.

rezultând un amestec cu greutate volumetrică în jur de $1,5 \text{ kg/m}^3$ destul de viscos și care la 28 zile are cca. $40 - 50 \text{ kg/cm}^2$,

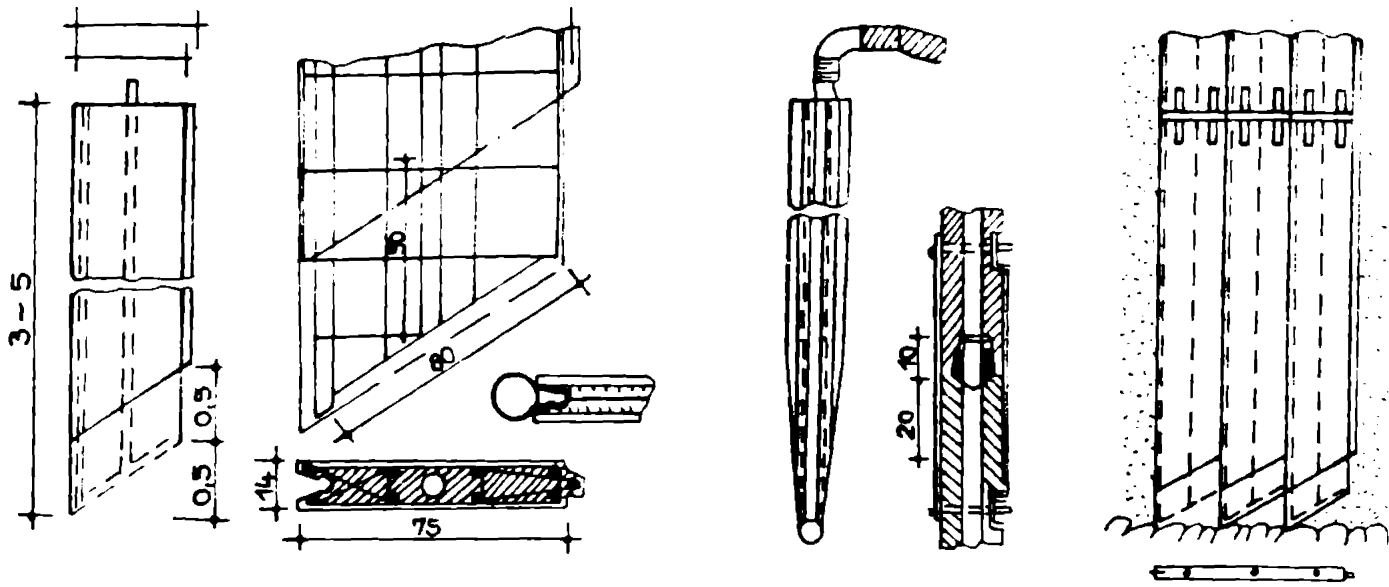
În țara noastră au fost făcute încercări cu aceste metode, însă nu prin folosirea unui profil I ci cu un set de 6 palplăne LARSEN V, care erau infipte mare prin depășire și care aveau fiecare montate pe cele două fețe țevi de injectare. S-au obținut voluri continue și destul de etanșe, însă folosirea repetată a palplănelor duce la uzura lor rapidă și ca stare consumul de metal este foarte mare și implicit costul lucrării.

2.3. MATERIALE FOLOSITE PENTRU REALIZAREA ECRANILOR MULAȚI DE ETANȘARE

În procesul de realizare a ecranelor impermeabile denumite și pereți mulați de etanșare participă o anumită cantitate de materiale, însă unele din ele cu pondere și o importanță cu totul și cu totul deosebită. Dintr-o parte unele materiale au un rol ajutător și cu caracter temporar în lucrare, iar altele sînt materialele ce intră definitiv și constituie ulterior elementul de construcție ca produs final al întregii operații de lucru.

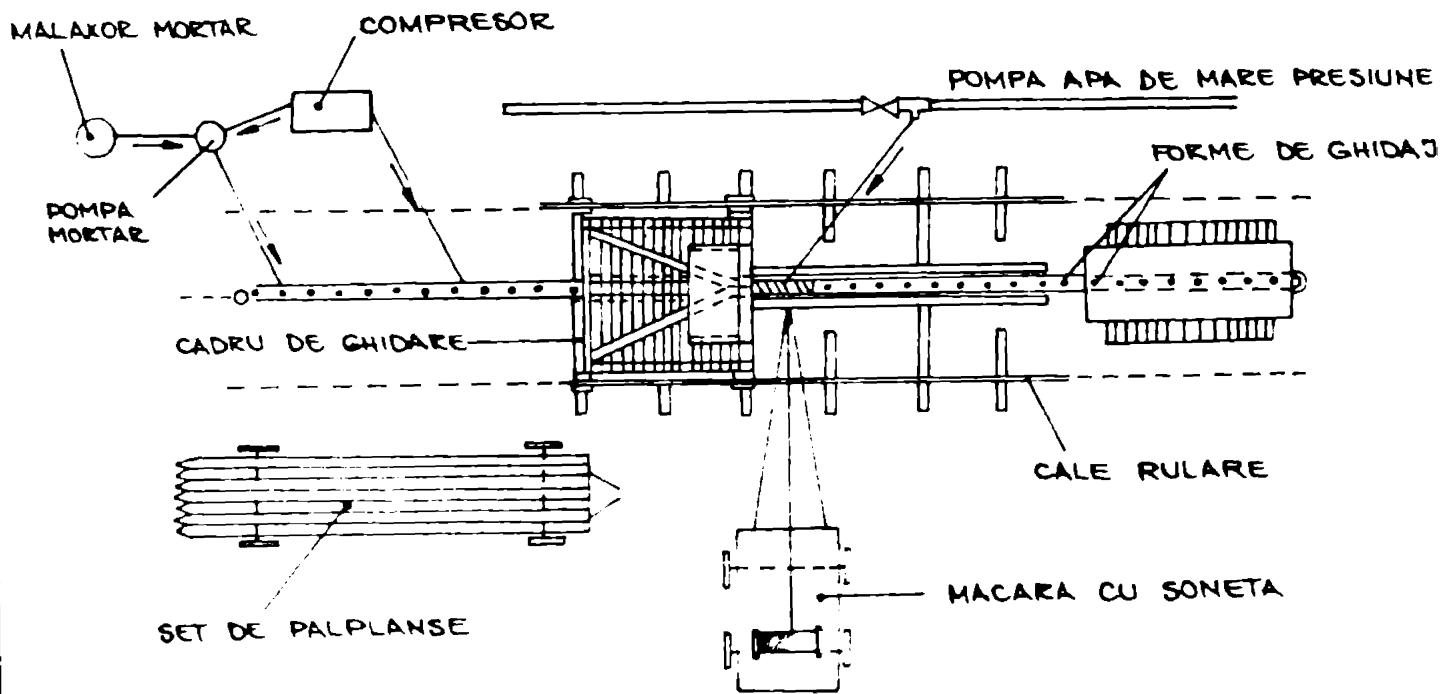
Din literatura studiată [11][12][13][47] rezultă că putem împărți (în lumina celor menționate mai sus) materialele folosite în două categorii mari și anume :

HIDROPALPLANSE SISTEM GANCEV



DETALIU PALPLANSE

PERETE REALIZAT



SCHEMA TEHNOLOGICA DE PUNERE IN OPERA

FIG. 2.7.

- noroiul de foraj (noroiul folosit la săperea tranșei)

- materialul de etanșare propriuzisă

În cele ce urmează se va prezenta sumar o analiză a fiecărei categorii în parte, din punct de vedere al modului de preparare, al componentelor de bază și adăsurilor ce iau parte la prepararea lor ca și al caracteristicilor fizice și mecanice.

2.3.1. Noroiul folosit la săperea tranșei (noroiul de foraj)

Noroiul de foraj - respectiv noroiul folosit la săperea tranșei (în prezența nemijlocită a căruia se realizează excavația) este un amestec argilos bentonitic, adică o suspensie de argilă coloidală, având proprietăți reologice particulare și în special proprietăți de tixotropie.

Grasa de noroie de foraj este deosebit de mare și depinde în primul rând de scopul pentru care este folosit, precum și de condițiile locale ale excavației sau forajului, condiții pe care trebuie să le îndeplinească acest noroi. Principalele funcții pe care trebuie să le îndeplinească noroiul de foraj sînt :

- să mențină pereții tranșei în poziție stabilă, respectiv să prevină surparea tranșei ;
- să ajute la evacuarea detritusului și menținerea tălpilor tranșei curate în perioada de timp între terminarea operației de săpat și începerea operației de betonare a peretelui muret ;
- să realizeze răciria dispozitivelor de săpat și să asigure ungerea unor dispozitive de lucru ;
- să permită punerea în operă a betonului prin dislocarea sa, în așa fel încît să nu apară discontinuități.

În cele mai multe cazuri el cuprinde următoarele elemente :

- argila bentonitică preparată în fabrici speciale ;
- argila locală folosită cum se află în zăcămint ;
- apa de pregătire a suspensiei ;
- aditivi chimici pentru stabilizarea sau corectarea unor caracteristici necesare în procesul respectiv de lucru.

Din punct de vedere al constituției, noroiul de foraj (așa cum am mai arătat) este un mediu coloidal, compus dintr-un

dispersant, continuu, care este apa și dintr-o fază dispersă discontinuă, formată din particule solide (sau gelificate) de argilă. Apa din noroi se prezintă sub două forme [35][53] ca în fig.2.8.

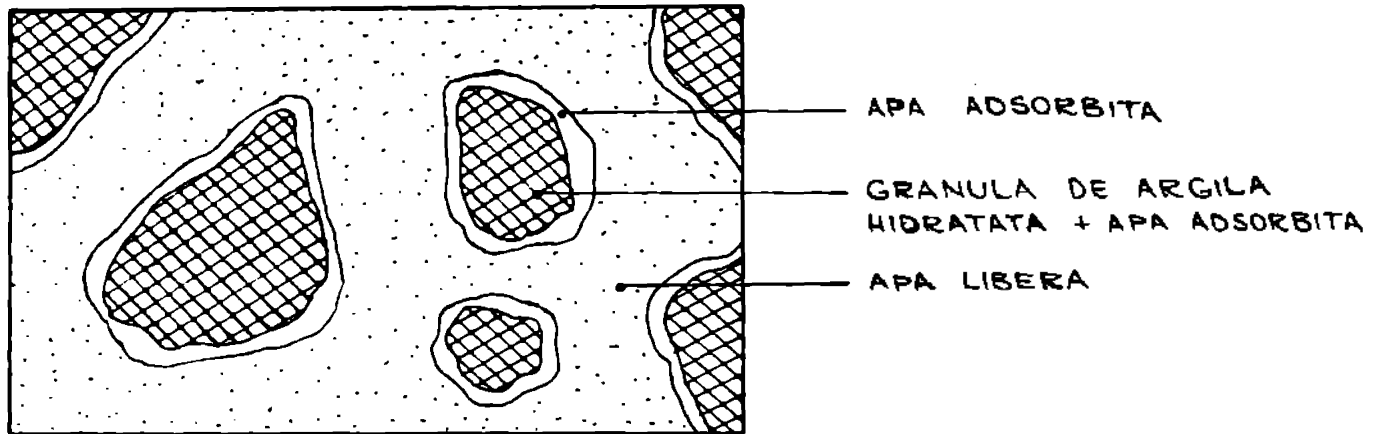


FIG. 2.8.

- apa absorbită, legată chimic de granula de argilă cu care face parte integrantă în și după perioada de gelificare a acesteia ;

- apa adsorbită, legată fizic, ape legată de particulele de argilă numai prin forță de natură electrică dar care nu va putea intra în reacție chimică cu argila fiind prea departe de aceasta.

- apa adsorbită depinde în general de doi factori și anume de sarcinile electrice ale particulelor de argilă, concentrația de apă legată fizic fiind proporțională cu dipolul moment de caracterizare a particulei de argilă și de suprafața totală a particulelor, respectiv de finețea de măcinare a argilelor, știind că este proporțională cu acestea ;

- apa liberă care nu este legată nici chimic și nici fizic pe particulele de argilă.

Principalul component al noroiului de foraj este argila de cele mai multe ori bentonitică, iar în unele cazuri aceasta este în amestec cu argila locală. Despre argila locală se poate spune că i se cere să fie cât mai grasă și să conțină relativ puțin nisip.

De menționat că și un noroi preparat numai din argilă locală este un noroi gelic, dar nu și tixotropic - caracteristică absolută necesară în operația de săpare și foraj.

La unele lucrări mai puțin pretențioase se poate folosi argila leasă, dar în special când noroiul de foraj constituie ulterior și liantul betonului argilos de etanșare cu caracter definitiv.

Argilele bentonitice sînt cele mai coloidale dintre toate și, ca atare și cele mai căutate pentru prepararea noroaielor de foraj. Pentru aceasta însă argila trebuie să îndeplinească o serie de condiții limită de calitate, condiții prevăzute în STAS 3969 - 81 dintre care se vor enumera numai, pe cele care în creșcă în mod curent activitatea de producție.

- Finețea de măcinare ce se determină prin cernere cu setul de site și ciururi standardizate pentru încercările pe cimenturi, iar condițiile de finețe vor trebui să fie aceleași ca la acestea, altfel cantitatea de geluri produsă va fi nesatisfăcătoare. De menționat că determinarea fineței de măcinare se face pentru fiecare lot de argilă soșită și în condiții de uscare perfectă în etuvă. Merită să exemplificăm că pînă la finețea de măcinare de 0,01 cm. suspensia obținută este total necorespunzătoare deoarece granulele de argilă plutesc în apă fără a se obține un amestec coloidal.

Pentru a putea obține un noroi de foraj corespunzător finețea de măcinare a granulelor de bentonită trebuie să fie cuprinsă între 1 și 0,01 microni. În aceste condiții se poate obține o suspensie coloidală cu proprietăți cerute de tehnologiile de foraj în materialele aluvionare.

- Gradul de umflare, care este capacitatea de adsorbție de apă a unei argile și este un factor determinant în prepararea noroaielor, deoarece această caracteristică determină cantitatea de geluri produse de unitatea de masă de materiale. În laborator se procedează la amestecarea unei cantități de argilă, uscată în prealabil în etuvă, cu apă în exces, lăsarea în repaus 24 ore și apoi măsurarea volumului de geluri obținute și raportarea acestora la cantitatea de argilă folosită la determinare. În cazul argilelor bentonitice de producție rămănească un grad de umflare între 10 - 20 și acestea vor fi folosite la prepararea noroaielor de foraj. Cu totul excepțional se întîlnesc și argile la care gradul de umflare este de 30 - 40, acestea fiind în funcție de calitatea argilei dar și de finețea de măcinare a rocii de proveniență.

- Capacitatea optică de claritate [61] înțelegîndu-se prin aceasta, în mod convențional, stabilirea unor condiții

de preparare a suspensiei coloidale de bentonită (activizarea bentonitei) pentru obținerea optitudinii optime de închidere a gurilor sau fisurilor infilante în materialul prin care se ferează. Activarea bentonitei constă în înlocuirea cationilor sialino - pământoși, sau de hidrogen, labili, cu cationi de sodiu, ceea ce are ca efect mărire gradului de dispersie a particulelor de bentonită și respectiv mișcarea volumului de lichid filtrat. Determinarea a vor fi înfiți în mod curent la necoiul preparat și se realizează cu o instalație de presare cu aer comprimat la 7 atm. numită presă HAROLD, în care se introduce un amestec de argilă bentonitică uscată, în proporție de 1 - 10 cu apă. După 10 minute de amestecare se introduce amestecul în presă și se lasă la presiune timp de 30 minute în așa fel încît pe la partea inferioară să se scurgă prin hirtia filtru apa. Se scoate filtrul cu turta de bentonită pe ea, i se măsoară grosimea. De subliniat că dispersia argilooasă a fost activată cu sodă calcinată în procent de 2 - 4 % din cantitatea de argilă. Capacitatea optimă se ia turta cea mai subțire măsurată în mm. și trebuie să fie de max. 3 mm.

- Stabilitatea suspensiei [53][81] se determină prin amestecarea unei cantități de argilă, uscată în etervă, cu apă în proporție de 1 - 10, iar după agitare se lasă 24 ore în repaus după care se citește volumul sedimentului și se scade din volumul total. Rezultatul exprimă gradul de stabilitate al suspensiei argilooase.

- Viscozitatea suspensiei [53][81] se determină pe suspensie coloidală, preparată ca și mai înainte cu dozejul 1 - 10, într-un aparat STORMER care determină lucrul mecanic necesar pentru mișcarea unui cilindru metalic într-un vas cu suspensie. Lucrul mecanic se exprimă prin masa necesară rotirii instalației. Pentru necoi la operația de excoavare se va folosi o instalație mai simplă și anume pîlnie HARCH însă pentru determinările celitităților argilei în laborator este mult mai precisă determinarea cu aparatul STORMER.

- Rendamentul unei bentonite [53][81] se consideră în mod convențional cantitatea de suspensie, cu o anumită viscozitate, în mc. care se poate prepara dintr-o tonă de argilă bentonitică. Operația de laborator constă în a prepara o suspensie de viscozitate de 15 CP. dintr-o cantitate stabilită de bentonită. Rezultatul se exprimă în mc. de suspensie la tone de bentonită folosită.

- Determinarea impurităților fizice [53][81] și în special a nisipului conținut în argilă ca materiale prăse. Se procedează la uscarea unei anumite cantități de bentonită și se trece prin site cu ochiuri de 0,06 mm, de cele mai multe ori prin antrenare cu jet de apă pentru a ușura trecerea. Restul se spală, se usucă și se cînărește raportându-se la cantitatea inițială. El nu trebuie să depășească 10 %.

- Puterea de legare [53][81] este indicele care în mod convențional se determină prin rezistența la compresie rezultată în urma încercărilor pe eprubeta cilindrică cu diametrul și înălțimea de 50 mm. confecționată dintr-un amestec etalon. Din acest amestec se prepară eprubetele, se usucă la etuvă, se răcesc și apoi se încercă în presă specială. Rezultatul se exprimă în kg/cm^2 și reprezintă capacitatea de legare a argilei respective.

În laboratoarele de specialitate pentru verificarea tuturor calităților unei argile de noroi se efectuează 16 tipuri de determinări. Înă toate acestea se face pentru noroale de foraj la sonde, acolo unde prezențiile calitative sînt mai mari.

Pentru noroalele folosite în construcții la săperea tranșelor cele 8 determinări de caracteristici sînt suficiente și ele pot defini în mod satisfăcător argila bentonitică în vederea folosirii ei la prepararea noroiului.

Apa de preparare în general nu impune condiții speciale de calitate, însă de cele mai multe ori se folosește apă potabilă sau cel puțin curată, fără săruri și dulciori. După cum vom vedea mai departe [12][13] în anumite amestecuri, apele uzate și agresive folosite la prepararea amestecurilor gelice aduc un spor de rezistență și stabilitate în timp.

Adăsurile care sînt necesare [53][81] uneori la prepararea sau corectarea unui amestec de noroi sînt destul de numeroase și ele cu scopul fie de a îmbunătăți unele calități fizice, ca barita, sau de a îmbunătăți unele calități de comportare chimică și din această categorie cităm : soda, reninul, zahărul, diferite leșii, ș.a.

Barita sau sulfatul de bariu [53][81] Acest material se găsește sub formă de pulbere măcinată fin și are o densitate de 4,5. Necesitatea gradului de finețe - mai puțin de 2 % pe site de 300 ochiuri/cm². este impusă de pericolul de decantare, în suspensie, deoarece el este un material complet insolubil în apă. El nu este o substanță care să conțină noroiul și ca atare adăugată în

nerei produce numai mărirea densității fără a provoca mărirea viscozității în mod exagerat. Se folosește în situațiile când greutatea specifică a noroiului curat este insuficientă pentru a menține unele straturi sau zone de teren infiltrate în foraj sau excavația săpăturilor în tranșee. Există bine stabilite formule de calcul pentru a determina cantitatea de barită ce trebuie introdusă în scopul obținerii unei densități anume la norociile de foraj. După cum am mai spus, barita este o rocă măcinată fin, de culoare albă sau roz - crem, care se omogenizează ușor cu argilele bentonitice.

Alte substanțe cu caracter neutru, care se folosesc la prepararea sau corectarea proprietăților fizice ale noroiului de foraj sau de excavație, se folosesc într-o măsură foarte mare și în cele mai multe cazuri folosirea lor este necesară atunci când se infiltează straturi de roci puternic permeabile, cu dimensiunile porilor mari și unde există pericolul pierderilor mari de noroi.

În această situație se introduc în noroi unul sau mai multe materiale inerte care să colmateze pereții săpăturii și să împiedice pierderea de noroi. Din această gamă înțelina, fibre vegetale, bucăți de burete de celuloză, celuloză sub formă de aşchii, celofan în foi sau fișii și altele. De cele mai multe ori asemenea materiale se aleg de cei ce execută direct forajele, pe baza experienței acumulate, însă în unele țări ca de exemplu Franța, asemenea materiale se găsesc și se livrează la cerere, gata preparate, amestecate în saci ca și bentonita. În general alegerea unui asemenea adăug de material are în vedere următoarele aspecte ale problemei :

- natura terenurilor în care se lucrează și în care se produce pierderea de noroi ;
- dacă această pierdere a fost bruscă sau progresivă și de ce natură este ;
- importanța acestor pierderi.

Substanțele de adăug se introduc și se amestecă cu noroiul în momentul de preparare și omogenizare.

Cele substanțe ce modifică caracteristicile chimice ale noroiului în suspensie se enumără câteva și se prezintă în ce modificări importante vin ele în comportarea și modul de lucru al tehnologiei. De asemenea se prezintă și modalitatea de preparare și introducerea a lor în amestecul de noroi.

S-a văzut mai înainte că norociile produse pe bază de substanțe coloidale, minerale, cum este bentonita sînt sensibile

la contaminări [53] și se citează ca cea mai contaminatoare fiind clorura de sodiu, sare ce se găsește în mod frecvent în spele subterane, sau chiar ca mineral în straturile de roci străbătute de foraje sub tranșele excavate. Contaminarea unui astfel de noroi se manifestă în special prin creșterea filtratului care în anumite cazuri poate produce accidente. Impotriva infectării cu clorură de calciu cele mai folosite adosuri sînt amidale și carboxil - metil - celuloză. [53] [81] Amidale nu se folosesc niciodată singure, deoarece prezintă un mare inconvenient și anume acela că fermentează și emiță un miros puternic de putreziciune. Ele se folosesc împreună cu substanțe bactericide [53] care elimină acest inconvenient. Carboxilul - metil - celuloză de obicei nu fermentează, mai ales la P.H.-ie, [53] însă ca putere de menținere a caracteristicilor noroiului este inferioară azidelor. Ca mod de preparare și amestec se introduce în melaxorul de preparare al noroiului sau în cel de regenerare al acestuia.

Taninul [81] se prezintă sub formă de pulbere și este o substanță extrasă din coaja de copac. El se folosește pentru corectarea P.H.-ului dar de cele mai multe ori în proporție de 1 + 1 cu sodă calcinată sau caustică. Stabilirea dozajului se face întâi pe eșantioane de probă în laborator. Situațiile de folosire a taninurilor sînt în general acestea :

- este absolut necesar ca PH-ul să se mențină sub 12
- cînd conținutul de sare este mai mare de 10 gr/l.
- la adîncimi deosebit de mari sau cînd poate apărea un fenomen cu aport termic sau geotermic.

Taninul este în general un reductor de vîscozitate și totodată soțioasă și ca element protector al coloizilor față de substanțele care provoacă contaminări, el însuși fiind puțin coloidal. Amestecul tanin - sodă, este în mod special indicat pentru tratamentul în contaminările noroiului cu ciment.

Sodă caustică [81] De cele mai multe ori sodă caustică este folosită împreună cu taninul pentru a neutraliza aciditatea acestuia dar și pentru a ușura dizolvarea în noroizii cu amidă, sodă are rolul de a mări PH-ul împiedicînd în felul acesta fermentarea. Sodă caustică care se folosește, se prezintă cristalizată sub formă sferică și este foarte higroscopică. Manipularea ei cere multă atenție deoarece atacă pielea și mucoasele, de aceea se recomandă ca lucrătorii să poarte ochelari și mănuși de cauciuc.

Ea se introduce în noroi de cele mai multe ori prin intermediul spei de anesteze în care ea este dizolvată cu multă ușurință fiind foarte solubilă.

Carbonatul de sodiu - CO_3Na_2 [80][81] se mai numește solda Solvay și se folosește drept agent reductor ; acțiunea sa constă în special în precipitarea ionilor de Calciu în cazul în care acestia produc contaminarea. Soluția de carbonat de sodiu se adaugă - foarte moderat deoarece activitatea este foarte puternică și poate produce efecte secundare nedorite.

Reacția chimică care are loc în anesteze este următoarea :



Bicarbonatul de sodiu NaHCO_3 [80] se folosește în aceleași condiții și în același scop ca și carbonatul de sodiu, însă efectele rezultate sînt de eficiență mai mare :



Se vede că în operația de tratare cu bicarbonat de sodiu pentru o moleculă carbon se eliberează două molecule de sodiu pentru fiecare moleculă de bicarbonat. Pentru acest motiv se preferă ca material de tratare chimică bicarbonatul de sodiu. Tratarea noroiului este o operație economică dar în general se folosește numai în combinație cu tania.

Elle sînt folosite în anumite situații de lucru, tratări ale noroiului cu alte produse cum ar fi silicați, uleiul, săpunurile, emulsificanți, etc. [80] însă de obicei aceste produse intră în materialul primar încă de la prepararea bentonitelor, iar acestea se numesc în aceste cazuri bentonite editivate.

După ce s-au prezentat componentele noroiului pe fiecare component în parte cu caracteristicile și proprietățile pozitive și negative, se prezintă caracteristicile calitative ale noroiului ca material, după cum urmează :

Densitatea [80] Prima, cea mai importantă și cea mai ușor de determinat în laborator și pe șantier este densitatea. Ea prezintă greutatea în kg. pe litru de noroi și se poate determina în mai multe feluri, dar cel mai corect este acela al cântăririi unui anumit volum de noroi și raportarea greutății la unitatea de volum. Se mai folosesc densimetrul însă rezultatele obținute prin folosirea lor sînt informative, deoarece în momentul scufundării densimetrului în noroi greu, fenomenul nu este identic

cu cel al scufundării în apă deoarece aici mai apar și gelurile, viscozitatea și în special o importantă tensiune superficială care modifică condițiile normale de determinare a acestei caracteristici fizice.

Densitatea noroiului joasă un rol deosebit de important în procesul de excavatie, iar cel mai important este acela că realizează o presiune de tip hidrostatic, care menține echilibrul pereților tranșei, respectiv împiedică alunecarea pereților săpăturii în interiorul incintei. În permanență trebuie supravegheată această densitate, deoarece pe măsura înaintării excavatiei, se schimbă uneori substanțial caracteristicile rocilor, pot apare fie pierderi mari de noroi, ca dovadă a densității mari sau pot apare ape sub presiune și atunci trebuie mărită densitatea. [53] Uneori o creștere a densității dovedește că noroiul s-a infectat cu materii inerte dar menținute în suspensie în special cu nisipuri sau marne și argile din straturile săpat, lucru ce conduce de cele mai multe ori și la creșterea pronunțată a viscozității.

Viscozitatea noroiului [80] este o caracteristică a frecării interne, ce se determină și se măsoară prin două metode complet diferite cu viscosimetrul STORMER [80] efectiv prin determinarea frecării interne, dar cel mai adesea cu ajutorul pilnei MARSCH. [53][80] Această pilnie cu o capacitate bine definită și cu un orificiu calibrat, este un aparat de senier comod de folosit, robust și foarte edificator în ceea ce privește determinarea.

Experiența a arătat că viscozitatea este caracteristica cea mai sensibilă a noroiului. Este aceea care reacționează cel mai repede la influența factorilor externi, la natura terenului, la substanțele de contaminare. Metoda standardizată și la noi în țară este cea care determină viscozitatea cu pilnia MARSCH. Se pune în pilnie o cantitate de 946 cm³ noroi și se eliberează orificiul de scurgere. În general noroiele folosite la săperea tranșei pentru pereți muleți au viscozități, (determinate cu metoda de mai sus) cuprinse între 30 - 40 secunde.

Tixotropia [80] este calitatea specifică numai argilelor bentonice de a trece de la starea de aparență rigiditate la starea de lichid sub acțiunea unor solicitări mecanice exterioare în genere de natură trepidantă, sau se mai spune că este proprietatea care permite transformarea mecanică, izotermă și reversibilă a gelului noroiului de foraj. [53][80] Atunci când noroiul de foraj este în mișcare el este mai fluid, iar atunci când este în repaus

se transformă și se comportă ca un gel stabil care nu curge.

Principala rol al tixotropiei este acela că adăugă cu oprirea circulației noroiului este împiedicată decantarea detritusului fin pe fundul tranșei de lucru.

Măsurarea tixotropiei [50] [83] se face cu aparatul SOBKH ca care se măsoară și viscositatea absolută a materialului, măsurându-se rezistența gelului la 10 minute după prepararea și acest rezultat definind tixotropia.

Filtrarea [53] [80] este proprietatea unui noroi ca la contactul cu formațiile de roci traversate să permită să se filtreze apă liberă, iar părțile solide, ce se află în volumul de noroi supra filtrării, să se depună pe suprafața de separație sub formă unei turte (Cake). Rezultatele probei de filtrare a unui noroi dau o indicație în ceea ce privește capacitatea de colmatare a pereților excavației de către acest noroi.

Turta [53] [80] are un efect deosebit de favorabil deoarece permite prin alte, menținerea pereților excavației, atât prin legarea particulelor între ele, cât și prin posibilitatea exercitării unei contrapresiuni asupra straturilor săpate. În general grosimea turtei depinde de caracteristicile și de calitățile noroiului respectiv și bentonitei folosite și se determină cu press Baroid, dar în condițiile de tranșee turta se formează pe pereții excavației și datorită întinării celor două medii diferite : cel al soluțiilor cu caracter acid și cel al noroiului cu caracter alcalin. În aceste condiții, datorită schimbării puternice de ionii o parte din geluri se fixează pe pereții tranșei, îngrășând turta. [53] [80] De asemenea, fenomenul este și o funcție de timp, adică el se produce în timp și ca atare, datorită tuturor condițiilor de formare citate aici, turta va avea o grosime din ce în ce mai mare. Avantajul acestei grosimi este acela al sporului de stabilitate adus tranșei, dar în special al sporului de etanșeitate în situație definitivă, deoarece aceste două turte sînt practic impermeabile. Dezavantajul îl constituie micșorarea dimensiunilor tranșei - fapt ce poate conduce, în unele cazuri la imposibilitatea introducerii carcaseri de armătură sau a elementelor de beton prefabricate. De asemenea datorită unor mișcări bruște se poate produce desprinderea și de pe pereți, provocînd surpări interioare necontrolate și greu de sesizat.

În general există o proporționalitate între cantitatea de filtrant și grosimea turtei. Filtrantul trebuie limitat și el trebuie corelat cu formațiunile de strate pe care le

străbate. Dacă de exemplu el străbate un teren argilos sau marnos, filtrantul produce activizarea argilelor care în ultima instanță conduc la săviri de volum necontrolate și neuniforme.

În general se poate califica un noroi ca fiind bun, atunci când este cât mai coloidal și formează o turbă sub 3 mm., având un filtrant sub 20 cm³.

Conținutul de nisip [80] [81] Se consideră "nisip" granulele care sînt în general dure și adesea silicioase, care nu trec prin sita cu ochiul de 0,074 mm. și care se află încorporate în masa de noroi. Cunoașterea conținutului de nisip al noroiului este important deoarece prezența acestuia exercită asupra echipamentului de săpat o acțiune abrazivă. Totuși în timpul executării săpării tranșei, o exigență prea mare în ceea ce privește cantitatea de nisip în noroi nu este necesară, deoarece aceasta ar fi și prea greu de remediat, din cauza lipsei unei instalații de desnisipare, dar și din cauză că o operație de purificare a noroiului ar necesita timp îndelungat ceea ce nu este convenabil. Un alt argument care demonstrează că nu este deranjant conținutul de nisip în noroi este acela că noroiul se îmbogățește în elemente fine (argila, nisip de toate dimensiunile) și că dacă această cantitate nu este prea mare chiar ajută într-un anumit fel la colmatarea fisurilor și dimensionează pierderile de noroi. Avantajul acesta este de folos mai ales la începutul excavației când se reversează formațiuni de materiale groasere și fiind în general, consumul de noroi este mai mare pe unitatea de material excavat. În momentul terminării excavației și începerii betonării, această îmbogățire cu nisip începe să deranjeze, deoarece greutatea specifică a noroiului crește foarte mult, iar dislocarea acestuia de către beton este anevoioasă; de asemenea depunerile de nisip grosier pe talpa tranșei poate fi periculoasă existînd pericolul nerealizării unei continuități între ecrani de etanșare și rocă impermeabilă. [29] [47] Din observații proprii se mai constată că în perioada betonării datorită contaminării noroiului cu ioni de Calciu, scade tixotropia gelurilor și crește viteza de decantare a suspensiilor - situații ce conduc la înlobarea în masa betonului de punți de noroi iar la colțuri apar depozite de materii grosiere ce nu au putut fi dislocate de betonul turnat.

Dacă, înainte de începerea betonării tranșei este necesar să se efectueze o curățire a noroiului și alucarea lui la gradul de puritate cerut. Această operațiune se face pe șantier în

Trei feluri distincte :

- elementele mai mare de 3 mm. se decantează pe fundul tranșei și se pot evacua cu utilajul de săpat imediat înainte de introducerea betonului proaspăt ;

- nisipul mijlociu cu granule 1... 3 se poate elimina prin cilindrul vibrant instalat în apropierea tranșei ;

- elementele sub 1 mm se extrag numai cu instalații special numite hidrocicloane.

Determinarea conținutului de nisip [80] se face cu o instalație simplă numită electrometru în care se introduce o anumită cantitate de noroi, se diluează cu apă, se trece prin site aparatului, iar materialul rămas se completează din nou cu apă și se lasă să decanteze după care la 15 minute se citește direct conținutul în nisip.

În general în timpul excavației conținutul de nisip devine supărător când depășește 10 % din masa noroiului însă se recomandă să fie coborât sub 3 % înainte de betonare.

Indicele PH al unei soluții [53] [80] este logaritmul inversului concentrației sale în ioni de hidrogen. În termeni mai simpli, indicele PH al unei soluții indică aciditatea sau alcalinitatea (bazicitatea) acesteia. Apa distilată - apa pură - poate fi considerată apă neutră și are PH = 7, deoarece nu este nici acidă nici bazică. Un acid puternic are PH = 0, iar o bază (soda caustică 40 gr/l apă) are PH = 14.

În general noroizii bentonici au PH mai mare de 7. Indicele PH se determină pe șantier cu hârtie indicatoare prin colorarea acesteia în funcție de concentrație.

Indicele PH dă indicații utile asupra tratamentelor chimice pe care urmează să se facă asupra noroiului sau asupra eventualelor contaminări. În general noroizii au PH = 8 - 10 și numai pentru depășiri ale lui PH = 10 apar fenomenele de flocație a noroiului iar viscozitatea, tixotropia și apa liberă sînt afectate.

Conținutul în săruri solubile [80] [81] După cum s-a mai amintit înainte, în cursul operației de săpare se ivesc situații de modificare a caracteristicilor noroiului și în special apar primele semne de flocație - consecință a trecerii printr-o zonă cu conținut de apă cu săruri sau chiar de minerale ce conțin săruri. Cele mai dese situații de acest gen se întâlnesc însă la forarea sondelor de adîncime unde posibilitatea

intilnirii acestor strate este mare, la executarea tranșelor de pereți murați, esențea situației sînt a fi de rare încît nu se tratează în mod curent.

În ceea ce privește prepararea noroiului, aceasta se prepară în cele mai multe cazuri în stații centralizate unde instalațiile de dozare sînt bine puse la punct și ca atare controlul calității preparării noroiului este o problemă tehnică ușor de stăpînit.

Rețeta cea mai des folosită la prepararea noroiului pentru susținerea tranșelor de pereți continui are în principiu următoarele componente (pentru 1 mc. de noroi) : argilă bentonitică 200 kg ; sodă calcinată 2 kg și apă 900 ltr., iar aceasta are la preparare următoarele caracteristici : densitatea 1,1 kg/mc ; vîscozitatea Marsh 30 - 40 sec., filtrat 25 cmc. ; vîrta 1-2 mm. ; PH.8

În anumite situații, mai ales în realizarea din ultime vreme a scranelor, autorul realizează prepararea noroiului chiar la fața locului, în tranșe, introducîndu-se argile și apă, în proporțiile stabilite, iar omogenizarea și balbotarea făcîndu-se cu cupe utilajului de săpat odată cu operația de săpare, studii ce s-au făcut și se vor prezenta de altor, ele fiind deosebit de utile în practica pereților murați .

2.3.2. Betonele de ciment

Acestea constituie la ora actuală materialul cel mai des folosit în aceste lucrări însă folosirea pe scară largă a lui este impusă și justificată de faptul că în cele mai multe cazuri pereții murați realizați au ca sarcină de îndeplinit nu numai etanșarea, dar în aceeași măsură și de rezolvat problema de susținere, de sprijinire sau de capacitate portantă . [47] [55] Cîmpul de posibilităților de folosire a betonului este foarte variat - betoane monolite simple sau armate, beton prefabricat în elemente pline sau liniare, betoane pretensionate și sisteme compuse.

Caracteristicile betoanelor de ciment sînt comune cu toate celelalte betoane folosite la elementele de construcții obișnuite și se consideră că este mai util a analiza mai pe larg particularizările celorlalte două grupe de materiale, considerent pentru care nu se mai insistă asupra acestuia.

2.5.3. Betonele argiloase

Betonele argiloase [47] [68] sînt amestecuri omogene de balast sau alve materiale eluvionare și un liant argilos, liant care poate fi constituit numai din argilă sau argilă - ciment în diferite proporții. Amestecul se prepară în stații centralizate, cu betoniere sau malaxoare amplasate pe marginea tranșei, sau după cum se va arăta de către autor chiar în tranșee prin amestecarea cu cupe excavatorului odată cu operația de săpare și omogenizare a noroiului, metodă ce asigură după cum se va vedea pe lângă o productivitate mare și economii substanțiale valorice, precum și calități de impermeabilizare suficiente pentru solicitări de pînă la 2 - 3 atm. Indiferent însă de rețeta folosită la prepararea amestecului se determină următoarele caracteristici fizice și mecanice :

- granulozitatea agregatelor. Dacă betonul argilos se prepară cu agregate sortate atunci amestecul teoretic va trebui să corespundă condițiilor de încadrare în curbă pentru betonele de mare pînă la B.100, iar granula maximă să nu depășească 10 cm. această limită fiind impusă în general de parametri tehnici a malaxoarelor și betonierelor cu care se realizează amestecul, astfel se pot folosi agregate pînă la 120 și chiar 150 mm.

Dacă însă agregatul folosit pentru preparare este balastul, atunci el trebuie să îndeplinească cîteva condiții și anume : să nu conțină resturi vegetale, pămînt vegetal, rădăcini, să aibă o curbă granulometrică continuă, astfel orice discontinuități conduc la un consum exagerat de liant pentru a umple golurile. În general deși nu sînt luate în ceea ce privește granulometria, autorul a ajuns la concluzia că limitele de curbă granulometrică cuprinse în graficul din fig.2.9 jos conduc la amestecuri compacte și ușor lucrabile.

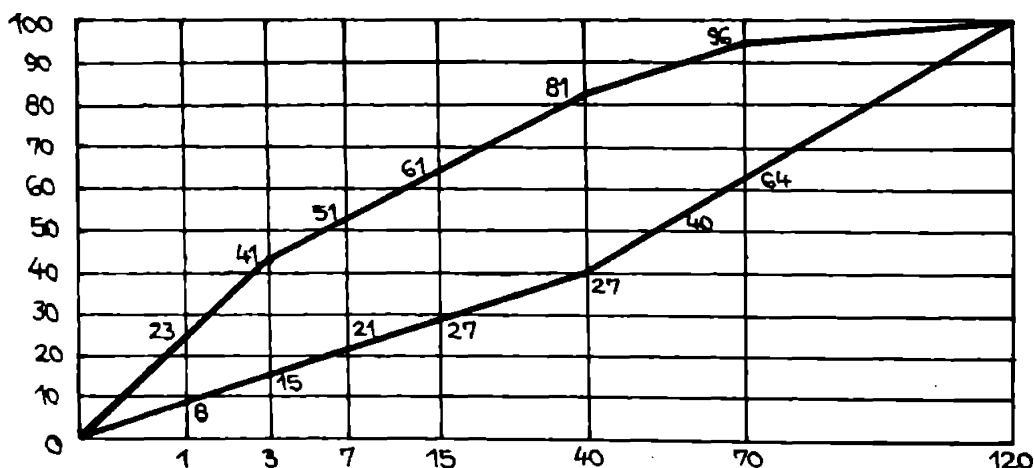


FIG. 2.9.

Ca dimensiune maximă a granulei și în acest caz ca și mai înainte, limita este impusă în cazul malaxării de către instalația de malaxat, dar de obicei se limitează la max. 150 mm.

Rețeta care se întocmește are în vedere realizarea unui amestec omogen, compact și ușor lucrabil.

La betoanele preparate cu malaxare sau betoniere se cere a se realiza o țesătură determinată cu trunchiul de con de 3 - 6 cm. adică un amestec plastic - vârtos.

O rețetă des utilizată pe șantier și care realizează amestecul cu caracteristicile de mai sus, conține următoarele date :

- agregat (balast)	1,200 mc.
- liant	300 kg.
- apă	200 litri

Trebuie să subliniem că dozarea se face volumetric sau gravimetric, iar gradul de exactitate poate fi de cca $\pm 5.6\%$ fără a avea deviații de calitate prea mari.

Amestecul din beton proaspăt este apoi analizat, făcându-se următoarele determinări de laborator :

- determinarea țesăturii ;
- determinarea greutateii volumice în stare proaspătă

Din acest amestec se prelevează cuburi de probă care se vor încerca la 28 și 90 de zile la compresie și permeabilitate în funcție de tipul cimentului folosit la preparare.

Modul de păstrare al acestor probe este o problemă importantă deoarece nu este reglementată la noi în țară și rămâne la latitudinea fiecărui proiectant sau cercetător, iar câteodată a constructorului și ca stare, așa cum condițiile de păstrare sînt diferite și rezultatele sînt la fel, nefiind deci posibilă într-un total compararea rezultatelor de la mai multe lucrări. Așa cum am arătat mai sus, unii cercetători [13] păstrează probele prelevate în tiparele metalice pînă la încercare, în condiții de ermeticitate considerînd că în perețele rulat nu pot exista variații de umiditate. Se pare că lucrurile nu sînt general valabile, de exemplu : pereții rulați realizați ca corane ca cei din fig. 2.13. sînt supuși sîlcic la variații de presiune și toată perioada existenței lor vor sta sub pinza de apă care și se va fi sub presiune. Ori în aceste condiții se consideră că modul de păstrare al probelor fără variații de umiditate nu este cel corespunzător și ca stare auterul e studiat și se va prezenta în

continuare, procedind în felul următor : primele 7 zile probele au fost păstrate în tiperele metalice în care au fost prelevate, timp în care gelurile își consumă o parte importantă din fenomenul de stabilizare, cimentul termină complet priză și cam 50 % din întărire și deci amestecul este suficient de întărit ca să poată fi manevrat și introdus în bazinul de păstrare unde va sta 2 sau 10 săptămâni scufundat în noroi argilos, beșonitic, identic cu cel din tranșee și la o presiune de 0,1 at. iar cu 7 zile înainte de încercare se scot și stau în aer liber în laborator. Se apreciază că aceste condiții de păstrare sînt mai apropiate de realitatea lucrărilor de etanșare și deci rezultatele obținute în urma încercărilor vor fi mai realiste.

2.3.4. Noroiul autoîntăritor

Cu totul altă categorie de material de etanșare e constituită acele noroais care, după ce servesc la excavarea tranșeei rămîn acolo și prin autoîntărire devin elemente constructive cu sarcină principală de etanșare.

Inițiativa în aceste direcții aparține firmei SOLETANCHE [13] care a realizat prin acest gen de lucrări de forare și etanșare și care pînă în anul 1976 realizase aproape jumătate de milion de metri pășcați de pereți murați folosind noroiul autoîntăritor.

Această categorie de noroais se prepară în stații centralizate, iar mai recent autorul le-a preparat chiar direct în tranșee. Ele au în general o vîscozitate mai mare și deci operația de regenerare a lor este mai anevoioasă, respectiv necesită utilaje mai complicate și timp mai mult. Pe de altă parte nu este economic să se piardă din aceste noroais deoarece ele conțin substanțe active-ciment. Deoarece în totalitatea cazurilor se folosesc întăritori de priză [64] pentru ciment, acești aditivi întăritori măresc durata de timp disponibil pentru lucru pînă la 10 ore, deci aduc avantaje mari procesului de lucru, permițînd ca în acest timp să se hidrateze mult mai bine granulele de ciment și ca să crească cantitatea de pastă și geluri de ciment obținută în final să fie mai mare - deci un spor de rezistență la compresune și rigiditate.

Dozajele cele mai frecvent folosite la această categorie de noroi sînt :

- ciment	325 - 300 kg/m ³
- argilă	75 - 100 kg
- apă	850 - 700 litri

Iar rezultatele pe cuburi obținute la compresiune au dat valori suficiente de mari, între 60 - 150 daN/cm², deci suficiente de rigide. Se menționează că odată cu terminarea excavației tranșeei nu mai este nevoie de desnisiparea noroiului - ci din contră conținutul de nisip ajută la obținerea unor betoane sau mortare mai rigide.

Amestecurile de ciment - argilă au mai fost folosite și înainte pentru injecții cu scopul de umplere a golurilor în stincă sau materiale slăbicioare, în acest caz însă scopul urmărit este cu totul altul. Se pune justificat întrebarea dacă dozejul de argilă este sau de mic, de ce se mai apelează la folosirea ei? Rolul argilei este de a conferi o vâscozitate sigură și o stabilitate în ceea ce privește împiedicarea sedimentării granulelor de ciment înainte de începerea prizei. Pentru a realiza acest deziderat este nevoie însă de o argilă bentonitică curată, cu proprietăți coloidale pronunțate și foarte activă, caracteristici pe care argilele bentonitice calcinate și măcinate fin le îndeplinesc cu prisosință.

Sistemul de etanșare care folosește acest noroi are marele avantaj că elimină jocurile între panouri [13] deoarece odată cu excavarea panoului adiacent, primul panou nu s-a înălțat și deci poate fi ușor realinat cu cupe instalate de săpat și ca stare legătura între panouri se face corespunzător. De asemenea se pot introduce în acest noroi elemente prefabricate de susținere și de care se vor ancora prin prentensionare tiranții de taluzele excavației. În concluzie, metoda permite o varietate mare de sisteme constructive și ca stare este din ce în ce mai des folosită.

În ceea ce privește comportarea în timp a acestor amestecuri argilă - ciment se poate afirma la ora actuală că există date suficiente pentru o analiză temeinică din care să se poată trage concluzii certe.

Prima și cea mai importantă caracteristică a acestor amestecuri este rezistența la compresiune dar mai ales variația ei în timp. Pentru acest gen de determinare s-au încercat probe de laborator, dar și corele luate din lucrări în exploatare. În fig. 2.10 sunt arătate variațiile lui R_c în timp pentru diferite raporturi A/C pentru același raport ciment - argilă.

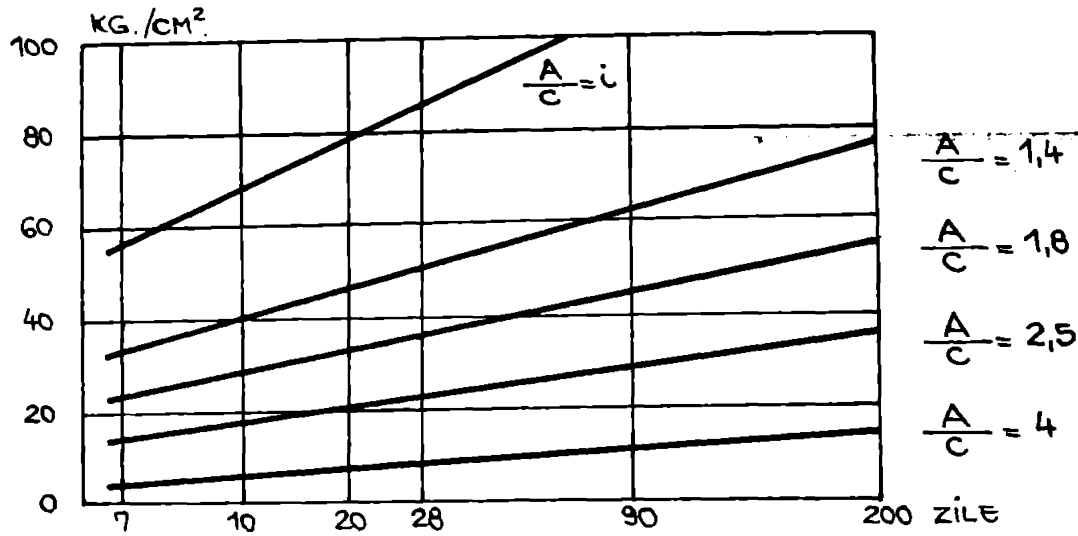


FIG. 2.10.

Se pot constata două aspecte distincte ale problemei pe care o analizăm și anume :

- în timp, crește R_c proporțional cu logaritmul timpului ;
- creșterea este mai mare pentru raporturi A/C mai mici.

Ambele constatări sînt specifice și betonelor de ciment (care nu fac obiectul prezentului studiu) de unde se poate trage concluzia că prezența argilei în amestec are numai efectul unei reduceri de rezistență (care însă nu deranjează) și că durata ei de serviciu se manifestă în perioada realizării excavației și a cărei eficacitate s-a arătat mai înainte.

De reținut este faptul că tipurile de cimente (fiecare cu caracteristicile proprii) își păstrează aceste caracteristici în timp și în amestec cu argila, dar și variația lor în timp este identică ca la probele de ciment simplu, ca în fig.2.11 (probe păstrate în aer în laborator).

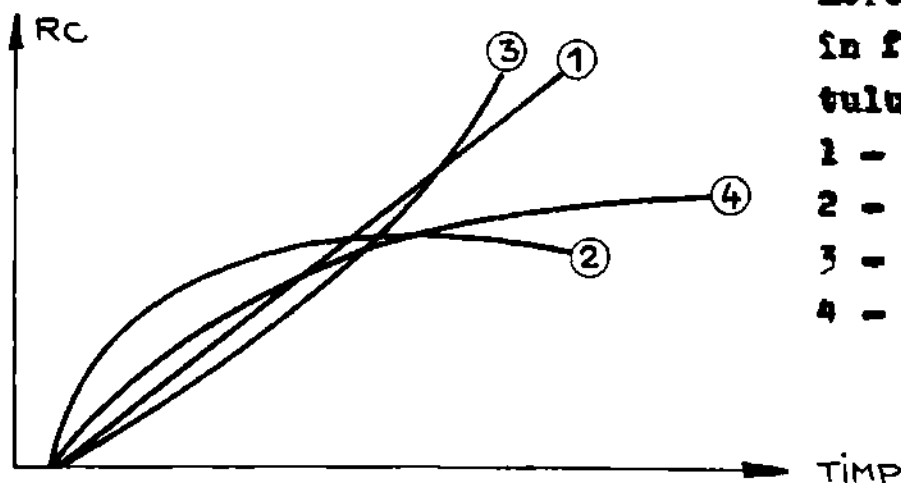


FIG. 2.11.

Variațiile R_c în timp ale mortarului - argilă - ciment în funcție de natura cimentului.

- 1 - ciment Portland
- 2 - ciment aluminos
- 3 - ciment de sulfură
- 4 - ciment cu sulfură

Trebuie să se sublinieze totuși că probele sînt păstrate în tipare metalice de la turnare și pînă la încercare, autorii [12] [13] justificînd că acestea sînt condițiile reale de existență ale miezului peretelui continuu turnat în rezan.

Pentru o altă serie de probe condițiile de păstrare, a fost apă și este interesant că rezultatele nu s-au prezentat diferențe deosebite de lung în discuție.

Seriile de probe păstrate în apă sărată au realizat în urma încercărilor rezultate la compresiune mai scăzute, însă au obținut substanțial rezultatele la permeabilități. [12] Acest lucru dovedește că mediu cu apă agresivă este suportat bine de amestecul argilă ciment, în schimb agresivitatea se manifestă asupra betoanelor realizate numai din ciment. Deoarece apa pură dublu distilată, are aceleași efecte de reducere a rezistențelor la compresiune, însă nu reduce permeabilitatea. [12] [13] În schimb aceeași apă dublu distilată (pură) asupra betoanelor de ciment are efect distructiv și prin reducere de Rc și prin reducerea permeabilității. [12] [13] În general se poate trage concluzia că în urma încercărilor probelor păstrate în mediu agresiv, primele care s-au distrus au fost cele numai cu ciment și numai după aceea cele de argilă - ciment la care totuși pierderea de rezistență la compresiune a fost de max. 20 %.

S-a arătat mai înainte, că amestecul de argilă - ciment se comportă mai bine la permeabilitate decît amestecul de ciment simplu. Rezultatele au fost identice și pe încercările de probe de laborator dar și pe carote extrase din lucrare.

În general s-a obținut un indice mediu de permeabilitate $K = 10^{-8}$; 10^{-9} m/sec., iar determinările făcute la fața locului în zonele cele mai caracteristice - respectiv în zone cu cele mai agresive ape - au realizat indici de permeabilitate $K = 10^{-9}$ m/sec. după 1 an de la turnare, iar pe încercări realizate la fața locului în ecrane turnate cu 10 ani, în urmă s-a ajuns la coeficienți de permeabilitate $K = 10^{-11}$ m/sec. [12]

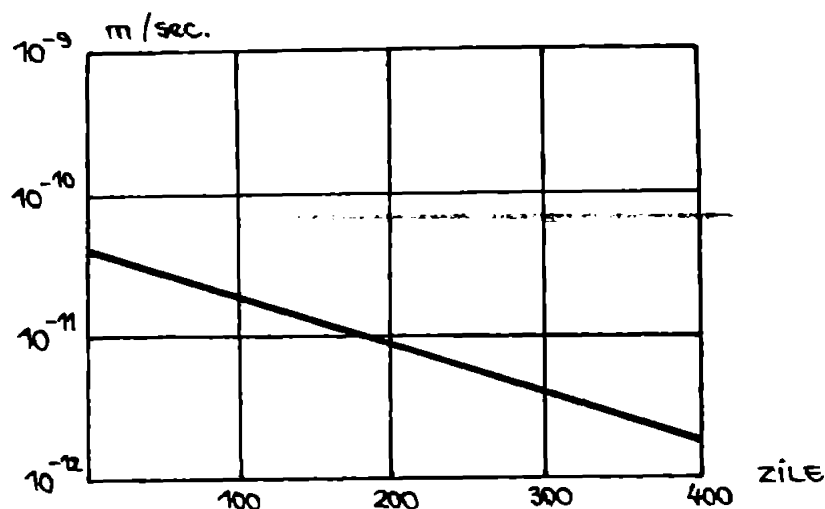


FIG. 2.12.

Se poate deci sublinia încă odată faptul că prezența apelor agresive în zone pereților murați execuțai ca lianți pe bază de argilă, conduce în final și în timp la un spor de permeabilitate. Mai pe scurt se poate spune că prezența argilei, bentonitice asigură o protecție a cimentului contra apelor agresive.

Cercetători [12] [13] de la SOLETANCHE consideră că cele mai agresive ape sînt apele pure și acestea datorită acțiunii lor asupra compuşilor bi și tricalceici din ciment pe care îi transformă în compuşii monocalceici, care sînt solubili.

Pentru a căuta să efi în prezența și eventualele influențe ale apei, fie ea curată sau agresivă în perioada încercării la permeabilitate s-a spălat [12] la încercarea de permeabilitate cu petrol. Rezultatele au fost într-adevăr diferite, rămînînd însă de stabilit relația de similitudine între cele două rezultate deoarece viscozitățile celor două lichide sînt diferite, iar variația lor în funcție de temperatură este mare.

Încercările pe betonul argilos întărit

Din literatură [29] [47] [78] se rezultă că încercările pe beton argilos întărit se fac la vîrstă de 28 sau 90 de zile, cuburile se încercă la compresiune și la permeabilitate. Înainte de încercare se cîntăresc toate cuburile, se determină greutatea volumică medie pentru fiecare serie de 3 cuburi și se compară cu cea de la turnare ; diferența în mod normal trebuie să fie foarte mică.

După încercare, care este distructivă se analizează în ruptură, vizual, modul cum s-a realizat amestecul respectiv, dacă există omogenitate, corpuri ocluse, granule maxime, velum de geluri și mărimea lor, etc.

SECTIUNE TRANSVERSALA TIP PRIN BARAJ
LONGITUDINAL
INCERCAREA LA PERMEABILITATE

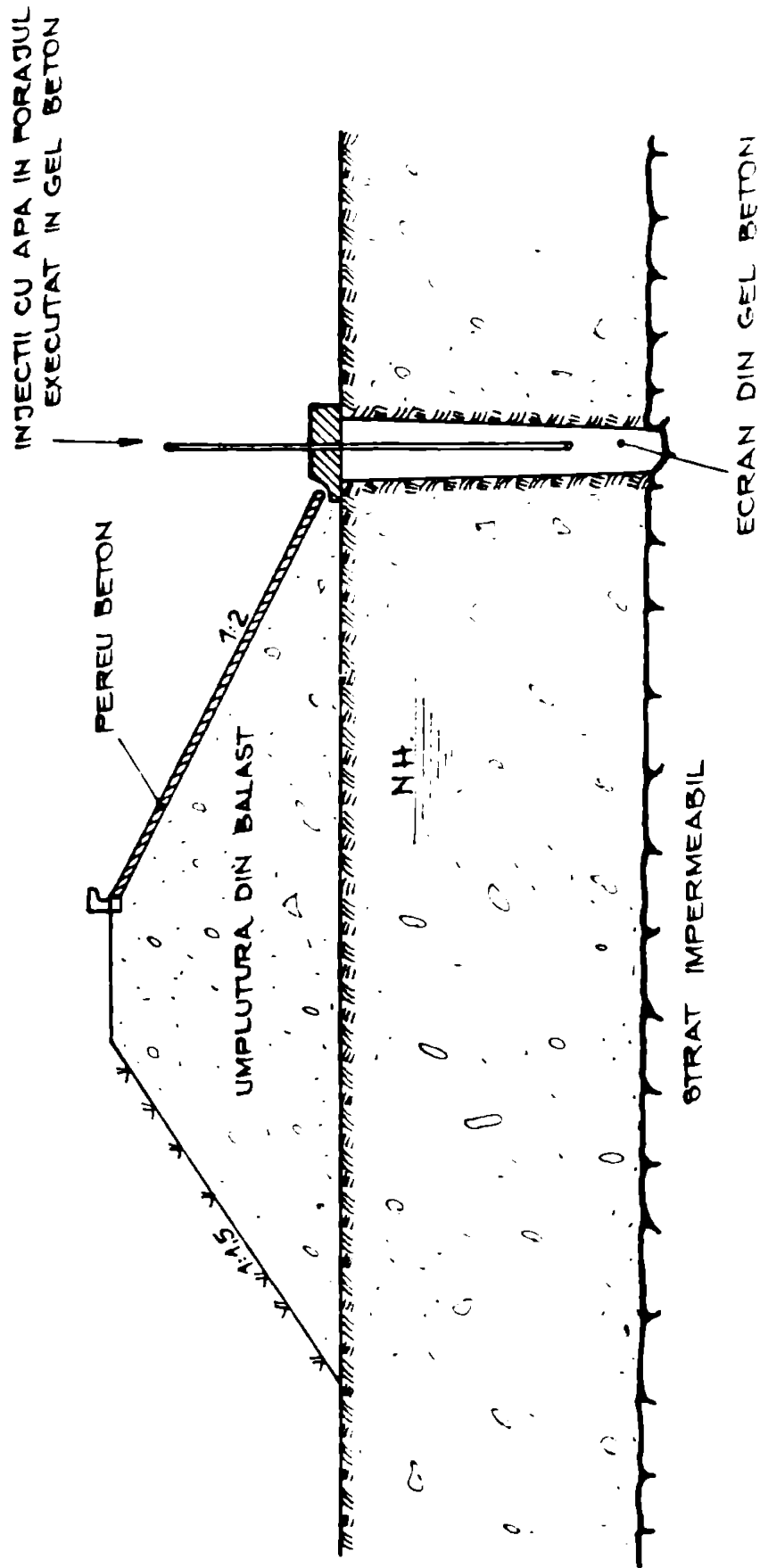


FIG. 2.13.

In general rezultatele se analizează și se compară cu cele rezultate din încercerea la vîrstă de 28 zile. Avînd în vedere că fenomenele interne proprii gelurilor, adică maturizarea, cristalizarea și respectiv rigidizarea masei care a fost la început gelică, nu se consumă în 28 zile iar pe de altă parte știind că în general se folosesc cimenturi hidrotehnice la care fenomenele de întărire durează 90 de zile se consideră absolut necesar ca rezultatele care se vor lua în calcul să fie rezultate pe încercări la 90 de zile.

Incercarea la permeabilitate

Există două posibilități [47] de a determina această caracteristică a betonului argilos :

- încercarea pe cuburi ;
- încercarea chiar în ecranul realizat.

Incercarea pe cuburi constă în așezarea cubului de beton argilos într-o instalație care are posibilitatea pe pe o față a cubului să introducă apă sub presiune sub următorul regim : se introduce apa cu presiunea de 1 atm. și se ține constant 8 ore, apoi se mărește presiunea la 2 atm. și se ține încă 8 ore ș.a.m.d. se ține probe de beton sub presiune cîte 8 ore pentru fiecare treaptă de încercare de 1 atm. La atingerea limitei de timp se sparge cubul și se măsoară adîncimea maximă de apă care a pătruns în beton, iar acest rezultat măsurat în cm. reprezintă rezistența la permeabilitate a unui beton. Este posibil ca pînă la terminarea probei să apară apă pe fețele laterale ceea ce denotă că probe nu rezistă la acest număr de atmosfere și se spune că probe a fost străpunsă. De obicei se impun condiții stricte de mări acestor betoane încît ele să nu reziste și ca atare este neapărat nevoie de încercări de teren, chiar pe ecranul turnat. Aceste încercări se fac ca în (fig. 2.13.) prin realizarea unui foraj în axul ecranului se introduce apă sub presiune măsurîndu-se pierderile și raportîndu-se la lungimea forajului, presiunea de injecție și timp. De fiecare dată cînd s-au efectuat încercări de permeabilitate pe teren rezultatele au fost mai bune în comparație cu cele de laborator nesatisfăcătoare. Deducem de aici că nu există similitudine între cele două condiții impuse de normative, dar și necesitatea de încercare la presiune cu apă pe cuburi din beton argilos șiant 20 - 60 ore, la încercat peste de erori datorită reactivării gelurilor argiloase.

2.4. PUNEREA ÎN OPERĂ A MATERIALELOR PENTRU REALIZAREA PERETILOR MURTEI

2.4.1. Pregătirea betonării

Pentru realizarea peretelui murte în teren se procedează odată cu terminarea operațiilor de săpare la curățirea fundului tranșei. În acest scop se pot folosi două procedee distincte care însă depind în totalitate de dotarea tehnică.

Deoarece la operațiile de săpare a tranșei s-a folosit o instalație de tip C.I.S. pentru circulație forțată, precum și pentru regenerarea noroiului atunci tot cu ajutorul acestei instalații, al cărui tub plonjer se coboară pe talpa tranșei, se curăță tot detritusul rezultat din excavare și pierdut, precum și alte impurități decentate din noroi. [66]

În lipsa acestei instalații, înainte de începerea betonării se aduce în emplașment instalație de săpat și cu ajutorul cupei se curăță, pe toată lungimea panoului, fundul tranșei.

În cazuri mai rare, de obicei la cerere, după curățirea fundului tranșei, se pot preleva probe din straturile de bază în care se încetărează scranul de etanșare. Această operație se realizează cu ajutorul unui ștuț de țesă de diametru 50 - 100 mm. care se infinge prin presare sau bătăre în talpa tranșei. La scoatere, materialul prelevat sub formă de carotă oferă o imagine concludentă și date reale a zonelor cercetate.

2.4.2. Desfășurarea betonării

Tehnologia de betonare este întru totul asemănătoare cu cea de betonare sub apă și constă în a introduce betonul în tranșee de jos în sus astfel încât noroiul fiind mai ușor să fie deplasat în sus, fără a îi produce fenomene de erozie sau infecțare a acestuia.

Operația este de cele mai multe ori realizată cu un utilaj special de betonare care este constituit dintr-un echipaj (cadru metalic) dotat cu un troliu ce menține o coloană de tubulație formată din tronșoane de 1,00 m. lungime, înbinată prin

flanșă cu garnituri de etanșare. Această tubulatură cu diametrul de 200 - 300 mm. este coborâtă în tranșee foarte aproape de fund, are un dop conic ușor detașabil care este scos afară imediat ce prima cantitate de beton a ajuns jos.

Principiul de lucru este acela că în permanență coloana să fie liberă de noroi, iar betonul care ajunge jos să nu fie smectecut cu acest noroi. Ritmul de lucru și calitățile betonului sînt cele care asigură în cea mai mare parte calitățile peretelui muret.

De obicei instalațiile care fac operația de betonare nu sînt dotate și cu mijloace de compactare a betonului. S-a experimentat montarea unor vibratoare destul de puternice pe coloane de betonare la partea superioară, însă datorită lunginii mari și rigidității mici a acestora, rezultatele nu au fost cele scontate. S-a aplicat atunci metoda de mișcare pe verticală a tubulaturii de betonare, mișcare repetată și cu multă atenție pentru a nu risca scoaterea capătului inferior din masa de beton. Operația se realizează cu acelaș trolu montat pe epafodajul purtător al acestuia, iar rezultatele au fost satisfăcătoare.

De menționat că acolo unde fronturile de lucru sînt dotate cu instalații de circulație și regenerarea noroiului, operația de betonare decurge fără incidente și în condiții normale, deoarece în permanență noroiul își menține caracteristicile tixotropice și de densitate, altfel acea cantitate de noroi care vine în contact cu fața superioară a betonului coagulează din cauza infectării cu ioni de calciu - respectiv coborîrea atât de mult a PH-ului încît tixotropia dispare și există riscul ca noroiul să nu mai poată fi dislocat și deci prins și înglobat în masa betonului, lucru care pentru scopul de impermeabilitate al peretelui nu are consecințe grave, însă pentru elemente portante aceste fenomene pot compromite lucrarea.

Realizarea pereților mureți cu ajutorul acestui sistem permite executarea pereților și cu armătură în betonul ce umple tranșeele.

Cînd scavenul are o funcțiune statică, acesta trebuie să fie realizat din beton armat pentru a putea prelua solicitări pe care este chemat să le suporte. [34]

Aceste armături sînt constituite în cerceuri de formă paralelipipedică (cît mai bine rigidizate), avînd în vedere condițiile de punere în operă.

In general, dimensiunile și greutatea acestor armo-
screse depind de utilajul de ridicare și de punere în operă
existent în dotația șantierului.

In ceea ce privește problema aderenței betonului
de armătură, în condițiile tehnologiei specifice de punere în
operă a armăturii (scufundată în noroiul de foraj tixotropie)
astăzi este posibil după multe studii de teren și laborator de
a afirma că aderența scade într-o măsură în cazul folosi-
rii barelor netede, rămânând aproape neafectată de noroi pentru
armături din oțeluri profilate dacă densitatea noroiului în timpul
betonării nu depășește $1,05 \text{ daN/cm}^3$.

2.5. CITEVA REFERINȚE LA SPRIJINIREA TRANȘII

Problema stabilității tranșelor forate cu noroi bento-
nitic a fost obiectul multor cercetări teoretice și determinări de
teren în vederea găsirii celei mai simple și realiste metode de
calcul. [6][8][22] Diferențele mari de rezultate rețesite din
calcul, depind însă atât de metodele folosite, cât de ipotezele
de lucru acceptate și luate în calcul. Astfel dacă se abordează
problema în plan [22][27][57] atunci trebuie considerată
tranșea de lungime infinită fără influența fenomenelor de boltă
ce apar în stabilitatea generală a pancoului săpat, iar dacă se
ține cont de acestea, atunci trebuie abordată problema tridimen-
sională - lucru ce complică deosebit de mult problema.

O altă problemă, carecum mult controversată, este
aceea a lucrării în calcul a solicitărilor asupra pereților tranșii
dată de lichidul de foraj [27][29] deoarece în starea de repaus
aceasta poate realiza o presiune hidrostatică, însă în timpul
săpării ipoteza nu mai rămâne într-un totu valabilă iar cum pe
peretea excavării unui perete peste jumătate din timp, noroiul
este în mișcare continuă și uneori chiar energetică și brută,
solicitările sînt mai mari decît cele luate în calcul, iar
repartiția eforturilor nu mai este nicicum hidrostatică.

De asemenea, prinderea în calcul a fenomenelor
aparent secundare conduce la rezultate mult diferite de realitate.
Astfel, determinarea efortului în stabilitatea generală a fenomen-
ului de turtă (cava) pe pereții tranșii - fenomen dependent în
totalitate de caracteristicile fizice și electrochimice ale

materialului din pereți, precum și fenomenul de electroosmoză ce apare și se manifestă puternic în planul de separație între cele două medii complet diferite (terenul natural și noroiul bentonitic) sînt fenomene - primul deloc, iar cel de al doilea foarte puțin studiate și ce stau neluate în calcul. Uneori unii autori caută să prindă parțial aceste efecte, însă indirect prin corectarea pe bază de apreciere a caracteristicilor geotehnice a pămînturilor întîlnite la săpat, însă marea majoritate evită pur și simplu luarea în calcul a acestora așa zise efecte secundare - efecte care trebuie studiate în întințimea lor și utilizate în consecință.

Din multitudinea de metode folosite pentru calculele de stabilitate a tranșelor, se folosește mult metoda de calcul a zisei suprafețe cilindrice rezolvată de BIARZ în anul 1965 și reluată în 1973 de D.GUSEVOT [6][27] care prin introducerea ei pe calculator a sintetizat-o și transpus-o în șablon.

Se apreciază că rezolvarea este reușită și foarte utilă pentru inginerii proiectanți și execuțanți, deoarece este prezentată într-o formă ușor accesibilă și ușor de folosit, aspecte pe care autorul le dezvoltă în lucrare într-un capitol următor.

În metoda utilizată se observă că pentru determinarea gradului de stabilitate a unui masiv de pămînt limitat pe o suprafață înclinată, se presupune că alunecarea se produce după o suprafață cilindrică, avînd curbă directoare un cerc. Dacă se consideră un element din masivul situat pe suprafață liberă, sau chiar tot masivul în situație de alunecare, atunci gradul de stabilitate se definește prin raportul :

$$F = \frac{\text{momentul de stabilitate}}{\text{momentul de răsturnare}}$$

calculate față de centrul cercului director care corespunde cu centrul cercului de alunecare.

Momentul de stabilitate este generat de componentele tangențiale ale efortului de contact, deci rezistențele pămîntului care se dezvoltă de-a lungul acestei suprafețe în momentul apariției alunecării, adică frecarea și coeziunea.

$$\text{Rezistența tangențială este } = C + \sigma \cdot \text{tg} \cdot \beta$$

Se poate deci scrie și astfel coeficientul de stabilitate :

$$F = \frac{\text{Rezistența de tăiere reală a pămîntului}}{\text{Resist. la tăiere nec.ptr.stingerăa stării limită.}}$$

Astfel, se pot stabili două categorii de apreciere a lui F .

Obținerea coeficientului de stabilitate prin ambele metode, funcție de cele două criterii de apreciere sînt foarte apropiate, însă coeficientul de siguranță obținut prin metoda suprafețelor cilindrice, este mai mic decît cel obținut cu metoda suprafețelor plane. Diferențele sînt foarte mici, aproape neglijabile pentru tranșee plină cu noroi, dar cresc odată cu golirea tranșeei.

2.6. CONCLUZII SUMARE CE SE DESPRIND DIN URMA STUDIULUI BIBLIOGRAFIC

2.6.1. Observații cu privire la săparea tranșeei

Sistemul constructiv de realizare a pereților mlași se datorește în exclusivitate proprietăților fizicochimice a noroiului bentonitic. În consecință, săparea tranșeei sau realizarea șlițului în care se introduce materialul de etanșare depinde de adîncimea la care trebuie ajuns, de natura geologică și geotehnică a straturilor ce trebuie străbătute, locul unde este situată lucrarea, scopul scavenului (de etanșare sau etanșare și portant), de durată în exploatare a lucrării, productivitatea și costurile limită impuse și altele.

În aceste condiții, bine determinate din punct de vedere tehnic, rezultă nu numai metoda de săpare a tranșeei dar și utilajul sau un întreg sistem de utilaje ce sînt absolut necesare pentru realizarea lucrării. Odată însă cu alegerea sistemului de săpare trebuie definitivată foarte bine tehnologia de săpare, știind faptul că fiecare loc și zonă de săpare dărează caracteristicilor locale din punct de vedere al structurii și caracteristicilor fizico - chimice a pămîntului, necesită adaptarea tehnologiei dar și rețetele de preparare a noroiului sau chiar a amestecului cu care se umple tranșeele.

Se poate deci conchiziiona că în ceea ce privește săparea tranșeei, pentru realizarea etanșării, sistemul de mașini este destul de diversificat la ora actuală pentru a rezolva aproape toate genurile de probleme în ceea ce privește natura granulometrică

a straturilor de străbătut, lățimea ecranului, adâncimea lui și chiar verticalitatea, asigurarea continuității prin jantarea penourilor adiacente, erazarea și chiar prefabricarea penurilor.

Avind în vedere însă faptul că cel mai productiv utilaj de săpat, în ceea ce privește productivitatea fizică, este excavatorul cu cupă inversă, se consideră că realizarea unor asemenea utilaje cu braț prelungit care să poată realiza săpături cu adâncime pînă la 15 m. constituie nu numai o dorință ci și o necesitate absolută și de actualitate.

Observații la materialele folosite

Gene materialelor folosite la realizarea pereților mlași cuprind grupă din care se prepară noroiul bentonitic cu toate adăsurile de îmbunătățire și corectare a caracteristicilor acestui și grupa materialelor care realizează peretele propriu zis. Această ultimă grupă cuprind un număr foarte mare de materiale începînd cu argila locală și terminînd cu betonul precomprimat prefabricat, cu suspensiile de injectare a pereților subțiri și noroaiile autointăritoare.

Privitor la materialele folosite la realizarea pereților mlași care au numai rol de etanșare constatăm o preferință aproape generală de a folosi materialele cît mai scumpe și în general betonul de ciment, fapt ce conduce, în final la o scurpire complet nejustificată a costurilor lucrării.

Considerăm că această tendință se justifică în primul rînd datorită lipsei (suficientă sau uneori totală) de experiență în executarea unor astfel de lucrări, în necunoașterea caracteristicilor ingineresti ale acestui gen de lucrări și deci a lipsei de încredere în comportarea în timp și în eficiența lucrării executate. Cu trebuie să recunoaștem că la această situație conduce și lipsa materialelor de documentare și popularizare a acestor lucrări. Consecințele acestei situații de neîncredere și necunoaștere conduc nu numai la scumpirea lucrărilor dar uneori și la nerespingerea scopului lucrării de etanșare. Înăși noțiunea de pereți mlași îi definește ca elemente constructive care pot lua ușor forme tranșei în care sînt turnați, și ca stare pot prelua anumite deformații transversale și chiar longitudinale odată cu masivul de pămînt în care sînt turnați. De aici concluzia că sînt mult mai eficienți pereții mlași realizați din emestecuri omogene (beton) plastice care pot prelua anumite deformații fără a crea fisuri sau crăpături care să periclitare etanșitatea peretelui, decît pereții realizați din betoane rigide de ciment.

Standardele in vigoare care reglementează condițiile de calitate, precum și încercările asupra materialelor componente ale nucleului și adăsurile lui, nu cuprind și condițiile de calitate, precum și metodele de încercare asupra betonului de etanșare rezultat. Cum în cele mai multe cazuri pentru etanșare se folosește beton de ciment atunci prevederile normativelor privind condițiile de calitate și metodele de încercare sînt considerate ca valabile cele prevăzute pentru betoanele de construcții obișnuite.

Unele laboratoare folosesc ca lichid de încercare la permeabilitate petrolul iar rezultatele sînt mult diferite metodă pentru cere și noi optăm. Oricum, sîntem în situație cînd se impune cu mare acuitate stabilirea și uniformizarea metodelor de recoltare, păstrare, încercare și interpretare a rezultatelor care să evidențieze caracteristicile fizico - mecanice ale betoanelor plastice. Recomandăm de asemenea ca probă foarte concludentă, efectuarea unor încercări in situ de permeabilitate prin foraje făcute în peretele muret și determinarea caracteristicii de permeabilitate prin injecții în acest foraj.

Se consideră că, lipsa unor metode comune de prelevare și încercare a probelor, de interpretare a rezultatelor precum și slaba popularizare a acestui gen de lucrări ca tehnologie de lucru și ca rezultate obținute de acestea în practică, au condus în actuala etapă să fie încă foarte puțin folosite iar uneori să fie privite chiar cu mult scepticism.

Făcîndu-se cîteva referiri la considerațiile economice se poate spune că volumele de lucrări de etanșare sînt în general apreciabile iar la lucrările hidrotehnice sau hidroenergetice ele pot ajunge în unele cazuri pînă la 30 % din investiția de bază. În acest sens la alegerea soluției de etanșare trebuie să se țină seama de costurile ei. În acest sens, informativ se menționează cîteva costuri în funcție de tehnologie în lei/mp.:

- Perete muret realizat cu piloți secenți
 costuri 3.000 - 5.000 lei/m²
- perete muret realizat la adîncimi 15 - 20 m.
 din beton de ciment armat cu armocarcose, realizat cu
 instalația ELSE 1.800 lei/m²
- perete muret cu adîncimea medie 10 - 13 m.
 săpat cu instalație tip KELLY, realizat din beton de
 ciment 1.100 lei/m²

Din cele cîteva cifre prezentate, rezultă costurile încă destul de ridicate a realizării paraşilor mulate, considerente care alături de alte aspecte arătate anter'pr contribuie la argumentarea inişierii studiului propus a fi făcut, pe care autorul îl consideră actual şi cu largi implicaţii tehnico - economice.

3. STUDII SI CERCETARI EXPERIMENTALE CU PRIVIRE LA UTILAJELE DE SAPAT

După cum s-a văzut din capitolul 2, rezultă că rezolvarea problemei: excavării unor tranșei de adâncime cât mai mare, cu lățime cât mai mică, în condițiile folosirii unor utilaje existente în țară, cu consum de energie cât mai mic și productivitate cât mai mare, reprezintă una din direcțiile unde trebuie acționat. Deși nu este de profil mecanic, autorul lucrării de față și-a propus și acționat și pe această linie, realizând o serie de experimentări care să permită atingerea cel puțin a unora dintre desideratele menționate mai sus.

În cele ce urmează se prezintă succint câteva dintre experimentările făcute și rezultatele obținute.

3.1. CERCETARI REALIZATE CU EXCAVATOR CU CUPĂ INVERSĂ

Având în vedere pe de o parte utilajele de care s-a dispus pe șantier, dar mai ales faptul că în țara noastră există multe excavatoare cu cupă inversă (cele mai multe fiind fabricate de Întreprinderea "Progresul" din Brăila), [45] [66] autorul și-a propus începerea experimentărilor în diverse condiții de teren și cu excavatoare din diverse aspecte ce se menționează în cele ce urmează.

3.1.1. Experimentări folosind excavatorul tip E.Y. 150 N.

Excavatorul de tip E.Y. 150 N. fiind un excavator cu cupă inversă a fost folosit pentru experimentări pe un amplasament unde era necesar a se executa o lucrare de

etanșare, pentru a cărei experimentare se vor prezenta elementele esențiale.

3.1.1.1. Descrierea excavatorului și modul de funcționare.

Excavatorul R.Y.150 N. este un excavator pe șenile de producție Cehoslovacă, folosit mult pe șantierele din țară, având în dotare o gamă complexă de echipamente de lucru, printre care și echipament pentru excavatii sistem cupă inversă de 1,0 mc. capacitate cu lățimea cupei de 1,31 m.

Modul de acționare a echipamentului de săpat este prin cable iar sensul de lucru la excavatie este prin retragere, comenzile fiind în totalitate mecanice.

Elementele principale și datele tehnice cele mai caracteristice sînt prezentate în figura 3.1.

LUNGIME BRAT	M.	6,85
LUNGIME ANTEBRAT	M.	3,68
ADINCIMEA DE SAPARE	M.	6,6
RAZA DE ACT. ORIZONTALA	M.	11,5
ÎNALTIMEA DE DESCARC.	M.	6,8
LATIME CUPA	M.	1,31

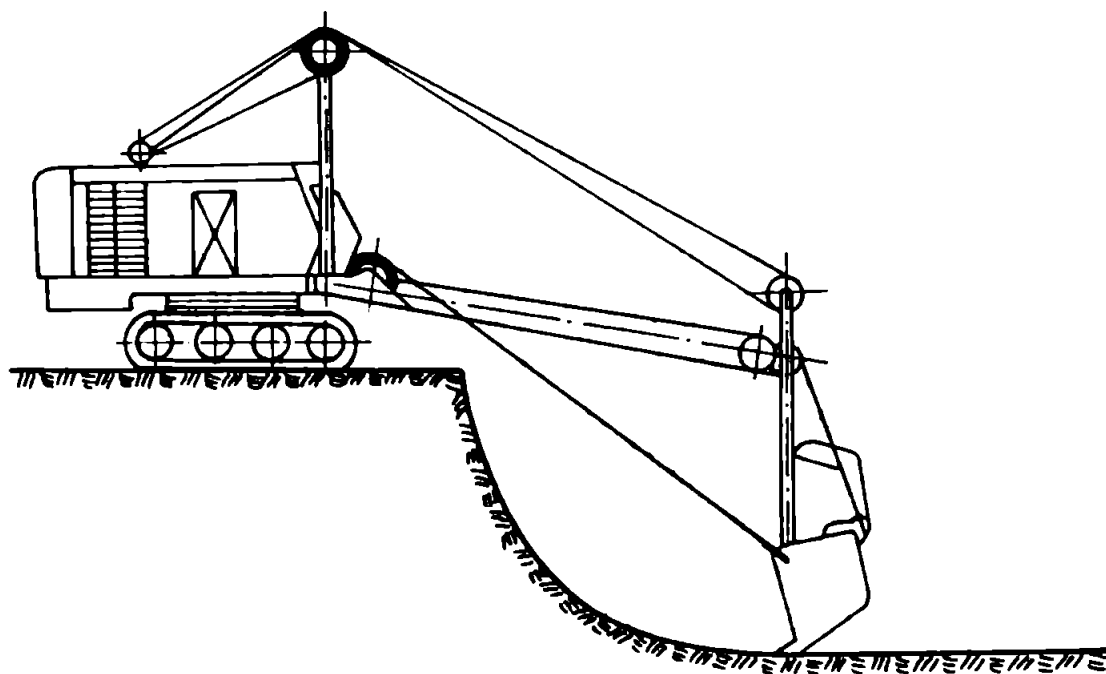
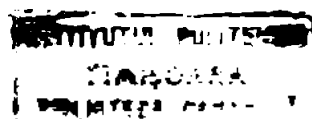


FIG. 3.1.



În condiții normale de lucru excavatorul echipat cu cupe întoarsă poate realiza excavații cu adâncimi de 4,50 m., dar cu productivități foarte reduse și anume de 20 - 25 m³/h. ceea ce-l face să fie puțin folosibil la realizarea săpăturilor pentru ecrane de impermeabilizare. Totuși având în vedere existența pe șantier, s-a considerat utilă și experimentarea sa.

3.1.1.2. Descrierea amplasamentului

Primele încercări pentru realizarea unui perete nulat cu ajutorul excavatorului B.Y.150 H. echipat cu cupă întoarsă folosit pentru prepararea amestecului argilos în tranșee, s-au efectuat în amplasamentul unei incinte de etanșare pe pârâul Olănești în orașul Băncușii Vilece în anul 1975. Scopul lucrării a fost acela de a vedea posibilitatea realizării unei incinte etanșe împotriva apelor de infiltrație din albia minoră a pârâului Olănești, lucrare care deși făcută cu caracter de cercetare, urmează să fie folosită. Lucrările de excavații și betonare în incintă au coborât cu 6,0 m. sub talvegul albiei respectiv sub etaj, aspect impus de lucrarea respectivă.

Stratificarea terenului în zonă este prezentată în fig. 3.2. prin cele 2 fișe de foraj (1020 și 1024) realizate de I.S.P.H. în amplasamentul lucrării, predominând un material aluvionar grosier cu bolovanșis cu dimensiuni până la 15 cm., puternic indusat cu unele depuneri recente de straturi subțiri din nisipuri albe.

Încercările pe acest amplasament s-au efectuat în luna Mai a anului 1975, perioadă care coincide cu frecvente variații ale nivelului apei și chiar cu unele viituri.

3.1.1.3. Aspecte urmărite în cercetările făcute

Documentația tehnică a lucrării de bază prevedea executarea unui perete nulat din beton plastic preparat într-o stație de beton centralizată iar excavația tranșeei să fie realizată cu excavator cupă întoarsă normală de 1,30 m. lățime, după care se golește în mod curent pentru excavații.

Scopurile urmărite cu ocazia cercetărilor făcute pe acest amplasament au fost următoarele :

- realizarea unei tranșee, cu excavatorul B.Y.150 H cupă întoarsă, cu adâncime de 6,0 m., ceea ce era necesar pentru incinta respectivă.

FISA FORAJULUI NR 1020

CONTRACT 620 1 - C.H.E. RIUREN

COTA RELATIVA	GROSIMEA STRATULUI	ADINCIMEA APEI SUBTERANE	STRATIFICATIA	DENUMIREA STRATULUI	COMPOZITIA GRANULOMETRICA (DIAM. IN MM.)						CREZUTATE VOLUMETRICA	POROZITATE	UNGIUL DE PRICAI INTERNA	COEZIUNEA
					ARGILA	PRAF	NISIP FIN	NISIP MIEZICIU	NISIP MARE	PIETRIS				
0,00	m	m			0,005	0,05	0,25	0,50	2,00	%	%	°	%	
		0,35		MIL NISIPOS VINAT										
1,00				PIETRIS CU NISIP MARE, CENUSIU	0	2	5	8	15	70	1,96	29	33,15	0,53
2,00														
3,00				MIL NISIPOS PRESAT CENUSIU										
4,00				PIETRIS GROSIER CU BOLOVANIS PINA LA 150 MM. GREU LA SAPAT.	0	1	3	7	12	77	2,01	27	35,4	0,51
5,00														
6,00				ARGILA CAFENIE, PLASTIC VIRTOASA CU CONCRETIUNI CALCAROASE							1,98			
7,00				NISIP GROSIER CAFENIU CU GRANULE MAX 2 MM.							1,8	36		
8,00				ARGILA GRASA CENUSIE PLASTIC VIRTOASA							1,92			
9,00														
10,00														

FIG. 3.2.

FISA FORAJULUI NR. 1024

CONTRACT 626/1 - U.H.E. RIUREN

COTA RELATIVA	GROSIMEA STRATULUI	ADINCIMEA APEI SUBTERANE	STRATIFICATIA	DENUMIREA STRATULUI	COMPOZITIA GRANULOMETRICA (DIAMETRUL IN μ)						GREUTATE VOLUMETRICA	POROZITATE	UNGHIIUL DE VISCARE INTERNA	COEZIUNEA
					ARGILA	PRAF	NISIP FIN	NISIP MIOLOCIU	NISIP MARE	PIETRIS				
0,00	M	M			0,005	0,05	0,25	0,50	2,00	%	%	°	kg/cm ²	
1,00		0,55		PIETRIS CU NISIP MARE CENUSIU - VINAT SI PIETRIS PUTERNIC PRESAT	0	2	5	10	66	19,4	32	31,5	0,51	
3,00				MIL CENUSIU INCHIS										
4,00				PIETRIS CU BOLOVANIS PRESAT	0	0	3	5	10	20,5	27	36,0	0,5	
6,00				ARGILA MARNOSA CAFENIE						1,95				
7,00				NISIP GROSIER CENUSIU CU GRANULE MAX. 2mm.						1,87	36	30,0		
8,00				ARGILA GRASA CENUSIU - CAFENIE - PLASTIC VIRTOASA						1,97				
10,00														

FIG. 3.2.

- realizarea unei lățimi mai mici de tranșee decât 1,20 - 1,50 cit indice documentația de execuție, în ideea reducerii volumului de material.

3.1.1.4. Modul de efectuare a cercetării

Încercările au fost efectuate în 12 - 16 Mai 1985 și au durat 4 zile în program de lucru de 2 schimburi a 10 ore fiecare și au constat din :

- pregătirea prin nivelare a unei porțiuni de 40 m. situată pe latura de pe estul drept a incintei, care s-a făcut cu bulldozerul la cote prevăzută în proiect ;
- trasarea axului lucrării conform figurei
- aducerea pe amplasament în poziția de săpare a excavatorului echipat cu cupă întoarsă (conform figurei 3.3.);
- pregătirea - tot ca utilaje ajutătoare s-a mai folosit o electropompa de 2,8 Kw necesară eliberării cu apă la prepararea noroiului în tranșee, aspect necesar a fi realizat, deoarece după prepararea unei porțiuni de noroi, ape nu mai pătrunde în tranșee
- pentru realizarea noroiului s-a folosit argilă bentonitică aprovizionată de la Întreprinderea Minieră Medgidia și ciment albic aprovizionat de la fabrica Bicas.

Excavația tranșeei a început din est spre vest pe amplasamentul descris mai sus, noroiul bentonitic preparându-se direct în tranșee pe măsură coborîrii cotei excavației, aspect ce prezintă elementul esențial și cercetarea întreprinsă.

După aproximativ 5 ore de la începerea săpăturii tranșeei, situația este următoarea :

- adâncimea maximă 4,30 m ;
- lățimea la partea superioară 1,75 m. ;
- noroiul avea densitatea 1,12 kg/dm³ ;
- lungimea la partea superioară 10,50 m.

În această etapă (5 ore) au fost excavate aproximativ 52 m³ material din tranșee și s-au consumat 12.400 kg. argilă bentonitică - respectiv 62 m³ noroi, din care 46 m³ au rămas în tranșee și 16 m³ s-au pierdut odată cu materialul excavat și evacuat. Cota superioară a noroiului în tranșee a fost cu 30 cm. mai jos decât cota terenului, iar cota pinsei de apă freatică a fost la 55 cm. sub cota terenului, deci nivelul noroiului era cu 25 cm. deasupra nivelului apei.

În ideea continuării cercetărilor, după efectuarea acestor măsurători și verificări, s-a oprit lucrarea și au fost demontați cei doi dinți laterali existenți la cupe excavatorului. S-a procedat la această operație cu secul de a realiza o lățime maximă de tranșee, aspect urmărit cu multă atenție în cercetările întreprinse. S-a reluat lucrul în schimbul de zi și s-a continuat schimbul de noapte, limitând deplasarea excavatorului până la o lungime totală de tranșee (măsurată la partea superioară) de 17 m. cu insisterea în a obține o spărtură a adâncimii tranșeei. Materialul rezultat din excavația tranșeei a fost rebutat. Rezultatele au fost următoarele :

- lățimea la partea superioară a tranșeei 1,40 m.;
- adâncimea maximă 4,35 m.;
- noroi bentonitic cu densitatea 1,15 kg/dm³
- comportare bună la stabilitate a pereților tranșeei

(rezultând o turtă formată pe pereți de 3 și 4 mm).

În ziua de 15 Mai, s-a considerat că indiferent de eforturile depuse nu se mai poate cobri cota fundului tranșeei, trecându-se la etapa următoare de cercetare și anume la prepararea betonului argilos direct în tranșee.

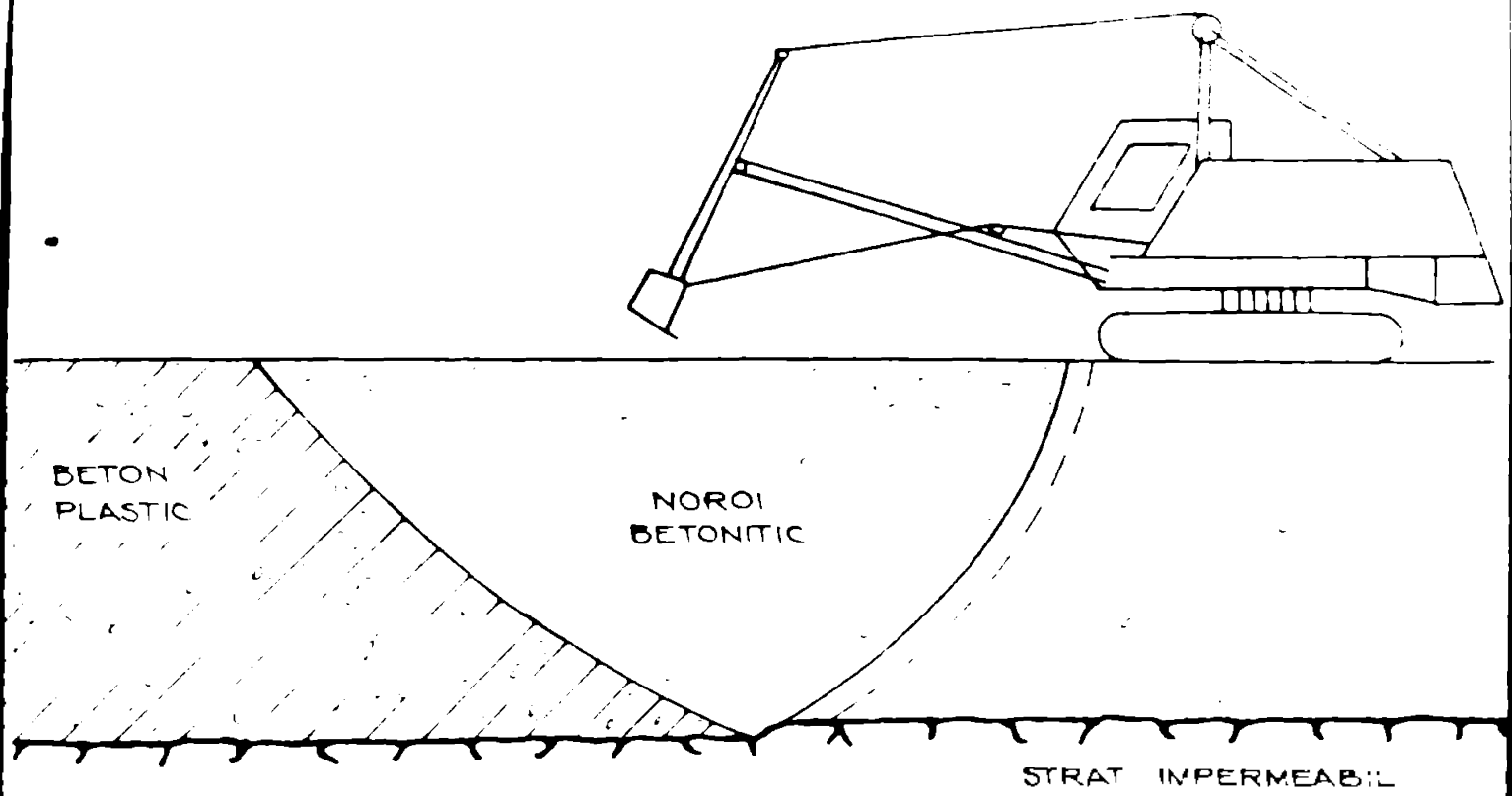
În acest sens, la o cantitate de noroi de 49 m³ existentă în tranșee, s-a adăugat cantitatea de 9.800 kg.ciment, care apoi s-a omogenizat foarte bine cu cupe excavatorului pe o adâncime de 4,35 m și lățime de 1,40 m.și s-au efectuat măsurători după una oră, obținându-se următoarele date :

- densitate noroi 1,25 kg/dm³
- cota noroiului cu 22 cm.sub cota terenului
- grosimea turtei de noroi 8 mm.

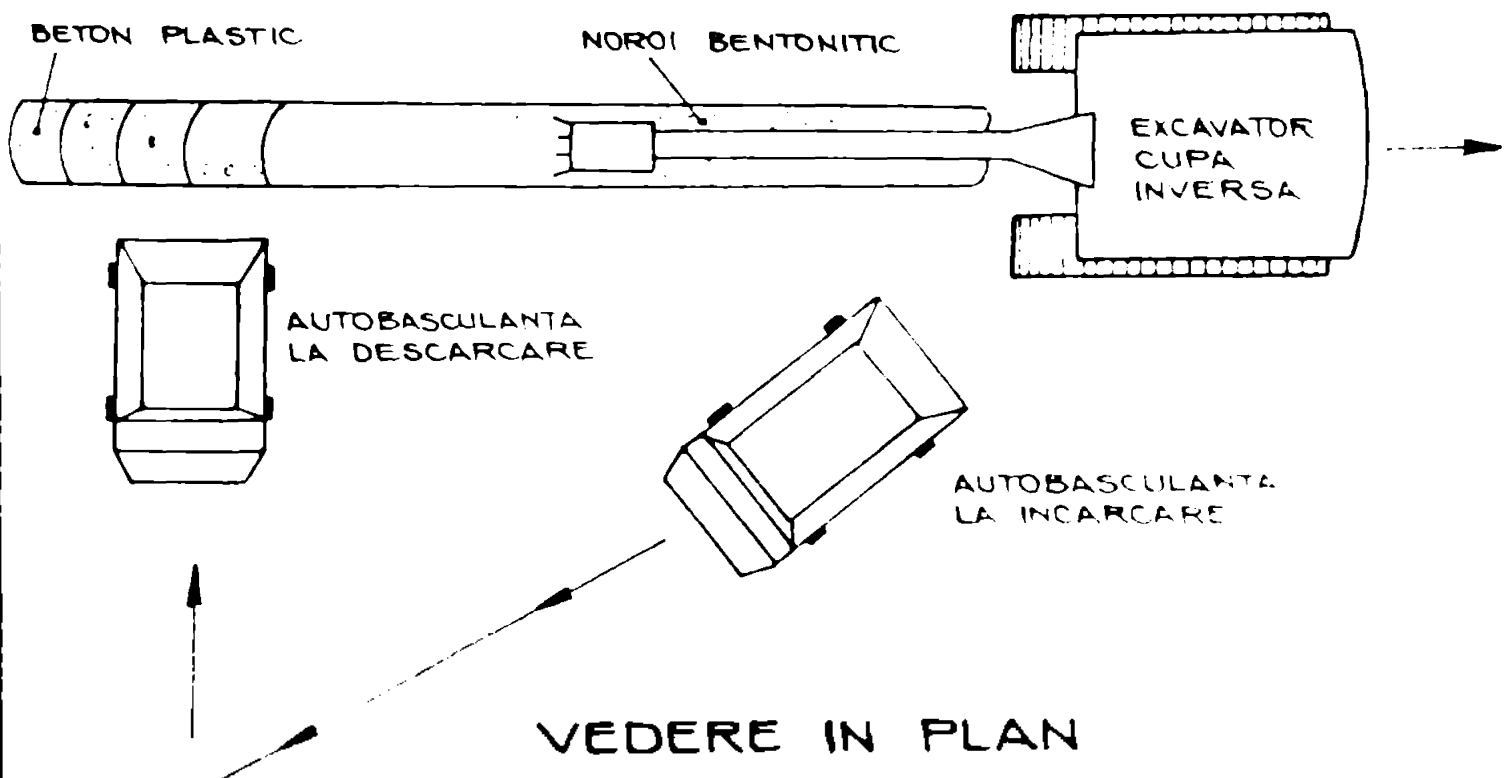
După prepararea noroiului s-a continuat operația de excavație și înaintare cu "mercuri" ca și înainte de 0,50 m.După o oră de excavație cu descărcarea materialului tot în tranșee și cu amestecarea acestuia cu cupe excavatorului s-a realizat o înaintare de 3,5 m.

Pentru a se putea continua prepararea amestecului (beton + noroi) în tranșee, s-a început încărcarea amestecului într-o autobasculantă care l-a transportat și descărcat la capătul de început al tranșeei, tehnică stabilită pentru prima dată de către autor (fig.3.3.)

SCHEMA TEHNOLOGICA DE LUCRU PENTRU REALIZAREA ECRANELOR DE ETANSARE BETON PLASTIC



SECTIUNE IN LUNGUL TRANSEI IN CARE SE EXECUTA PERETE MULAT



VEDERE IN PLAN

FIG. 3.3

Acest mod de lucru a continuat, iar la fiecare oră de lucru s-a completat noroiul din tranșee prin adăugarea componentelor dosajului volumetric în raport 1 : 1 ciment/argilă, iar apa s-a adăugat în cantități care să satisfacă condiția de densitate a noroiului de $1,5 \text{ kg/dm}^3$.

Lucrarea a continuat până în ziua de 15 Mai 1975, adică după circa 44 ore de lucru, constatându-se următoarele :

- s-a realizat o tranșee în lungime de 41 m. măsurată la partea superioară, adică 10 m/10 ore ;

- lățimea minimă obținută la partea superioară a fost de 1,55 m, iar lățimea medie 1,40.;

- s-a realizat un beton argilos folosind materialul rezultat din excavarea tranșeei în amestec cu noroiul bentonitic de săpat, foarte omogen, cu o greutate volumică măsurată în stare proaspătă de 2.260 kg/m^3 , folosindu-se direct materialul aluvionar a cărui granula maximă a fost de 130 mm.;

- pereții tranșeei s-au comportat foarte bine pe întreaga perioadă de lucru, reprezentând serme de deșere la stabilitatea generală și locală a pereților tranșeei, iar grosimea turei formate a măsurat 8 ... 10 cm. ceea ce arată o înfundățime substanțială (în ultime perioadă de timp a fost aproape constant de 10 mm) ;

- s-au consumat pentru acest tronșon de lucrare 18.260 kg. argilă bentonitică și 18.550 kg. ciment albic ;

- adâncimea medie pe profilul în lună a fost de 4,32 m.

Procedând astfel, s-a realizat un perete nules cu o suprafață totală de 206 mp. care raportat la numărul de ore efectiv lucrate a rezultat o productivitate de circa $6 \text{ m}^2/\text{oră}$, față de $5 \text{ m}^2/\text{oră}$ în cazul folosirii betonului proaspăt în stații centralizate ca material de etanșare.

Pentru realizarea încercărilor menționate a fost folosită o formație de lucru (pentru un schiș de 10 ore) compusă din : 3 muncitori betonisti, 1 laborant, 1 conducător auto, 1 excavatorist, 1 ajutor excavatorist, 1 maștru.

3.1.1.5. Primele concluzii cu privire la experimentul făcut

Ideea de bază a studiului, adică aceea a preparării amestecului de beton argilos în tranșee cu folosirea integrală a materialului rezultat din excavare, s-a dovedit pe deplin posibilă

obținându-se un amestec omogen, suficient de impermeabil pentru scopul propus (3.1.1.2), ceea ce a contribuit la realizarea lucrării de bază, cu o formație de lucru redusă și o deteție tehnică minimă, procedul de realizare pretindu-se la lucru de zi și de noapte, fără să necesite o calificare superioară din partea lucrătorilor.

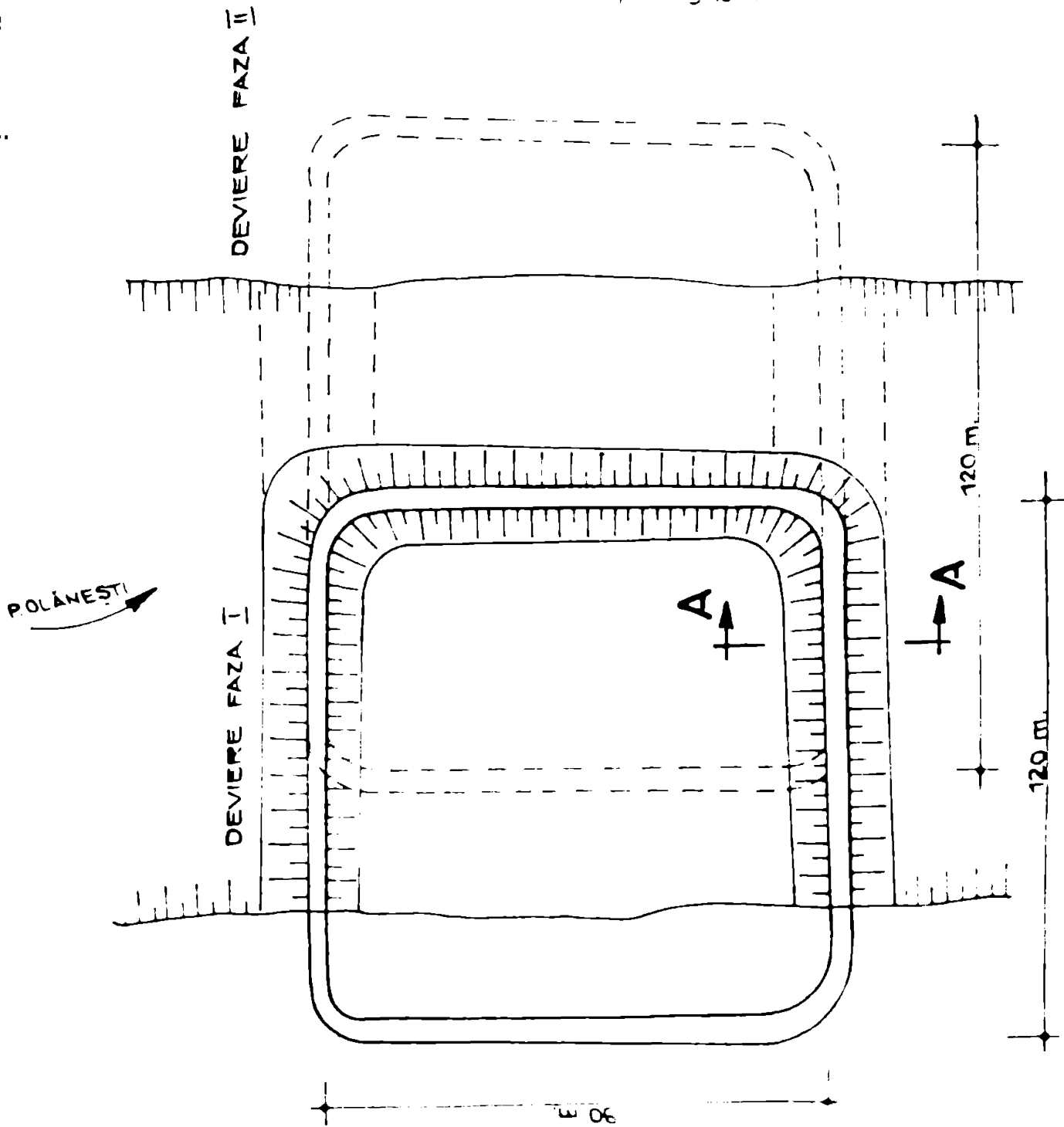
Dezavantajele reieșite din experiment se referă la limite ce se realizează cu acest tip de echipament, de săpătură (deși fără construcție prin cartea tehnică (fig. 3.1.) face cunoscut că se pot realiza și 6,6 m.), respectiv maxim 4,35 m. ceea ce este foarte puțin, semnificând mai ales lățimea încă mare a tranșeei (1,3 - 1,4 m), ceea ce este foarte mult pentru necesitățile lucrărilor de etanșare, ridicându-se pretul și costul lucrării și desigur o productivitate încă destul de redusă.

3.1.1.6. Constatări ulterioare și concluzii finale asupra experimentului

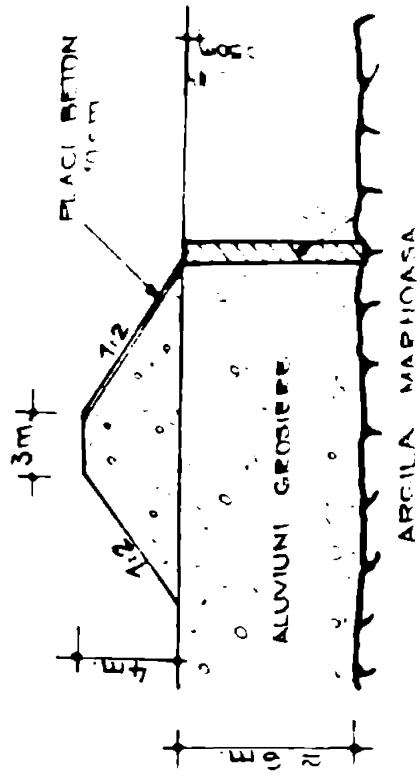
În luna august 1976, adică la circa 15 luni de la realizarea celor două loturi - mai stâng și mai drept ale incintei realizate (fig. 3.4.) au fost demolate pentru a asigura continuarea lucrării de bază, fapt ce a permis completarea cercetărilor și prin observarea directă, analizarea și tragerea unor concluzii cât mai obiective asupra eficienței metodei de lucru, a comportării în timp a peretelui nălat ca ecran de etanșare, a elementelor geometrice în secțiune transversală a peretelui nălat - respectiv a tranșeei excavate, a aspectului exterior și în ruptură a betonului argilos, precum și a efortului necesar pentru ruperea acestuia.

Cu această ocazie s-a constatat că dimensiunile tranșeei în secțiune transversală sînt foarte apropiate de cele măsurate în timpul execuției, că lățimea pe talpa excavației a fost de 1,35 m., față de 1,30 m., cît a fost lățimea cupei, iar pereții tranșeei în perioade de lucru nu au avut surpăși și nici desprinderi locale, fapt ce conduce la concluzia că noroial bentonitic cu densitatea de peste $1,20 \text{ daN/dm}^3$ asigură stabilitatea peretilor la săpare, chiar și în situație de agitare și omogenizare puternică a amestecului direct în tranșeei, aspect stimulativ pentru susținerea cercetărilor autorului în continuare.

INCINTE ETANȘE PE PIRIUL OLANEȘTI



SECȚIUNE A-A



ECIPAN DE ETANȘARE
DIN BETON PLASTIC

FIG. 3.4.

Betonul argilos întărit e prezentat un aspect omogen deosebit de compact, fără goluri, toate părțile minerale au fost acoperite cu o peliculă din liant argilos, continuă, fapt ce dovedește că amestecarea componentelor în tranșee cu cupe excavatorului este eficientă și suficientă pentru scopul propus.

De asemenea, rezistența betonului întărit a fost peste așteptări, aceasta a fost apreciată (în urma ruperii unor blocuri, de echivalență cu beton de ciment de marcă B.70), rezultând astfel că s-a obținut o calitate mult superioară a betonului, mai ales dacă a corespuns cu prevederile inițiale de a realiza un beton cu rezistență la compresie de numai 10 daN/cm^2 , aspect ce atrage atenția asupra posibilităților de folosire a procedurii și pentru unii pereți portanți.

S-a putut deci trage concluzia finală la acest experiment, că metoda de preparare a betonului argilos prin amestecarea în tranșee a materialului rezultat din excavație cu noroiul bentonitic este o metodă posibilă de realizat cu excavatoarele existente, aceasta făcându-se cu o dozare tehnică redusă, precum și o formație mică de muncitori. De asemenea se poate afirma că și gradul de impermeabilizare ce s-a realizat este foarte bun, fiind mult peste necesitățile cerute prin proiect de a rezista la o presiune de 2 atn.

Ca deficiență a metodei se subliniază faptul că excavatorul folosit la experiment nu realizează adâncimi de tranșee cu pereți murați mai mari de 4,50 m., deci nu poate fi aplicat pe scară largă, deoarece adâncimile întâlnite pe șantierele de construcții (mai ales hidrotehnice) sînt de regulă mult mai mari 5 m., ceea ce a obligat autorul să inițiere și să efectueze noi experimente

3.1.2. Experimentări folosind excavatorul D.141 N

3.1.2.1. Descrierea excavatorului și modul de funcționare

Excavatorul D.141 N este un excavator pe șenile fabricat, ca și cel prezentat anterior, tot în Cehoslovacie și echipat cu cupă întoarsă, cu o capacitate de $1,2 \text{ m}^3$, avînd lățimea cupei de 1,30 m. și care este folosit în mod curent pentru excavații generale.

Modul de acționare a echipamentului de săpat este tot prin cabluri, însă comenzile de acționare a mecanismelor de lucru sînt hidraulice.

Elementele componente de bază și detalele tehnice cele mai importante sînt prezentate în figura 3.5.

LUNGIME BRAT	M.	6,85
LUNGIME ANTEBRAT	M.	3,68
ADINCIMEA DE SAPARE	M.	6,8
RAZA DE ACT. ORIZONTALA	M.	11,5
INALTIMEA DE DESCARC.	M.	7,2
LATIME CUPA	M.	1,31

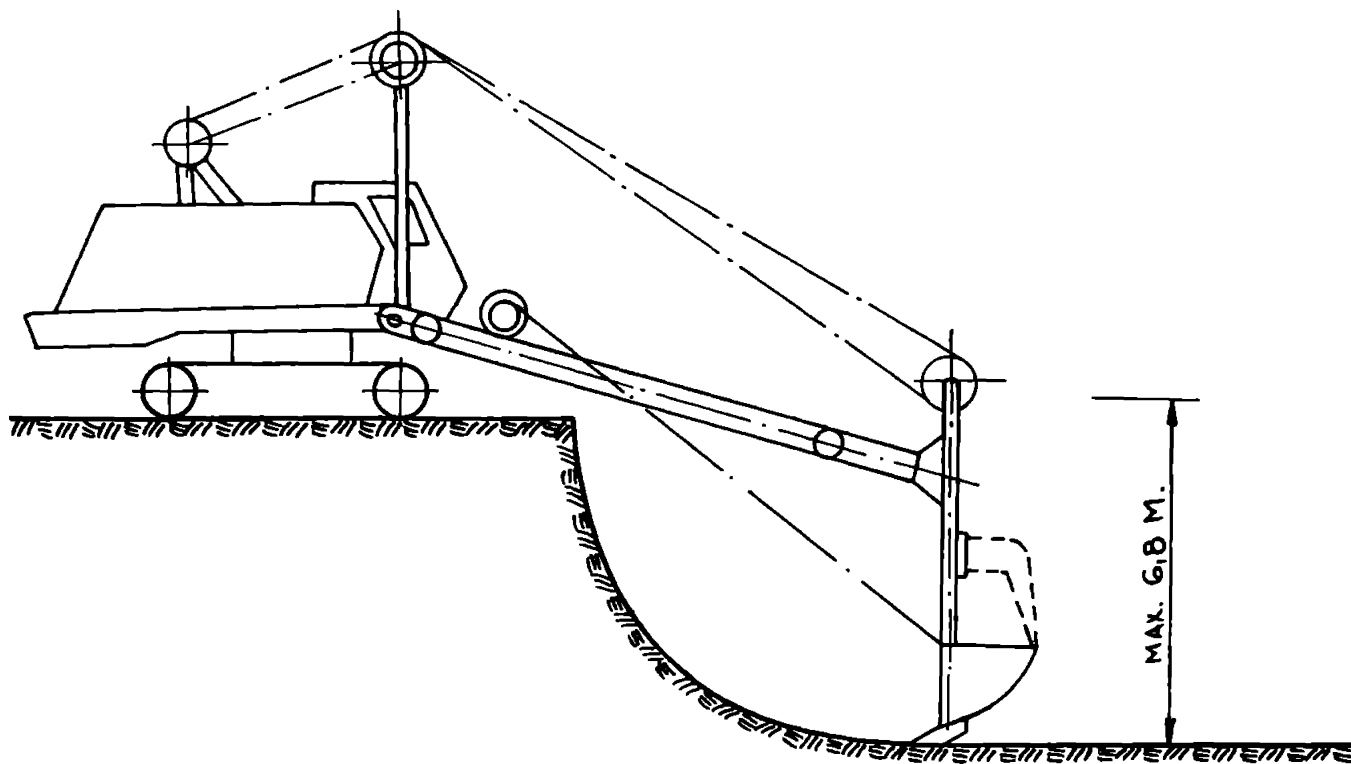


FIG. 3.5.

Acest tip de excavator este echipat cu un motor puternic și folosit în mod curent la excavarea materialelor groasere și chiar a unor materiale parțial cimentate, cum sînt argilele sarnoase, sau chiar marne stratificate, putînd excava la adîncimi maxime de 6,80 m. dar încă cu productivități modeste, fapt care îl face să fie neproductiv în asemenea situații, fiind folosit la excavații adînci numai în cazuri cu totul izolate.

3.1.2.2. Descrierea amplasamentului

Lucrarea pe amplasamentul cărora s-a efectuat experimentarea acestui tip de excavator pentru realizarea unui perete muret a fost barajul hidrocentralei Băbani pe râul Olt. Locul experimentării a fost digul secundar mai drept, dig situat la confluența

PLAN DE SITUATIE
DIG MAL DREPT HC. BABENI - OLT

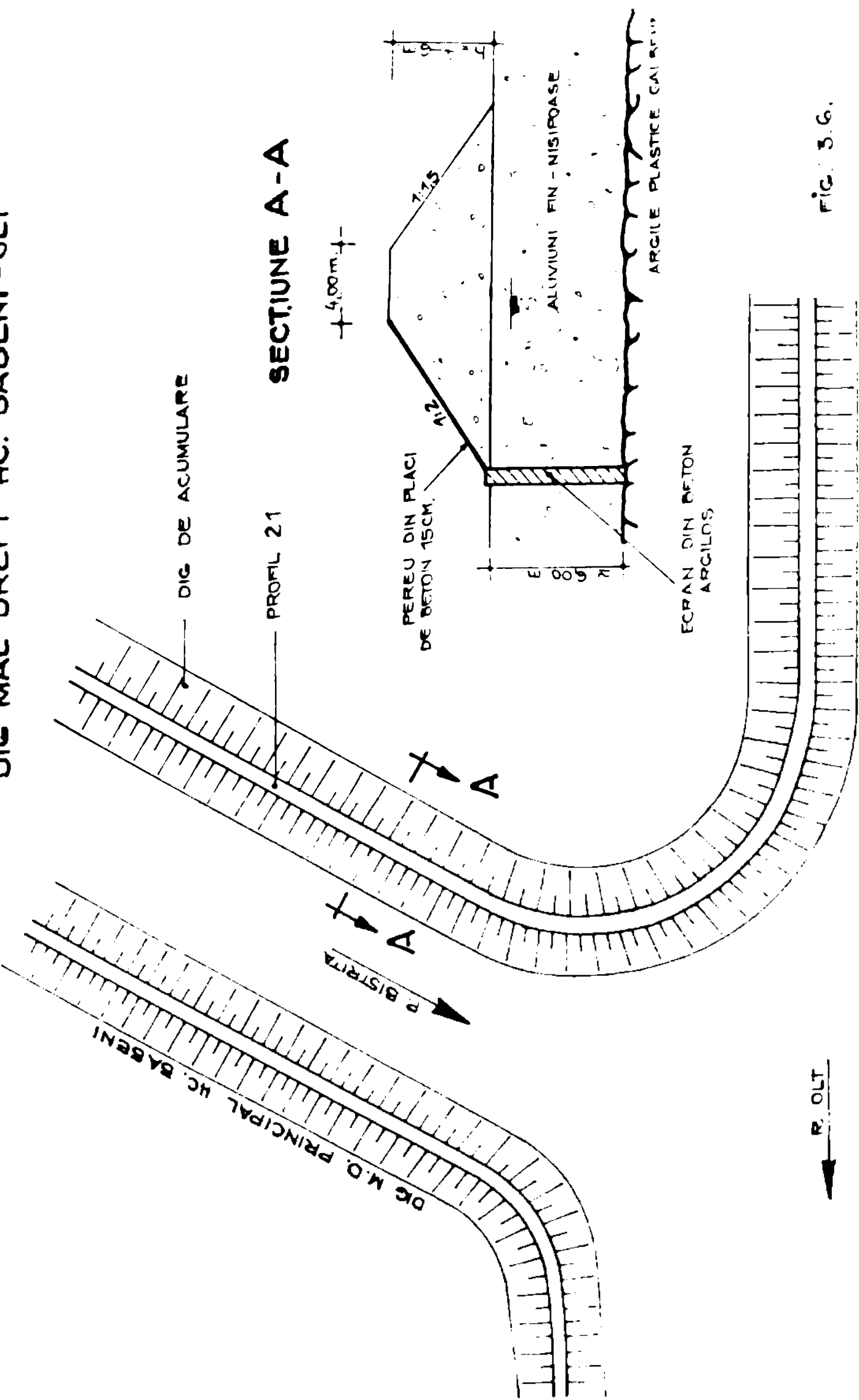


FIG. 3.6.

HIDROCENTRALA BABENI
 SECTIUNE TRANSVERSALA PRIN DIG MAL DREPT
 INCERCAREA LA PERMEABILITATE

1. PAKER BLOCAT IN GRINDA
2. PAKER BLOCAT IN ECRAN

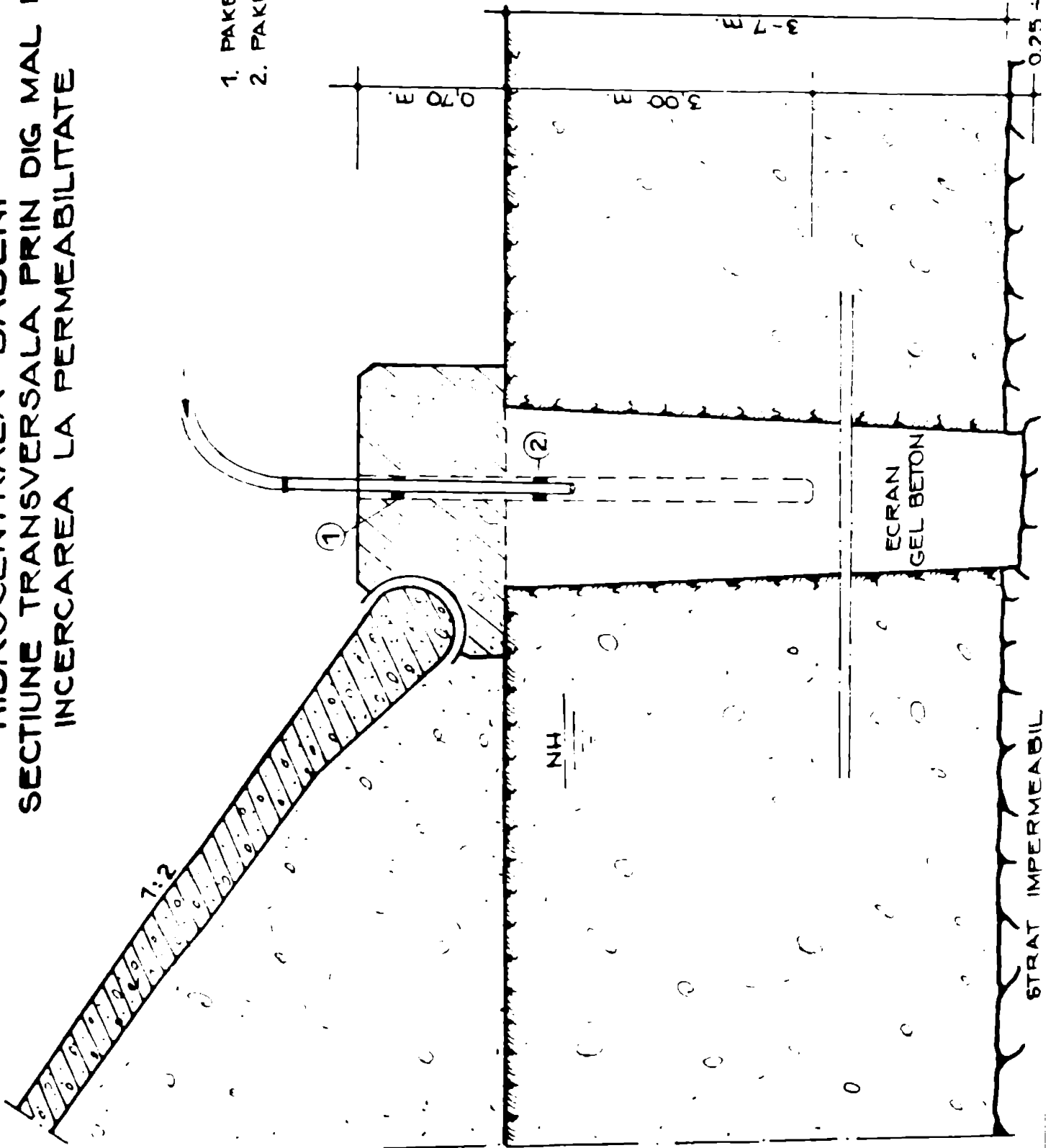


FIG. 37.

FISA FORAJULUI NR. 410
U.H.E. BABENI

COTA RELATIVA	GROSIMEA STRATULUI	ADINCIMEA APEI SUBTERANE	STRATIFICATA	DENUMIREA STRATULUI	COMPOZITIA GRANULOMETRICA (DIAMETRUL IN M.)						GREUTATE VOLUMETRICA	POROZITATE	UNGHIIUL DE PRECAPT INTERNA	COEZIUNEA
					ARGILA	PRAF	NISIP FIN	NISIP MEDIUM	NISIP MARE	PIETRIS				
0,00	M.	M.			0,005	0,05	0,25	0,50	2,00	%	%	°	kg/cm ²	
1,00		0,50		NISIP PRAFOS CAFENIU CU RARI BULGARI DE ARGILA PRAFOASA	2	4	7	17	19	51	1,72	40	28,7	0,53
2,00				MIL NISIPOS CENUSIU-GALBUI							1,68	40		
3,00				NISIP PRAFOS CU RAR PIETRIS	2	3	7	14	19	55	1,70	37	31,40	0,52
4,00				PIETRIS CU NISIP MARE CUARTOS	0	2	9	6	13	70	1,88	39	32,3	0,50
5,00				NISIP GROSIER CU PIETRIS MEDIU - GALBUI	0	2	7	9	12	70	1,87	38	32,10	0,47
6,00				PIETRIS GROSIER										
7,00				ARGILA MARNOASA CAFENIU GALBEN - PLASTIC VIRTOASA							1,85			
8,00				NISIP MARE PRESAT CENUSIU	0	1	9	11	27	52	1,73			
9,00				ARGILA MARNOASA CAFENIE DURA CU CONCRETIUNI CALCAROASE.							1,89			
10,00														

FIG. 3.8.

FISA FORAJULUI NR. 436

U.H.E. BABENI - IONESTI

COTA RELATIVA	GROSIMEA STRATULUI	ADINCIMEA APEI SUBTERANE	STRATIFICATIA	DENUMIREA STRATULUI	COMPOZITIA GRANULOMETRICA (DIAMETRUL IN M.)					GREUTATE VOLUMETRICA	POROZITATE	UNGHIIUL DE FRECAVA INTERNA	COEZIUNEA	
					ARGILA	PRAF	NISIP FIN	NISIP MIOLOCIU	NISIP MARE					PIETRIS
0,00	M.	M.			0,00	0,05	0,25	0,50	2,00					
1,00				NISIP PRAFOS - CAFENIU DESCHIS	2	4	5	11	19	59	1,91	30	31°00'	0,53
2,00				PIETRIS CU NISIP MARE CENUSIU	0	1	4	10	17	68	1,96	31	32°10'	0,47
3,00				NISIP PRAFOS CU RAR PIETRIS	1	3	6	11	20	59	1,88	32	31°40'	0,50
4,00				ARGILA PLASTIC VERTOASA CAFENIU - DESCHIS							1,93			
5,00				NISIP MARE MONOGRANULAR	0	0	0	0	93	7	1,88	38		
6,00				ARGILA MARNOASA CAFENIU-GALBUI CU CONCRETIUNI MARI CALCAROASE							1,90			
7,00														
8,00														
9,00														
10,00														

FIG. 3.9.

pirului Bistrița cu râul Olt, pe malul drept al acestuia din urmă (fig.3.6.). Scopul experimentărilor a fost acela de a realiza o lucrare de etanșare care să împiedice infiltrările apei (care va fi acumulată în lac), pe sub fundația digului realizat din materiale locale aluvionare și protejat pe taluzul dinspre apă cu un perete din beton. Peretele mult ca u-mează să se realizeze în zonă ya, fi deci supus unei presiuni de 6 - 10 m. coloană de apă (fig.3.7.)

Stratificarea terenului în zona de lucru este prezentată în fig.3.8 prin cele 2 fișe de foraj executate în perioada studiilor întocrite de ISPH.

Din analiză rezultă că în zonă există un pachet de straturi aluvionare preponderent nisipoase, cu zone de pietrișuri dar și cu straturi subțiri de prafuri, această situație fiind favorizată de zona de confluență unde au loc depuneri din apele ambele cursuri.

Încercările pe acest amplasament s-au efectuat în luna aprilie 1977.

3.1.2.3. Aspecte urmărite în cursul cercetărilor

Lucrarea de etanșare a straturilor aluvionare existente în această zonă a fost proiectată a se realiza cu un perete mult cu înălțime variabilă în funcție de poziția stratului inferior (argilă marnosă, considerat impermeabil) cu o lățime de 1,50 m. din considerențe neimpuse de lucrarea de bază și dictate de lățirile curente care s-au realizat până atunci cu excavatoarele aflate în dotarea unităților de execuție ale constructorului.

Cu ocazia efectuării cercetărilor experimentale în acest amplasament s-au urmărit următoarele elemente :

- deterrinarea adâncimii maxime a unei tranșee care se poate realiza cu un excavator de tipul D.141 N. echipat cu capă întoarsă folosită la excavații ;

- folosirea metodei rezultat în urma excavației tranșeei (care trebuia, conform documentației tehnice de execuție, să fie rebușată) la prepararea betonului argilos din care să fie realizat peretele mult ;

- prepararea amestecului de beton argilos direct în tranșee excavată, folosind ca materiale detritusul rezultat din excavație și noroiul bentonitic, cărui i s-a adăugat o anumită cantitate de ciment.

3.1.2.5. Metodele de lucru folosite la experimentare

Dezafășurarea lucrărilor de experimentare au avut loc în perioada 6 - 11 aprilie 1977, într-un program de lucru de 2 schimburi a 10 ore fiecare și au cuprins : aprovizionarea materialului necesar, trasarea axului lucrării și excavarea tranșeei.

Excavarea tranșeei a început dintre amonte - aval în sensul de curgere al pârului Bistrița, materialul excavat a fost rebutat, iar completarea noroiului în tranșeele excavate s-a făcut în permanență prin amestecarea cu cupa excavatorului, a componentelor, urmărindu-se ca densitatea noroiului să fie de $1,1 - 1,15 \text{ daN/dm}^3$ (fig. 3.9.)

Excavatorul fiind în perfectă stare de funcționare iar operația de alimentare cu argilă a tranșeei făcându-se foarte repede, s-a ajuns după 4 ore de lucru la următoarea stare de fapt :

- lungimea tranșeei măsurată la partea superioară = 19 m.;

- adâncimea maximă = 4,0 m.;

- lățimea la partea superioară = 1,60 m.;

- densitatea noroiului = $1,16 \text{ daN/dm}^3$

S-au continuat încercările de coborîrea cotei de fund a excavăției prin reluare a operațiilor de excavare, fără însă a realiza scopul. S-a procedat atunci la schimbarea cupei excavatorului cu una de același tip și dimensiuni însă la care au fost înlocuiți dinții cu o gură de tablă grosă de 30 mm. continuă pe toată lățimea cupei.

S-au reluat încercările însă fără rezultate notabile.

Este dovedit că acest gen de cupă curăță foarte bine fundul tranșeei de detritusul decantat din noroi, însă nu rezolvă problema principală și anume aceea de a spori adâncimea tranșeei, rămânând în continuare cu cota fundului tranșeei în zone de aluviuni, fără a ajunge la stratul de mernă argilică evidențiat în fișele de foraje din proiect.

S-au executat în această perioadă 145 m. tranșee cu pereți nulați, cu adâncimea maximă 4,10 m. (atinsă într-un singur profil) și cu adâncimea medie (dealtfel constantă) de 4,0 m. S-a realizat o lățime medie măsurată la partea superioară a noroiului de 1,50 și de 1,60 la partea superioară a tranșeei.

3.1.2.5. Concluzii reieșite în urma experimentării

În urma acestui experiment s-a constatat că folosirea acestui tip de excavator la realizarea pereților murați dă rezultate bune în ceea ce privește productivitatea și nu necesită nici un fel de modificări sau adaptări ale echipamentului de lucru.

Dezavantajele utilajului constatate în cursul experimentării constau în adâncimea limitată (maxim 4 m.) obținută în tranșee cu acest tip de echipament, fapt ce conduce la concluzia că trebuie făcut ceva în acest sens, precum și lățimea încă mare a tranșeei (1,5 - 1,6 m.), fapt ce conduce la un consum exagerat de material de etanșare față de necesitățile lucrării.

În acest sens, ținând seama de faptul că excavatoarele de tipul D.141 N. sînt utilaje puternice și care există în număr suficient în dotarea constructorului, se propune studierea în continuare a posibilităților de execuție a unui nou echipament sau de modificare a celui existent cu scopul de a obține adâncimi de tranșee de circa 7 m. fapt ce ar conduce la realizarea în cea mai mare parte a pereților murați de acest gen, precum și la studierea și realizarea unor cupe pentru săpat de diferite lățimi, mergînd dacă este posibil pînă la 0,30 m. lățime.

3.2. CERCETĂRI REALIZATE CU EXCAVATORUL D.141 N MODIFICAT (BRAT PRELUNGIT SI CUPA CU DIMENSIUNI REDUSE)

Excavatorul D.141 N, fiind în dotare, în vedea obținerii unor adâncimi mai mari, cu lățimi de pereți mai reduse a fost modificat pe șantier și folosit la experimentări, după cum se prezintă în cele ce urmează.

3.2.1. Scopul urmărit

Obiectivele principale urmărite cu ocazia acestor cercetări au fost următoarele :

- realizarea unei tranșeei, cu excavatorul D.141 N cu adâncimi de pînă la 7 m. ;
- realizarea unor lățimi mai mici de tranșee (0,4. 0,5 m) ;
- prepararea amestecului de beton argilos direct

în tranșee excavată, folosind ca materiale noroiul bentonitic și materialul rezultat din excavație.

3.2.2. Studiul și proiectarea unor modificări pentru excavatorul D.141 N

Studiul și proiectarea modificării echipamentului de săpat la excavatorul D.141 N s-au efectuat în timp ce acest excavator lucra la realizarea unui perete muret, la acumularea hidrocentralei Băbeni de pe râul Olt.

În iulie 1977 sub directa îndrumare a autorului, specialiști ai Catedrei de Drumuri și Pundații din cadrul Institutului Politehnic "Traian Vuia" din Timișoara, s-au deplasat la lucrarea sa și s-a ținut o ședință unde împreună cu autorul au analizat condițiile de lucru în terenurile din această zonă, tehnologia cu care se realizează pereții mureți la lucrarea respectivă, precum și posibilitățile de proiectare și de realizare concretă ale eventualelor modificări, propuse de autorul lucrării de față. Cu această ocazie s-a hotărât ca propunerile autorului să fie materializate prin proiectarea modificărilor pe echipamentul acestui excavator de către Catedra menționată, iar execuția acestui proiect să fie realizată de constructor, respectiv ambele aspecte fiind coordonate direct de către autor.

3.2.2.1. Studii cu privire la creșterea adâncimii de excavare

În urma analizelor a diferitelor faze de lucru cu acest excavator, pe o perioadă de circa 4 luni de lucru, autorul a propus ca modificarea să se opereze asupra brațului balansier în sensul prelungirii lui (fig. 3.10.), precum și prin realizarea unei noi cupe cu reducerea lățimii acesteia.

În acest sens, colectivul de proiectare al Catedrei de Drumuri și Pundații, în urma calculului de rezistență a brațului balansier, a balanței energetice determinată de schema cinematică a excavatorului, precum și a menținerii coeficientului general de stabilitate a excavatorului (elemente furnizate de către autor) a stabilit că este posibilă prelungirea brațului balansier cu 1,540 m., ceea ce permitea creșterea adâncimii de săpare de la 4,50 m. la 6,0 m.

EXCAVATOR D 141-N CUPA INVERSA
CU BRAT MODIFICAT

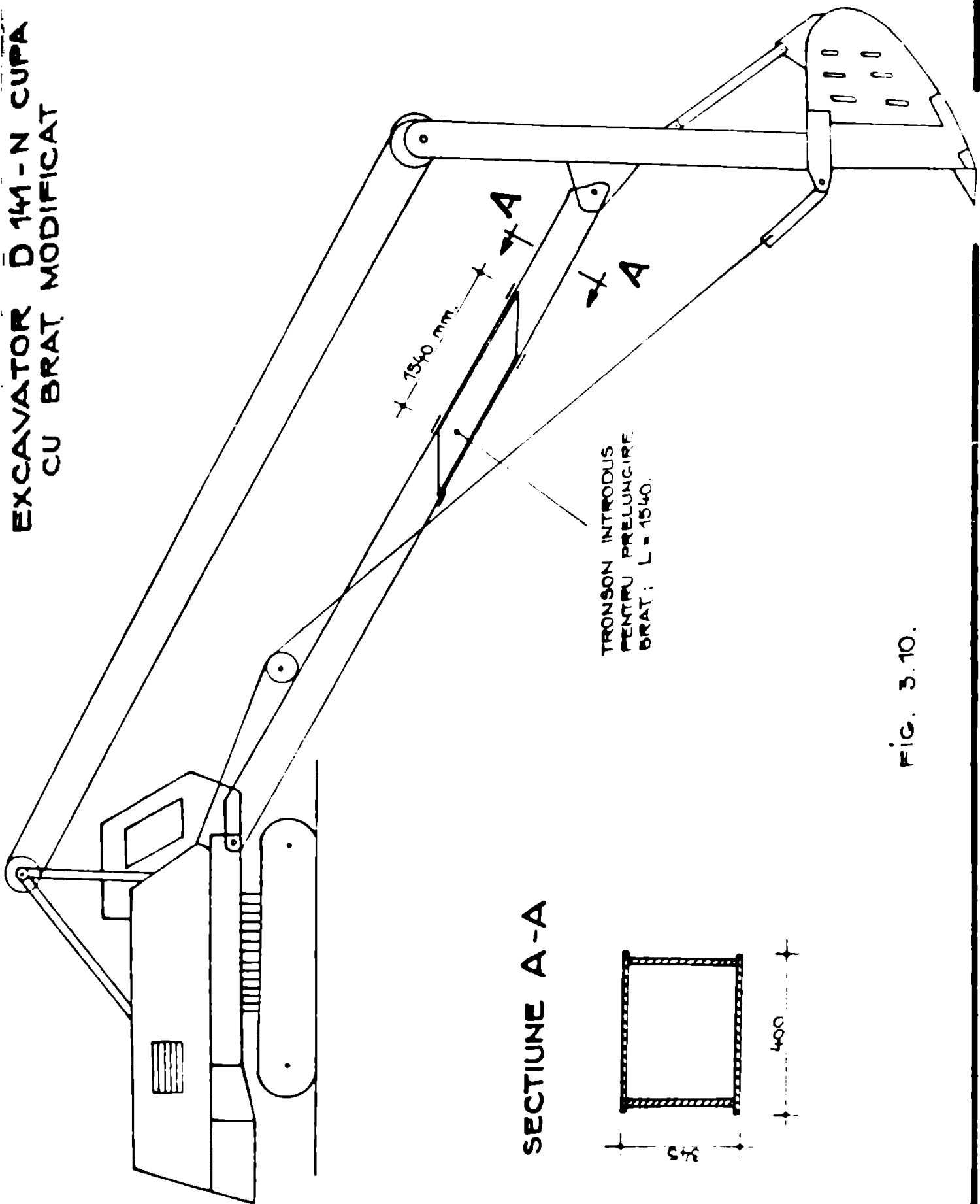


FIG. 3.10.

Modificarea brațului balansier a constăut practic din secționarea lui într-un anumit loc, confecționarea unui tronson de $L = 1540$ mm. nou de braț cu aceeași secțiune și aceleași elemente geometrice și introducerea acestui tronson în zona secționată.

Schema de asamblare a modificării de prelungire și detaliile din secțiune sînt arătate în fig. 3.17.

3.2.2.2. Studierea și proiectarea unei cupe noi pentru excavatorul D.141 K.

Pentru proiectarea unei cupe noi a excavatorului au stat la bază două principii :

- să aibă o lățime cât mai mică, dar care să țină seama de posibilitățile constructive de prindere în articulația cu boltă din capătul brațului balansier ;

- să aibă o capacitate minimă de 0,2 mc. pentru a putea încărea amestecul preparat în tranșee în autobasculentă.

În urma proiectării și dimensionării articulației de prindere a cupei de brațul balansier a rezultat o lățime constructivă de cupă de 430 mm. față de 1320 mm. cit avea cupe originală pentru excavații, deci o reducere a lăținii tranșeei de peste 3 ori. Elementele geometrice ale noii cupe sînt prezentate în figura 3.11, oit și datele comparative cu privire la principalele caracteristici.

3.2.3. Realizarea studiului, respectiv a proiectului de modificări

Realizarea întregului studiu, respectiv a proiectului de modificări, montarea noului echipament cupă întorsă cu braț prelungit și cupă îngustă, precum și probele în rol ale excavatorului au fost realizate sub directă coordonare a autorului în luna octombrie 1977 la atelierele centrale ale Grupului de Servicii Construcții Hidroenergetice "Argeș" din Pitesti, după care în vederea experimentărilor, excavatorul complet echipat a fost adus pe amplasamentul lucrării din cadrul hidrocentralei Băbeni.

3.2.4. Cercetări experimentale cu excavatorul D.141 K cu echipamentul de săpat modificat

3.2.4.1. Descrierea amplasamentului

Amplasamentul în care s-a efectuat încercarea și testarea procedurii de săpare a tranșeei cu excavatorul echipat

cu braț prelungit și cupă îngustă, precum și caracteristicile geotehnice ale terenului au fost descrise în paragraful 3.1.2.2. De menționat că pentru punerea în evidență a studiului este faptul că zona de început a experimentului se află în continuarea peretei mult realizat cu același excavator înainte de modificarea echipamentului, ceea ce a permis comparații deosebit de utile. Încercările în noile condiții s-au efectuat în luna noiembrie a anului 1977.

3.2.4.2. Aspectele propuse a fi realizate și verificate

- verificarea modului de lucru a excavatorului echipat cu braț prelungit și cupă îngustă ;
- determinarea adâncimii maxime a unei tranșei ce se poate realiza cu un excavator tip D.141 N cu noul echipament de lucru ;
- determinarea lățimii minime de tranșe excavată cu cupă nouă (îngustă).

3.2.4.3. Modul de desfășurare al experimentării

Lucrările experimentale, au avut loc în luna noiembrie 1977 și anume în perioade de 8 .. 11 noiembrie, lucrându-se în program de lucru de 2 schimburi a 10 ore fiecare.

Pregătirile anterioare au constat în aducerea în zona din proiect a tranșei prin decoperea cu bulldozerul a stratului vegetal de circa 0,45 m., ajungându-se la un strat de nisipuri amestecate cu pietriș, putându-se circula pe ele în mod acceptabil cu mijloacele de transport;

- aprovizionarea cu materialele necesare (ciment, argilă bentonitică, silicat de sodiu) ;
- asigurarea sursei de apă realizată local prin excavarea unei gropi în apropierea la circa 25 m. de zona de lucru și montarea electropompei.

Excavarea tranșei a început din anote spre aval în sensul de curgere a râului Bistrița din zona proglului 21 al digului secundar mal drept (fig.3.12), deoarece astfel se asigură continuitatea lucrării de etanșare.

În ziua de 9 noiembrie, situația a fost următoarea :

- cota noroi în tranșe se găsea cu 0,30 sub partea superioară (nivelului terenului) ;
- lățimea tranșei era de 0,65 m. ;
- densitatea noroiului era de $1,15 \text{ kg/dm}^3$
- adâncimea maximă a tranșei de 5,35 m.

Din analiza situației s-au constatat următoarele :
trânșeei s-a comportat foarte bine din punct de vedere al stabilității fără să prezinte semne de surpare sau fisurare ;

- s-a format o urtă de noroi cu grosimea de circa 4 mm ;

- excavatorul se comportă bine privind compenzile, starea de echilibru și modul de lucru cu noul echipament.

A reieșit însă un aspect tehnic și anume acela că dinții cupei au un unghi de înfigere, în material necorespunzător, fapt ce conduce la imposibilitatea de a mai săpa pe fundul tranșeei. În această situație s-a oprit lucrul și s-au modificat casetele metalice în care se montează acești dinți. Operația a fost executată pe loc și s-a reluat lucrul. După numai 3 ore de lucru s-a reușit să se excaveze în adâncime și să fie atinsă roca de bază (marnă argilos - nisipoasă de culoare vinată) la adâncimea de 6,10 m., respectiv să se excaveze și din aceasta pe o adâncime de 25 cm., realizându-se astfel o adâncime de 6,35 m. record de tranșee cu lățime de circa 50 cm. până la acea dată.

3.2.4.4. Concluzii rezultate în urma cercetărilor experimentale

Prima și cea mai importantă constatare a fost aceea că ideea proiectării și execuției prelungirii unui braț de excavator cupă întoarsă pentru realizarea de pereți muleți cu adâncimi mai mari de 4,5 m. a fost posibilă, iar adâncimea de 6,35 m. obținută în acest emplasament cu lățimi de tranșee de numai 50 cm. oferă condiții de realizare pe viitor a unor importante suprafețe de ecran pentru etanșare, realizate din pereți muleți ce pot fi executați cu acest gen de utilaj.

Deasemenea, proiectarea unei noi cupe de săpat, cu lățime mică (0,45 m) a condus la executarea șanțului și respectiv a peretelui muleț cu grosimea de 0,55 m., adică cu peste 50 % mai mică decât în cazul folosirii cupei pentru excavații, ceea ce a permis pentru prima dată o reducere la fel de mare a materialelor puse în operă.

Plecând de la rezultatele acestui experiment, la solicitarea autorului, Catedra de Drumuri și Fundații din cadrul Institutului Politehnic "Traian Vuia" Timișoara și autorul au analizat posibilitățile constructive de modificare a echipamentului de săpat pentru excavatoarele S.1201 de producție internă, analiză

in urma cărora s-au materializat următoarele : proiectarea in cadrul ICFAIUC - Catedră a înlocuirii brațului balansier a unui excavator S.1201 cu lungimea de 5500 mm. cu un situl cu înălțimea de 5200 mm., precum și a unei cupe noi cu lățime de 640 mm. Elementele componente noi ale brațului și cupe, au fost realizate la Uzina de Reparații Brăila (din cadrul C.M.C.I.B.) și cu echipa un excavator S.1201 cu ajutorul cărui au fost executați pereți la un combinat petrochimic, precum și la o uzină mecanică in construcție. Acest excavator S.1201 cu braț prelungit și cupă îngustă poate să execute pereți mulți cu adânciri de 8 m. De asemenea, la solicitarea și cu concursul autorului in cadrul Catedrei de Drumuri și Fundații a Institutului Politehnic "Traian Vuia" din Timișoara, un colectiv mixt din ICFAIUC București, catedră și ICOPDC Timișoara a proiectat echipamente pentru același tip de excavator (S.1201 cu balansier de 6600 mm) care să poată executa șanțuri cu adâncimi până la 10 m. și cu cupe de 0,40 m. lățime ($0,11 \text{ m}^3$) și 0,60 m. lățime ($0,15 \text{ m}^3$).

Privitor la dotarea tehnică necesară realizării pereților mulți cu această metodă se consideră că sînt suficiente: un excavator, o autobasculantă pentru transportul betonului argilos și o electropompă pentru asigurarea apei necesare preparării mortarului (conform figurii 3.3.)

De asemenea, se poate trage concluzia că modificările esențiale aduse echipamentului de săpat nu modifică cu nimic principiile de lucru și stabilizarea generală a excavatorului pe timpul execuției și a marșului. Se poate spune doar că datorită viscozității și densității mari a mortarului in momentul cînd brațul și cupe sînt coborîte sub greutate proprie in tranșee, datorită soluției constructive a brațului (grindă metalică casetată închisă) aceasta coboară lent avînd tendința de plutire pînă se ajunge la fundul tranșeei. Totodată, presiunea pe dinții cupei, cînd brațul este întins, este dată de greutatea brațului și a cupei, fapt ce e justificat și mai sînt realizarea modificărilor amintite la excavatoare cu acționare hidraulică la care stînt asupra brațului balansier, cit și asupra cupei se poate acționa, prin sistemul hidraulic, cu forțe mecanice mari, iar cupe dotată sistemului constructiv și de acționare are posibilitatea rotirii in jurul axului articulației de braț, mișcare ce-i permite o dislocare mult mai ușoară a materialului de săpat, precum și o încărcare și descărcare mai rapidă.

3.3. CERCETARI REALIZATE CU EXCAVATORUL CU BRAT PRELUNGIT ACTIONAT HIDRAULIC

Folosirea excavatoarelor acționate hidraulic permit o serie de avantaje, ceea ce a determinat autorul să acționeze și asupra unui esec de excavator din dotare, în sensul prelungerii brațului și experimentării pentru realizarea pereților mlaști de etanșare.

3.3.1. Descrierea excavatorului

Excavatorul S.3602 este un excavator tip CATERPILLAR - echipat cu cupă inversă acționată hidraulic, având capacitatea cupei de 2,3 mc. Adâncimea maximă de săpare este teoretică de 11 m., iar lățimea cupei 1,73 m.

3.3.2. Descrierea amplasamentului

Pe râul Argeș în aval de orașul Gătești în punctul numit Zăvoia, se execută un baraj și o priză de apă pentru irigații.

Realizarea barajului deversor a necesitat executarea unei incinte de excavații cu o suprafață de circa 10 ha. În imediata apropiere a albiei minore, parțial obținută prin devierea râului Argeș. Cota inferioară a excavațiilor în incintă este de 14 m. sub cota apei în albia Argeșului, iar stratificarea terenului este arătată în figura 3.12, conform fișei de foraj întocmită cu ocazia studiilor în amplasament.

Rezultă deci că este necesară etanșarea incin ei pe tot conturul pe adâncimea de 10 - 12 m. pe o suprafață de etanșare totală de circa 12.000 m².

3.3.3. Aspectele urmărite în cercetările făcute

Proiectele de execuție au prevăzut realizarea etanșării pe adâncime cu pereți mlaști realizați cu instalații tip Kelly și cu beton preparat în stații centralizate, ceea ce ducea la creșterea mai ridicată și productivității mai reduse.

Scopul urmărit cu ocazia încercărilor în acest amplasament a fost următorul :

- realizarea unei tranșee cu adâncimea de 15 m. și cu lățimea de 0,50 m.;

- folosirea integrală a materialului sluvionat rezultat din excavații la prepararea betonului argilos pentru etanșare ;

- elivnarea din procesul tehnologic a preparării betonului în stații centralizate.

3.3.4. Modul de efectuare a cercetării

Pentru rezolvarea celor menționate sub coordonarea autorului s-a proiectat și executat (pe șantier) un braț prelungit și o cupă îngustă cu care a fost echipat un excavator S.3602. În urma acestor modificări s-a creșt precizia cu care excavatorul să sapă pînă la adîncimea de 15 m. cu o lățime a tranșeei de 0,40 m.

Experimentările în amplasament s-au efectuat în zilele de 10 Mai 1984 și au constat în realizarea săpăturii în tranșee , folosindu-se argilă de Madgidia (ca material pentru prepararea mortarului, aprovizionată în saci) și ciment Pz (în saci) de la fabrica din Cimpulung. După 6 ore de la începerea lucrului, situația era următoarea :

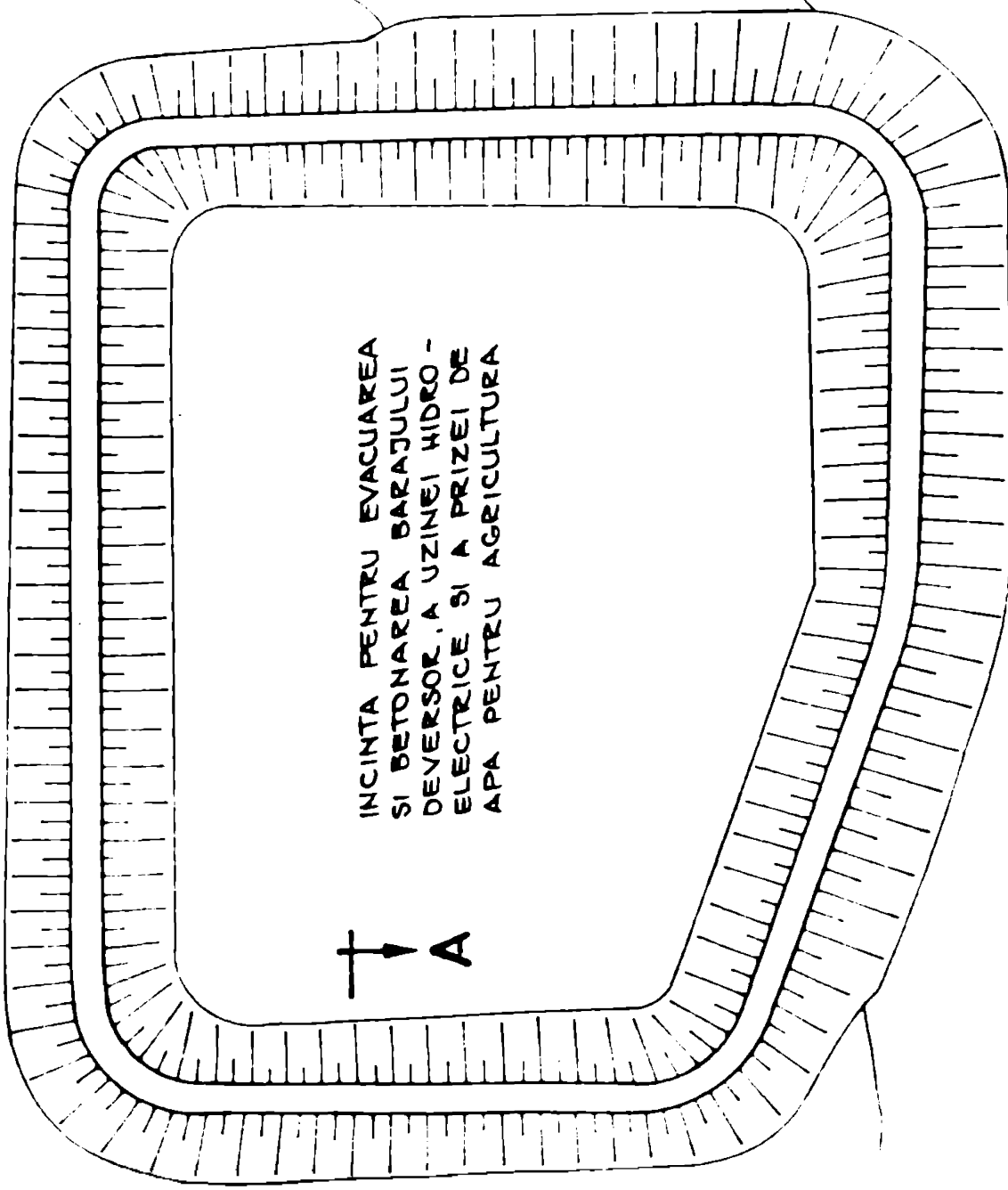
- adîncimea excavației în tranșee de 12,15 m.;
- lățimea la partea superioară a tranșeei era de 0,60 m.;
- mortarul argilos avea densitatea de 1,14 daN/cm^3
- lungimea tranșeei la partea superioară a fost de 16,50 m.

Din cei 12,15 m. adîncime, circa 45 cm. au fost săpeți în rocă de bază considerată impermeabilă, constituită din argile consistente de culoare galben - brună, iar 11,70 m. au fost excavați în sluvini la care granula maximă observată în detritus a fost de 70 mm.

Cota superioară a mortarului din tranșee a fost de circa 10 cm. sub nivelul terenului, iar cota pînsei fractive la 50 cm. sub aceeași cotă a terenului. A urmat apoi dozarea cimentului în tranșee în raport 1 : 1 cu argilă, omogenizarea lui cu mortarul și începerea operațiunii de preparare a betonului argilos de etanșare.

**BARAJUL ZAVOIUL ORBULUI PE RIUL ARGES
BATARDOUL PROVIZORIU (300 x 325 m.)**

R. ARGES



INCINTA PENTRU EVACUAREA
SI BETONAREA BARAJULUI
DEVERSOR, A UZINEI HIDRO-
ELECTRICE SI A PRIZEI DE
APA PENTRU AGRICULTURA

↑ A

↑ A

SECTIUNEA A-A

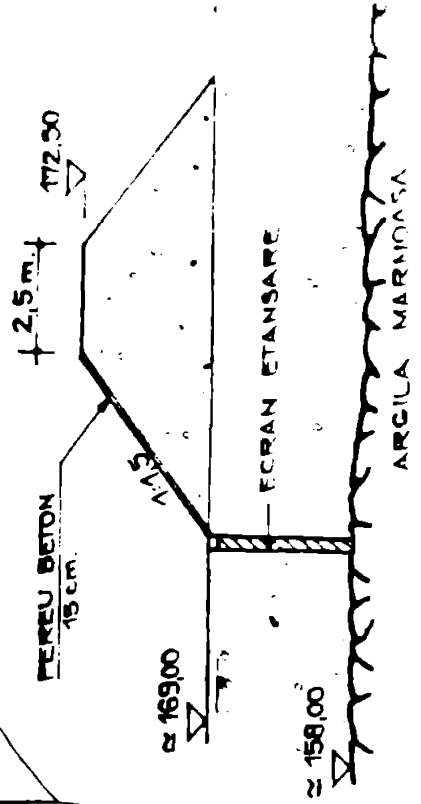


FIG. 3.11.

FISA FORAJULUI NR. 26

BARAJUL DE PRIZA ZAVOIC-ORBJULUI-JUC. DIMBOVITA

COTA RELATIVA	GROSIMEA STRATULUI	ADINCIMEA APEI SUBTERANE	STRATIFICATIA	DENUMIREA STRATULUI	COMPOZITIA GRANULOMETRICA (DIAMETRUL IN M)								
					ARGILA	PRAF	NISIP FIN	NISIP MEDIUM	NISIP MARE	PIETRIS	GREUTATE VOLUMETRICA	POROZITATE	UNGHIIUL DE FREZARE INTERNA
0,00	M.	M.			0,005	0,05	0,25	0,50	2,00	%	%	°	kg/cm ²
1,00		0,50											
5,00				PIETRIS MARE CU GRANULE MAX. 70 mm. CU NISIP CUARTOS CENUSIU	0	2	4	9	72	195	37	3320	0,47
12,00				ARGILA PLASTIC VIEȚOASA GALBEN - BRUN						1,88			
13,00													

FIG. 3.12.

3.3.5. Concluzii reieșite în urma experimentului

În urma acestui experiment s-a dovedit că stingerea adâncimilor de 13 m, în execuția pereților murați cu excavatorul este absolut posibilă chiar cu lățimi de 0,5 ... 0,6 m. aspect greu de realizat uneori chiar cu instalații specializate de tip Kelly sau Elac.

3.4. CONCLUZII FINALE ASUPRA EXPERIMENTARILOR PRIVIND UTILAJELE DE SAPTE TRANȘEA

Cercetările întreprinse de autor au vizat găsirea unor soluții tehnice pentru realizarea mai economică a săpăturilor acestui gen de lucrări, prin creșterea productivității muncii, concomitent cu asigurarea unei calități corespunzătoare a acestora.

Urmare studiilor menționate, precum și a sugestiilor făcute de autor, care a urmărit multe aspecte pe parcursul lucrărilor, în cele ce urmează se face referire la excavatoarele din producția curentă a I.U.G. "Progresul" Brăila, care au fost verificate în condiția de stabilitate în funcționare a acestora, în sensul de a se stabili limite de adâncime până la care pot lucra pentru realizarea acestui gen de lucrări, precum și echipamentele adecvate, aspecte studiate de către un colectiv mixt din cadrul grupei de proiectare Timișoara a ICPAIUC București și filialei de cercetare - proiectare a ICCPDC. București prin Catedra de Drumuri și Fundații a Institutului Politehnic "Traian Vuia" din Timișoara, aspecte prezentate și în lucrare.

3.4.1. Propuneri de soluții constructive pentru echiparea unor excavatoare de tip "Progresul" Brăila

În cele ce urmează se prezintă rezultatele finale ale unor studii întreprinse de colectivele menționate și autor, în ideea impulsivării acestui procedeu de săpat tranșei.

3.4.1.1. Echipament pentru excavator S.401

Din datele cerute în procesul tehnologic și impuse pentru calcul la un coeficient de stabilitate $K_0 = 1,64$ rezultă

adâncimea teoretică de săpare de circa 6,5 m., pentru lățimi de cupe ce ar putea fi utilizate de : 0,3 m.; 0,4.; 0,5 m.; 0,6 m. Aceste lățimi de cupe au fost stabilite având în vedere necesitățile tehnologice de realizare a cererelor de impermeabilizare, ca rezultat a cercetărilor descrise anterior.

3.4.1.2. Echipamentul pentru excavatorul S.601

Conform datelor tehnice furnizate de producător, la o adâncime teoretică de săpare de circa 7,5 m., cu gama lățimilor de cupe, propuse a fi utilizate de 0,30 m ; 0,4 m.; 0,5 m.; și 0,6 m. lățime a rezultat un coeficient de stabilitate de $K_s = 2,45$

3.4.1.3. Echipamentul pentru excavatorul S.801

Din datele cuprinse în norme internă a aceluși excavator, colectivul a ajuns la concluzia că adâncimea teoretică de săpare poate fi de circa 8 m., iar lățimile cupelor așezate tot din aceeași gamă, fiind : 0,3 m.; 0,4 m.; 0,5 m.; și 0,6 m. pentru un coeficient de stabilitate de $K_s = 1,45$.

3.4.1.4. Echipamentul pentru excavatorul S.1201

Din datele tehnice puse la dispoziție de firma constructoare, rezultă că se poate ajunge la o adâncime teoretică de săpare de circa 10 m., iar lățimile de cupe se aleg din gama : 0,3 m.; 0,4 m.; 0,5 m. și 0,6 m. la un coeficient de stabilitate de $K_s = 1,72$.

De remarcă faptul că prin concursul direct al autorului în cadrul colectivului ICPAIUC și ICCPDC - , Institutul Politehnic "Traian Vuia" din Timișoara, s-a proiectat, executat și experimentat un echipament pentru acest excavator, acesta fiind realizat și folosit în condiții practice de lucru.

3.4.1.5. Echipament cu benă pe cablu pentru dotarea excavatorului S. 3502

Având în vedere faptul că adâncimile la care se poate săpa cu echipamentele propuse pînă acum sînt limitate la maximum 15 m., după cur a rezultat din datele prezentate anterior și datorită necesităților ce apar uneori de a se atinge adîncimi mai mari la sugestia autorului, același colectiv menționat anterior a studiat și propus soluția dotării excavatorului S. 3502

cu o instalație, care să poată realiza adâncimi practice nelimitate în funcție de lungimea cablului de suspendare, limitativ fiind doar rezistența terenului în cazul înștării benzi.

Principial, această instalație se prezintă în fig. din lucrarea . S-au făcut calcule pentru această instalație să lucreze pînă la adâncimi de 80 m. (este drept foarte îndrăzneț), considerăm că depășirea acestei limite nu este necesară decît în cazuri foarte rare, ceea ce este real.

Pentru a se realiza condițiile necesare pentru învingerea rezistenței pămîntului la săpare, deci pentru ca greutatea greiferului să corespundă acestei cerințe, se indică ca fiind utilă încorporarea în greifer a întregului sistem de acționare a fălcilor acestuia.

În privința instalației cu benă pe cablu, gîndită pentru dotarea excavatorului S.3602 nu se insistă, deoarece tehnologia de execuție a pereților ruznași este asemănătoare cu tehnologia de lucru a instalației de tip Kelly.

3.4.2. Aprecieri asupra parametrilor tehnico - economici realizabili cu astfel de echipamente

În cele ce urmează se vor prezenta câteva elemente de calcul, precum și estimări cantitative asupra productivității și prețului de cost al soluțiilor preconizate pentru realizarea echipamentelor prezentate anterior, aspecte rezolvate de același colectiv cu concursul autorului această pentru argumentarea folosirii sistemului propus.

Din experimentările efectuate pînă în prezent cu echipamente existente, rezultă că pentru un ciclu complet de lucru, timpul necesar este în medie : $T = 112$ secunde.

Volumul cupelor (q) în cele patru variante este următorul :

- pentru cupă de 0,3 m. lățime : $q = 0,09 \text{ m}^3$
- pentru cupă de 0,4 m. lățime : $q = 0,11 \text{ m}^3$
- pentru cupă de 0,5 m. lățime : $q = 0,13 \text{ m}^3$
- pentru cupă de 0,6 m. lățime : $q = 0,15 \text{ m}^3$

Se consideră cazurile extreme, respectiv cupa de 0,3 m. lățime și cea de 0,6 m. lățime.

Considerînd pentru excavatorul S.1201 utilat cu echipamentul propus, că timpul unui ciclu complet de lucru este, așa cum s-a mai menționat de 112 sec., rezultă într-o oră un număr de

circa 30 de cicluri complete. Înseamnă că volumul de pământ excavat în unitatea de timp va fi :

- pentru cups de 0,3 m, lățime $2,7 \text{ m}^3/\text{oră}$, iar
- pentru cups de 0,6 m, lățime $4,5 \text{ m}^3/\text{oră}$

Pentru a afla suprafața de șanț excavată în unitatea de timp (S) este suficient să împărțim volumul de pământ excavat în unitatea de timp la lățimea șanțului, rezultând, pentru cups de 0,3 m, suprafața de $9 \text{ m}^2/\text{h}$, iar pentru cups de 0,6 m., rezultă suprafața de șanț de $7,5 \text{ m}^2/\text{h}$. Aceste suprafețe reprezintă de fapt productivitatea teoretică de execuție a ecranului.

Considerând aceste valori ale productivității proporționale cu puterea instalată a excavatoarelor se obține pentru tipurile de excavatoare analizate, următoarele valori :

- pentru excavatorul S.401, productivitatea este cuprinsă între 3 și $2,5 \text{ m}^2/\text{h}$;
- pentru excavatorul S.601, productivitatea este cuprinsă între 4,5 și $3,5 \text{ m}^2/\text{h}$;
- pentru excavatorul S.801, productivitatea este cuprinsă între 6 și $5 \text{ m}^2/\text{h}$;
- pentru excavatorul S.3602, productivitatea este cuprinsă între 18 și $15 \text{ m}^2/\text{h}$.

În cele ce urmează se vor face și câteva aprecieri privitoare la prețul de cost al execuției unui m^2 de șanț cu instalațiile propuse în acest material. [66]

Pentru echipamentul propus pentru excavatorul S.401, la productivitatea maximă de $3 \text{ m}^2/\text{h}$ și la un preț tarifar de închiriere a excavatorului de 80 lei/h se obține prețul de cost al unui m^2 de șanț excavat în valoare de $26,5 \text{ lei}/\text{m}^2$.

În cazul utilizării echipamentului propus pentru excavatorul S.601, la productivitatea de $4,5 \text{ m}^2/\text{h}$ și un tarif de închiriere de 92 lei/h, se obține prețul de cost al unui m^2 de șanț excavat în valoare de $20,50 \text{ lei}/\text{m}^2$.

Folosind echipamentul propus pentru excavatorul S.801 la o productivitate maximă de $5 \text{ m}^2/\text{h}$ și la tariful de închiriere de 106 lei/h, se obține prețul de cost al unui m^2 de șanț excavat în valoare de $17,70 \text{ lei}/\text{m}^2$.

Deci se utilizează echipamentul propus pentru dotarea excavatorului S.1201, la o productivitate maximă de $9 \text{ m}^2/\text{h}$ și la un tarif de închiriere de 106 lei/h, se obține prețul de cost al excavării unui m^2 de șanț în valoare de $11,80 \text{ lei}/\text{m}^2$.

În afară de, în cazul folosirii echipamentului propus pentru excavatorul S.3602, la o productivitate maximă de $18 \text{ m}^3/\text{h}$ și la un tarif de închiriere de 121 lei/h, rezultă prețul de cost al săpăturii unui m^2 de șanț în valoare de 6,70 lei/ m^2 .

Pentru echipamentul cu bonă pe cablu propus să dotese excavatorul S.3602, nu avem elementele necesare pentru a aprecia productivitatea de lucru a acestuia și în consecință se renunță la calculul presuntiv al prețului de cost al excavării, menționând doar performanțele privind adâncimea, lățimea și lungimea unui tronson de șanț ce se poate executa cu acest echipament.

3.4.3. Citește aprecieri comparative a parametrilor tehnico - economici realizați cu metodele existente și cele propuse

Pentru o mai ușoară apreciere a performanțelor ce se pot obține cu echipamentele propuse, precum și în scopul realizării analizei comparative față de performanțele de care sînt capabile instalațiile existente, în cele ce urmează se prezintă în tabelul 3.1 aceste valori, tabel prezentat și în lucrarea

Considerînd elementele cuprinse în tabelul 3.1, calitățile și deficiențele instalațiilor și utilajelor prezentate, se învază o sinteză asupra domeniului de utilizare a fiecărei metode de lucru, precum și o apreciere asupra diferențelor de preț de cost specific, urmărind în special concluzii cu privire la utilitatea uneia sau alteia dintre metodele prezentate, în funcție de scopul urmărit la lucrările respective.

Pentru instalațiile de tip Kelly, se consideră utilă întrebuințarea lor în următoarele situații :

- pereți turnați pînă la adîncimi de maximum 40 m.;
- pereți turnați cu lățimi de pînă la 0,8 - 1,0 m. dar nu mai înguști de 0,55 m.;
- terenuri cu consistență pînă la categoria III-a inclusiv.

Nu se pot realiza următoarele categorii de lucrări :

- puțuri circulare ;
 - trasee circulare de șanț ;
 - toleranțe reduse ale dimensiunilor șanțurilor ;
 - lățimi posibile ale platformei de lucru sub 3 m ;
- Geometria șanțului corespunde din punct de vedere calitativ necesităților reclamate de acest gen de lucrări, luînd

ferma greiferului. Baza șanțului este suficient de plană și nu necesită intervenții ulterioare pentru nivelare.

Utilizarea instalațiilor de tip ELSE se pretează în următoarele situații :

- pereți turnați cu adâncime de pînă la 30 - 35 m ;
- pereți turnați cu lățimi cuprinse între 0,4 și 1,2 m ;
- lungimea unui tronson de șanț, excavată într-o singură fază este cuprinsă între 3,5 și 6,0 m. în funcție de raza de acțiune a cupei.

Acest gen de instalații nu se pot folosi în următoarele cazuri :

- puțuri circulare ;
- pereți turnați cu condiții severe de etanșare ;
- tranșee circulare sau prependicular unghiulare ;
- pereți turnați cu o toleranță medie a verticalității de oca. 1 % ;
- pereți turnați de lungime mică, cum ar fi fundații izolate, barete înguste, etc.

Categoria de teren în care se poate executa excavarea este de pînă la IV inclusiv.

Geometria tranșeei excavate necesită lucrări suplimentare de excavare pentru a elimina recordările ce apar datorită rotației cupei în jurul articulației sale în timpul săpării.

Instalațiile de tip benă (greifer) suspendat pe cablu se pretează la lucrări ce necesită următoarele performanțe :

- pereți turnați cu adâncimi mai mari de 40 m (teoretic adâncimile posibile de atins sînt nelimitate) ;
- lățimea de șanț cuprinsă între 0,5 și 1,0 m. ;
- lungimea tronsonului de șanț excavat într-o singură fază de lucru este cuprinsă între 1,8 și 2,5 m. în funcție de proiecția în plan orizontal a cupei greifer deschise.

Față de sistemul Kelly, cu care se aseamănă, prezintă dezavantajul unor abateri de la verticalitatea mai mare, datorită faptului că bena nu este ghidată, ea lucrînd prin cădere liberă. După ce a început să sapa, bena se autoghidează în șanțul pe care a început să-l excaveze, dar în momentul în care apare un obstacol acesta poate determina deplasarea de la verticalitatea sculei.

Avantajul față de instalațiile de tip Kelly constă, în faptul că poate atinge adâncimi de săpătură sensibil mai mari.

Echipamentele cu cupă inversă pentru excavatoarele analizate se poate aprecia că sînt utilizabile în următoarele

situații :

- pereți turnați în teren, cu adâncimi de până la 15 m.;
- excavații în terenuri de consistență până la categoria e IV-e inclusiv ;
- lățimi de șanțuri cuprinse între 0,3 și 0,6 m. pentru adâncimi până la 10 m. și lățimi de 0,8 - 1,0 m. pentru adâncimi de peste 10 m.;
- pereți lungi și incinte care să necesite realizarea unei productivități mari de excavație ;
- asigurarea unei precizii suficiente în ceea ce privește verticalitatea pereților șanțului ;
- realizarea de pereți turnați dreapți.

Cu acest gen de echipamente nu se pot realiza puțuri circulare și tranșee cu trasee circulare, datorită principiului de funcționare.

Analizând problema prețului de cost specific al unor lucrări de acest gen, se poate observa că în general este mai scăzut în cazul utilizării echipamentelor cu braț prelungit și cupă inversă (propușe) în comparație cu celelalte tipuri de utilaje și instalații prezentate.

3.4.4. Concluzii desprinse în urma analizei

Variantele prezentate ca și estimările făcute duc la următoarele concluzii :

- echipamentele cu braț prelungit și cupă inversă, propuse pentru dotarea excavatoarelor de producție românească, se pretează la execuția pereților turnați la adâncimi până la 15 m. cu lățimi ale șanțului cuprinse între 0,3 și 0,6 m. pentru adâncimi până la 10 m. și cu lățimi între 0,8 și 1,0 m. pentru adâncimi peste 10 m.

Aceste limitări provind din considerente de rezistență a echipamentelor în condițiile de solicitare impuse de terenul excavat.

- productivitatea ridicată în raport cu celelalte metode (Kelly, benă pe cablu), permite utilizarea tehnologiei de execuție cu astfel de echipamente în cazul necesității realizării de șanțuri de lungimi mari, destinate obținerii de ecrane armate și necarmate ;
- preț de cost scăzut în raport cu celelalte metode, precum și faptul că excavatoarele necesare sînt în dotarea șantiere-lor de lucrări de construcții, și asigură o largă aplicabilitate

această tehnologie ;

- prin dotarea excavatoarelor cu un echipament suplimentar se realizează lărgirea ariei de aplicabilitate a acestor utilaje în domeniul lucrărilor de construcții ;

În principiu, revenind la problema echipamentelor cu cupă inversă, se poate aprecia că ori de câte ori necesitățile de execuție nu implică atingerea unor adâncimi mai mari de 15 m. iar caracterul lucrărilor impune realizarea unor șanțuri de lungimi mai mari, se recomandă utilizarea unor echipamente a căror funcționare nu ridică probleme deosebite în raport cu funcționarea obișnuită a excavatoarelor cu echipamentele aflate în prezent în dotarea acestora.

4. CERCETARI CU PRIVIRE LA MATERIALELE FOLosite PENTRU REALIZAREA PERETILOR MULAȚI

In procesul de realizare al ecranelor impermeabile (pereți mulați) participă o gamă relativ mică de materiale, însă unele din ele cu pondere și importanță cu totul deosebită. Dintre acestea, unele materiale au un rol ajutător cu caracter temporar în lucrare, iar altele sînt materiale ce intră definitiv și constituie ulterior elementul de construcție ca produs final al întregii operații de lucru.

In lumina celor menționate mai sus, aceste materiale se pot împarte în două categorii și anume :

- noroial de săpat ;
- materiale de realizarea pereților mulați (betonul argilos).

In cele ce urmează vor fi prezentate studii cu privire la determinările experimentale și rezultatele obținute în urma încercărilor, precum și metodele de lucru folosite pentru studiul fiecărui material în parte (folosit la realizarea pereților mulați de etanșare).

4.1. STUDII CU PRIVIRE LA ARGILELE BENTONITICE

Bentonitele sînt roci sedimentare formate în urma unor transformări exogene și endogene ale unor roci preexistente care prin schimbările chimice - mineralogice ce au loc în timp produc o rocă nouă cu proprietăți specifice. Rocile bentonitice apar de cele mai multe ori în straturi înlocuite între alte formațiuni sedimentare (argile, nisipuri, calcare, etc) sau pot forma filoane, păstrînd astfel aspectul obișnuit al rocilor eruptive din care provin. In cazul bentonitelor sedimentare, acestea provin din tufurile vulcanice depozitate și transformate în mediu marin în cursul diferitelor perioade geologice. [53][61][71]

In cazul bentonitelor sedimentare, componenții acestora sînt minerale argiloase cu predominarea monmorillonitului cu structură stratificată, la care se adaugă cuarț, feldspat,

anfibi, etc).

Gradul de fărinișare are limite destul de largă, însă partea care este activă a bentonitelor este aceea cu dimensiuni sub 30 microni. Procentul de parte activă depinde și el de compoziția mineralogică a bentonitelor care la rândul ei este condiționată de natura rocii primare, precum și de gradul de bentonitizare al acestora. Spre exemplu (din constatările autorului) bentonita provenită de la Oca Mureș care s-a folosit la experimentarea în amplasament are un grad de fărinișare de 49 % particule sub 30 microni, deci practic numai aproximativ jumătate din cantitatea de mineral folosită produce un noroi gelic cu proprietăți tixotropice. Pentru comparație se citează [61][71] bentonita de Hâncere cu grad de fărinișare 35 % sub 30 microni și bentonita de Cerba Ciuceș cu grad de fărinișare 87 % sub 30 microni.

Din figura 4.1. rezultă totuși că dacă se analizează numai domeniul de granulatie sub 30 microni, observăm că ponderea principală a granulelor a căror mărime este situată sub 1 micron.

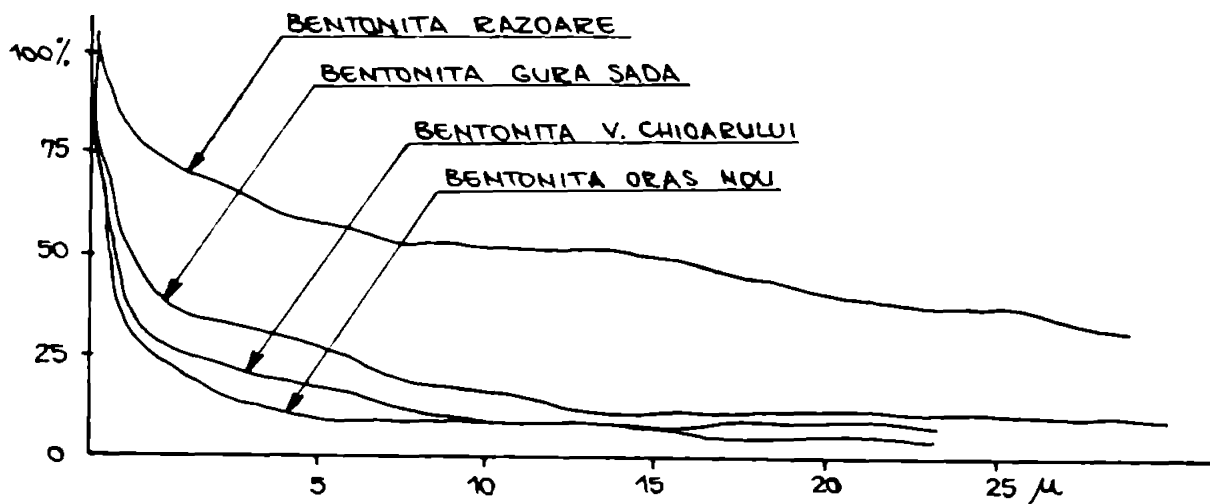


FIG. 4.1.

Datorită chimismului diferit al rocilor de proveniență unele acide (pegmatite) sau bazice (andezit), precum și datorită structurii foarte fine de agregat cripto-cristalin cu structură lamelară, hidratarea și deshidratarea bentonitelor are loc în etape funcție de temperatură, umiditate, precum și de structură. Astfel în intervalul de 20 - 105° se pierde apa higroscopică, iar în intervalul 100 - 850° se pierde apa de constituție sau structurală

În urma experimentărilor [61][71] s-a observat o absorbție mărită a apei în primele 24 ore și mai lentă în următoarele, dar hidratarea completă s-a constatat la 5 - 7 zile.

Conținutul total de apă al argilelor montmorillonitice constă în apă fixată între pachetele lamelare, precum și de apă fixată sub formă (OH⁻)

Bentonitele se pot grupa după tonul alcalin și alcalino-pământos predominant în structură, în 2 grupe : [53]

- bentonite sodice, unde predomină tonul de sodiu și apare subordonat calciul ;

- bentonite calcice magnaziene, în care predomină alcaline - pământoasele.

În domeniul de folosire al noroiului de săpat, mai ales când acesta va fi folosit și ca liant al betonului argilos, ce va constitui peretele mulat, se recomandă bentonitele sodice, care au o mare capacitate de schimb ionic.

4.2. CERCETARI EXPERIMENTALE ÎN AMPLASAMENTUL Nr.1

4.2.1. Prezentarea amplasamentului

Lucrarea pe amplasamentul cărora s-a efectuat experimentarea realizării unui perete mulat, cu folosirea integrală a materialului din tranșee a constat în etanșarea în profunzime a digurilor lacului de acumulare al hidrocentralei Băbeni pe râul Olt, respectiv digul secundar mai drept, dig situat la confluența pârâului Bistrița cu râul Olt, pe malul drept al acestuia din urmă (fig. 3.4.)

Peretele mulat realizat în această zonă este solicitat la o presiune de 6 - 10 m. coloană de apă măsurată de la zona de încastrare a sa în stratul de profunzime (mază argiloasă) considerat impermeabil.

Stratificația terenului în zonă prezentată mai sus este redată în fișe de foraj la fig. 3.8. executate în perioada studiilor de proiectant și întocmite de I.S.P.H. București. Din analiza lor rezultă că în această zonă există un pachet de straturi aluvionare, preponderent nisipoase, cu zone de pietrișuri, precum și cu straturi de prafuri. Formarea acestui deposit aluvionar a fost favorizată de confluența celor două ape ale căror cursuri nefiind regularizate au loc depuneri cu ocazia fiecărei viituri.

Fieșe de apă subterană se află situată la 0,70 - 0,80 m măsurat de la suprafața terenului, respectiv la 0,50 - 0,60 m. de la fața superioară a peretelui mulat realizat.

Apa conținută în stratul de aluvioni are un chimism normal ce dovedește că în apropiere (100 - 200 m) se află în funcțiune

rațiuni de apă pentru zona industrială din sudul orașului Ba.Vilcea, precum și o parte pentru apă potabilă a aceluiași oraș.

4.2.2. Cercetări cu privire la noroiul de săpat

În marea majoritate a cazurilor de realizare a pereților murați, noroiul de săpat are rolul de sprijinire al pereților tranșei pe perioada realizării excavației și a betonării acestora. Pentru aceste situații noroiul de săpat are o anumită compoziție cu caracteristici fizice specifice. În cadrul terei de față, noroiul de săpat pe lângă rolul de sprijinire al tranșei pe perioada de excavație, el a fost înglobat în materialul excavat și constituie liantul în compoziția betonului argilos cu care se va realiza peretele muraț. În acest sens, noroiul de săpat pentru a îndeplini ambele funcții, trebuie să aibă o compoziție diferită, precum și caracteristici fizice specifice noilor condiții de folosire. [48][52]

Pe întreaga perioadă a studiului au fost efectuate un număr de 2.689 determinări asupra noroiului de săpat, obținându-se următoarele valori : densitate minimă $\gamma = 1,13 \text{ daN/cm}^3$; densitate medie $\gamma = 1,396 \text{ daN/cm}^3$ și o densitate maximă $\gamma = 1,55 \text{ daN/cm}^3$

Viscozitatea măsurată în sec. cu pilnis HARCH a avut următoarele valori : minim = 47 sec., media = 69 sec. și max. = 92 sec.

4.2.2.1. Studii cu privire la materialele componente ale noroiului

Argila bentonitică. S-a folosit argilă de tip trasgel produsă de Întreprinderea Minieră Ocnă Mureș, livrată într-un lot de 136 tone și asupra căreia au fost efectuate cercetări în laborator pentru determinarea finetii de măcinare și a stabilității, precum și asupra celei de Medgidia (vezi tabel 4.1.)

Determinarea finetii de măcinare s-a efectuat după STAS 9305 - 73 și 7341 - 66, iar rezultatele au fost comparate cu datele cuprinse în certificatul de calitate care a însoțit lotul de argilă și cu condițiile cerute de STAS pentru acest material.

Procedeuul de lucru în cercetare a constat în prelevarea unei cantități de 500 gr. argilă și uscare ei în etuvă la 105° pînă ce prin cîntăriri succesive se obține o masă constantă. S-a cîntărit apoi o cantitate de 100 gr. cu precizie de 0,01 gr. și s-a trecut prin sita cu ochiul de 0,09 mm. iar restul de pe sită s-a raportat la întreaga cantitate, rezultînd finețea de măcinare exprimată în procente.

Rezultatele obținute în urma determinărilor sînt prezentate în tabela 4.1, de mai jos :

		Medgidia	Oana Mures
5 Aprilie 1977		% Rest	% Rest
1.	100 g.	7,3	3,9
2.	100	7,6	6,8
3.	100	10,2	10,9
4.	100	9,4	8,3
MEDIA		8,6	7,4

fig.4.1.

Determinarea stabilității suspensiei s-a făcut după metoda de încercare prevăzută în STAS 7431 - 66 [61] care constă în cîntărirea unei cantități de 5 gr. (cu precizie de 0,001 gr.) argilă din cele 500 gr. pregătite pentru proba de finețe, introducerea într-un cilindru gradat de 100 cmc. care conține 50 cmc. apă potabilă. Intruoft lotul de argilă livrat de firmă noi sus amintită a fost aditivată la fabricarea sa s-a mai adăugat cantitatea de sodă calcinată la această determinare S-a adăugat apă pînă la semnul de 100 cm³ și s-a agitat cu bagheta de sticlă 5 minute. După 24 ore de repaus, s-a citit volumul sedimentat în cm³, care s-a scisut din 100, iar rezultatul exprimă stabilitatea suspensiei.

Rezultatele obținute în urma acestor analize sînt prezentate în tabela 4.2.

Stabilitatea suspensiei

	Argilă Ocna Mureș	Argilă Medgidia
1	88	77
2	87	79
3	82	83
4	91	82
5	93	80
6	92	79
7	90	84
MEDIA	8,9	8,0

T a b . 4.2.

Lot argilă, recoltat azi 5 aprilie 1977.

Expeditor - Sel'na Ocna Mureș cu avis 109/25.III.1977

Exploatarea Sintimbrei

Certificat de calitate 109/25.III.1977

Laborant - Tehn. Mihai Ion

Cimentul - S-a folosit ciment Hz. mureș 400 produs de Combinatul de materiale de construcții Medgidia.

Verificările acestui material au constatat în determinarea finetăii de măcinare și stabilirea timpului de priză.

Determinarea finetăii de măcinare s-a efectuat după metoda prevăzută în STAS 1077/67.

Rezultatele obținute sînt prezentate în tabele 4.3. în comparație cu cele specificate de furnizor în certificatul de calitate nr. 416/3.III.177 care e însoțit lotul de ciment.

	PROBE	STAS 1077
Proba 1	3,9	10%
Proba 2	6,8	10 %
Proba 3	8,7	10 %
MEDIA	6,5	10 %

Tab. 4.3.

Stabilirea timpului de priză s-a făcut cu aparatul VICAT după metoda cuprinsă în STAS.1077/1967 [82] iar rezultatele sînt prezentate în tabela 4.4.

Ciment HZ. 35 cu 15 % zgură

Nr. probe 44	Tim minim	Tim mediu	Tim maxim
Inceput prisa	1 h 20"	4 h 10"	6 h 00"
Sfirsit prisa	3 h 45"	6 h 05"	8 h 20"

TAB.
4.4.

4.2.2.2. Studii cu privire la stabilirea rețetei pentru noroiul de săpat

Pentru stabilirea rețetei noroiului de săpat care ulterior va fi și liantul betonului argilos, s-a pornit de la două elemente de bază care trebuie cunoscute dinainte și anume : presiunea de lucru la care va fi solicitat peretele muret și granulozitatea materialului ce se găsește în procesul de excavare a tranșei. Din cercetările făcute se constată că primul element (presiunea de lucru) este acela care impune un amestec mai bogat sau mai sărac în ciment, respectiv un amestec de o anumită rigiditate, iar al doilea (granulozitatea) conduce la un anumit consum de liant în funcție de suprafața specifică a materialului care trebuie impermeabilizat.

În acest sens s-a stabilit și se propune folosirea diagramei prezentate în fig.4.2. care permite aflarea raportului ciment/argilă pentru rețeta unui noroi ce va fi folosit la realizarea unui perete muret solicitat la o presiune dată și care va fi preparat în tranșee cu un material aluvionar ale cărui caracteristici granulometrice sînt reprezentate prin conținutul în procente a părții cu fragmente ce au dimensiunea 3,0 mm. [52]

Diagrama se poate folosi pentru un domeniu de realizare al pereților mureți solicitați la presiune de pînă la 3 atm., ceea ce după cum s-a dovedit în urma datelor obținute dă rezultate scoperitoare.

În cazul emplasamentului descris mai înainte, cele două elemente de bază au fost :

- presiunea maximă la care urma să fi solicitat peretele muret care este de 10 m. coloană de apă (1,0 atm) ;
- granulozitatea terenului în zonă, prezentată de studiile efectuate pentru proiectare, care a indicat un material nisipos la care conținutul zonei 0 . . . 3 mm. din curbă este de aproximativ 40 %.

Întraducînd aceste două elemente în diagramă, rezultă un amestec cu raportul ciment/argilă 0,7 respectiv 1/1,5.

Pornind de la acest raport s-au stabilit următoarele 3 rețete de probă pentru 1 dm³ de noroi (rețetele a, b și c, din tabelul nr.4.5.)

	a	b	c
- argilă	0,300 kg,	0,340 kg.	0,395 kg.
- ciment	0,200 kg.	0,235 kg.	0,265 kg.
- apă	0,800 l.	0,775 l.	0,740 l.
resultă	1,3 kg/dm ³	1,35 kg/dm ³	1,40 kg/dm ³
viscozitate	66 sec.	75 sec.	68 sec.

cu aceste rețete s-au făcut încercările, amestecurile fiind folosite la începerea excavării și prepararea în tranșee a betonului argilos.

4.2.2.3. Realizarea pe teren a rețetelor stabilite

În ziua de 6 aprilie 1977 pe teren era executată tranșeea pe o lungime de 19 m. măsurată la partea superioară cu o adâncime de 4,0 m. și o lățime de 1,60 m., cota noroiului fiind cu 0,20 m în sub cota superioară a tranșeei.

În această situație în tranșee se afla un volum de noroi bentonitic de 32 m³ cu o densitate $\gamma = 1,13 - 1,16$ kg/dm³. S-a procedat atunci la enogenizarea noroiului în tranșee cu oupa excavatorului, s-au prelevat două probe de câte 7 litri fiecare, au fost transportate la laborator și s-au efectuat 5 determinări, constând în stabilirea :

- conținutului de nisip ;
- cantitatea de argilă

cu metode de lucru ce va fi prezentată în detaliu la 4.2.3.2., rezultatele obținute sînt redăte în tabela 4.6.

	1	2	3	media
noroi prelevat kg/dm ³	1,13	1,13	1,13	1,13
conținut în nisip g/dm ³	15	13	13	14
conținut în nisip % nisip/ argilă	7	6	6	6
conținut în argilă g/litra	200	202	202	201

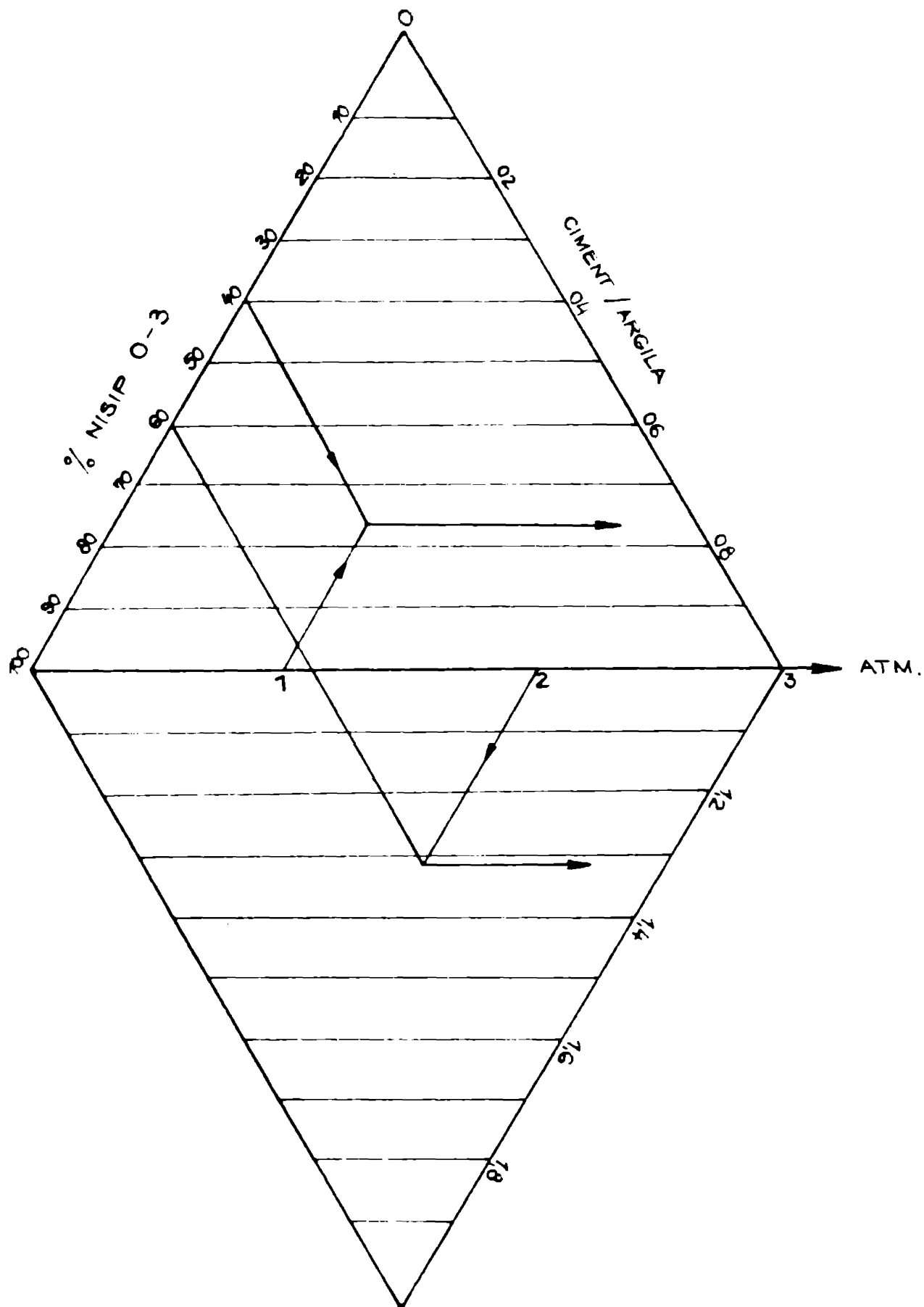


DIAGRAMA TERNARA PENTRU DETERMINAREA AMESTECULUI CIMENT / ARGILA IN FUNCTIE DE PRESIUNEA DE EXPLOATARE

FIG. 4.2.

Astfel a rezultat că pentru a prepara noroiul liant pentru betonul argilos, cu prima rețetă (rețeta a) la care raportul ciment/argilă este 1 : 1,5 a fost necesar ca pentru fiecare dm^3 de conținut 201 gr. argilă să fie introduse $201 \times \frac{1}{1,5} = 134$ gr. ciment

Respectiv 134 kg. ciment/ m^3 de noroi

În tranșe fiind o capacitate de 32 m^3 noroi bentonitic a fost adăugat $32 \text{ m}^3 \times 134 \text{ kg.} = 4.288 \text{ kg.}$ ciment.

S-a introdus această cantitate de ciment, s-a omogenizat cu cupa excavatorului și s-au efectuat măsurătorile pentru aflarea densității noroiului prin metoda cîntării unui volum de 1 dm^3 în cilindru gradat, precum și a viscozității.

Densitatea s-a măsurat la fața locului cu următoarea metodă : într-un cilindru gradat de 1.000 cm^3 s-a turnat noroi prin site pînă la HARSCH pentru a împiedica pătrunderea granulelor de nisip de $0,5 \text{ mm.}$ pînă la semnul de 1000 cm^3 . S-a cîntărit cu balanța, iar prin scăderea greutății cilindrului de sticlă gol a rezultat noroi :

Viscozitatea s-a măsurat cu pînă HARSCH prin umplerea ei cu noroi pînă sub sită și cronometrarea scurgerii complete a noroiului. Rezultatul s-a măsurat în secunde.

Rezultatele imediat obținute au fost următoarele :

$$\gamma = 1,30 \text{ kg/dm}^3, \text{ viscozitatea} = 66 \text{ sec.}$$

4.2.3. Cercetări cu privire la betonul argilos

Betonul argilos preparat în tranșe este un amestec omogen care necesită prelevarea de probe și efectuarea încercărilor în vederea evidențierii caracteristicilor fizico - mecanice ce vor fi comparate cu cele proiectate.

4.2.3.1. Realizarea, prelevarea și transportul probelor

În aceste condiții a început excavarea materialului cu excavatorul D.141 B., descărcarea și omogenizarea lui în tranșe, precum și încărcarea lui în autobesculantă, transportul și descărcarea în capătul opus al tranșei.

După aproximativ 3 ore de lucru, perioadă în care noroiul preparat a avut $\gamma = 1,3 \text{ kg/dm}^3$ s-au prelevat primele probe de beton argilos preparat în tranșe. Prelevarea a constat în

incărcarea cu cupa excavatorului a circa 4 m^3 beton argilos în autobesculantă, transportul acestuia la laboratorul de cântărire, descărcarea într-o cuvă metalică cu dimensiunile de $3 \times 3 \text{ m}$. și înălțime de $0,40 \text{ m}$., omogenizarea betonului cu lăpate, umplerea tiparelor de metal (cuburi cu latura de 20 cm . și de 30 cm .).

Cu privire la prelevarea probelor de beton argilos proaspăt în cuburi metalice trebuie subliniat un aspect tehnic și anume : betonul argilos preparat în tranșee a avut o țesătură mare, peste 15 cm ., deci practic nu s-a putut măsura cu aparatul folosită la betoanele de ciment, și de stare ele sînt betoane la limite între domeniul plastic și fluid. Acest aspect nu a avut consecințe negative asupra peretelui muret, din contră a rezolvat două aspecte importante ale problemei și anume :

- după bescularea amestecului în tranșee, datorită stării lui aproape fluidă a permis decenterarea gravitațională a părților minérale cu densitate mai mare decît a noroiului și în felul acesta a înglobat în masă lui numai o anumită cantitate de noroi liant, surplusul fiind redat operației de săpare în continuare ;

- al doilea aspect este acela că betonul argilos care a umplut tranșeele, constituind peretele muret, nu s-a compactat cu mijloacele mecanice sau alte materiale, deci caracteristica lui de fluid viscos s-a creat condiții ca prin turnare să nu favorizeze formarea de goluri (fie ele chiar umplute cu noroi) în acest mod rezultînd un element de construcție (peretele muret) cu un grad de compactitate deosebit de bun.

Datorită acestor caracteristici s-a recomandat și realizat umplerea cuburilor cu latura de 20 cm ., folosind un prelungitor de 10 cm ., iar după umplere a fost ușor bătute tiparele pe fețele laterale și lăstate în această stare timp de 1 oră , tocmai pentru eliminarea excesului de noroi în zona prelungitorului. După o oră s-a îndepărtat prelungitorul și totodată și excesul de material.

După recoltarea primei serii de probe de beton argilos cu noroi a cărui densitate a fost de $1,3 \text{ kg/dm}^3$, s-a trecut la reducerea cantității de apă în tranșee la prepararea (menținînd raportul ciment/argilă de $1 : 1,5$) pînă ce noroiul a avut $\gamma = 1,35 \text{ kg/dm}^3$.

În această etapă a fost încărcat și transportat cu autobesculanta la laborator 4 m^3 beton proaspăt din care s-a prelevat o altă serie de cuburi de 20 cm .

Aceleași operații de lucru au fost efectuate și pentru stapa cind s-a preparat noroiul cu $\gamma = 1,4 \text{ kg/dm}^3$.

4.2.3.2. Determinări asupra probelor de beton argilos proaspăt

a) - Aflarea greutății volumice în stare proaspătă.

Determinarea constă în cîntărirea unui tipar metalic (cub) care a fost prelevat pentru încercarea la compresiune sau permeabilitate (la o oră după prelevare), iar prin scăderea greutății tiparului gol se află greutatea netă, apoi prin raportarea la 1 m^3 rezultă greutatea volumică a betonului proaspăt în kg/m^3 . Întrucît s-au prelevat serii de cîte 3 cuburi, pentru fiecare fel de încercare se recomandă ca din fiecare serie să se cîntărească cel puțin 1 cub, și acest lucru se justifică prin aceea că înainte de încercare la compresiune fiecare cub de probă este cîntărit și se compară cu greutatea probei în stare proaspătă.

Rezultatele obținute în urma determinării greutăților volumice pe beton argilos proaspăt, în acest emplasament a fost de minim 2231 kg/m^3 , respectiv 2386 kg/m^3 .

b) - Determinarea cantității de noroi liant conținut în betonul argilos

Această încercare conduce la determinarea consumului de noroi la 1 m^3 de beton argilos, dar mai ales în urma aflării acestuia, la cunoașterea destul de exactă a dozajului de argilă și ciment la m^3 , știind raportul acestor doi componente folosiți la prepararea noroiului.

Metoda de lucru în laborator a constat în umplerea unui tipar metalic (cub) odată și în aceleași condiții cu probele pentru încercarea la compresiune sau permeabilitate. La o oră de la prelevare se cîntărește și se află greutatea volumică în stare proaspătă, se descoperă apoi conținutul într-o țevă de laborator, din care în urma unei omogenizări se prelevează o probă de 1.000 gr.

Această cantitate de beton argilos se descoperă în setul de ciururi $0,075$; 1 ; 3 ; 7 ; 15 mm și se spală din abundență pînă ce apa de spălare este limpede. Din încercări se consideră că ceea ce trece prin site cu ochiul de $0,075 \text{ mm}$. este noroiul de argilă și ciment, iar restul reprezintă partea minerală, respectiv materialul întîlnit și săpat în tranșee.

Determinarea volumului de noroi se face cu formula :

$$\% \text{ noroi} = \frac{V_b - V_m}{V_b}$$

V_b - volumul a 1000 gr. beton argilos, în cm^3 ;

V_m - volumul rest material rămas site 0,09, în cm^3

Rezultatele încercărilor de laborator sînt prezentate în tabela 4.7 :

- Determinări pe betonul argilos proaspăt (la 1 oră după turnarea în tipere) prin spălare și trecere prin site 0,09 mm.

	Greutate cub beton kg/cub	Greutate agregate kg/cub	Greutate noroi kg/cub	% Noroi
- Min.	17,850	9.230	8,620	48,3
- Max.	19,100	11.080	8,020	42,0
Media pe 16 determinări	18,450	9.950	8,500	46,1

Tab.4.7.

e) - Stabilirea granulometriei materialului folosit la prepararea betonului argilos. Această determinare s-a executat concomitent cu aflarea cantității de noroi din masa betonului. După spălarea și uscarea părții minerale s-a făcut trecerea prin setul de ciururi, aflînd astfel compoziția granulometrică a materialului întilnit în straturile străbătute odată cu excavarea tranșei, material care a fost folosit la prepararea betonului argilos.

În urma acestei probe de laborator s-a comparat curba granulometrică obținută cu curba materialului întilnit cu ocazia efectuării studiilor (fig. 4.3.)

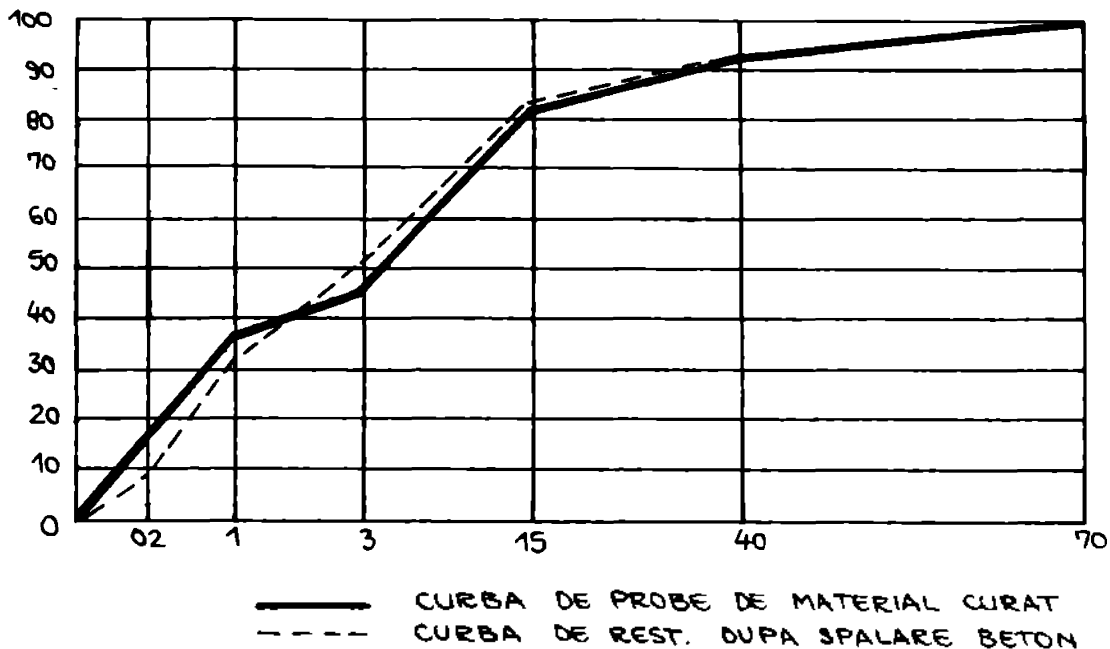


FIG. 4.3.

De asemenea s-a verificat rețeta de preparare a mortarului (respectiv raportul ciment/argilă) folosind diagrama ternară în care s-a introdus procentul 0 ... 3 mm. obținut prin proba de granulometrie.

În cadrul experimentării pe acest amplasament s-au efectuat determinări granulometrice pe betonul proaspăt, rezultatele obținute fiind prezentate în tabelul 4.6. Iar comparația între cele două curbe granulometrice (studiu și teren) este prezentată în fig. 4.3.

4.2.3.3. Cercetări efectuate asupra probelor de beton argilos întărit

Modul de prelevare a probelor este identic cu cel descris la 4.2.3.1. Verificările calității betonului argilos întărit se efectuează pe cuburi cu latura de 20 cm. la vârsta de 28 și 90 zile și constau în aflarea rezistenței la compresie și încercare la permeabilitate.

După prelevarea probelor de beton argilos proaspăt în tiparele metalice, acestea s-au păstrat nedecofrate timp de 7 zile în laborator. În cea de a 7-a zi s-au decofrat și s-au introdus într-un bazin cu noroi bentonitic care a fost preparat din aceeași rețetă și are aceeași densitate cu mortarul din tranșee de unde au fost prelevate probele. Pe perioada ultimilor 7 zile înainte de încercarea la 28 sau 90 zile, probele s-au scos din bazinul cu noroi și s-au păstrat în laborator în aer liber.

Inercerea la compresiune pe cuburi a fost identică cu incercerea probelor de beton de ciment și constă în cîntărirea probei, apoi incercerea la presă hidraulică, pînă la distrugerea ei, rezultînd rezistența la compresiune (R_c).

Si incercerea la permeabilitate pe cuburi din beton s-a efectuat la standul de incerceri și cu aceeași metodă ca la betoanele de ciment. S-a așezat proba în bacurile mesei de incerceri, s-a introdus apă la presiunea de 1 atm. și s-a menținut aceasta timp de 8 ore, măriindu-se presiunea la 2 atm., la care se menține încă 8 ore, ș.a.m.d. pentru fiecare treaptă de 1 atm. La finele perioadei de incercere s-a spart proba în două jumătăți pe un plan în lungul direcției în care a acționat apa și s-a măsurat adîncimea de pătrundere a apei în beton. Această adîncime măsurată în cm. reprezintă indirect rezistența la permeabilitate la presiunea la care a fost încercută.

Există posibilitatea ca apa să străpungă proba înainte de a ajunge la treapta de presiune și timpul cerut, și atunci se consideră că proba a fost străpunsă, adică a rezistat numai pînă la presiunea la care a cedat.

4.2.3.4. Determinarea rezistenței la permeabilitate în teren,

Verificarea calităților de impermeabilizare a peretelui muret s-a făcut și în teren cu următoarea metodă: s-a executat un foraj în axul peretelui muret pe o adîncime de 0,9 din înălțimea peretelui, forajul avînd diametrul de 50 mm - fig. 3.7. S-a introdus coloana de injecție și s-a blocat în foraj la cca. 0,50 m. mai jos decît partea superioară a peretelui muret. Cu pompe de injecție s-a introdus apă pînă la umplerea forajului, apoi s-a injectat apă pînă la presiunea de 1 atm., care s-a menținut timp de 8 ore cu presiune constantă, trecîndu-se apoi la ridicarea presiunii de la 1 atm. la 2 atm., menținîndu-se astfel încă 8 ore, și așa mai departe pînă la presiunea maximă stabilită pentru incercerea în acest amplasament. Dacă scara cedă la o anumită treaptă de presiune înseamnă că ceea ce este presiunea la care ei rezistă, astfel notîndu-se în fișa de injecție cantumul de apă pentru fiecare treaptă de presiune, acesta comparîndu-se cu cel admisibil.

Inercerea cu această metodă în amplasament a fost efectuată în ziua de 17.08.1977, iar rezultatele prezentate în continuare corespund stit încercerii pe probe prelevate, dar mai

ales pe încercările de pe teren.

4.3. CERCETĂRI EXPERIMENTALE ÎN AMPLASAMENTUL 2

4.3.1. Prezentarea amplasamentului

Lucrarea de bază pe amplasamentul cărții s-a efectuat experimentarea a constat în realizarea unui perete nulet cu folosirea integrală a materialului rezultat din excavație și prepararea amestecului direct în tranșee și spertine digului de pe malul stâng al lacului de acumulare și hidrocentralei Băbeni pe râul Olt. Digul de retenție și acumulării în această zonă este solicitat la o presiune de 6 - 10 m. coloană de apă măsurată de la zona de încastrare a șezanului de etanșare în vâlc de bază constituită din argilă marnosă de culoare galbenă.

Stratificarea în zonă a terenului este redată în fișele de foraj la fig. 3.8. Din analiza lor rezultă că materialul aluvionar este preponderent nisipos, are aceleași caracteristici de culoare și granulozitate cu cel aflat în albia pârului Topolog, de unde și concluzia că este un deposit crescut prin depuneri succesive la vârfurile ale Topologului în zone amonte a confluenței cu râul Olt.

Pișca de apă subterană este situată la suprafața terenului fapt ce a necesitat pentru aducerea la cotă a platformei și pentru asigurarea unor condiții normale de lucru, realizarea unui șanal în albia mineră pentru coborirea pișcii subterane cu 0,50 m.

4.3.2. Cercetări cu privire la porciul de săpet

4.3.2.1. Materialele componente ale norciului

Argila bentonitică - S-a folosit argilă bentonitică, denumită "humă de Madgidia" la care s-au efectuat determinări pentru finețea de măcinare și a stabilității suspensiei.

Determinările fineței de măcinare s-au efectuat după STAS 9305 - 73 [80] și 7341 - 66 prezentată pe larg în 4.2.2.1. cu rezultatele prezentate în tabele 4.8 comparativ cu cele trecute în certificatul de calitate emis de fabrica furnizoare, precum și cu condițiile cerute de STAS pentru acest material.

Determinarea stabilității suspensiei de argilă s-a efectuat cu metode de încercare prezentată în STAS 7341 - 66

Rezultatele sînt arătate în tabela 4.8

		FINETE	STABILITATE
28 iunie 1977		Best %	
1.	100 g.	10,2	80
2.	100	9,4	81
3.	100	9,0	82
4.	100	8,3	82
MEDIA		9,2	81

Tabela 4.8

Cimentul - Pentru realizarea experimentului s-a folosit ciment marca HZ.500, iar verificările asupra finetii de măcinare și a stabilirii timpului de priză s-au efectuat cu metodele de laborator prevăzute în STAS 1077/67 descris la 4.2.2.1.

Rezultatele încercărilor de laborator comparate cu cele comunicate de furnizor în certificatul de calitate sînt cele din tabela 4.9.

	PROBE	STAS
Proba 1	8,2	10 %
Proba 2	9,7	10 %
Proba 3	6,2	10 %
MEDIA	8,1	10 %

Tabela 4.9

Pentru întocmirea rețetei noreiului de săpăt, care a fost apoi și liantul betonului argilos, s-a pornit de la cunoașterea celor două elemente caracteristice ale lucrării de bază care va fi realizată și anume: presiunea de lucru la care va fi solicitat peretele muret și granulozitatea materialului care a fost întâlnit în tranșee și care practic a fost folosit la fabricarea betonului argilos.

În acest sens, folosind diagrame teoretică din fig.4.2. în care s-au introdus presiunea de lucru 1 atm. și conținutul în particule 0 ... 3 mm. al materialului (date luate în studiu) de 53 % a condus la un raport ciment/argilă de 1 : 1,05.

Pornind de la acest raport s-au întocmit 3 rețete de noroi argilos în care raportul ciment/argilă a fost 1 : 1, iar densitatea noreiului este 1,3 - 1,25 și 1,4 kg/dm³.

- Tabela 4.10. -

	a	b	c
- argilă	0,250	0,300	0,390
- ciment	0,250	0,200	0,270
- apă	0,88	0,800	0,740
Rezultă	1,2	1,39	1,4 kg/dm ³
Viscozitatea	57	79	90

Cu aceste rețete s-a realizat excavația tranșeei și prepararea betonului argilos.

4.3.2.2. Realizarea pe teren a rețetelor stabilite

În ziua de 2 iulie 1977, în amplasament situația era următoarea: tranșeei era excavată pe o lungime (la partea superioară) de 17 m. cu adâncimea de 4 m, o lățime de 0,55 m. iar noroiul argilos se afla la 0,10 m. sub partea superioară a tranșeei.

În tranșee, noroiul preparat numai cu argilă avea densitatea = 1,15 kg/dm³ și o viscozitate de 48 secunde.

Din acest noroi preparat în tranșee și care a servit numai la menținerea pereților pe timpul excavației s-au prelevat 2 probe de 5 litri fiecare, au fost transportate la laborator, iar asupra lor s-au făcut determinări pentru aflarea:

- conținutul de nisip
- cantitatea de argilă

cu metodele de determinare prezentate la 4.2.3.2.

Rezultatele obținute sînt trecute în tabela 4.11

		1	2	3	MEDIA	
Tabela 4.11	- noroi	kg/dm ³	1,15	1,15	1,15	1,15
	- conținut nisip	g/dm ³	63	60	62	62
	- conținut nisip % argilă		25	24	25	25
	= conținut argilă	g/dm ³	187	190	188	188

Rezultă că noroiul în tranșee conține 188 kg/m³ argilă, deci pentru a prepara noroiul în tranșee cu raportul ciment/argilă 1 : 1 trebuie să introducem o cantitate de ciment = 188 kg/m³ x 27 m³ noroi existent = 5.078 kg.ciment.

A fost introdusă această cantitate de ciment, s-a omogenizat bine amestecul, iar în urma verificării densității am

obținut un noroi cu $\gamma = 1,25 \text{ kg/dm}^3$. Prin reglarea cantității de apă introdusă în tranșee pentru continuarea preparării noroiului s-a ajuns repede la $\gamma = 1,3 \text{ kg/dm}^3$ și cu acest noroi s-a început prepararea amestecului de beton argilos. S-au prelevat cca. 1 m^3 beton proaspăt pentru probe și apoi s-a introdus silicații de sodiu, soluție în proporție de 2 % din cantitatea de ciment, s-a omogenizat amestecul și s-a recoltat o a doua serie de probe de beton argilos, după care s-a introdus din nou silicații de sodiu în proporție de 4 % raportat la cantitatea de ciment. S-a omogenizat bine amestecul și s-a recoltat a treia serie de probe beton proaspăt.

4.3.3. Cercetări cu privire la betonul argilos

Realizarea, prelevarea și transportul probelor de beton argilos proaspăt a fost descrisă la 4.2.3.1. și cu aceste metode de lucru s-a operat și la această experimentare.

4.3.3.1. Determinări asupra probelor de beton argilos proaspăt

Metoda de determinare a greutateii volumice a betonului proaspăt, a fost arătată la 4.2.3.2., iar rezultatele obținute sînt cuprinse în tabela 4.12. Tot în această tabelă este evidențiat și consumul de noroi al betonului argilos în diferite faze de preparare funcție și de densitatea noroiului. Determinările consumului de noroi s-au efectuat cu metodologia descrisă la 4.2.3.2.

- Tabela 4.12.-

	Greutate cu -kg-	Greutate agregate - kg-	Greutate noroi - kg -	% Noroi
MIN.	17,350	8,140	9,190	53,0
MAX.	18,910	9,990	8,920	47,2
MEDIA PE 8 PROBE	18,550	9,650	8,920	48,1

4.3.3.2. Incercări și rezultate pr probe de beton argilos întărit

Au fost prelevate numai probe de beton în cuburi cu latură de 20 cm. și au fost încercate la compresiune și permeabilitate la 28 și 90 zile, din amestec cu densități diferite și cu silicații de sodiu în cantități de 2 % și 4 % din cantitatea de ciment folosit.

Incercările la compresiune și permeabilitate pe cuburi au fost efectuate în laboratorul T.C.H.Pitești, după metodologia descrisă la 4.2.3.3.

Rezultatele încercărilor pe aceste probe sînt cuprinse în tabelul 4.13 în daN/cm²

Seria	Vîrstă	Proba 1	Proba 2	Proba 3	Media	Observații
3	28	16	19	19	18	
4	28	17	19	18	18	
5	28	21	22	19	21	Cub 30 x 30 x 30
6	28	15	20	20	18	Cub 30 x 30 x 30
10	90	33	31	30	31	
11	90	27	27	24	26	
12	90	29	24	28	27	
13	90	31	30	27	29	
14	90	26	29	29	28	
15	90	28	28	29	28	
16	90	30	31	30	30	
17	90	29	25	26	27	

Analizînd secțiunea de rupere în urma încercărilor destructive se constată un amestec foarte compact, bine omogenizat și destul de rigid. În cubul 31 s-a observat un bulgăre de argilă nedistrus în timpul preparării amestecului în tranșee, iar în cubul n°.50 s-au găsit granule din roca de bază în care s-a înregistrat etanșarea - respectiv mază argilică, compactă, vieală, stratificată și bine conservată, cu dimensiuni de ordinul 1 - 3 cm. granula max. a aluviunilor folosite a fost de 4,5 cm.

În urma acestor încercări se poate trage concluzia că nu se justifică recoltarea de probe în cuburi cu latură de 30 cm. ca la betonurile de ciment, chiar dacă dimensiunile maxime ale granulelor aluvionare sînt mai mari de 30 - 40 mm., deoarece aceste probe de beton argilos sînt greu de manevrat și ca atare sînt supuse unor degradări în timpul manipulării și transportului. Ca dovadă s-a renunțat la încercarea a două serii de probe cu numărul 1, 2, 3, 4, 5, 6, care au suferit degradări importante pe timpul transportului.

Incercarea la permeabilitate pe cuburi

Incercarea s-a efectuat pe cuburi cu latura de 20 cm., la virste diferite de 28 și 90 zile și cu presiuni de 2 și 4 atmosfere în instalație și după metodologia de încercare a betonelor de ciment.

Modul de prelevare și păstrare este identic cu cel al probelor încercate la compresione.

Se reamintește tehnologia de încercare : se pun probele în baciurile mesei de încercare la permeabilitate, se introduc în instalație apă la presiunea de 1 atm. și se menține constantă timp de 8 ore, se trece în treapta de 2 atm. și se menține iarăși presiunea constantă timp de 8 ore și așa mai departe pentru fiecare treaptă de 1 atm. Dacă proba nu este străpunsă de apă, atunci se sparge cubul și se măsoară în "cm" înălțimea de pătrundere a apei în beton.

Rezultatele încercărilor sînt prezentate în tabela 4.14 și măsurate în cm. pătrundere apă.

Seria	Virsta	Proba 1	Proba 2	Proba 3	Observații
7	28	19	străpuns	20	2 atm.
8	28	20	19	străpuns	2 atm.
9	28	străpuns	străpuns	străpuns	4 atm.
18	90	13	15	15	2 atm.
19	90	16	11	12	2 atm.
20	90	19	20	străpuns	4 atm.
21	90	18	18	19	4 atm.
22	90	17	19	20	4 atm.

4.3.3.5. Verificarea permeabilității pe teren

În aceeași zonă de lucru s-a efectuat în terenul de beton argilec foraje cu diametrul 75 mm. cu adîncimea de 3 m. pe axul scranului și în aceste găuri de foraj s-a efectuat proba de presiune cu apă în următoarele condiții :

- forajul s-a efectuat cu foraj tip K.A.M. 300 cu prăjină Ø 70 mm. cu circuit de apă ;
- pompa de injectat tip "6 Martie" Timineasa ;
- materialul injectat apă
- temperatura exterioară + 18°

- vîrsta betonului argilos - 40 zile
- data încercării - 17 august 1977
- realizate 2 foraje ϕ 75 mm. la distanțe de 3 m.

unul de altul ;

- locul încercării - Dig mal drept Băbeni, profil 27 ;

Au fost efectuate două serii de încercări pentru fiecare foraj și anume : prima încercare cu etanșare cu pakerul în grinda de beton (1) iar cea de a 2-a cu etanșare cu pakerul în ecranul de beton argilos sub rostul de contact - grindă - beton argilos (2) fig. 3.7

1.- Etanșarea cu pakerul s-a realizat în grindă de beton cu reazemă pe beton argilos. S-a pornit pompe de injecție pînă ce s-a umplut furtunul și forajul cu apă. S-a făcut citirea la nivelul de apă în rezervor și s-a început ridicarea presiunii la 1 atm. presiune la care s-a ținut 1/4 ore și în urmă căreia verificându-se nivelul apei în rezervorul pompei nu s-au constatat deloc consum de apă. S-a mărit apoi presiunea la 2 atm. cu menținerea acesteia încă 1/4 ore tot fără pierderi de apă.

S-a trecut în treapta de 3 atm. și s-a observat o străpungere a apei la rostul între grindă de beton și ecranul argilos. Rezultatele au fost identice și pe forajul nr.2.

2.- În aceleași foraje s-a demontat pakerul din poziția inițială și s-a coborît și blocat sub rostul de contact al grinzii cu ecranul. Injecția apei sub presiune s-a efectuat în aceleași condiții ca și mai înainte cu pauze de 1/4 ore la fiecare treaptă de 1 atm. fără pierderi de apă. La 4 atm. s-au blocat valvele pe circuitul de apă și a fost lăsat timp de 24 ore, constatîndu-se o scădere de presiune de 0,3 atm. la un foraj și 0,2 atm. la celălalt.

La reluarea operației de injecție, cantitatea de apă primită pînă la presiunea de 4 atm. a fost etic de mică încît nu s-a putut practica măsură (cca. 1 litru).

Elementele geometrice ale ecranului de etanșare și ale dispoziției lui în ansamblul lucrării sînt în fig. 3.7.

4.3.3.4 Extragerea unei probe de beton argilos cu carotiera

După efectuarea forajului pentru probe de permeabilitate descris la 4.3.3.3 cu aceeași instalație de forat K.A.H.300 dar căreia i-a fost montat un tub carotier a fost executat un foraj cu apă la adâncimea de 2,20 m. recoltând o carotă din beton argilos cu lungimea de 0,60 m. și diametrul de 16 cm. A fost embalată în hirtie și parafină, transportată la laborator, din care s-au fasonat două probe cilindrice cu diametrul de 16 mm. și înălțimea de 24 cm. care au fost încercate la compresiune. Marca echivalentă realizată pe aceste probe carotate a fost de 23,2 daN/cm² și 27,2 daN/cm² la vârsta de 92 zile, față de 25 daN/cm² media Rc. obținută la încercările pe cuburi.

Comparându-le cu Rc. obținute pe cuburi în aceeași sondă se constată că rezultatele obținute pe cuburi la betoanele de ciment sînt apropiate, ceea ce dovedește că modul și condițiile de păstrare propus de autor este cel mai apropiat de condițiile de exploatare.

5. STUDII CU PRIVIRE LA SPRIJINIREA TRANŞEI

5.1. EFECTUL NOROIULUI BENTONITIC

Tranşee pentru realizarea peretelui muret este săpată în permanenţă în prezenţa noroiului bentonitic şi în consecinţă elementul care are aportul determinant în asigurarea stabilităţii pereţilor este în cursul execuţiei cît şi a betonării este această suspensie de noroi.

Se apreciază că efectul de sprijinire al pereţilor este o consecinţă conjugată a principalelor trei caracteristici ale acestuia şi anume : greutatea specifică, vîscozitatea şi stabilitatea suspensiei. Din observaţiile directe făcute în timpul experimentărilor, rezultă deci că greutatea specifică nu poate fi considerată ca un parametru independent (chiar dacă în procesul de calcul apare astfel), aceasta fiind legată şi de celelalte proprietăţi amintite ale noroiului. În timpul studiilor se mai constată că această caracteristică fizică a noroiului are însă limite de variaţie cuprinse în domeniul : $1,02 \dots 1,5 \text{ daN/cm}^3$, valori ce sînt determinate pe de o parte de condiţiile tehnologice specifice lucrării, iar pe de altă parte de comportarea noroiului faţă de natura terenului, adică tocmai de mecanismul complex de sprijinire a pereţilor tranşeei cu ajutorul noroiului bentonitic. Primele metode de calcul al unei tranşeei [55][56] recomandau ca limită inferioară de lucru $\gamma = 1,08 \text{ daN/cm}^3$ însă metodele mai recente [29] recomandă chiar $\gamma = 1,03 \text{ daN/cm}^3$, aceasta fiind justificată din consideraţii tehnologice mai ales acolo unde peretele muret se realizează din beton armat (adică se introduce oasele de armătură).

Studiile întreprinse în timpul experimentărilor mai arată că la stabilirea limitei superioare a greutăţii specifice a noroiului bentonitic trebuie avut în vedere şi faptul că în procesul de săpare al tranşeei se produce o creştere a greutăţii specifice datorită contaminării noroiului cu nisipuri şi particule fine din terenul excavat.

De aceea, în metodele de calcul, presiunea noroiului exercitată asupra pereților tranșeei este considerată proporțională cu adâncimea, adică se realizează o presiune de tip hidrostatic. Pentru a se realiza această ipoteză de calcul - observațiile făcute în timpul cercetării ne determină să afirmăm că practica este obligatorie ca noroiul să aibă și calitatea de a pătrunde în porii materiei din pereții șantierului (tranșeei) și să formeze o peliculă stabilă, cu oarecare rezistență la forfecare și care să împiedice desprinderea particulelor minerale din pereți. Cercetările făcute arată că datorită acestei pelicule impermeabile noroiul bentonitic își exercită presiunea asupra peretelui tranșeei. Dacă prin pereții tranșeei suspensia de argilă bentonitică curge, neavând caracteristici proprii de gelificare, respectiv de formare a peliculei, atunci acest noroi nu își exercită rolul de sprijinire. Studiile întreprinse arată că această caracteristică de a forma pelicule în asemenea condiții o au tocmai argilele bentonitice datorită capacității ridicate de schimb ionic a montmorilonitului în contact cu apele subterane care conțin ioni pozitivi. Făcându-se observații în timpul studiului s-a mai constatat că deși datorită structurii și mărimii porilor pământul este practic impermeabil, atunci din punct de vedere al stabilității săpăturii nu mai este nevoie ca noroiul din tranșee să fie bentonitic.

Observațiile directe făcute pe amplasamentele amintite pun în evidență astfel ca tranșeele sprijinite prin intermediul noroiului bentonitic se poate compara cu un model unde într-un șanț îngust se fixează pe pereți o folie impermeabilă și se umple cu apă, lucru ce se arată și în lucrarea [29] pentru că lichidul apasă prin presiune hidrostatică asupra unei pelicule cu o folie, asigurând astfel stabilitatea peretelui vertical al tranșeei.

Observațiile autorului coincid cu a multor specialiști [16][29][64][66] care consideră că infiltrarea noroiului bentonitic în pereții tranșeei, contribuie la asigurarea stabilității acestora. Din experimentări se pune în evidență o reducere a împingerii totale datorită tocmai inhibării terenului cu noroi pe o adâncime apreciată de circa 10 m., ea fiind mai grossă și apoi scăzând, observându-se că după 1 m. se reduce cu circa 12 % iar la 10 m. cu 3 %, fenomenul constatând fiind mai pronunțat cu cât terenurile sînt mai afinate, deci cu pori mai mari.

5.2. CERCETARI SI CONSTATARI ASUPRA EFECTULUI NATURII TERENULUI SI A NIVELULUI APEI SUBTERANE

Din analiza lucrărilor pe pereți murați se constată că metodele de realizare a excavației tranșei conduc la două situații complet diferite din punct de vedere al schemei de calcul cu privire la sprijinirea tranșei și anume : dacă tranșea se excavează cu instalații cu cupă ghidată tip ELSE sau KELLY, atunci vom avea de calculat un perete de înălțimea (H) și cu lățimea (B) în condițiile $B \gg H$, adică se observă că fenomenul de boltă care apare și se dezvoltă în plan orizontal va avea un aport deosebit de important în stabilitatea pereților, în timp ce dacă excavația tranșei se realizează cu excavatorul cupă întoarsă, atunci sistemul tot în situație când peretele tranșei este în situație $H \ll B$, fenomenul de boltă nu mai are condiții să se manifeste la adevărate lui valori și deci efectele lui sînt neglijabile.

De aceea, autorul a studiat și prezintă pentru această ultimă situație de lucru o metodă de calcul a stării de echilibru pentru un perete de tranșee, considerînd că ipoteza foarte apropiată de realitate, în cazul metodei de lucru folosită.

5.3. STUDII CU PRIVIRE LA VERIFICAREA GRADULUI DE STABILITATE A TRANSEII (METODA SUPRAFETEI CILINDRICE)

Pentru determinarea gradului de stabilitate a unui masiv de pîrînt limitat pe o suprafață înclinată s-a presupus că alunecarea se produce după o suprafață cilindrică, avînd curbă directoare un cerc. Dacă se consideră un element din masivul situat pe suprafața liberă, sau chiar tot masivul în situație de alunecare, atunci gradul de stabilitate se definește cum s-a arătat anterior prin raportul :

$$F = \frac{\text{momentul de stabilitate}}{\text{momentul de răsturnare}}$$

calculat față de centrul cercului directoare, care corespunde cu centrul cercului de alunecare
fig.5.1

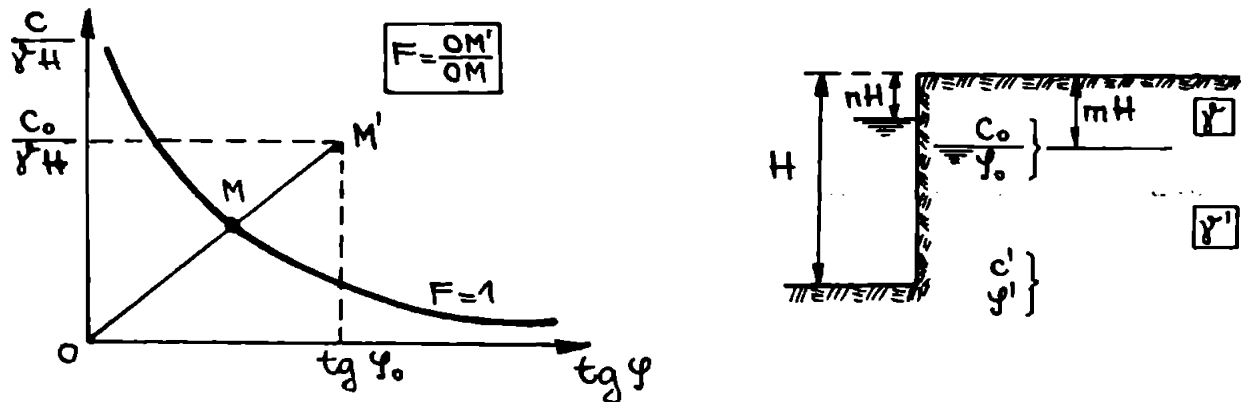


FIG. 5.1.

Momentul de stabilitate este generat de componentele tangențiale ale efortului de contact, deci rezistențele pământului care se dezvoltă de-a lungul acestei suprafețe în momentul apariției alunecării, adică frecarea și coeziunea.

Rezistența tangențială definitivă conform legii COULOMB privind forfecarea se relațiază : $\tau = c + \sigma \operatorname{tg} \phi$ (5.1.)

Se poate deci scrie coeficientul de stabilitate :

$$F = \frac{\text{Rezistența de tăiere reală a pământului}}{\text{Rezistența la tăiere nec.pt.atingera stării limită}} \quad (5.2.)$$

În acest mod se pot stabili două criterii de apreciere a coeficientului de stabilitate (F).

Se consideră în cele ce urmează C_1 și ϕ_1 o pereche de valori pentru care este asigurată tocmai starea limită. Dacă se consideră că masivul are un coeficient de stabilitate (F) atunci valorile C și ϕ respectă condițiile :

$$C = F \cdot C_1 \quad \text{și} \quad \phi = F \cdot \phi_1 \quad (5.3.)$$

Făcându-se înlocuirile necesare, se poate scrie :

$$F = \frac{C_{\text{real}} + \gamma n}{C_{\text{nec.}} + \gamma n} \cdot \frac{\operatorname{tg} \phi_{\text{real}}}{\operatorname{tg} \phi_{\text{nec.}}} \quad (5.4.)$$

unde : C_{real} și ϕ_{real} sunt caracteristicile ale pământului determinate pe materialele în laboratorul geotehnic, iar $C_{\text{nec.}}$ și $\phi_{\text{nec.}}$ sunt caracteristicile care se ies din calcule ca fiind necesare pentru starea de limită a echilibrului.

În general, există mai multe perechi de valori : $C_{\text{nec.}}$ și $\phi_{\text{nec.}}$ care rezolvă starea de echilibru limită.

Dacă C_0 este coeficientul corespunzător lui ϕ_0 și ϕ_0 este frecvența corespunzătoare lui $C = C_0$, iar ∇_m este valoarea a presiunii normale pentru care rezistențele la tăiere în cele două cazuri sînt egale, atunci se poate scrie :

$$C_0 = \nabla_m \operatorname{tg} \phi_0 \quad (5.5)$$

Înlocuim (5.5) în (5.4.) și $\nabla_{\text{nee.}} = C_0$, respectiv $\phi_{\text{nee.}} = \phi_0$, se obține :

$$F = \frac{C_{\text{real}}}{C_0} + \frac{\operatorname{tg} \phi_{\text{real}}}{\operatorname{tg} \phi_0} \quad (5.6)$$

Făcîndu-se observația că prin reprezentarea într-un sistem de coordonate C și ϕ , unele perechi de valori necesare pentru ca de-a lungul cercului să avem $F = 1$ (adică la limita echilibrului) atunci se poate afirma că dreapta care unește toate axele în punctele $\operatorname{tg} \phi = \operatorname{tg} \phi_0$ și $C = C_0$, este locul geometric al tuturor punctelor care îndeplinesc condiția ca valorile corespunzătoare ale lui C , ϕ să fie necesare asigurării echilibrului limită. Mergînd mai departe cu raționamentul, atunci se poate afirma că orice punct aflat în afara curbei C_0 și ϕ_0 , creșcă condiții de stabilitate și deci se poate scrie :

$$F > \frac{\operatorname{tg} \phi}{\operatorname{tg} \phi_0}$$

Deoarece se fac referiri concrete la stabilitatea unui taluz vertical al tranșei pentru pereți murați, trebuie să se rezolve problema care corespunde următoarelor situații și anume : momentul de stabilitate este dat de împingerea noroiului, rezistențele dezvoltate pe conturul cilindric B_0 și $B\phi$, iar momentul de răsturnare este dat de greutatea masivului (G) și eventual suprastructurile care pot apărea pe malul tranșei.

Problema rezolvată de Bierex în 1965 [6] care a plecat de la formula :

$$F = \frac{C_{\text{real}} + \operatorname{tg} \phi_{\text{real}}}{C_{\text{nee.}} + \operatorname{tg} \phi_{\text{nee.}}}$$

Introducîndu-se în această relație cele trei variabile (mH , mH , γ noroi) și făcîndu-se calcule adecvate, se prezintă sintetizat rezultatele pe abace (cum testul e făcut și ing. D.Gouvenot [27]).

Autorul constată că pentru calculele practice, din aceste abace este util și ușor de stabilit relația directă dintre

mărimile celor două elemente care stau la dispoziția inginerului și anume : nH și γ noroi, elemente constructive ușor de modificat în timpul execuției tranșei.

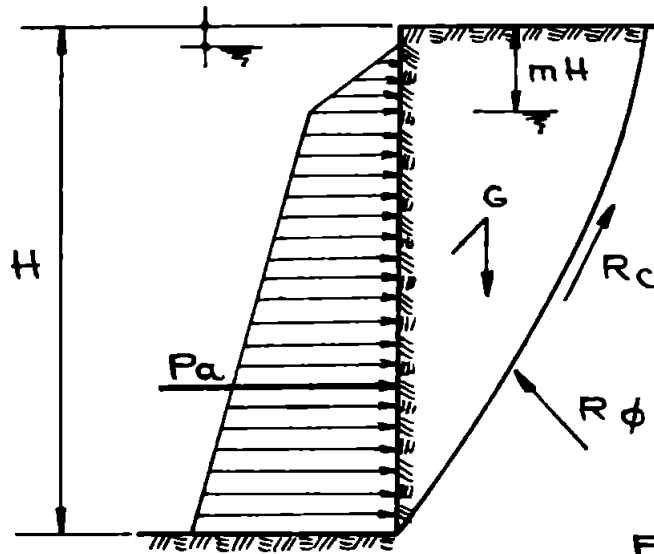


FIG. 5.2.

Pentru $F = 1$ se ajunge la H_0 - adâncimea critică care este pe lângă celelalte caracteristici fizice fixe o funcție de γ noroi.

Deci se poate afla destul de ușor adâncimea critică a fiecărei tranșei în funcție de noroiul folosit la excavare.

De menționat că aceeași problemă de stabilitate generală a taluzului unei tranșei a fost rezolvată, considerând linia de rupere plană după teoria lui COULOMB. În acest caz, problema are următoarele date :

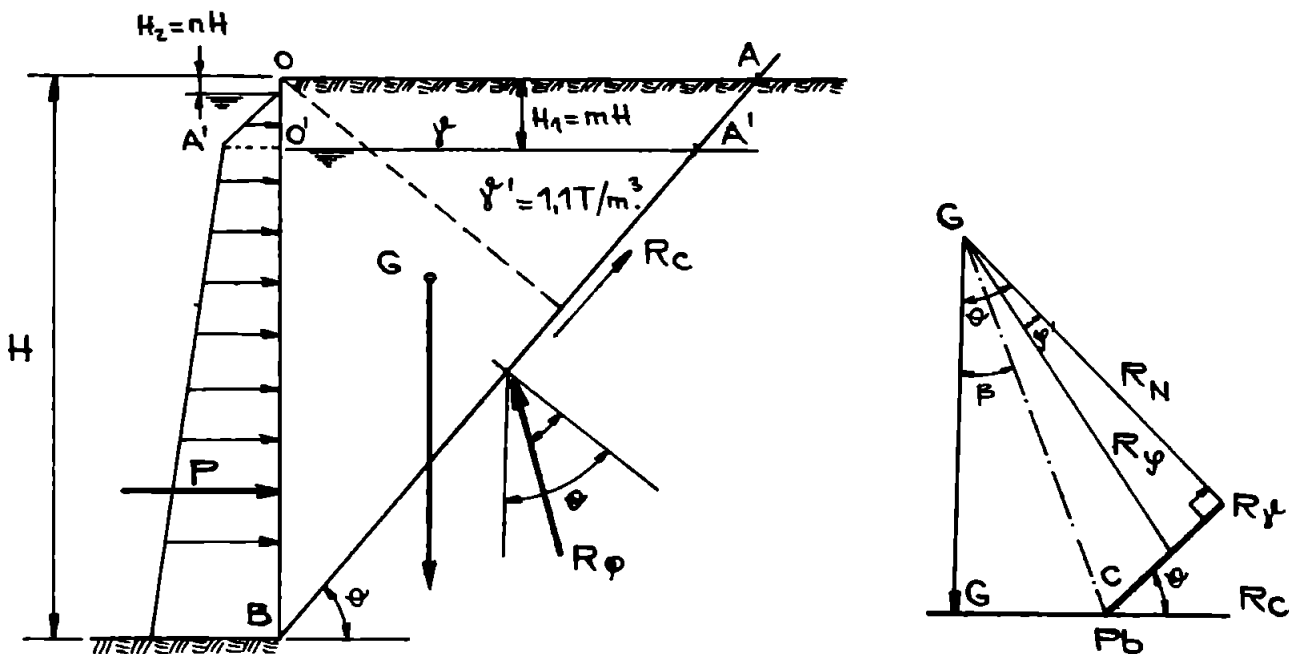
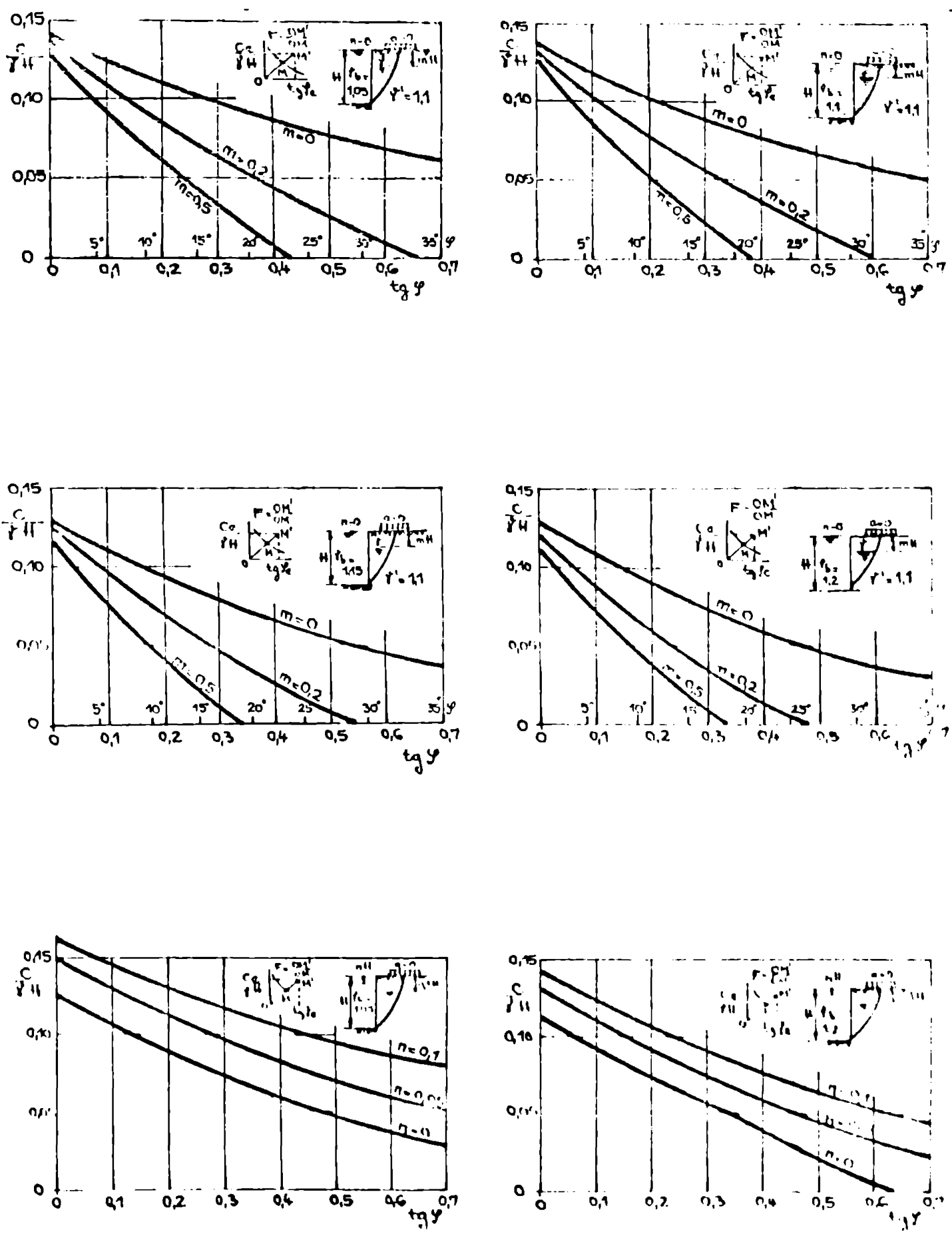


FIG. 5.3.



CALCULUL DIAGRAMELOR IN CAZUL RUPERII PE O SUPRATAA CIRCULARA

FIG. 5.4.

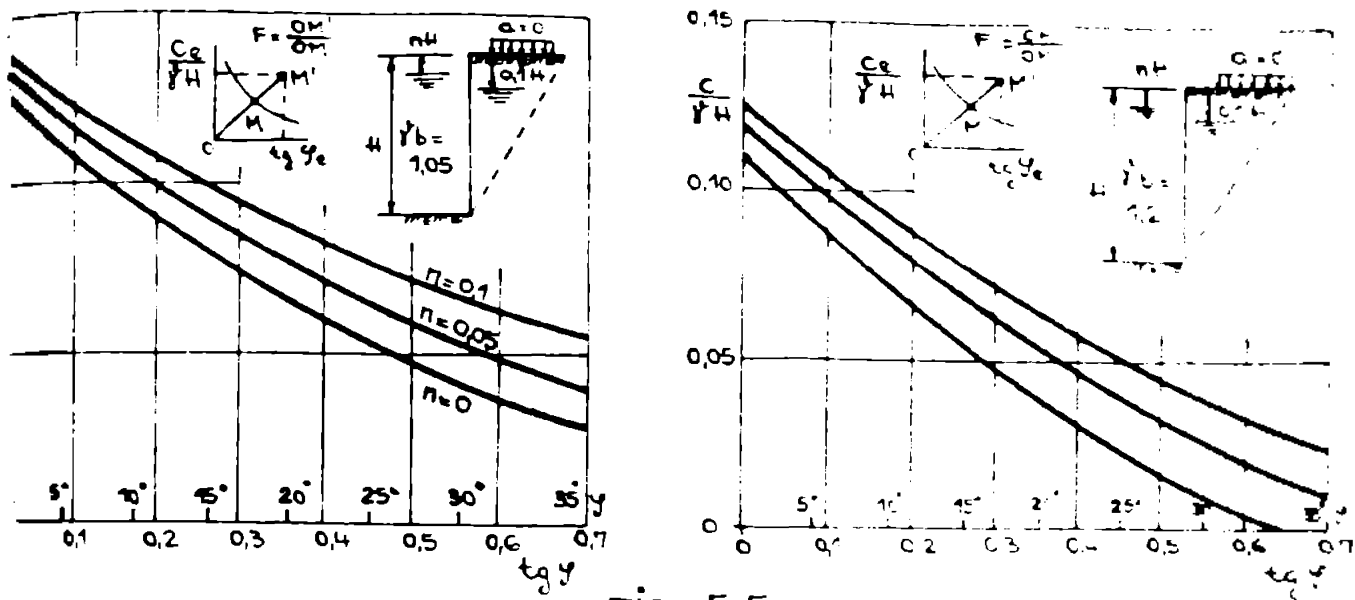


FIG. 5.5.

CALCULUL DIAGRAMELOR IN CAZUL RUPERII PE O SUPRAFATA PLANA

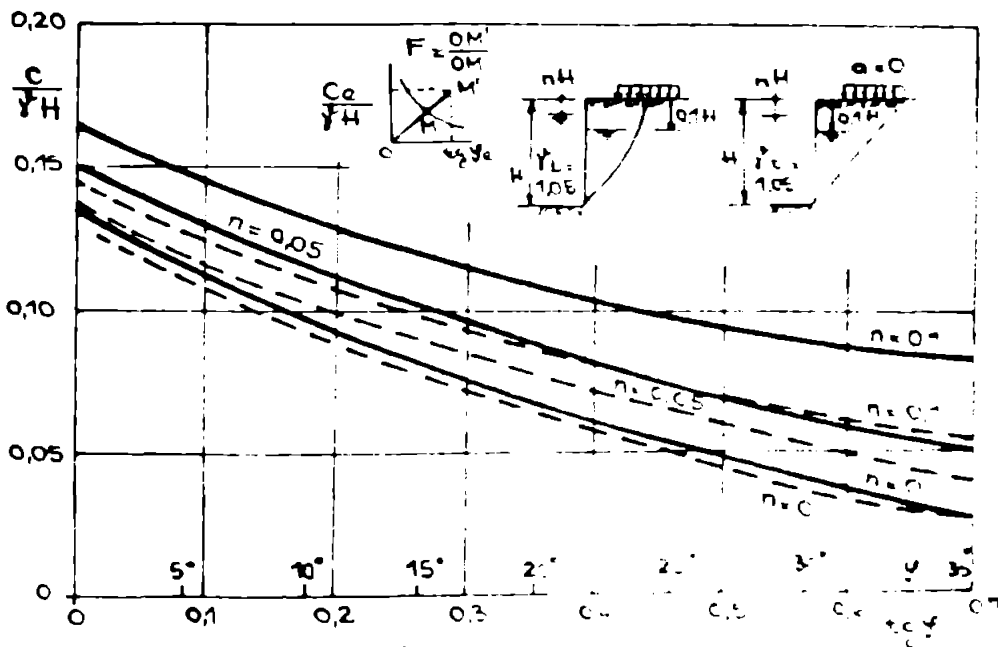


FIG. 5.6.

COMPARATIA INTRE CELE 2 IPOTEZE DE CALCUL AL SUPRAFETEI DE RUPERE

- SUPRAFATA DE RUPERE CIRCULARA
- - - - - SUPRAFATA DE RUPERE PLANA

Rezolvind problema cu cele trei variabile (nH , nH , γ noroi) tot pe calculator, aceste rezultate au fost puse și ele pe abace. Comparând însă rezultatele obținute în ipoteza suprafețelor de rupere cilindrică cu rezultatele lucrării pe suprafețe plane, s-a ajuns la următoarea concluzie interesantă și foarte utilă :

- rezultatele coeficientului de stabilitate obținute prin ambele metode, sînt foarte apropiate, însă coeficientul de siguranță obținut prin metoda suprafețelor cilindrice, este mai mic decît cel obținut cu metoda suprafețelor plane. Diferențele sînt foarte mici, aproape neglijabile pentru $nH = 0$, adică pentru tranșee pline cu noroi, dar care, odată cu creșterea lui nH , adică cu golirea tranșeei, fig. 5.6.

Din analiza acestui mod de rezolvare a stării de echilibru, rezultă că abacele de calcul se limitează la folosirea noroiului de foraj a cărui densitate nu depășește $1,20 \text{ daN/dm}^3$, ori condițiile de lucru pentru realizarea peraiilor mulate cu prepararea betonului argilei direct în tranșee impune folosirea noroiului cu densități peste $1,2 \text{ daN/dm}^3$.

În aceste condiții, autorul și-a propus să extindă domeniul de calcul cu ajutorul acestor abace și în cazul folosirii unor noroie de săpat cu densitatea cuprinsă între $1,20$ și $1,40 \text{ daN/dm}^3$.

Trăgerea noilor curbe de echilibru critic din abace s-a făcut prin extrapolare liniară, transpunându-se mai întâi datele primare la scară foarte mică. Abacele sînt prezentate în continuare și acoperind un domeniu larg de întrebuințare, deoarece raportează caracteristicile geotehnice ale materialului întâlnit la săpare C și ϕ la elementele constructive nH și γ noroi cu valori cuprinse între $1,25$ și $1,40 \text{ daN/dm}^3$ Fig. 5.7 - 5.8 - 5.9.

Cu ajutorul acestor abace s-a făcut verificarea gradului de stabilitate prin calcularea coeficientului de siguranță al unei tranșeei săpate cu excavatorul și care avea următoarele elemente de calcul :

- înălțimea (H) (adîncimea săpăturii) = $12,15 \text{ m.}$
- densitatea (γ) noroiului = $1,15 \text{ daN/dm}^3$
- tranșee plină cu noroi $n = 0$
- nivel ape freatice la $0,5 \text{ m.}$ sub teren $m = 0,05$

... Din studiile geotehnice efectuate în laboratorul I.S.P.I.F. București pe probele prelevate cu ocazia forajelor în exploatament s-au reținut :

- coeziunea (C) $0,36 \text{ daN/cm}^2 = 3,6 \text{ t/m}^2$
- unghiul de frecare internă (ϕ) = $31^\circ 10'$

Introducând aceste date în abaca nr. rezultă un coeficient de siguranță $C = 1,34$. De menționat că în această fază de început tranșeia a fost plină cu noroi de săpat cu $\gamma = 1,15 \text{ daN/cm}^3$. În continuare, prin introducerea cimentului pentru realizarea lentului betonului azgilos, densitatea noroialui (γ) va crește la $1,4 \text{ daN/cm}^3$, iar coeficientul de siguranță calculat cu ajutorul aceleiași abace crește la valoarea de 2,11.

CALCULUL COEFICIENTULUI DE SIGURANTA LA STABILITATE, F' , AL TRANȘEI UMPLUTA CU NOROI BETONITIC

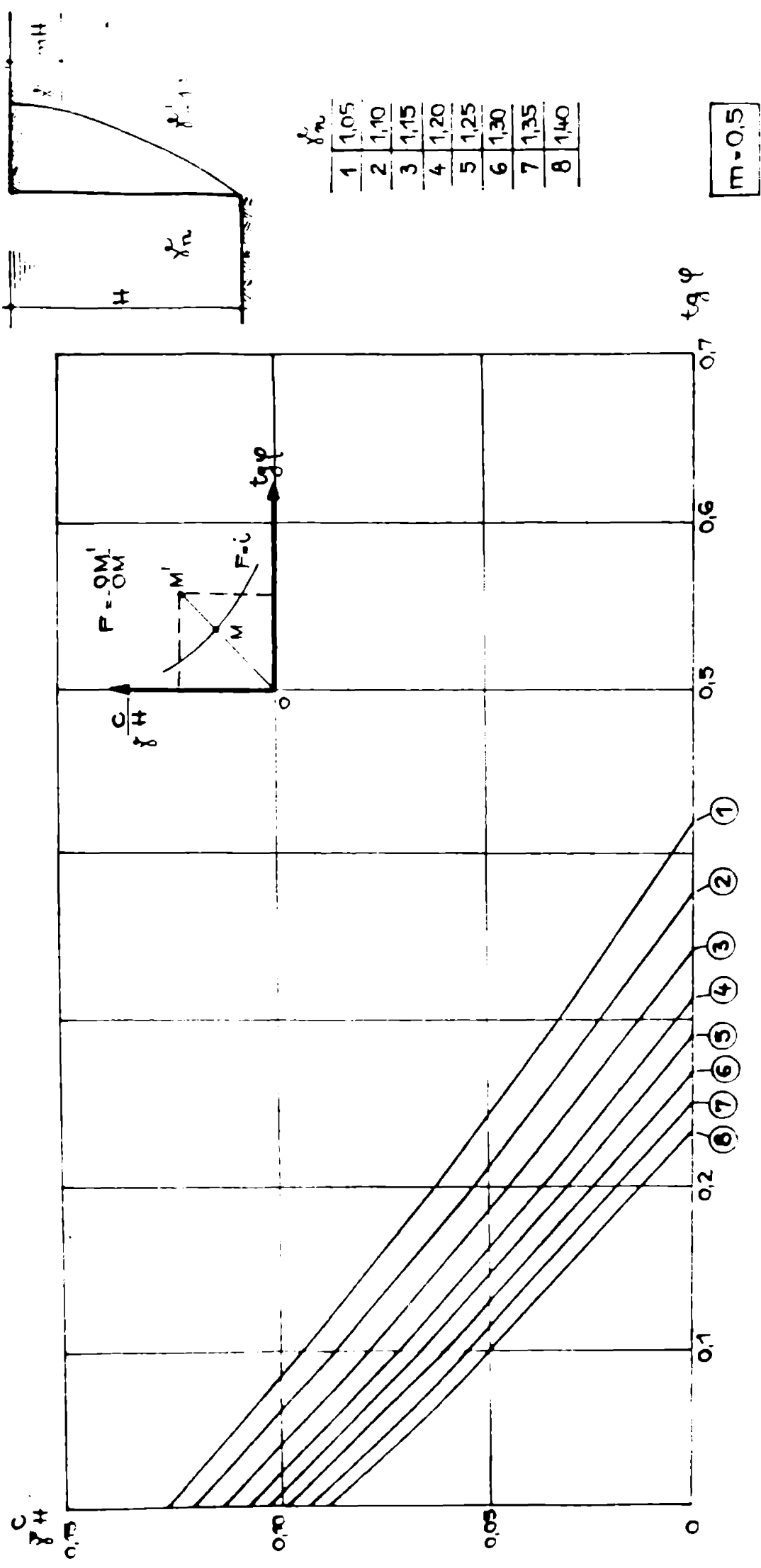


FIG. 5.7.

CALCULUL COEFICIENTULUI DE SIGURANTA LA STABILITATE F' AL TRANSEI UMPLUTA CU NOROI BETONITIC

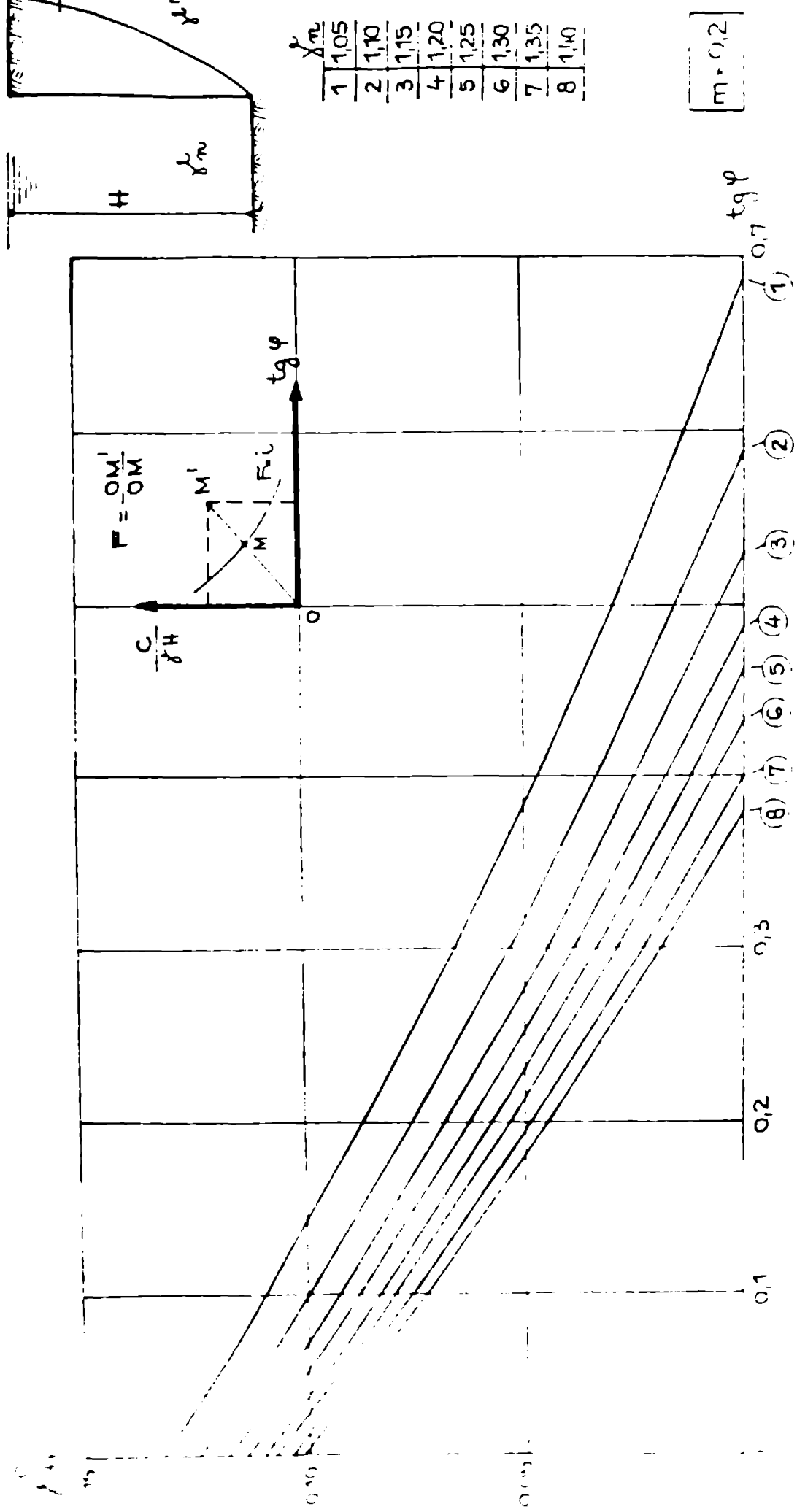


FIG. 5.8.

CALCULUL COEFICIENTULUI DE SIGURANTA LA STABILITATE
 „F” AL TRANSEI UMPLUTE CU NOROI BETONITIC

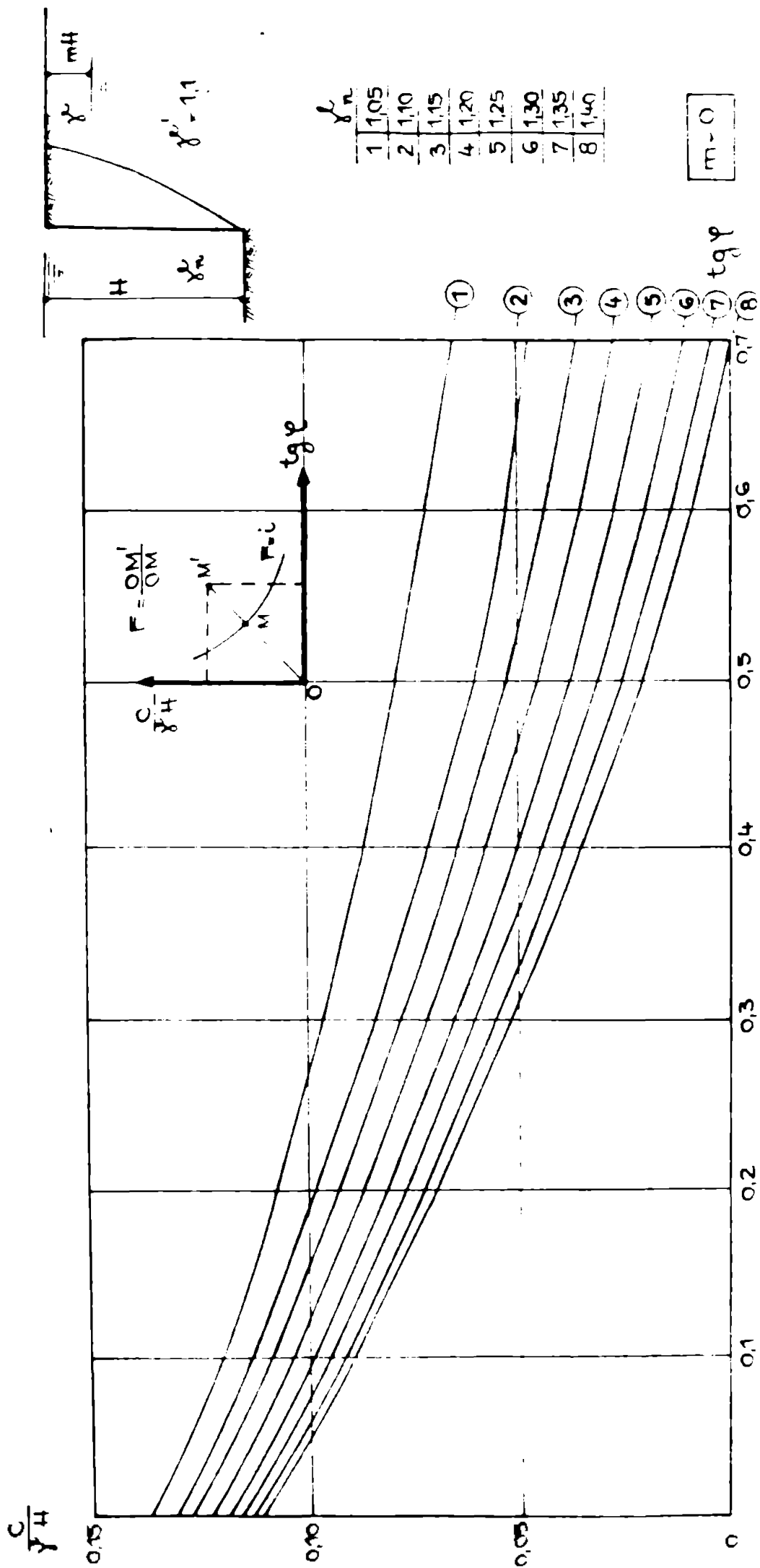


FIG. 5.9.

**6. CERCETARI CU PRIVIRE LA STABILIREA TEHNOLIGIEI
DE EXECUTIE A PERETILOR MURATI FOLCIND EXCAVATORUL
CUPA INVERSA SI AGREGATELE MINERALE DIN EXCAVAREA
TRANSEI**

Avind in vedere faptul că pereții murați de etanșare se execută în terenuri cu nivelul apelor freactice ridicat și sub nivelul terenului înconjurător, toate instalațiile care se folosesc la săparea șanțului lucrează sub nivelul platformei pe care stau (sau cum se mai spune sub șenilă), în consecință excavatoarele care se folosesc în acest scop nu pot fi echipate decât cu echipament de cupă inversă.

Pentru realizarea excavației în care se execută pereții murați poate fi folosit orice tip de excavator echipat cu cupă inversă cu condiția însă ca acesta să rezolve cele trei mari deziderate impuse de acest gen de lucru și anume :

- adâncimea necesară la care să ajungă etanșarea ;
- lățimea stabilită prin proiect a peretelui ;
- folosirea la maximum a materialului excavat.

În acest sens, în funcție de percul activ de excavatoare cu care sînt dotate unitățile de construcții din țară, se consideră că posibilă realizarea unor astfel de lucrări.

În general pentru realizarea săpăturii în tranșee se pot folosi și alte tipuri de excavatoare ca : excavatoare cu cupe multiple pe lanț sau pe rotor, excavatoare cu braț telescopic, însă în lucrare se tratează numai problema acelor utilaje care trebuie să rezolve excavarea tranșeei dar și a preparării betonului argilos și a norofului cu materialul excavat. Ori aceste din urmă utilaje enumerate nu pot realiza și acest deziderat.

Executarea săpăturii se poate face și între două grinzi de beton care pot constitui element de ghidaj pe timpul lucrului, elemente constructive definitive care rămîn în lucrare și după turnarea betonului în tranșee, sau pentru asigurarea

deplasa-ii excavatorului in timpul lucrului dacă terenul din zona de lucru nu permite desfășurarea normală a deplasa-ii. Aceste elemente de beton pot fi realizate din beton turnat monolit sau chiar prefabricat

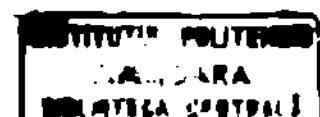
Deplasarea excavatorului prin retragere s-a făcut prin mersuri scurte de 0,50 m. și numai după ce în scos poziție de lucru s-a stins oala de bază a tranșei, stabilită prin proiect, conform unui profil în lung a peretelui muret, sau dacă prin detritusul excavat și scos afară oferă probe din materialul stratului de bază impermeabil pe care trebuie să-l întindă și în care trebuie să se încostreze ecranul. Experimentele au arătat că în general zona cea mai grea de excavat din punct de vedere al rezistenței la dislocare și săpări, a fost zona de material aluvionar situată la contactul între cele două straturi : cel aluvionar permeabil și cel inferior impermeabil, în cele mai multe cazuri argilos. În această zonă aluviunile cele mai grosiere se află împlintate parțial în materialul argilos alterat de prezența pinșii de apă freatică, și se atare forțe necesară pentru dislocarea și săperea lor este mare.

S-a întâmplat ca excavatorul să nu reușească să disloce asemenea straturi sau aglomerări de bolovani, zone de material puternic compactat sau chiar cimentat, și cu toate insistențele nu se ajunge la stratul impermeabil, în practică se spune "se pierde roca de bază". În asemenea situații, după circa 2-3 ore de insistențe de săpare, s-a abandonat poziția de săpare și s-a continuat excavarea în lungul tranșei, marcându-se foarte corect zona, iar ulterior în funcție de condițiile impuse de exploatarea peretelui muret s-a putut realiza continuarea etanșării cu injecții cu suspensii argiloase sau cu ciment.

Excavația s-a realizat fără întreruperi, executându-se tranșee continuă ceea ce s-a betonat tot în flux continuu, fapt ce constituie un avantaj pentru lucrare, deoarece se asigură o continuitate a peretelui muret (astfel realizat).

6.1. PREZENTAREA TEHNOLOGIEI FOLOSIND EXCAVATORUL CU CUPA INVERSA SI ECHIPAMENT MODIFICAT

În paragrafele anterioare unde s-au descris utilajele de săpat și tehnologia de săpare, s-a arătat că excavatoarele cu care este dotată rețeaua noastră de construcții sînt prin excelență excava-



vatează pentru săpat cantități mari de pământ - și la care principala caracteristică tehnică este aceea a productivității exprimate în volumul de săpătură în unitatea de timp. Ori în domeniul de lucrări ce se analizează în lucrare, productivitatea excavatorului contează mult mai puțin, în schimb caracteristicile cele mai importante care interesează pentru realizarea pereților muleți sînt adîncimea maximă de săpare a utilajului și lățimea cupei, iar aceasta depinde în primul rînd de lungimea echipamentului de săpat, respectiv de puterea excavatorului.

Excavatoarele descrise anterior pot realiza excavații de maximum 4,5 m. adîncime și cu lățimi de pînă la 1,50 m. (fără modificări, respectiv prin unele modificări aceste caracteristici se îmbunătățesc mult). În cele ce urmează se descrie studiul tehnologic, numai pe unul din esplansele. Astfel în luna Iulie 1977 împreună cu Catedra de Drumuri și Fundații a Facultății de Construcții din Timișoara s-au analizat posibilitățile tehnice de realizare a modificării brațului și cupei unui excavator care execută pereți muleți (cu aceeași tehnologie a cărei experimentare se prezintă) la hidrocentralele Băbeni pe râul Olt, stabilind de comun acord că modificarea este posibilă.

În luna septembrie 1977 s-a primit documentația de execuție cu privire la modificările echipamentului de săpat cupă inversă la un excavator de 1,2 mc. cupă, acționat prin cablu cu motor termic tip D.141 H. producție R.S.C. (fig.3.5.).

Executarea proiectului de modificare a echipamentului s-a făcut la Atelierele Centrale ale Grupului de Sașiere de Construcții Hidroenergetice din Pitești, astfel încît în cursul anului 1978 excavatorul a lucrat cu noul echipament în mod continuu la realizarea etanșărilor cu pereți muleți la obiective de pe Valea Oltului, Valea Argeșului și ulterior la Combinatul Petrochimic Hidia - Năvodari.

Modificările au constat în prelungirea brațului excavatorului cu un tronson de 1.540 mm. prin executarea unei casei metalice similare în secțiune cu brațul, tăierea acestuia la partea cea mai avansată, intercalarea tronsonului prelungitor și sudarea acestuia în cele două capete. Privitor la modificările cupei s-a ajuns la concluzia că decarea cupe este în general un material de consum ce înlocuindu-se periodic din cauza uzurilor mari, este mai ușor și mai rentabil să se execute o cupă îngustă nouă conform proiectului de modificare. De menționat că asupra cupei au fost necesare unele modificări mai ales asupra formei

fundului pentru ca în momentul retririi brațului să nu apară frecări mari, pe extrados la contactul cu materialul necerăvat, deci pierderi de sarcină la săperea în tranșee.

Toate modificările sînt arătate în desenul alăturat (fig.5.5.). Ideea de la care s-a pornit la prelungirea brațului pentru realizarea unor excavații mai adînci, respectiv cupă mai îngustă și executarea de șanțuri excavate cu lățimi cît mai mici fapt ce conduce în ultimă instanță la consumuri substanțiale reduse de beton argilos.

6.2. SĂPEREA ȘANTELUI CU EXCAVATORUL CU CUPA INVERSE MODIFICATA

Săperea șanțului necesar executării peretelui mulat s-a făcut și desigur că se face numai prin retragere, excavatorul depăsîndu-se cu șenilele în lungul axului lucrării (conf. fig.6 2), axul lucrării trece în prealabil fiind între șenile, rămîne în permanență materializat pînă ce cups excavatorului îl dislocă.

Excavarea șanțului s-a realizat în prezența permanentă a materialului bentonitic care a trebuit să îndeplinească condițiile de calitate prezentate în capit.3 și care s-a completat în permanență în așa fel încît tranșeele să nu rămîie fără noroi mai mult de 0,5 m. de la partea superioară, și totodată nivelul noroiului în tranșee să fie în permanență cu cel puțin 20 cm. peste nivelul pinzei subterane de apă.

În cazul de față au fost necesare cîteva modificări la noua cupă în special pînă ce s-au stabilit unghiul de infingere a dinților în stratul de săpat, deoarece în momentul cînd începe retrirea brațului cu cups în tranșee, aceasta are tendința (generată de schema cinematică) să se închidă și să nu mai sape. Astfel, neputînd interveni în schema cinematică a mecanismelor atunci s-a modificat (prin mai multe încercări) unghiul de infingere (sau cum se mai spune de acum sau de incidență) al dinților montați pe gura cupei, în acest fel rezolvînd problema ce dinții cupei să execute dislocare și săpere pe aproape 75 % din drumul peroură.

Cu acelaș excavator echipat (cu brațul prelungit și cu cups modificată îngustă de numai 0,50 m. în loc de 1,20 m.) s-a reușit să se sape șanțuri cu adîncimea maximă de 7,20 m., fapt ce a constituit atunci (1978) o mare realizare, deoarece în acest fel s-a rezolvat în totalitate lucrările cu pereți mulati ce se aflau

în execuția pe șantierele amintite.

Cercetările au arătat faptul că excavatoarele cu acționare cu cablu prezintă un dezavantaj în schema cinematică la acționare la săpare, deoarece în fase de lucru când brațul și cupa sînt complet întinse, respectiv la lungimea maximă, asupra ființelor cupai pentru înfigere și dislocare a terenului, nu acționează decât greutatea proprie a cupai și brațului. Ori, cum brațul excavatorului este realizat ca structură metalică dintr-o casetă perfectă închisă cu secțiunea de 400 x 350 mm, aceasta fiind este introdusă în tranșee naplîtă cu noroi a cărui densitate este de 1,1 - 1,4 kg/dm³ (deci mare) și cu o vîscozitate destul de ridicată, plutește pur și simplu și îi trebuie cam 6 - 10 secunde ca să coboare la fundul tranșeei pentru a se înfige în materialul care trebuie săpat.

După cum au arătat studii ulterioare, care nu se mai prezintă, acest dezavantaj se elimină complet la excavatoarele cu acționare hidraulică la care se poate acționa cu o forță mecanică asupra brațului dar și asupra cupai, deci posibilitățile de înfigere penetrare și dislocare a materialului ce trebuie excavat sub noroi sînt mult îmbunătățite și de aceea autorul recomandă celor care se de executat lucrări de acest gen să opteze și să folosească excavatoare cu acționare hidraulică. Acestea din urmă mai beneficiază și de faptul că au un sistem de acționare a cupai pentru a o roti cu un unghi de pînă la 40°, mișcare de rotație în jurul axului de fixare a cupai în orice poziție de lucru a brațului, fapt care ajută foarte mult la dislocarea materialelor puternic presate, cimentate, a obstacolelor ce se întîlnesc la săpare, ca boloveni sau lemne, și a stratului de contact între cele două pachete de roci.

6.3. PREPARAREA AMESTECULUI ARGILOS ÎN TRANȘEE

Metoda de lucru s-a bazat pe folosirea integrală a materialului excavat în tranșee și folosirea sa în componența betonului argilos care constituie peretele mural de etanșare. Pentru realizarea execuției și a amestecului argilos a fost absolut necesară prezența noroiului bentonitic. Acesta se poate prepara în stații centralizate de malaxare și omogenizare iar apoi să se transporte prin conducte metalice la locul de excavare sau așa cum s-a studiat în cazul de față pur și simplu prin prepararea și omogenizarea în urma desării conform rețetei, în tranșee unde s-a realizat execuția.

În tranșee, odată cu excavația s-a realizat și o omogenizare a tuturor componentelor : argilă - ciment - apă și detritusul rezultat din excavație. Această operație s-a făcut de mai multe ori prin introducerea cupei excavatorului în tranșee, încărcarea ei, ridicarea deasupra tranșeei și descărcarea treptată a amestecului înapoi în tranșee. În medie, amestecul a fost suficient de omogenizat dacă pe lângă operația de săpare s-a mai repetat manevra cu cupe excavatorului de 3 - 4 ori, în final obținându-se un amestec bine amestecat.

Trebuie subliniat faptul că în cazul de față materialul care s-a săpat, s-a amestecat cu noroiul argilos și apoi s-a încărcat în mijlocul de transport, cu o cupă mult mai mică, decât a unui excavator nemodificat, după care în general încărcă 0,2 - 0,25 mc. și deci timpul de încărcare la capacitate al autobasculei va fi de 4 - 5 ori mai mare decât în cazul executării lucrării cu utilaj cu cupă normală. Acest aspect neajuns nu a afectat cu nimic productivitatea utilajului ce suprafață realizată în unitatea de timp, deoarece numărul de cicluri - săpare, descărcare - a fost absolut același.

O analiză atentă a experimentului a dus la concluzia că în situația folosirii cupei înguste și tranșeei a fost mult mai redusă ca volum, de unde s-a desprins concluzia verificată experimentală că pe fundul și pereții cupei să se realizeze cât mai multe tăieturi (faceri) pentru ca excesul de noroi - liant să se scurgă cât mai rapid cu puțință, ceea ce a dus la rezultate și mai bune.

6.4. VERIFICAREA CALITĂȚII LUCRĂRII ȘI INCERCĂRI EXPERIMENTALE

Procesul tehnologic cu care s-a realizat această lucrare este deosebit de redus ca operație de lucru și ca atare nu a necesitat un volum mare de muncă și personal, pentru urmărirea lui și a problemelor de calitate ce se impun. Totuși în timpul execuției s-a urmărit de către autor și personalul de laborator următoarele aspecte :

- compoziția noroiului, dozarea părților lui componente, precum și densitatea care se realizează în tranșee. Determinările s-au făcut pe loc, necesitând un timp deosebit de scurt pentru realizarea lor, iar decizia pentru eventualele modificări sau corectări s-a stabilit deosebit de repede la fața locului fără a fi nevoie de

lucru în laborator :

- compoziția betonului argilos obținut în tranșe prin amestecarea noroiului bentonitic cu materialul rezultat din excavație, s-a făcut pe betonul argilos proaspăt în laborator necesitând un timp de circa 5 ore pentru o determinare, după care s-a putut lua o decizie de corectare sau modificare a tehnologiei de lucru ;

- prelevarea în tipare metalice a probelor pentru a putea fi ulterior încercate la compresiune și permeabilitate. Betonul argilos s-a încărcat într-un mijloc de transport, în cantitate suficientă, apoi s-a transportat la laboratorul de șantier, unde s-a reomogenizat manual și apoi din acesta s-au umplut toate tiparele metalice care s-au păstrat timp de 7 zile nedecodate.

După realizarea lucrării și respectiv după maturizarea probelor de beton argilos prelevate s-au determinat prin încercări calitățile materialului (lucrării) executate și s-au comparat cu cele stabilite inițial de către proiectant.

Încercările pe probele prelevate, din materialul folosit la executarea lucrării, au dat rezultate convenționale ce pot fi comparate cu date obținute la alte lucrări similare.

6.5. DEFINITIVAREA NOII SCHEME TEHNOLOGICE DE LUCRU PENTRU REALIZAREA PERETILOR MURATI

S-a arătat în capitolele precedente totă gamă de utilaje care participă la realizarea lucrărilor, acestea fiind :

- excavator cu cupă inversă cu braț prelungit și cupă îngustă ;

- electropompe 2 "

- mijloc de transport auto basculantă 5 - 10 tone.

După cum se vede numărul lor este deosebit de redus, iar ca putere instalată exprimată în KW, sînt necesari circa 80 KW, la care se mai poate adăuga eventual iluminatul punctului de lucru pentru timpul nopții, ajungîndu-se la max. 85 KW.

Schema tehnologică alăturată, stabilită în urma studiilor făcute, pune în evidență următoarele aspecte (fig.6.1.)

SCHEMA TEHNOLOGICA DE LUCRU PENTRU REALIZAREA PERETILOR MULATI CU EXCAVATOR CUPA INVERSA CU FOLOSIREA INTEGRALA A MATERIALULUI REZULTAT DIN EXCAVATIE

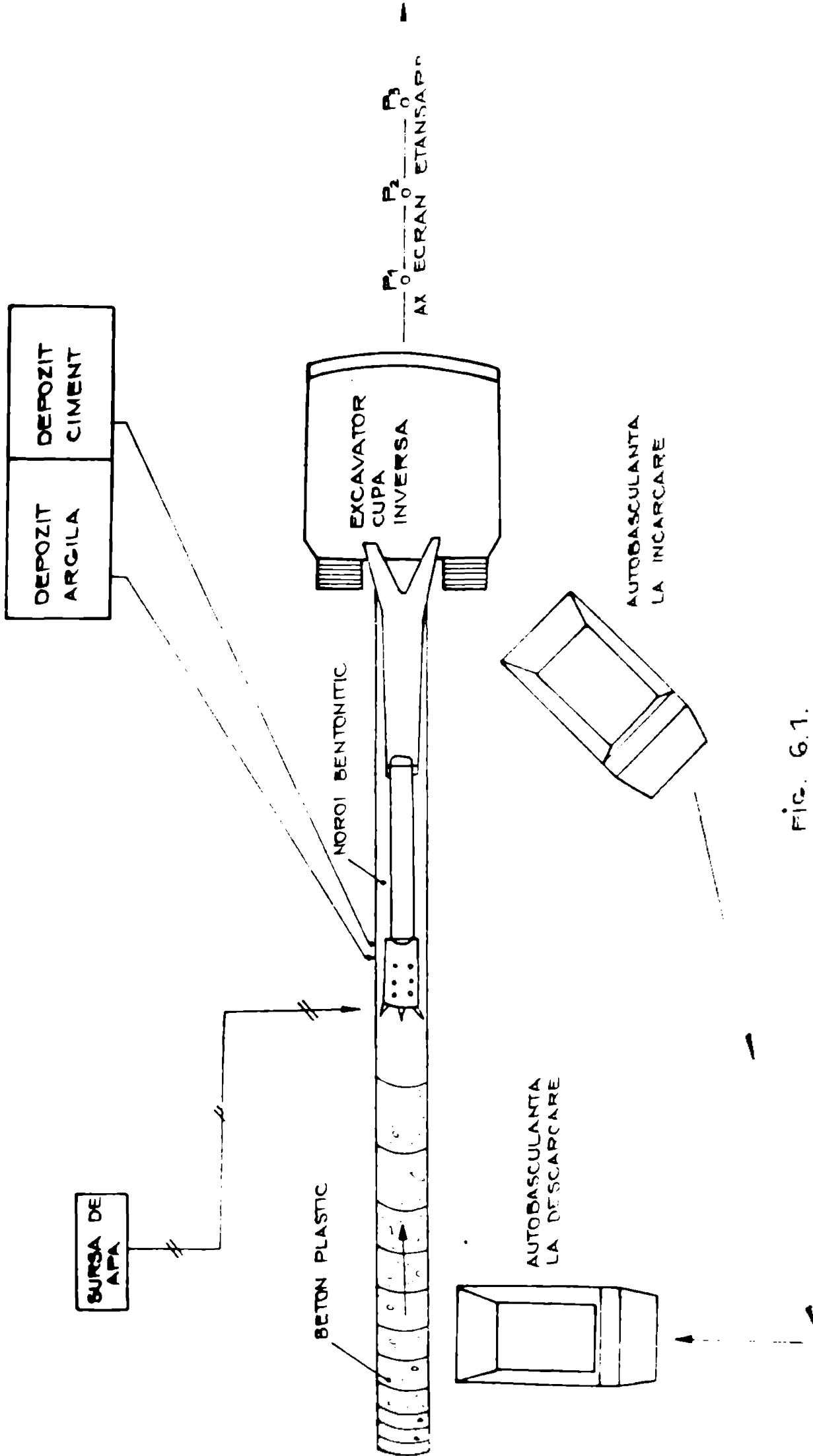


Fig. 6.1.

- amplasarea depozitelor intermediare de materiale, transportul acestora și punerea în operă, pentru prepararea noroiului în tranșee, sînt realizate pe o singură parte a tranșei și suficient de aproape de tranșee, cu condiția să nu fie în raza de rotire a excavatorului. În acest fel, zona de mișcare a muncitorilor este restrînsă la max. 10 - 15 m. și ferită de circulația auto ;

- zona de rotire a excavatorului, precum și zona de deplasare de la excavator la locul de descărcare a eurobsculentei este pe cealaltă parte a tranșei, acolo unde nu există zonă de lucru pentru oameni și deci fără restricții ;

- această schemă tehnologică prezintă și avantajul că excavatorul execută rotire mică de max. 30° , cabina deserventului fiind pe partea stîngă, conducătorul auto fiind tot pe partea stîngă, deci nu are nevoie de personal de semnalizare și dirijare fiind execută manevra de venire la excavator. Distanța de transport este de ordinul a 2×25 m. = 50 m., deci destul de redusă.

Toate aceste elemente de organizare tehnologică conduc în ultimă instanță la economii de carburanți, manevre de utilaj reduse și deci productivități fizice sporite, siguranță muncitorilor care lucrează într-o zonă ferită de circulație auto sau alte utilaje.

7. VALORIFICAREA CERCETĂRIILOR ÎNTRERINSE

7.1. VALORIFICAREA DIRECTĂ A CERCETĂRIILOR FACUTE

7.1.1. Etanșarea incintei de lucru pe pizii Olănești

Pizii Olănești, afluent al Oltului pe malul drept în zona orașului Rm Vilcea, a trebuit să fie subtraversat la 6 m. sub talveg, cu o construcție din beton armat cu scopuri multifuncționale. Pentru executarea acestei lucrări a fost nevoie de realizarea a două incinte succesive pe ambele maluri care să creeze condiții de lucru pentru excavații și betonare la adăpostul de ape sup-sterane, dar mai ales de cele subterane, lucrarea având deci un caracter provizoriu - numai pentru perioada de execuție a obiectivului.

Toate elementele constructive ale lucrării sînt prezentate în fig. 3.4. iar caracteristicile geotehnice ale materialelor străbătute cu lucrările de excavații și etanșare au fost prezentate în fișele de foraj executate cu ocazia studiilor pe amplasament de către I.S.P.H. București, granulozitatea materialului fiind prezentată în figura 3.2.

Pe acest emplașament au fost efectuate și primele studii de teren privind realizarea ecranelor de etanșare de materiale aluvionare cu folosirea integrală a materialului rezultat din excavație. Acestea s-au realizat în perioada 12 - 16 mai 1975, iar realizarea integrală a etanșării celor două incinte a durat până în luna iulie 1975.

Ca dotare tehnică a fost folosit un excavator pe șenile, cupă inversă HY.150 N. acționat pe cable și cu o cupă de 1,0 mc., o electropompă cu puterea instalată de 2,8 KW și o autobasculantă, iar formația de lucru a fost compusă din 6 muncitori și un maestru constructor pe fiecare schimb de lucru. S-a lucrat în permanență (2 schi buzi a 10 ore fiecare).

Scopul urmărit, adică acela de a realiza ecrane de etanșare cu excavatorul direct în tranșee, a fost realizat, iar rezultatele obținute au fost mulțumitoare. În acest sens, s-au evidențiat următoarele aspecte :

- consumul de argilă și ciment pe 1 m² de ecran nu a depășit pe cel prevăzut în proiect - respectiv s-a consumat, 140 kg. ciment și 150 kg. argilă față de 150 kg. argilă și 150 kg. ciment prevăzute în deviz ;
- productivitatea fizică de 6 m²/oră realizată cu acest excavator este și ea cu puțin mai mare decât cea prevăzută în normele de deviz - 5 m²/oră ;
- eliminarea preparării betonului de etanșare la stația de beton, precum și transportul acestuia la locul de punere în operă ;
- economisirea de balast pentru fabricarea betonului plastic, deoarece s-a folosit materialul rezultat din excavația tranșeei ;
- datorită unei granulozități corespunzătoare a balastului întilnit la săparea tranșeei, s-a obținut un material de etanșare destul de rigid, corespunzător unei mărei de peste 30 daN/dm² față de 10 daN/dm² cât se prevedea în proiect.

7.1.2. Execuția unui ecran de etanșare la lacul de acumulare al hidrocentralei Băbeni pe râul Olt

În urma rezultatelor tehnice și comportării în lucrarea descrisă la 7.1.1., lucrarea cu caracter de funcționare

limitat, s-a obținut avizul proiectantului I.G.P.H. București pentru a executa lucrări de ecrane de etanșare și la unele lucrări cu caracter definitiv. Așa s-au executat lucrările de etanșare la figurile secundare ale lacului de acumulare Băbeni pe râul Olt (desfășurate conform figurii 3.6.)

În luna aprilie 1977 au început lucrările cu caracter de experimentare în acest amplasament, folosind un excavator cupă inversă de tip D 141 H. cu capacitatea cupei de 1,2 mc. Datele tehnice ale acestui utilaj de săpat au fost prezentate în tabelul 3.5.

Datele constructive ale lucrării sînt prezentate în fig. 3.4. de unde rezultă că ecranul de etanșare va fi supus în exploatare la o sarcină hidrostatică de 6 - 10 m. coloană de apă. Stratificația terenului este prezentată în fig. 3.8. în fișele de foraj înțocuite cu ocazia studiilor geotehnice în amplasamentul lucrării.

Pe întreaga perioadă a execuției s-a dovedit că datele obținute cu ocazia forajului au corespuns în totalitate cu cele constatate pe teren cu ocazia realizării excavației.

O caracteristică importantă a materialelor din zonă este aceea că materialul este preponderent nisipos, fapt care a necesitat o atenție deosebită în timpul lucrului pentru menținerea pereților tranșeei, dar și acela că timpul de omogenizare al amestecului argilos a fost mult mai mare decît în cazul prelucrării unor pietrișuri sau balast grosier.

Lucrarea de etanșare cu perete năst s-a executat pe o lungime de 2.370 m. cu o adîncime medie de 5,90 m. totalizînd o suprafață de 14.000 m² - cu o lățime medie a șanțului de circa 55 cm., realizare de excepție pentru acea dată.

În această lucrare, pentru prima dată autorul a procedat la prelungirea brațului excavatorului pentru a realiza adîncimea necesară de 6,25 m. precum și o cupă îngustă de 0,45 m. lățime.

În urma experimentului și a stabilirii modului de lucru s-a organizat lucrul în 2 schimburi a 10 ore cu două echipe de 6 muncitori și un maestru pe schimb, realizîndu-se în total o suprafață de 14.000 m² perete continuu, cu o productivitate medie orară de oca. 6 m²/oră - suficientă pentru această etapă de început a aplicării cercetării.

Tot cu ocazia acestui experiment a fost aplicată și diagrama turnară prezentată în fig. 4.2. care este o

corelație între presiunea la care va fi supus peretele etanș, raportul în amestec de argilă/ciment, precum și una din caracteristicile de bază ale materialului aluvionar străbătut și anume conținutul în procente al fracțiunii 0 - 3 mm. Dealtfel în acest amplasament au fost întâlnite materialele aluvionare cele mai nisipoase față de toate experimentele, fapt ce a condus la construcții de noroi liant deosebit de mari, ajungând și până la 0,5 m³ noroi la 1 m³ beton argilos, realizându-se practic în anumite zone un mortar argilos.

7.1.3. Lucrări de etanșare a incintei de lucru la barajul și uzina hidroelectrică Golești pe râul Argeș

În toamna anului 1978, în luna septembrie s-a început lucrările de etanșare a acestei incinte cu o suprafață în plan de 98.000 m², incintă în interiorul căreia s-au executat lucrările de excavații, betonare și montaj la baraj și centrală.

Elementele constructive sînt prezentate în fig.7.1. Ier etanșarea în profunzime s-a executat numai pe latura mal drept în totalitate și pe laturile amonte și aval parțial, deoarece cota rocii de bază - marnă argilooase compacte - avea o înclinație pronunțată de pe malul stîng spre malul drept al râului Argeș, situîndu-se pe latura mal stîng a bazei barajului peste nivelul apelor subterane.

Stratul aluvionar situat peste roca de bază constituit din balast grosier cu dimensiuni de pînă la 150 mm. are granulometria din fig.7.2. cu puțină parte fină - fapt ce a condus la un consum relativ mare de noroi liant.

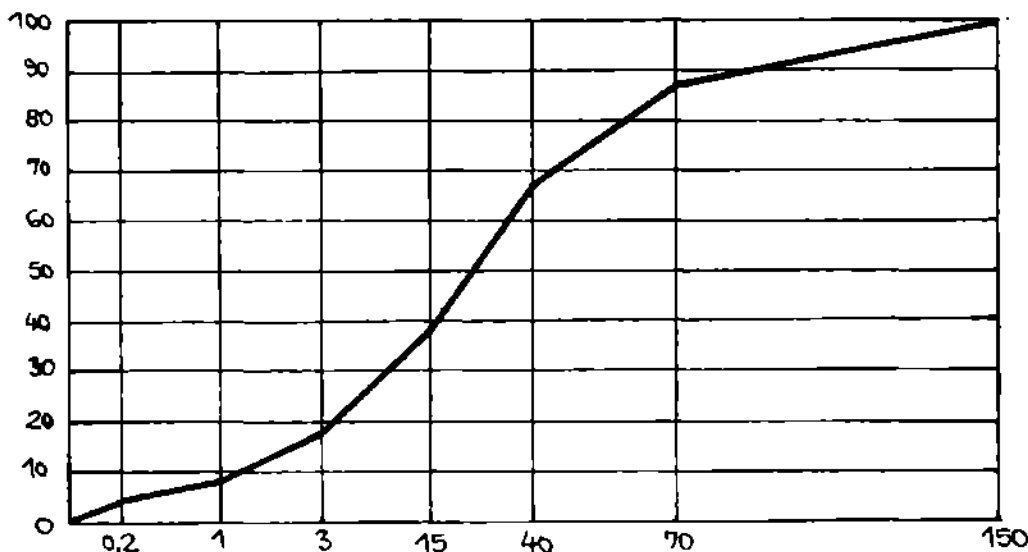


Fig.7.2.

**BARAJUL ȘI CENTRALA HIDROELECTRICA GOLEȘTI
PE RIUL ARGES - BATARDOUL PROVIZORIU (325 x 375 m.)**

R. ARGES

A ←

A ←

- INCINTA DE LUCRU PENTRU :
- BARAJ DEVERSOR
 - UZINA HIDROELECTRICA
 - STATIA DE POMPARE IRIGATII

SECTIUNE A-A

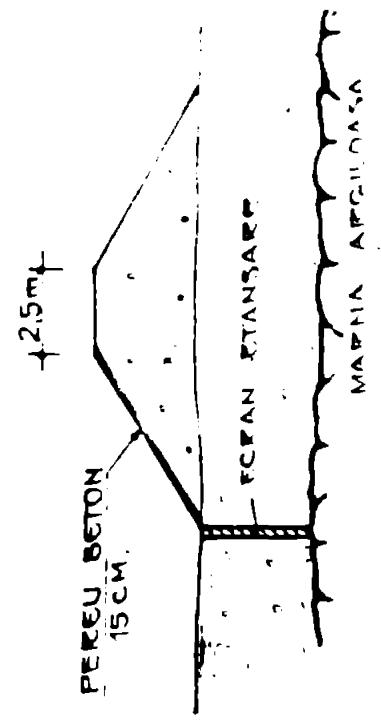


FIG. 7.1.

Avind în vedere faptul că presiunea de serviciu a ecranului urma să fi de max.5 m. coloană de apă, iar conținutul în fracțiunea 0 - 3 mm. de numai 22 %, folosind diagrama ternară pentru determinarea amestecului ciment/argilă a rezultat un raport al acestora de 0,4 iar pentru ușurința dozării în execuție s-a stabilit și folosit rețeta formată din 50 kg. ciment și 80 kg. argilă bentonitică, care corespunde unui raport ciment/argilă de 0,38.

Ca utilaj s-a folosit acelaș excavator D.141 N, împreună cu formația de lucru care au executat lucrările la hidrocentrale Băbeni pe riul Olt. Excavatorul a fost echipat cu brațul modificat, prelungit și cu cupe îngușă de 0,45 m. S-a lucrat în 2 schimburi a 10 ore fiecare.

Suprafața totală a etanșării realizate a fost de 7.140 m^2 , lucrarea făcându-se în perioada septembrie - noiembrie 1978.

Din analiza rezultatelor înregistrate se evidențiază următoarele date :

- s-au lucrat un număr efectiv de 992 ore, iar timpul total de lucru inclusiv perioadele de m'ci reparații a fost de 1.150 ore. Rezultă astfel o productivitate orară medie pe întreaga perioadă de $6,2 \text{ m}^2/\text{oră}$, productivitate nerealizabilă cu nici o chier utilaje specializate de săpat și betonat pereți etanși.

Lățimea medie a tranșeei obținută a fost de 0,55 m., adică s-a preparat în tranșee o cantitate de $0,55 \times 7.140 = 3.927 \text{ m}^3$ beton argilos.

S-a consumat o cantitate de 383 to. ciment și cantitatea de 779 to. argilă de unde rezultă un consum specific de $0,42 \text{ m}^3$ noroi la 1 m^3 beton argilos, respectiv la 1 m^2 etanșare s-au consumat : 67,6 kg. ciment și 109,1 kg. argilă.

S-au prelevat 14 serii de probe de beton argilos în cuburi metalice cu latură de 20 cm. și care s-au păstrat și încercat în laborator la vîrsta de 90 zile, rezultind următoarele rezistențe la compresie ce se prezintă în tabelul 7.1.

Serie	Probe 1	Probe 2	Probe 3	Media
1	19	19	21	20
2	23	21	22	22
3	17	23	20	20
4	31	27	20	27

Se-ria	Proba 1	Proba 2	Proba 3	Media
5	22	19	19	20
6	24	27	22	24
7	25	21	21	22
8	33	32	35	33
9	19	17	11	15
10	26	24	27	25
11	29	21	26	25
12	30	27	26	27
13	23	20	27	23
14	28	29	25	27

Din analiza datelor tabelate se desprinde concluzia că execuția unui perete de etanșare care străbate un material aluvionat grosier a cărui granula maximă este de 150 mm. și pentru excavarea căreia se folosește un nerei cu raportul ciment/argilă = 0,38, realizează după 90 zile o rezistență medie la compresie de 26 kg/cm².

**7.1.4. Etanșarea cu pereți murați la incintă pentru
excavații și betonare a barajului Zăvoia
în aval de Găiești pe râul Argeș**

Elementele și datele de bază ale lucrării sînt prezentate în fig.7.5.

În acest amplasament s-au făcut experimentări care au cuprins stabilirea rețetei de lucru dar și asupra utilajului folosit la săpare - respectiv excavatorul S.3602 cu braț prelungit și cupă îngustă, utilaj folosit pentru prime dată la lucrări de săpat șanțuri înguste pentru pereți cu rol de etanșare.

Lungimea totală a ecranului a fost de 1.170 m. iar suprafața de 12.130 m² cu o grosime medie de 50 cm.

De reținut în urma acestui experiment și a rezultatelor obținute este faptul că adîncimea maximă de 12,15 m. a putut fi atinsă pentru prima dată în tehnologia de lucru cu excavatorul.

De asemenea, productivitățile medii orare și lunare obținute în acest amplasament sînt net superioare în comparație cu toate celelalte tipuri de instalații de săpat și betonat pereți murați.

Lucrarea a început în luna iulie 1984 și s-a terminat în luna octombrie 1984 cu o întrerupere din cauze unei porțiuni de emplasament ocupat cu culturi.

S-a lucrat cu o formație complexă formată din 6 muncitori (1 excavatorist, 1 ajutor excavatorist, 1 laborant, 3 betonisti) pentru fiecare schimb și un meștru.

S-au lucrat în această perioadă 1.574 ore program din care 1.292 ore efective.

Din analiza datelor obținute se rezultă următoarele: productivități :

- productivitatea medie : $12.130 : 1.574 = 7,70 \text{ m}^2/\text{oră}$;

- productivitatea absolută : $12.130 : 1.292 = 9,40 \text{ m}^2/\text{oră}$, iar productivitatea maximă lunară a fost realizată în septembrie când s-au realizat $4.130 \text{ m}^2/\text{lună}$.

La înlocuirea rețetei de preparare a noroiului lient s-a plecat de la datele de exploatare a ecranului, respectiv că acesta va fi solicitat de o coloană de apă de 12 m. în cea mai mare parte a timpului (cu excepția viiturilor, care fiind ca perioadă limitată nu s-au luat în considerare), iar materialul aluvionar care intră în componența betonului argilos are (caracteristică granulometrică) un conținut de 0 - 3 mm. în procent de 38 %. Folosind diagrama ternară stabilită s-a ajuns la un raport ciment/argilă - 0,8. Cu acest amestec s-au făcut experimentările care au dat rezultate bune, dar datorită faptului că atât cimentul cât și argila au fost livrate în saci de 50 kg. fiecare s-a preferat raportul de dozare de 1 : 1.

Pentru întreaga lucrare s-au folosit 621 to. ciment Hs. și 662 to. argilă de Hedgidia, cu un consum specific de : 51 kg ciment/ m^2 etanșare, respectiv 51 kg. argilă/ m^2 etanșare.

Pe toată durata execuției s-au efectuat 414 determinări de densități a noroiului în cadrul laboratorului de șantier și s-au efectuat 16 verificări de rețetă prin spălarea betonului argilos proaspăt, respectiv s-au prelevat 20 serii de probe de beton argilos în tipere metalice cu latură de 20 cm, toate rezultatele încercărilor fiind bune.

La ora actuală, lucrarea este încă în funcțiune până la betonarea completă a bazei. Împreună cu proiectantul s-au efectuat determinări de debite infiltrate pe sub sau prin ecranul de etanșare prin măsurarea debitelor colectate într-un

basin din incintă de unde sînt evacuate cu electropompă. Rezultatele sînt mulțumitoare, deoarece pentru un front de retenție al apelor de cîreo 1,2 km. lungime cît are incinta pe contur și pentru o sa-cină hidrostatică pe minim 12 m. coloană de apă s-au stabilit un debit infiltrat de 6,5 l. pe secundă.

7.1.5. Ecran de etanșare realizate cu excavatorul cu cupă inversă și braț prelungit la baraje de hidrocentrale pe riul Olt Inferior

În luna noiembrie 1984 excavatorul S.3602 cu brațul prelungit și cupe îngustă cere a executat ecranul de etanșare la incinta barajului Zăvoia de pe riul Argeș a fost adus în emplașamentul de lucru la sigul mal drept al lacului de acumulare al hidrocentralei Iporești pe Oltul Inferior.

În acest emplașament, proiectul prevedea realizarea cu instalație de tip KELLY a unui ecran de etanșare la adîncimea medie de 10 m, din beton de ciment preparat în fabrică cu dozajul de 225 kg/m^3 , iar grosimea ecranului să fie de 60 cm.

Pe baza cercetărilor întreprinse, autorul a venit cu propunerea de a realiza acest ecran de etanșare cu excavatorul cu prepararea betonului în tranșee, folosind aceeași cantitate de ciment prevăzută în proiect la m^2 , respectiv $225 \text{ kg.} \times 0,60 = 135 \text{ kg/m}^2$.

În urma obținerii avizului de aplicare a soluției de realizare cu excavatorul, în luna noiembrie 1984 a început execuția din punctul situat la km.5 + 810 m. unde coloana de apă în lac este prevăzută a fi de aproximativ 7,00 m. înspre amonte.

Execuția acestui ecran a durat pînă la data de 30 iulie 1985 cînd s-a ajuns la km.8 + 000 unde coloana de apă va fi de numai 3 m. Pe această zonă de lucru cu o lungime de 2.190 m. au fost realizate peste 20.000 mp. ecran de etanșare cu o grosime medie de 0,50 - 0,55 m.

Lista rezultatelor în urma determinărilor de laborator stit pe șantier, cît și la laboratorul central al întreprizei este deosebit de lungă, însă merită aici să se sublinieze că datorită dozajului relativ mare de ciment impus prin proiect de 225 kg/m^3 , precum și datorită necesității folosirii argilelor bentonitice

La prepararea noroiului s-a ajuns în urma unui mic număr de încercări la folosirea unui raport de 2 : 1 ciment/argilă.

Materialele aluvionare întâlnite la săperea tranșei au un fracționare 0 - 3 în proporție de 48 %, deci dacă folosim diagrama ternară, rezultă că ecranul va rezista la o presiune de serviciu de circa 4,5 atm. față de 0,7 (care este în realitate), se consideră că acest coeficient de siguranță astfel determinat a fost nejustificat de mare.

În urma analizei făcute de autor cu proiectantul lucrării: a rezultatelor obținute pe probele de beton argilos $R_c = 70 - 80 \text{ daN/cm}^2$ la vârsta de 90 zile și permeabilitatea de 4 - 6 atm. la următoarea lucrare s-a redus dosajul de ciment.

Următoarea lucrare care continuă și în prezent este ecranul de etanșare la digul ml stîng al lacului de acumulare Drăgănești în aval de Ipotești, zonă cuprinsă între km.4 + 00 - 7 + 55.

În acest amplasament condițiile de lucru sînt aproape identice cu cele de la Ipotești, respectiv procentul de 0 - 3 al aluviunilor în care se execută etanșarea este 42 % însă deși coloana de apă la km.4 + 000 va fi de 11 m. în lacul de acumulare, proiectul prevede același beton argilos dar cu 140 kg.ciment/ m^3 și 250 kg. argilă/ m^3 . Grosimea ecranului de beton argilos în tranșee = 0,70 m.

Introducîndu-se datele caracteristice terenului și dosajul prin raportul ciment/argilă, în diagrama ternară rezultă o sarcină hidrostatică admisibilă de 0,8 atm. Arătînd cele obținute proiectantului, acesta a preferat mărirea dosajului cu raportul 0,7 : 0,5 = 1,2, datorită executării săpăturii cu cupe de 0,5 m. lățime.

Lucrarea este în curs de execuție și are o suprafață totală de circa 24.000 m^2 din care sînt executate pînă acum (iunie 1986) 16.000 m^2 .

De menționat este că în ultimul timp (2 ani) echipele care lucrează nemijlocit precum și cadrele tehnice de supraveghere și control cunosc foarte bine tehnologia de lucru și nu mai este nevoie de studii amănunțite la începerea unei lucrări noi de etanșare sau chiar la schimbarea observabilă a caracteristicilor granulometrice ale marelui aluvionat, sesizînd imediat pe cei în drept pentru luarea măsurilor tehnice ce se impun.

**7.1.6. Realizarea unui ecran de etanșare la
Combinatul Chimic Hidia - Năvodari**

In vara anului 1978 pe platforma Combinatului Chimic Năvodari s-a impus realizarea unui ecran de circa 12 km. lungime și 6,0 m. adâncime, ecran care a trebuit să străbată un strat de nisipuri pe toată adâncimea. [66]

Soluția inițială pentru realizarea acestui ecran a fost realizarea unui perete subțire prin bătărea unor palplanșe succesive și introducerea materialului de etanșare prin injecțarea cu ajutorul unor țevi montate special pe palplanșe.

In condiții reale, această soluție s-a dovedit a nu fi aplicabilă având în vedere pe de o parte procentul extrem de mare de elemente metalice deformată în cursul operației de infigere iar pe de altă parte ritmul lent de realizare a ecranului (4 - 5 m/zi de lucru - respectiv 24 - 30 m²/zi).

Lucrarea a fost executată de unități de construcții - montaj ale M.C.Ind. care au apelat la T.C.H. șantierul Băbeni - Ionești, unde pe baza studiilor autorului s-a pus la dispoziție excavatorul D-141 N. echipat cu cupă îngustă și braț prelungit, inclusiv deservenții lui împreună cu un laborant, care în această perioadă lucrau la ecranul de etanșare la Băbeni.

Procedul de lucru a fost acela al executării ecranului de etanșare cu excavatorul cupă inversă, cu pregătirea materialului de etanșare direct în tranșee.

Materialurile folosite la prepararea noroiului, a fost humă de Medgidia (10 - 25 %) și lut loessoid (90 - 75 %).

În timpul programului de lucru s-au efectuat adaptări la noile condiții de lucru a rețelelor de preparare a noroiului, deoarece datorită dimensiunilor mici a granulelor s-a obținut în ultimă instanță un mortar argilos de etanșare.

Cu ocazia executării acestei lucrări s-a dovedit și confirmat și de un alt constructor că metoda de lucru studiată și prezentată este realistă și ușor aplicabilă, iar productivitățile fizice obținute sînt cu excavatorul T.C.H. (D.141 N) cît și cu un alt excavator S.1201 la care M.C.Ind. a modificat un braț și o cupă îngustă după modelul prezentat de autor, sînt mai mari

decît toate celelalte metode de etanşare folosite pînă acum, la noi în ţară, chiar la această primă lucrare executată de M.C.Ind. unde s-au realizat productivităţi de $6 \text{ m}^2/\text{oră}$ şi chiar mai mari.

7.2. VALORIFICAREA CONCOMITENTA CU O NOUA CERCETARE (TEHNOLOGIE CU INSTALATIE DE TIP KELLY CU FOLOSIREA MATERIALULUI EXCAVAT)

Ideea de folosire a materialului rezultat din excavarea tranşeei a fost aplicată şi la două lucrări cu caracter definitiv pe valea Olteului şi anume la lacul de acumulare al hidrocentralei Drăgăşani cu o suprafaţă de 18.000 m^2 şi la lacul de acumulare al hidrocentralei Ipoteşti cu o suprafaţă de 29.000 m^2 .

Lucrarea de etanşare executată la Drăgăşani este în exploatare din 1981 şi rezultatele comportării ei sînt de necontestat iar tehnologia de lucru încercată şi pusă la punct cu ocazia realizării acestei lucrări s-a dovedit productivă şi rentabilă.

Descrierea lucrării respective, tehnologia şi datele tehnice se prezintă în cele ce urmează :

Lucrarea de etanşare cu pereţi continui a fost executată pe o lungime de 1.800 m (km. 3 - 4 + 800) la digul mal stîng al acumularii Drăgăşani cu o suprafaţă totală de perete de 18.000 m^2 .

Proiectul întocmit de I.S.P.H. Bucureşti a prevăzut realizarea unui ecran de etanşare care să se execute cu instalaţia de săpat şanţuri tip ELSE (în prezenţa noroiului bentonitic), iar apoi umplerea tranşeei săpate cu un beton argilos (gel - beton) realizat din materiale locale cu un adaos de $100 \text{ kg. ciment/m}^3$.

În sens la care se face referinţa, elementele lucrării sînt următoarele :

- cotă coronament dig mal stîng	150,00 m.
- cotă N.N.R.	156,00 m.
- cotă pat ghidaj	148- 150,00 m.
- adîncimea medie a tranşeei	10,00 m.

- cotă strat impermeabil de încastrare 138 - 140,00 m.
- nivelul pinzei freatice 147,50 - 149,00 m.

Rezultă astfel sarcina hidrostatică la care va fi solicitată lucrarea de etanșare de max. 18 m. coloană de apă (măsurată de la zona de încastrare a ecranului de etanșare).

Caracteristicile fizico - mecanice ale materialelor din zonă sînt : zona de aluviuni ce trebuie străbătută de ecranul de etanșare are o adîncime de circa 10 m. și este constituită în general din materiale aluvionare a căror granulă maximă nu a depășit 70 mm. și aceasta cu totul și cu totul ocazional, întilnită în straturile de profunzime sau chiar la contactul cu nisipurile marnoase în care s-a încastrat ecranul de etanșare. În general curba granulometrică este continuă dar cu deplasare preponderentă în prima parte a curbei, deci cu conținut mare de material peano - pelitic.

Deoarece lipsește o instalație pentru prepararea betonului plastic de etanșare, precum și a timpului scurt de realizare, s-a experimentat și aplicat următoarea tehnologie de execuție:

- fază I - excavarea tranșeei cu instalația KELLY, în prezența permanentă a noroiului bentonitic.

Săperea s-a efectuat pe toată adîncimea inclusiv încastrarea în stratul considerat impermeabil constituit din nisipuri marnoase și pe panouri de 6 m. lungime. În tranșeele astfel săpate și plină cu noroi s-a adăugat ciment (adus în saci) conform rețetei stabilită și se omogenizează prin balbotare cu cupe instalației KELLY.

- fază II - din excavația unui panou apropiat s-a adus material aluvionar cu autobasculanta care s-a descărcat în tranșee, iar cu ajutorul instalației de săpat KELLY care se află la un panou apropiat se realizează (de 2 - 3 ori la un panou) omogenizarea materialului aluvionar cu noroiul liant. În acest fel excesul de noroi este dirijat prin patul de ghidaj la un alt panou în curs de săpare.

Rețeta folosită la prepararea noroiului a fost următoarea la m² de etanșare : 112 kg. argilă tixotropică (trasei sau hără) și 70 kg. ciment Hs.

Au fost prelevate probe de beton argilos astfel executat, urmînd ca în urma încercărilor la compresiune și permeabilitate să se evidențieze rezultatele.

În urma efectuării unor sondaje (descoperire laterală, prin săperea ecranului) s-a observat că amestecul este omogen, fără goluri, destul de bine consolidat, insensibil la apa freatică.

Se consideră că timpul de consolidare a gelurilor, respectiv încălzirea ecranului la capacitate nominală, să se facă după 3 luni de la turnare, timp în care consolidarea și stabilizarea gelurilor se consideră suficient de bine realizată.

Lucrarea a fost executată de colectivul lotului etanșări din cadrul șantierului Golești între 5 mai și 27 august 1980.

Programul de lucru a fost : 2 x 12 ore/zi (de luni - vineri) iar sâmbăta și sărbătorile legale au fost zile libere. Total zile lucrate a fost de : 20 în luna mai ; 21 în luna iunie ; 22 în luna iulie și 19 în luna august, adică un total de 82 zile lucrate.

În această perioadă au fost stagnări totale efectiv de 98 ore din lipsă ciment, energie electrică, ploai torențiale, etc.

Formația de lucru a fost formată din : 20 betonisti ; 13 deservenți utilaje ; 3 formație depanare ; 2 laboranți ; 2 maitri, adică total 40 persoane.

Utilajele folosite au fost : instalații de săpat șanțuri tip KELLY, montată pe excavator Voronej tip 1201 (3 bucăți) un buldozer S.1500 și o electropompă.

Cele 3 instalații KELLY au lucrat 82 zile x 24 ore x 3 = 5.904 ore, timp total disponibil de lucru, lucrând efectiv 4.681 ore, deci 78 %, iar buldozerul a lucrat 80 zile x 24 ore x 3 = 1.968 ore, timp total disponibil de lucru, lucrând efectiv 1.587 ore, adică 80 %, realizând o suprafață de ecran de 18.150 m²

Din datele prezentate, rezultă că s-au realizat 5,6 m²/om/zi la un număr mediu de zile lucrătoare/lună de 21, realizându-se 4.500 m²/lună cu 3 instalații.

Valoarea din deviz este de 360 lei/m², deci o productivitate valorică de 1.500 m² x 360 lei/m² = 540.000 lei/lună/instalație, iar pe muncitor de 38.500 lei/om/lună.

Conform documentației economice rezultă pentru 1 m² de ecran la săparea tranșei și betonare cu consum energetic de 57,865 KWh, iar la prepararea betonului un consum de 4,255 KWh, adică un consum total de 62,120 KWh/m².

Consumul realizat cu noua soluție a fost pentru excavatorul Voronej E.1256 de 96 KW, pentru malaxorul noroi - 38 KW și pentru pompă apă 2,8 KW, adică un consum total de 128,8 KW putere instalată.

Luind în considerare orele efectiv lucrate : 82 zile
x 24 = 96 ore stagnare = 1.872 ore.

$$\text{Consum specific/m}^2 = \frac{1.872 \times 128,8}{18.150} = 13,2 \text{ KWh/m}^2$$

Dacă facem o comparație economică, rezultă la 1 m²:

- preț deis	360 lei/m ²
- preț cost	200 lei/m ²
economie	<hr/> 160 lei/m ²

După realizarea lucrării, au rezultat următoarele :

- productivitatea realizată	1.500 m ² /instalație/lună
- consum de energie electrică	13,2 KWh/m ²
- preț cost	200 lei/m ²

toate aceste cifre sînt mai avantajoase decît oricare soluție constructivă cu instalații KELLY sau ELSB realizată pînă acum.

În ceea ce privește caracteristicile fizico - mecanice ale ecranului obținut, ele pot fi îmbunătățite prin simpla modificare a dozajului de ciment din amestec.

De asemenea, se cere ca asigurarea continuității lucrului fără pauză între schimburi asigură o productivitate sporită precum și o calitate superioară și fără intreruperi (resturi) mai ales la acest gen de etanșare.

Pe șantier s-a efectuat în permanență determinarea greutateții volumetrice a noroiului, pe timpul săpării tranșeei, rezultînd în urma a 246 determinări o medie de 1,14 daN/dm³.

După terminarea excavației tranșeei, cum s-a arătat se introduce în noroi cantitatea de ciment corespunzătoare unui panou și se realizează amestecarea și omogenizarea cu cupa KELLY a noroiului lient.

În urma acestei operații (introducerea cimentului și omogenizarea amestecului), greutatea noroiului a fost de 1,4 kg/dm³. De notat că lucrînd în zona de materiale nisipoase, noroiul conține și o parte din părțile fine ale materialului săpat.

Au fost prelevate probe din betonul argilos preparat în tranșee, în cuburi cu latura de 20 cm. păstrate 7 zile în tipar iar apoi în laborator în mediu uscat.

La vîrsta de 90 zile au fost încercate la compresiune obținîndu-se o marcă medie de 12,2 kg/cm² față de 10 kg/cm² cît prevede calculul de sarcini, deci un spor de 22 %. Dar rezistența

la compresiune interesează mai puțin, mai ales că metodologia de recoltare, păstrare și încercare nu este cea adecvată betonărilor argiloase.

Încercarea la permeabilitate și care ne interesează mai mult - a confirmat că toate probele au rezistat la 2 atm. deși și în acest caz încercarea făcându-se cu apă denaturează în minus cu cel puțin 50 % rezultatele. Se consideră că un spor de 30 kg. ciment la m^2 (deci în total $100 \text{ kg}/m^2$) de etanșare, o păstrare a probelor în mediu cu umiditatea de 70 - 90 % și o încercare la permeabilitate cu petrol poate conduce la o rezistență la permeabilitate de 4 atm. și o rezistență la compresiune de cel puțin $30 \text{ daN}/\text{cm}^2$.

7.3. ALTE VALORIFICĂRI A CERCETĂRIILOR ÎN ÎNTRERINȘI

Cercetările efectuate de autor au fost verificate în perioada ce a trecut de la începerea acestora în anul 1975 și până în prezent și astfel (deci prin aplicarea directă de către autor pe șantierele menționate anterior) dintre care se menționează

a) - Elaborarea primelor instrucțiuni tehnice de proiectare și executare a pereților murați pentru etanșare, instrucțiuni care deși sînt, încă interne și cu caracter de îndrumare pentru unitățile T.C.H. ele se folosesc și de alte unități, ceea ce au permis și permit extinderea studiilor făcute.

b) - Prezentarea concluziilor și ideilor de extindere a domeniului de dotare a excavatoarelor cu cupă inversă produse la Întreprinderea "Progresul" din Brăila, permițînd astfel M.C.I. p în formația I.C.P.A.I.U.C. din cadrul Catedrei de Drumuri și Fundații a Institutului Politehnic "Traian Vuia" Timișoara să elaboreze un studiu de dotare a excavatoarelor S 401 ; S.601 ;

S.801 ; S.1201 și S.3602 cu echipamente adecvate, studii concretizate în parte prin realizarea unor assemenea echipamente pentru unități ale M.C.I.-

c) - Extinderea procedurii și la alte genuri de lucrări de etanșare, realizate de unități din afara T.C.H., cum, ar fi unități ale M.C.I., I.C.I.M. Brașov - Grupul Târnăveni, etc.

d) - Publicarea în cartea "Pereți murași și berete" autori : M. Păunescu, I. Viță și C. Prioteasa, a multor elemente obținute în urma cercetărilor autorului, cartea aducându-și la rîndul ei contribuția la extinderea valorificării studiilor făcute.-

B. CONCLUZII CU PRIVIRE LA STUDIUL ÎNDEEPRINS SI CONTRIBUTIILE AUTORULUI

Tema abordată de autor face parte dintr-un domeniu de mare actualitate în ramura construcțiilor și îndeosebi a celor cu caracter hidrotehnic. Se poate însă afirma că nu numai lucrările cu caracter strict hidrotehnic necesită executarea unor ecrane dar și alte obiective industriale au nevoie de incinte etanșe, unele cu caracter provizoriu (pe perioada execuției), altele cu caracter definitiv. De aceea se consideră că problema pereților murași a căror destinație este numai de etanșare, poate și merită să fie studiată și aprofundată și în continuare în vederea simplificării tehnologiei de execuție, de folosire a materialelor locale, de creșterea a productivității fizice și nu în ultimă instanță pentru reducerea costurilor de producție.

Lucrarea abordează în principiu întregul proces de realizare a pereților murași pe faze tehnologice, materialele puse în operă, precum și aspectul destul de important de urmărire a calității lucrărilor executate prin încercare a probelor din lucrările realizate și desigur interpretarea rezultatelor obținute atât în experimentările făcute în saună naturală, cât și pe numeroasele lucrări de etanșare realizate.

Astfel, lucrarea tratează fenomenul de hidratare al argilelor tixotropice prin prisma forțelor electromoleculare și a necesității asigurării unui echilibru electrostatic al particulelor de argilă cu ioni electropozitivi generați de substanțele de adăug în amestec, spre exemplu cu silicat de sodiu.

Sunt abordate de asemenea problemele specifice ale marelui bentonitic - atât cele de stabilire a rețetelor, al preparării, cât și a calităților fizice pe care trebuie ca acestea să le aibă în procesul de realizare a pereților murași. În acest domeniu este de remarcat faptul că studiile întreprinse

asupra noroiului de foraj care ulterior devine liantul betonului argilos, conduce la concluzia că densitatea noroiului trebuie să fie cuprinsă între 1,2 - 1,4 daN/dm^3 , deci noroai grele - domeniu de lucru cu totul nou - ca și verificările de laborator și anume la verificarea densității acestuia. De asemenea, metoda propusă de realizare a pereților murați conduce nemijlocit la faptul că noroiul de foraj nu mai trebuie să fie curățat de impuritățile pe care le conține în suspensie - în cea mai mare parte prafuri și nisip - deoarece acestea prin greutatea lor specifică, măresc densitatea noroiului și ajută astfel la mărirea gradului de stabilitate al tranșeei.

Ideea de bază a lucrării este aceea de folosire integrală a materialului rezultat din excavația tranșeei la prepararea (împună cu noroiul de foraj), betonului argilos din care va fi constituit peretele murat. În acest fel se recuperează în totalitate noroiul bentonitic cu ajutorul căruia s-a executat excavația tranșeei, el constituind principala liant al betonului argilos, dar folosește și materialul rezultat din excavație, ca parte minerală, în betonul argilos. Realizarea amestecului se face tot în tranșee cu cupe excavatorului în timpul procesului de săpare, obținându-se după cum s-a arătat, un amestec foarte compact și suficient de impermeabil.

O altă realizare demnă de remarcă este modificarea echipamentului de săpat șanțuri, la excavații, în sensul prelungirii brațului pentru atingerea unor cote de profunzime cât mai adânci, precum și îngustarea lățimii cupei de săpat pentru obținerea unor ecrane de stângere cât mai reduse. Astfel, în urma acestor modificări s-au putut realiza șanțuri murați cu adâncimi de peste 12 m. și cu lățimi de 0,50 m., fapt ce are caracter de totală originalitate și noutate în acest domeniu de activitate.

Tehnologia de lucru stabilită până la urmă este foarte mult simplificată față de cea veche, deoarece necesită doar un excavator, o electropompă pentru apă și un mijloc de transport auto pentru betonul argilos. Ea nu necesită volum mare de muncă și nu necesită măsuri speciale de protecția muncii.

După cum a rezultat, procedeul de lucru realizat este poate cel mai productiv în acest domeniu, obținându-se realizări de până la 4.000 mp. cu un singur utilaj pe un front de lucru într-o lună lucrându-se în 2 schimburi de 10 ore.

Din punct de vedere economic este deseori foarte avantajos, rezultând costuri de producție de circa 200 lei/m² etanșare, la lucrări cu suprafețe mari de perete murt, aspect ce se înscrie pe linia cerințelor actuale.

Lucrarea a abordat și realizarea pereților murti cu folosirea integrală a materialului rezultat din excavație și prepararea amestecului argilos în trenșee cu instalații cu cupă de tip KELLY, iar prin exemplul de lucrare prezentat dovedește, că ideea și studiul au dat rezultate remarcabile în producție.

Lucrarea prezintă, în urma studiilor efectuate, o diagramă termică care ajută în faza de pregătire a producției la alegerea și stabilirea unei rețete de preparare a norofului argilos dar și la obținerea unui beton argilos cu anumite caracteristici de permeabilitate. Totodată se fac aprecieri critice la metodologia de laborator care se folosește la ora actuală pentru prelevarea, păstrarea și încercarea probelor de beton argilos, dar și la interpretarea rezultatelor obținute în urma acestor încercări, făcându-se cu această ocazie și propuneri concrete în acest domeniu, inclusiv metoda pentru determinarea calităților de permeabilitate pe lucrarea executată în teren.

Cum domeniul de lucru ales de studiu este acela al amestecurilor și betoanelor argiloase - plastice în compoziția cărora argila deține o pondere și un rol foarte important se consideră că aplicarea metodelor de păstrare și încercare a probelor de beton de ciment, pe betoane argiloase nu conduce la rezultate concludente asupra caracteristicilor materialului, cât și asupra comportării lui în exploatare.

Iată și argumentele : Păstrarea probelor de beton de ciment în bazine cu apă conduce în final la un spor de rezistență datorită hidratării suplimentare a granulelor de ciment, iar fenomenul de hidratare este cu atât mai puternic cu cât apa este mai curată. Păstrarea probelor de beton argilos în aceleași condiții de laborator într-un bazin de apă, de câte ori multe ori posibilă, nu accelerează fenomenul de consolidare a gelurilor și nici de îmbătrânire a acestora, din contră poate să conducă la dizolvarea unor săruși minerale conținute în agregatele ce compun amestecul de beton și în consecință la reactivarea argilei gelificate.

Deci mai ținem cont și de faptul că timpul necesar începerii consolidării betonului argilos este de 3 - 10 zile,

atunci considerăm că următoarea tehnologie ar corespunde într-o mai mare măsură cerințelor lucrării : prelevarea probelor de beton argilos în aceleași tipere - cuburi metalice 20 x 20 x 20 cm., păstrarea probelor în tipere în aer liber timp de 7 zile iar apoi să fie decofrate și păstrate în bazin cu noroi bentonitic similar celui preparat în tranșee timp de 2 sau 10 săptămâni, iar cu 7 zile înainte de încercare la 28 sau 90 de zile să fie scoase și păstrate în aer liber în condiții de umiditate de 70 - 80 %.

Încercarea la compresiune se poate face conform aceleiași metodologii ca la încercarea betoanelor de ciment, cu toate că la betoanele cu caracteristici fizice predominant plastice, rezistența la compresiune este o calitate secundară. Privitor la determinarea caracteristicii de etanșeitate putem afirma că actuala metodologie de încercare viciază sigur rezultatele obținute. Și la această încercare apa sub presiune reactivizează gelurile într-o măsură mai mică sau mai mare în funcție de mărimea raportului argilă/ciment (dar și în funcție de natura mineralogică a părților minerale infilante în timpul săpării și care sînt înglobate în acest beton argilos), mai ales că fenomenul fizic al încercării este de durată (8 - 80 ore).

Privitor la stabilitatea șanțurilor săpate în prezența noroiului bentonitic, pornindu-se de la diagrame de calcul al unor caracteristici fizice ale noroiului și tranșeei privind starea de echilibru prin extrapolare s-au determinat pe abscise curbe de calcul în condițiile folosirii noroaielor grele, cu densități ce depășesc $1,2 \text{ daN/dm}^3$. În acest sens trebuie făcută următoarea remarcă cu privire la metodele de calcul al stabilității tranșeei umplută cu noroi bentonitic și anume că schemele de calcul de la care se pleacă, precum și ipotezele de încărcare și acționare a forțelor active și reactive, sînt mult diferite deși uneori rezultatele obținute cu metode diferite dau rezultate apropiate. Cu toate acestea multe accidente tehnice de surpare a pereților șanțului excavat nu au putut fi explicate în mod clar cu ipotezele luate în calcul de fiecare metodă în parte ceea ce dovedește că fenomenul care se manifestă în tranșee nu este poate cunoscut în amănunțime și bineînțeles că nu este corect prins în calcul.

În acest sens se consideră că în absența testelor accidentele tehnice de surpări a pereților excavațiilor, de viață a fost numai și numai noroiul bentonitic ale cărui calități

tixotropice și caracteristicii fizice au fost necorespunzătoare pentru fiecare caz în parte. De aici și părerea că simpla punere față în față a împingerii pământului din taluz pe de o parte și împingerea noroiului cu o repartiție hidrostatică pe de altă parte nu va conduce la determinarea corectă a adâncimii critice a tranșei umplute cu noroi, pentru un caz dat și nici aflarea stării de siguranță a lucrării.

În realitate fenomenele care apar și se dezvoltă într-o tranșee umplută cu noroi bentonitic sînt complexe și conduc la următoarea stare de fapt: datorită porozității pământurilor din care este constituit taluzul, o parte din noroi pătrunde în aceste goluri, înlocuind apa din pori, dacă aceasta există, adâncimea de pătrundere fiind proporțională cu mărimea golurilor, viscozitatea noroiului, sarcina hidrostatică pe ambele fețe ale plinului de contact. S-a observat pe teren că acest fenomen de pătrundere al noroiului bentonitic este de 0,5 - 2 cm la materiale cu dimensiunile mici ale porilor și de pînă la 10 cm. în materialele străvionare grosiere. De remarcă faptul că în zone de umpluturi relativ recente unde gradul de afinare este mare, pătrunderea noroiului a atins chiar 20 cm., fapt ce conduce la concluzia că s-a sîsle pierderi mari de noroi ce apar în timpul lucrului sînt de fapt colmatari și umpleri de goluri sau fisuri ale straturilor străbătute cu tranșea. Acest noroi pătruns în porii unui material îl consolidează, iar gelurile de argilă înfiltrase ape freatice și minerale de diferite compoziții chimice care pot fi generatoare de ioni pozitivi cu sarcină electrică puternică care prin îndepărtarea învelișului de apă adsorbită de granule de argilă o saturează din punct de vedere al sarcinilor electrice, devine din hidrofilă, hidrofobă și de aici o stabilizare a gelurilor, deci o mărire a efectului de consolidare a terenului.

În continuare, acelaș fenomen se produce și pe pereții tranșei unde noroiul produce o captușire a acestora cu o crustă de noroi stabilizat, insensibil la apă și destul de rezistent la solicitările mecanice, deoarece la mișcările brațului și cupei excavatorului în tranșee, noroiul în mișcare, nu reușește să-l degradeze. S-a observat că fenomenul de captușire cu această crustă de noroi este proporțional și cu densitatea noroiului, formîndu-se cruste de 0,5 - 2 cm., iar pentru noroie cu densitatea de 1,4 kg/dm³ și la prepararea cărora s-a folosit silicat de sodiu s-au obținut cruste în grosimea de pînă la 4 cm. În general

în această zonă de contact între cele două medii diferite, noroiul bentonitic pe de o parte și pământul cu apă freatică de pe altă parte, apar și se dezvoltă o multitudine de fenomene fizice și electrochimice, puțin cunoscute și studiate până acum care conduc în final la consolidarea acestei zone, la formarea unei zone de material care din punct de vedere geotehnic diferă foarte mult de celelalte două care inițial au fost în contact și care datorită acestui contact au creat-o.

S-a făcut această descriere a fenomenului produs în tranșee pe timpul săpăturii pentru a pregăti următoarea afirmație: toate metodele de calcul a stabilității tranșeei nu au ținut cont de această zonă de teren noi creată, zonă care joacă un rol de membrană elastică între cele două medii diferite noroi și teren.

Plecând deci de la existența certă a acestei membrane diferite și ea funcționează de caracteristicile fizico - mecanice distincte, se poate completa schema statică cu împingerea pământului dintr-o parte și reacțiunea noroiului considerată hidrostatic din cealaltă parte, se poate deci calcula această membrană ca rezemată pe mediu elastic (și el definit de constante elastice a pământului) iar ca o condiție limită de contur fiind efectul de boltă ce se manifestă în mod sigur la cele două limite de lungime ale penoului.

Se consideră această problemă demnă de studiat și de aprofundat în ceea ce privește multitudinea de fenomene intime care apar și se dezvoltă pe pereții tranșeei, dar mai ales pentru a determina cu o precizie mult mai mare stabilitatea generală a șanțului săpat în prezența noroiului bentonitic.

Temă cercetată care a avut la bază ideea folosirii integrale a materialului rezultat din excavație, precum și prepararea betonului argilos în tranșee cu acelaș urilaj cu care se sapă, chiar în timpul efectuării săpării, completată pe parcursul cercetării cu ideea prelungirii brațului și modificării cupei excavatorului și-a dovedit viabilitatea și rentabilitatea în urma realizării cu această metodă a peste 100.000 m² pereți murați la diferite lucrări care la ora actuală sînt în exploatare și dau rezultate foarte bune.

Informativ se prezintă mai jos câteva costuri rezultate din lucrările făcute și anume :

- perete mural realizat cu excavator cupă inversă
cu adîncimea 4 - 8 m. realizat din beton de ciment 500 lei/m²

- idem, folosind beton argilos preparat în stații de beton centralizat	300 lei/m ²
- idem, folosind beton argilos preparat direct în tranșee	200 lei/m ²

În consecință, lucrarea prezentată aduce o însemnată contribuție la diversificarea tehnologiilor de realizare a pereților murați, la diversificarea gamei de mașini și utilaje de se folosea în mod curent pentru realizarea acestora, precum și la stabilirea metodelor de prelevare a probelor de beton argilos, păstrarea, încercarea și interpretarea rezultatelor obținute.

Față de diversitatea condițiilor de aplicare și verificare a studiilor și soluțiilor elaborate sub aspectul destinației lucrărilor cu caracter nămi de etanșare și cu folosirea integrală a materialului rezultat din excavarea tranșeei la prepararea betonului argilos de etanșare, se consideră că lucrarea tratează o gamă cuprinsătoare de probleme care prin evidențierea ariei largi de aplicabilitate a pereților murați în domeniul construcțiilor, reprezintă un punct de plecare pentru popularizare, dar și de continuare a studiilor de realizare mai economică și de folosire la o scară mai largită și acestui gen de pereți murați.-

B I B L I O G R A F I E

- 1.- ALEXE A , LUNTEANU M. - Barete pentru fundarea construcțiilor -
A.V-a Conferința Națională de Geotehnică
și Fundații. Vol.II. pag.293
- 2.- BALLY R.- Procédes modernes pour exécution des infrastructures
constructions hydrotechniques. Synthèse documentaire,
C.I.D.H.- 1973
- 3.- BAUDEAU P., ZYGLER M.- Les betons de parois moulées. Ministère
d'une bétonnage. In Bull.Liaison
Lab Ponts et chaussées.France 86
nov. - dec. 1976
- 4.- BAUER K.- Folosirea frezii Bauer la realizarea pereților murați
in. TIEFBAU BERUFGEGENOSSENSCHAFT - Nr.10 - oct.1985
- 5.- BELL I., OPREANU C. IESAN E.- Chei fundat pe pereți murați
din elemente prefabricate cu
barete transversale (pag.86)
Simpozion IPTANA Bl.
- 6.- BIAREZ J.- Equilibre limite des talus et barrage en terre, In :
Annales de l'ITBTP, Paris, jul.- aug.1965
- 7.- BIENVENU C.- Utilisation des parois murales in les grands
travaux "Electricité de France" - Travaux 428/1970
- 8.- BONAFOUS P.- Analyse des écrans de soutènement. Calcul classique
et calcul elastoplastique. In: Construction, Paris
febr.1976, p. 78 - 82
- 9.- BUTOV I.E.- Perfectionnement de la technologie de réalisation des
parois murales par le procédé des parois tournées in
terren. In : Osnovniia, fundamenti i mekhanika
gruntov, nr.6 U.F.S.S. 1979 pag.5-8.
- 10.- CAQUOT A. et KESTERL T.- Traité de mécanique des sols,
Bucaresti, Editura Tehnică 1968.
- 11.- CALLEFORT H.- Les betons de parois moulées. Bull Liaison Lab.
Ponts et chaussées - France - 86
Nov. - dec. 1976

- 12.- CARON C. - Perennite de systems argile - ciment ou bentonite - ciment. In : Construction nr.10, Paris oct.1972 pag. 291 - 296.
- 13.- CARON C. - Un nouveau style de perforation : la Boue autoduissable. In : Annales de l'ITBTP nr.11 Paris, nov. 1973, pag. 1 - 47
- 14.- CIJEVSCHI MARIA, RAILLANU P.,
PATELLI T. și HERGHELEGIU C.- Pereți mulați utilizați ca
ecrans etanșe la tuneluri -
scumbitor de apă pentru extin-
derea secției de țevi sudate la
o uzină metalurgică. A II-e Confe-
rință de geotehnică și fundații
Timișoara, septembrie 1973
- 15.- CIORTAN R.- Infrastructuri din pereți mulați pentru căile de
rulare ale macarurilor de mare capacitate din,
centierele navale Constanța și Meggala (pag.101)
Simpozion IPTANA 1981
- 16.- COLAS FRANCS E.- Le développement parois moulees. Chantiers
de France nr.82/1976
- 17.- DESCOURDES J. - Paroi moule coffre. VII-eme Congres
International Mexico - 1969 (Fundații)
- 18.- DOBESCU Gh., PIHULESCU Z.- Tehnologie de execuție a fundațiilor
pe bareta. A V-e Conferință Națională
de geotehnică și fundații Vol.II
pag. 314
- 19.- DUMITRESCU N., POHA V.- Pereți mulați din elemente prefabricate
de beton armat pag.119.Simpozion
IPTANA - 1981
- 20.- DUPEUPLE P.și GILLARD J.- La paroi prefabrique, procede
"PREFASIF" In : Travaux, mai 1971.
- 21.- ENESCU C.- Aplicarea tehnicii noi pentru realizarea ecranului
de etanșare la lucrările hidrotehnice de la
Rovinari, In : Hidrotehnica nr.7, 1968
- 22.- FAFES R.- Calcul de rideaux de paroi moulees. In: Travaux
dec. 1971, pag. 38 - 46
- 23.- FEROUX J.- Execuție săpăturilor de fundații în zone urbane -
TRAVAUX - Aug. - Sept. 1971

- 24.- BENGUX G.Y.- Applications de la paroi prefabrique "PANASOL".
In : Travaux dec.1971, pag.24 - 31.
- 25.- FILINON E.- Mecanizarea lucrărilor de fundații. Sinteză
documentară, CDCAS - 1973.
- 26.- GANCEV I.- Perdele antifiltrante în terenuri fără coeziune.
Ghidrotehnică Științifică Științifică nr.7/1972 pag.42 - 45
- 27.- GAUVENOT D.- Stabilite des tranchées forcées à la bombe. In :
Travaux, martie 1973, pag. 28 - 35.
- 28.- GHITA G., AȘTELEANU I.
și BOTA A. - Unele observații privind tehnologia de realizare
a pereților mulsți edinci. Cea de XVI-a Sesiune
de comunicări a D.D.P.Timisoara, 21 - 22
noiembrie 1980
- 29.- HAJNAL I., HARTON I.
și BEGELE Z. - Resfalak epitesse. Budapest, 1978
- 30.- HEIFET V.- Pereți subțiri antifiltranți - în Ghidrotehnică Științifică
Științifică nr.3/1973
- 31.- HERBERT F.- Foundationnez parois moulees. In : Travaux oct.1973
- 32.- HERBERT F.și PRAT A.- Les parois moulees dans les ouvrages de
Manicouagan - Canada. In : Travaux,
ian. 1974, pag. 49 - 51.
- 33.- JERBEV O., SEIMBLUM V.- OPTI SCORUJENIA
Protivofiltracionnih diafrega "Stena V.Grunte" în
Ghidrotehnică i Melioratie - URSS - 1/1985
pag. 34 - 38.
- 34.- LIUDKOVSKI I.- Rezistențe betonului și aderențe armăturii cu
betonul în construcțiile de tipul "perete turnat"
(în limba rusă) în Beton i Jelesbeton URSS nr.12/
1980
- 35.- MAIOR N.și PAUNESCU M.- Geotehnică și fundații. București.
Editura Didactică și Pedagogică 1973
- 36.- MANOLIU I., DIMITRU D.
GHEORGHIU H. - Fundații pe barete la o construcție indus-
trială din capitală. A V-a Conferință de
geotehnică și fundații - Septembrie 1979

- 37.- MANOLIU I., DOBRESCU Gh. - Beretele scurte, un sistem eficient de fundare pentru construcții civice și industriale. A V-a Conferință Națională de geotehnică și fundații Vol.II, pag.349
- 38.- MANOLIU I., DOBRESCU Gh., PAUN E.- Verificarea și încercările de probă a capacității portante a beretelor pe amplasamentele citorva construcții industriale. A V-a Conferință Națională de geotehnică și fundații. Vol.II, pag.340
- 39.- MANOLIU I., DOBRESCU Gh., DUMITRIU D.- Unele aspecte privind introducerea și extinderea sistemului de fundare pe berete în țara noastră - Revista Construcții nr.5/1979.
- 40.- MARINESCU C., DRAGOMIR N.- Berete din beton slab armat executate pentru consolidarea terasamentelor la lucrări de drumuri. Simpozion IPTANA 1981, pag.257
- 41.- MARINESCU C.- Caracteristici funcționale și constructive ale lucrărilor ce folosesc berete din beton la construcțiile pentru transporturi. Experiențe proiectării, execuției și urmăririi în exploatare (pag.11) Simpozion IPTANA - 1981
- 42.- MARȘE I.- Utileaje pentru execuție pereților murați. Travaux 430/1970.
- 43.- MARȘE I.- Utileaj pentru execuția pereților murați. In : Travaux nr.430 ian. 1971
- 44.- MIHAI B., CETATEANU M.- Infrastructuri pentru poduri de C.F. și șosea realizate pe berete de beton armat - Sesiune științifică a Institutului Politehnic Cluj - Nepeș - oct.1978
- 45.- MIHAILESCU St.- Mașini de construcții - Institutul de Construcții București - 1973
- 46.- MÜLLER I.V., DECHEND D.- Bestimmung der vertikalen Tragfähigkeit von SOB - Pfählen ins nichtbindigen Baugrund Bauplanung. Bautechnik nr.9/1974

- 47.- PAUNESCU N., VIBA I., PRIOTEASA C.- Pereți mulați și barete.
Editura Tehnică 1985
- 48.- PAUNESCU M., BOLDUREANU I., BELBA Gh., JAR M. și
POȘU I., cu colaborarea PRIOTEASA C.- Executarea unei cuve
subterane prin folosirea pereților de
etanșare. Cea de a VI-a Sesiune de
comunicări a D.D.P. Timișoara și C.D.P.
Timișoara, 21 - 22 noiembrie 1980
- 49.- PETZEANN E.- Metode de execuție și utilaje folosite la cons-
trușia metroulor. Baumaschine und Bautechnik
(B.F.G.) nr.2/1971.
- 50.- POP V., TRIDA I., MUREȘAN F., TINCOCĂ P., PIRCALAB I.- Fundații
de adâncime pe pereți mulați - Revistă științifică
a Institutului Politehnic Cluj - Raport - oct.1978
- 51.- PRIOTEASA C.- Tehnologii de realizare a pereților mulați. Refer-
at în cadrul doctoratului, Catedra de drumuri și
fundații a Institutului Politehnic "Traian Vuia"
Timișoara, 1979.
- 52.- PRIOTEASA C.- Ecrane de etanșare în materiale aluvionare cu
folosirea integrală a materialului rezultat din
excavare. În : Mecanizarea Construcțiilor nr.2
1980 - pag.13
- 53.- ROGERS W.- Compoziția și proprietățile fluidelor de foraj.
Editura Tehnică - 1969
- 54.- ROSSIENOL P. și GENIN M.- Calculs de rideaux de parois moulées
avec le Programme "PAROI". În : Travaux
dec. 1973, pag. 65 - 67.
- 55.- SCHNEBELI G.- Parois moulées dans le sol, Paris, Editions
Eyrolles, 1972
- 56.- SCHNEBELI G.- La stabilité des tranchées profondes foreées
en présence de boue. În: La Houille Blanche
nr.7 - 1964
- 57.- SEIBULESCU C. și ENESCU G.- Folosirea în R.E.F. a pereților
de beton turnați în sol pentru execuție ecran-
lor de etanșare a fundațiilor hidrotehnice. A
III-a Conferință de geotehnică și fundații,
Timișoara, septembrie 1975.

- 58.- SLIWINSKI Z., FLEMING W.- Practical considerations affecting the construction of diaphragm wall; Institution of Civil Engineers London 1975, pag. 1 - 10
- 59.- SOELING E.- Construcții cu ajutorul pereților mulați în teren. In Baumaschine und Bautechnik nr.2/1971 - R.F.G.
- 60.- STANCIULESCU I. și ATHANASIU C.- Influența parametrilor de calcul asupra solicitărilor pereților mulați ca elemente de sprijinire. A VI-a Conferință de geotehnică și fundații Iași, 3 + 5 sept. 1979, Vol.II p.III 70 - III. 1980
- 61.- STOICOVICI E., TINIS V.- Contribuții la studiul bentonitelor din România - în Revista Materiale de Construcții nr.3/1977
- 62.- TATU D.- Betone cu adăus de cenuse pentru ceram de etanșare. Materiale de construcții nr.2/1986 pag.77 - 83.
- 63.- TECUCI I., BRATIANU Gh., PRIOTEASA C.- Acumularea de apă Golești pe riul Argeș, pag. 371 - 376.
- 64.- VEDEB Gh.- Resultats d'essais sur le comportement des suspensions de bentonite dans les tranchées VII Congres International Mexico - 1969
- 65.- VENET R.- Digul Rezawa (Iran). Realizarea unui ceram de etanșare - Travaux 430/1971.
- 66.- VITA I.- Contribuții la mecanizarea lucrărilor de execuție a pereților etanși turnați în pământ. Teză de doctorat. Institutul de construcții București - 1979
- 67.- WEISS F.- Stabilitatea prin fluide a pereților. In Bauingenieur praxis, Heft 70 München Editura Wilhelm Ernst 1967
- 68.- WINKLER C.- Realizări și perspective în execuția elementelor subterane ale construcțiilor hidrotehnice în R.S.R. cu ajutorul noroiului bentonitic. A II-a Conferință de geotehnică și fundații București 1971.
- 69.- x x x - Construcția pereților mulați prin metoda ELSE - Broșura Comentation (Anglia).

- 70.- x x x - Execuția ecranelor subțiri - Notiță descriptivă a procedurii Solstenohs - Franța
- 71.- x x x - ICECHIE București - 1965 - 1970.- O serie de Studii tehnice și economice privind cunoașterea și valorificarea bentonitelor din țară.
- 72.- x x x - INSTITUTUL DE PROIECTARE PENTRU CONSTRUCȚII INDUSTRIALE
Indrumător pentru executarea pereților subțiri sub protecția de noroi bentonitic. Proiect nr.7301 nov.1980
- 73.- x x x - INCERC - Studii și cercetări privind verificarea calității ecranelor de etanșare și urmărirea execuției lucrărilor de amenajare hidro a râului Olt în sectorul Avrig - Făgăraș - Aprilie 1986.
- 74.- x x x - Indrumător pentru execuție și recepția fundațiilor. Capitolul 7.Execuția lucrărilor prin procedeu "pereți turnați" (în limba rusă).Stroizdat, Moscova 1977.
- 75.- x x x - Instrucțiuni provizorii pentru proiectarea pereților portanți și a ecranelor antifiltrante executate prin procedeu "pereți turnați" SN 477 - 75 (în limba rusă) Stroizdat, Moscova 1976.
- 76.- x x x - O metodă rapidă de executare a ecranelor înguste.
World Construction (SUA), mai 1970
- 77.- x x x - Forare Tone Boring B# - Travaux 452/1971
- 78.- x x x - P.106 - 79. Instrucțiuni tehnice pentru proiectarea și executarea barețelor pentru fundarea construcțiilor. Indicativ publicat în Buletinul construcțiilor, vol.8 1979.
- 79.- x x x - DIN 18501 - 79 - Prescripții generale pentru lucrări de foraje în construcții (B.F.G.)
- 80.- x x x - STAS 8305 - 1973 - Bentonite activate pentru fluidele de foraj.
- 81 - x x x - STAS 9874 - 74 - Bentonite - metode de încercare.