

INSTITUTUL POLITEHNIC „TRAIAN VUIA” DIN TIMISOARA
FACULTATEA DE CONSTRUCTII

Ing. SCHEIN TADEUS

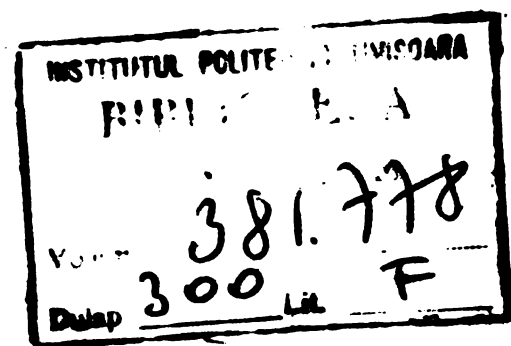
CONTRIBUTII LA STUDIUL SI
REALIZAREA FUNDATIILOR INDIRECTE
EXECUTATE CU UTILAJE VIBRATOARE

TEZA DE DOCTORAT

BIBLIOTECA CENTRALĂ
UNIVERSITATEA "POLITEHNICA"
TIMIȘOARA

CONDUCATOR ȘTIINȚIFIC
Prof. dr. ing. PAUNESCU MARIN

1980



P R E F A T A

În ultima perioadă de timp în lume a apărut tendința, justificată de altfel, de a repartiza sectorului de construcții montaj suprafețe de teren construibil, care de regulă constituie terenuri dificile din punct de vedere al realizării fundațiilor prin procedee clasice de fundare.

Urmare acestui fapt în prezent există preocupări intense ale specialiștilor atât din țară cât și din străinătate de a găsi soluții moderne eficiente din punct de vedere tehnico-economic în ceea ce privește fundarea în condiții dificile de teren. Una din soluțiile capabile să depășească dificultățile tehnice produse de condiții necorespunzătoare de teren este soluția de fundare indirectă pe piloți scurți executați pe loc.

Tematica abordată constituie așadar o problemă de actualitate încadrându-se în prevederile Congresului al XII al P.C.R. privind sporirea eficienței în toate sectoarele economiei naționale, implicit și în cadrul sectorului de construcții montaj prin aplicarea unor soluții constructive superioare, prin mecanizarea și industrializarea lucrărilor de construcții, creșterea productivității muncii, pe lângă asigurarea unei noi calități a producției.

Fără pretenția unor rezolvări spectaculoase, într-o problemă în care sînt anafajate forțe ingineresti și de cercetare puternice, cu metodologii și procedee bine înrădăcinate în practica inginerescă și deci devenite clasice, s-au încercat unele studii, cercetări experimentale și rezolvări tehnice care au avut ca scop definitivarea respectiv elaborarea unor tehnologii de execuție a piloților scurți executați pe loc beneficiind de avantajele pe care le aduce aplicarea tehnicii vibrării la lucrările de fundații.

Căutările în timp, răspunsurile obținute la unele întrebări pe care în mod evident ni le-am pus, sesizarea unor aspecte noi definitorii ale problematicii abordate, precizarea domeniului de aplicabilitate cât și reliefarea unor aspecte ce urmează să constituie puncte de plecare pentru noi căutări, reprezintă în esență activitatea depusă și care se dorește ca o contribuție eficientă în cadrul efortului comun de a rezolva problema pusă de realitate și anume de a rezolva fundarea construcțiilor în condiții dificile de teren.

Pe întregul interval în care s-au desfășurat studiile, cercetările experimentale, activitatea de elaborare a tezei, autorul a beneficiat de sprijinul și îndrumarea competentă a conducătorului științific, prof.dr.ing. Marin Păunescu, cărui îi exprimă și pe această cale profunde recunoștință și considerație. De asemenea autorul mulțumește tuturor celor care l-au sprijinit la realizarea tezei de doctorat.

CAPITOLUL 1

INTRODUCERE. STADIUL ACTUAL AL PROBLEMEI

1.1. Preocupări ale specialiștilor în problema fundării indirecte pe piloți

În sectorul de construcții montaj, ca de altfel în toate sectoarele economice de bază, efectuarea unor lucrări în condițiile realizării unor indici tehnico-economici cât mai ridicați, a stat și stă în atenția specialiștilor din sectorul respectiv.

Activitatea din construcții (avînd în vedere avîntul considerabil pe care l-a cunoscut în ultimile decenii), necesită o permanentă investigație care să facă posibilă realizarea unor lucrări în domeniu, de maximă eficiență tehnico-economică.

Dacă pentru lucrările din suprastructură se pare că s-au atins indici tehnico-economici buni sau chiar foarte buni, la lucrările din infrastructură acest lucru nu a fost posibil și aceasta datorită unor cauze mai mult sau mai puțin obiective, dar și a unora subiective.

În general volumul de investiții alocat realizării unei construcții este grevat în procent de 10%-15% de lucrările aferente infrastructurii, procent care poate să crească pînă la 25%-30% în cazul realizării lucrărilor de infrastructură în condițiile nefavorabile generate de un teren de fundare necorespunzător din punct de vedere al caracteristicilor fizico-mecanice. Gama de dificultăți tehnico-economiche inerente pe care le aduc condițiile necorespunzătoare de teren cu ocazia realizării lucrărilor de fundații prin procedee clasice impun în cele mai multe cazuri soluții speciale de fundare, soluții a căror eficiență tehnico-economică se justifică tocmai datorită existenței acestor condiții deosebite care însă pot avea implicații negative în timpul și după execuția lucrărilor de fundații prin procedeele clasice cunoscute.

Una din soluțiile speciale, capabilă să depășească dificultățile tehnice produse de condiții necorespunzătoare de teren a fost și este soluția de fundare pe piloți.

Soluția de fundare pe piloți scurți care a fost considerată mult timp ca o soluție specială de fundare, la care criteriul economic avea o importanță secundară este astăzi soluția aplicată în mod curent și cu eficiență tehnico-economică ridicată la

construcțiile de locuințe, social culturale cât și industriale, evident în condițiile de teren unde se pretează.

Preocupările în acest domeniu, căutarea de soluții economice a variantei de fundare pe piloți, sînt generate de necesitatea de a găsi soluții moderne și economice la multiplele probleme generate de execuția lucrărilor de infrastructură, în marea diversitate a condițiilor de teren ce pot fi întîlnite în practică.

Se poate afirma că în momentul de față preocupările în domeniul tehnicii fundării pe piloți sînt orientate în următoarele direcții:

- Perfecționarea tehnologiilor existente și elaborarea unor noi tehnologii;
- Perfecționarea și elaborarea unor utilaje specializate;
- Perfecționarea metodicii de calcul a capacității portante a piloților cît și a fundațiilor pe piloți.

Perfecționarea tehnologiilor existente a utilajelor folosite pentru realizarea piloților a fost dictată în primul rînd de aspectele economice ale problemei și în al doilea rînd de aspectele tehnice de specialitate astfel încît să se asigure realizarea unor lucrări de bună calitate, într-un timp scurt și cu cheltuieli minime.

În ultimii 15 ani preocupările specialiștilor în domeniul tehnologiilor de lucru s-au caracterizat printr-o activitate de diversificare a acestora în scopul satisfacerii întregii game de posibilități de aplicare dictate de condițiile obiective de teren. De asemenea unul din obiectivele de bază care s-a urmărit și se urmărește în această activitate este acela ca prin perfecționarea tehnologiilor existente respectiv prin noile tehnologii elaborate să se reducă considerabil consumul de manoperă, consumul de materiale, consumul de energie, pe lîngă o creștere marcantă a productivității muncii la lucrările de infrastructură.

Urmare acestui fapt în prezent există în lume o gamă foarte variată de tehnologii de realizare a piloților respectiv a fundațiilor pe piloți, fiecare tehnologie fiind caracteristică unei anumite etape de dezvoltare tehnică a lumii contemporane pretîndu-se în condițiile îndeplinirii parametrilor tehnico-economici maximi, numai în anumite situații caracteristice de teren.

În mod evident ca urmare a perfecționării tehnologiilor existente cît și a elaborării unor noi tehnologii, au fost diversificate tipurile de piloți cît și materialele din care se execută

piloții, aceasta în ideea adaptabilității unei anumite tehnologii, la condițiile concrete de teren [31] [43] [14] [112] [47].

În ceea ce privește tipurile de piloți, marea lor diversitate ca formă, mod de realizare cât și aspectele tehnico-economice ce intervin, au rezultat ca urmare a tendinței continue ce se manifestă în direcția industrializării lucrărilor de fundații, în condiții dificile de teren în special în țările dezvoltate din lume [14], [112], [17].

În mod firesc industrializarea lucrărilor de fundații pe piloți, creșterea gradului de industrializare a lucrărilor din infrastructură a dus și duce la o preocupare continuă a specialiștilor în direcția perfecționării utilajelor existente respectiv a elaborării unor noi utilaje [94], [17], [30].

Tendința care se manifestă astăzi în această direcție și în special în cazul piloților turnați pe loc este aceea de a crea utilaje cu mai multe posibilități de utilizare, în sensul că acestea să fie concepute astfel încât să poată lucra după unul sau altul din principiile de lucru cunoscute, în funcție de condițiile de teren, de dimensiunile piloților cât și de posibilitățile reale de organizare eficientă a lucrărilor [17].

O altă tendință, de altfel cu implicații economice favorabile, este aceea de a crea echipamente specializate de lucru destinate operațiilor de forare, echipamente ce pot fi montate pe excavatoarele folosite în mod curent pe șantierele de construcții [30], [38].

Principial noile tipuri de utilaje, echipamente pentru realizarea piloților turnați pe loc nu se deosebesc de cele cunoscute, decât printr-o serie de modificări cantitative a parametrilor tehnici (consum de combustibil, consum de energie electrică, sisteme de deplasare, dimensiuni, posibilități de realizare a piloților înclinați etc.).

Crearea unor utilaje care să poată fi folosite pentru realizarea piloților turnați pe loc cât și la lucrări de explorări geologico-ingineresti, constituie o altă direcție de preocupare a specialiștilor din domeniu [105].

În ceea ce privește aspectele de calcul a fundațiilor pe piloți, respectiv a capacității portante a piloților, cercetătorii, specialiștii din domeniul geotehnicii și a fundațiilor au avut preocupări intense atât teoretice cât și experimentale, reușind în mare măsură să răspundă la problemele puse de una din cele mai vechi teme din domeniul fundațiilor pe piloți și anume "CAPACITATEA PORTANTA A PILOTILOR".

În ultima perioadă, în literatura tehnică de specialitate sînt prezentate o serie de metode teoretice de estimare a capacității portante [6],[40],[48],[79],[10],[11], metode care prezintă însă neajunsul că admit unele simplificări ale fenomenelor complexe ce iau naștere în procesul de transmitere a încărcării exterioare terenului prin intermediul pilotului pînă la stingerea "încărcării critice".

Ca urmare și în prezent cu ajutorul relațiilor teoretice de calcul se obțin valori ale "încărcării critice" foarte diferite de cele obținute prin încercări în teren a piloților de probă.

În ultimii zece ani o serie de cercetători au încercat să reducă acest decalaj dintre valorile "încărcării critice" obținute cu ajutorul relațiilor teoretice de calcul, respectiv a celor obținute prin încercări de probă, introducînd în relațiile de calcul o serie de coeficienți de corecție [7],[24],[25]. Cu toate acestea domeniul de aplicabilitate a acestor relații este destul de limitat.

Totuși în prezent există preocupări în direcția obținerii unor factori de corecție prin calcule pe modele analogice și corelarea rezultatelor obținute din calcul cu cele obținute din încercări în teren a piloților de probă.

În ultimii 4-5 ani au existat preocupări ale specialiștilor în direcția aplicării metodei de calcul pe baza teoriei elementelor finite și la calculul capacității portante a piloților [72], [108],[11]. Dar se poate afirma că în prezent gradul de aplicabilitate al procedurii de calcul, de altfel ireproșabil din punct de vedere matematic, nu este încă suficient verificat prin compararea rezultatelor obținute pe cale teoretică cu cele obținute pe cale experimentală. În altă ordine de idei cel puțin în prezent, datorită unor cheltuieli ridicate de programare cît și a unei utilități relativ reduse pentru practică, metoda nu are încă un câmp de aplicabilitate extins[85].

Pe lângă aceste preocupări de stabilire a unor metode de calcul teoretice, pentru determinarea "încărcării critice" a piloților, încă din anul 1936 au existat preocupări pentru elaborarea unor procedee de investigare și determinare a încărcării critice a piloților cu ajutorul sondării prin penetrare standard și penetrare cu con.

În prezent datorită unor preocupări asidue în acest domeniu [77],[95],[110],[102],[49], au fost clarificate o serie de probleme importante ale determinării capacității portante a piloților pe baza sondajelor prin penetrare și anume: în anul 1936 în

Olanda a fost construit primul penetrometru static și a fost elaborată prima metodă de determinare a încărcării critice a unui pilot purtător pe vîrf.

Meyerhof elaborează în anul 1956 prima metodă pentru calculul "încărcării critice" a piloților purtători pe vîrf folosind rezultatele încercărilor cu penetrometrul dinamic standard. El consideră pentru prima oară o zonă limită activă a pilotului care este funcție de diametrul pilotului [42].

Van der Veen [102] ia în considerare pentru prima dată la calculul "încărcării critice" a piloților purtători pe vîrf, volume de alunecare situate deasupra și sub vîrfurile pilotului.

În anul 1963 de Beer dezvoltă teoria existentă pînă atunci pentru determinarea "încărcării critice", luînd în considerare o zonă activă ce depinde de diametrul pilotului și rezistența terenului [85].

Berezanțev (1966) face prima propunere de calcul numeric pentru prelucrarea rezultatelor penetrării, ținînd seama de starea de tensiuni și modificările terenului din jurul pilotului [6].

În anul 1964 de Beer, ia în considerare pentru prima dată influența tehnologiei de execuție a piloților turnați asupra încărcării critice prin admiterea unor coeficienți de micșorare a încărcării critice [85].

Trofimenkov [100] publică pentru prima dată în anul 1974 elemente privind o nouă metodă aplicată în Uniunea Sovietică pentru determinarea sarcinii critice pe baza presiunii totale de penetrare.

Meyerhof își îmbunătățește metoda sa (1976) prin luarea în considerare a unui coeficient de frecare distinct pentru piloții prefabricați respectiv turnați la fața locului [40].

În literatura de specialitate sînt menționate peste 25 de metode pentru determinarea încărcării critice folosind sondajele prin penetrare din care 22 de metode folosesc datele obținute prin penetrare statică (21 de metode folosind rezistența de penetrare pe con și 1 metodă rezistența totală de penetrare) și 3 metode datele obținute prin penetrarea dinamică standard [85].

Referitor la posibilitățile de aplicare a penetrometriei statice pentru determinarea "încărcării critice" se poate afirma, evident pe baza studiilor făcute, că acest procedeu întrunește suficiente elemente pozitive care să-i confere întrebuințarea în scopuri practice.

Ou toate succesele obținute în direcția aplicării sondajelor prin penetrare, pentru determinarea "încărcării critice" a piloților, încercarea statică de probă mai reprezintă și astăzi numeroase avantaje față de toate metodele cunoscute, rămânând în majoritatea țărilor încă metoda de bază privind stabilirea "încărcării critice" respectiv a celei admise pentru piloți.

Ca urmare această metodă de determinare a capacității portante a piloților, de altfel consacrată, este încă în atenția specialiștilor care prin cercetările făcute în ultima perioadă, urmăresc elucidarea unor aspecte spre a-i măria gradul de utilizare al rezultatelor și anume: influența duratei de aplicare a treptelor de încărcare [12];

- determinarea tasării efective a piloților sub acțiunea unei sarcini corespunzătoare încărcărilor de exploatare [44];

- influența asupra "încărcării critice" a timpului scurs dela execuția pilotului pînă la începerea încărcării statice de probă [21], [87];

- influența unor încărcări rapide și continui, care să creze o viteză constantă de tasare a pilotului asupra "încărcării critice" [106].

- influența vitezei de deformare a terenurilor necoezive respectiv a vitezei de tasare a pilotului asupra încărcării critice [19];

- influența rezistenței de pe suprafața laterală a pilotului asupra sarcinii critice, cît și metodele de estimare ale rezistenței de pe suprafața laterală a pilotului [23], [29].

Avînd în vedere că în prezent soluția de fundare pe piloți cunoaște o dezvoltare impetuoasă pe plan mondial, constituindu-se ca o soluție ce prezintă avantaje tehnico-economice în sectoare în care erau consacrate procedeele de fundare clasice [35], [47], [80], [101], preocupările specialiștilor în cele trei direcții principale ale fundării pe piloți așa cum s-a arătat mai înainte trebuie să fie și mai intense, astfel încît prin conjugarea mai largă a posibilităților tehnice din diverse domenii să se obțină soluții, tehnologii, procedee, de maximă eficiență tehnico-economică.

1.2. Considerații generale privind folosirea piloților scurți la fundarea construcțiilor

În prezent în tehnica lucrărilor de fundații se constată o tendință din ce în ce mai accentuată de extindere a soluțiilor de fundare pe piloți în cazurile în care de obicei erau acceptate

soluții prin procedee de fundare clasice.

Acest lucru a fost și este posibil datorită creșterii continue a productivității utilajelor de executat piloți cât și a altor avantaje tehnico-economice ce se obțin. Chiar în condițiile în care terenul de fundare nu impune soluția de fundare pe piloți ci soluții clasice de fundare (fundarea directă de mică și medie adâncime) se constată că pentru anumite construcții (clădiri de locuit, hale industriale cu P+1 niveluri etc) soluția de fundare pe piloți este mai economică pe lângă un grad de siguranță în exploatare a construcției ridicat.

Industrializarea lucrărilor de construcții în general a impus și o serie de cercetări și studii privind industrializarea lucrărilor de fundații. Industrializarea acestora prin prefabricare, adică utilizarea unor elemente prefabricate din beton simplu pentru fundații continui sau a paharelor prefabricate din beton armat pentru fundații izolate s-a dovedit neeconomică, neconstituind o rezolvare corespunzătoare pentru lucrările de fundații [103].

Problema industrializării lucrărilor de fundații avînd în vedere în primul rînd criteriul tehnico-economic, se pare că este rezolvată prin folosirea fundațiilor pe piloți scurți, soluție care permite înlocuirea fundării directe de mică și medie adâncime cu fundarea indirectă satisfăcînd pe deplin dezideratul industrializării lucrărilor de fundații.

Studiile tehnico-economice efectuate dovedesc că folosirea fundațiilor pe piloți scurți pentru construcții de locuințe este justificată dacă adâncimea de fundare, în cazul soluției de fundare directă, este mai mare de 1,7 - 2,0 m [47], [80], [94].

Noțiunea de "pilot scurt" a fost stabilită în mod convențional [17], [30] pentru acei piloți a căror fișă este cuprinsă între 3,50 - 7,50 m.

1.2.1. Considerații tehnice

Adoptarea soluției de fundare indirectă folosind piloții scurți la construcții civile și industriale se face avînd la bază un studiu tehnico-economic comparativ cu alte soluții de fundare posibile de adoptat în aceleași condiții de teren.

Opțiunea pentru folosirea piloților "scurți" este dictată în primul rînd de o serie de considerații tehnice care să satisfacă dezideratul industrializării și anume:

- gradul de tehnicitate al procedurii de lucru:

- calitățile tehnice ale utilajului principal scoase în evidență prin gradul de mobilitate, presiune redusă la sol în timpul deplasării, ușurință și simplitate în manevrare în perioada deplasării și al lucrului;

- posibilitatea mecanizării integrale a operațiilor specifice procedeului adoptat;

- siguranța în ceea ce privește posibilitatea executării unor lucrări de bună calitate;

- posibilitatea obținerii unor capacități portante diferite funcție de condițiile de teren pe seama unor intervenții posibil de realizat în timpul desfășurării tehnologiei de lucru;

- creșterea productivității muncii la lucrările de fundații.

De menționat este faptul că adoptarea soluției de fundare pe piloți "scurți" se face prin luarea în discuție a considerațiilor tehnice într-o strânsă interdependență cu considerațiile de ordin economic, astfel încât noua soluție de fundare să prezinte calități tehnice mai bune decât soluția de fundare înlocuită pe lângă avantajele economice evidente.

Admiterea soluției de fundare pe piloți scurți pentru clădirile de locuit din panouri mari permite rezolvarea unuia din dezideratele construcției din elemente prefabricate și anume: mărirea rigidității generale a construcției (ansamblului infrastructură-suprastructură) pe lângă micșorarea posibilității apariției unor tasări inegale.

O trăsătură esențială a fundării pe piloți scurți a clădirilor de locuit este aceea că permite eliminarea elementelor portante transversale de sub cota $\pm 0,00$ prin plesarea grinzelor de legătură imediat sub planșeul ce susține pardoseala parterului soluție ce permite reducerea considerabilă a consumului de beton. Această soluție permite eliminarea elavațiilor longitudinale care sînt înlocuite cu panouri prefabricate de umplură [20].

Un alt aspect tehnic cu implicații economice avantajoase este aspectul admiterii conlucrării dintre terenul de fundare și radierul respectiv grinda de fundație în care sînt încastrați piloți scurți. În acest caz așa cum arată I.A. Dîhovichii [20] încărcarea efectivă asupra pilotului se poate considera cu 50% mai mare față de încărcarea admisă rezultată din încercările în teren a piloților de probă.

Așa cum este menționat în literatura sovietică [35], [20], fo-

losirea fundațiilor pe piloți scurți este indicată pentru clădiri cu structura prefabricată cu pînă la P+9 niveluri, fundația realizîndu-se fără radier respectiv clădiri cu P+17 ÷ P+25 niveluri cînd fundația se realizează cu radier.

1.2.2. Considerații economice

Elementul primordial care face ca o soluție de fundare în anumite condiții de teren să fie acceptată în detrimentul altei soluții de fundare este eficiența economică.

În literatura de specialitate [113], [86], sînt prezentate pe bază unor date culese pe o perioadă mai îndelungată, elemente de eficiență economică obținute ca urmare a înlocuirii fundațiilor de suprafață (continui sau izolate) prin fundații pe piloți scurți.

Aplicarea acestei noi soluții de fundare permite în primul rînd o industrializare în proporție de 90-95 %, scurtarea termenului de execuție a lucrărilor de infrastructură, reducerea considerabilă a manoperei, a consumului de materiale creîndu-se posibilitatea executării lucrărilor de infrastructură în tot timpul anului.

În tabelul 1.1. [113], [86] sînt date reducerile procentuale a lucrărilor de terasamente a consumului de beton, manopere și costul total al lucrărilor de infrastructură prin folosirea fundațiilor pe piloți scurți în locul fundațiilor directe.

Tabelul 1.1.

Zona de aplicație	Regiunea	R e d u c e r i l a :			
		Terasamente %	Beton %	Manopere ră %	Costul lucrărilor de fundații %
Zona oraș Ufa	aut. Baschi- ria	65-70	20-30	40-60	-
Zona oraș Perm	Sverdlovsk	80-85	15-20	-	15-20
Zona oraș Tula	Moscova	80-90	50-60	-	20-45
Zona oraș Omsk	Siberia	80	33	30	10
Zona oraș Riazan	Moscova	de 5 ori	-	peste 3 ori	35
Combin. Seleghinsk		70	30-50	-	-

Analizând datele din tabel, rezultă că soluția de fundare pe piloți scurți este eficientă din punct de vedere economic, indiferent de condițiile de lucru de pe șantier, de dotarea cu utilaje sau personal, obținându-se economii evidente la terasamente 65...90%, beton 20...60%, manoperă 30...60%, iar costul total al lucrărilor de fundații se reduce cu 15...45 % .

Studiile făcute ulterior au scos în evidență că eficiența economică este și mai ridicată dacă fundarea se realizează pe piloți scurți executați pe loc [75].

Analizând aplicarea piloților scurți executați pe loc la construcții agricole și a construcțiilor cu puține niveluri în perioada 1971-1974 se prezintă în tabelul 1.2. dinamica introducerii sistemului de fundare pe piloți scurți cât și eficiența economică globală și pe mc de pilot executat pe loc față de fundarea directă la cota de -1,50 m.

Tabelul 1.2.

Anul	Volumul de beton utilizat la exec. piloților scurți turnați pe loc (m ³)	Eficiența economică			
		Globală		Pt.1 mc de pilot turnat	
		mii ruble	om - zile	ruble	om - zile
1971	665	41,0	309,0	61,65	0,46
1972	1300	98,0	988,0	75,38	0,76
1973	1600	130,1	1376,0	81,31	0,86
1974	1400	130,2	1351	93,00	0,96

Analizând valorile din tabelul 1.2. rezultă o creștere constantă a eficienței economice privind costul pe 1 mc de beton dintr-un pilot executat pe loc cât și indicatorul om-zile. Astfel în anul 1974 se observă o creștere a eficienței economice, față de anul de referință (1971) în proporție de 50% privind economiile realizate la un mc de beton din pilotul executat pe loc, și cu 100% la indicatorul om-zile.

În prezent în unele țări există tendința înlocuirii fundațiilor directe de suprafață cu fundații pe piloți scurți aceasta datorită posibilității de industrializare a lucrărilor de fundații cât și a eliminării totale sau parțiale a lucrărilor de terasamente [80].

Studiul tehnico-economic s-a făcut pentru clădiri cu P+9 niveluri realizate din panouri mari și clădiri cu P+7 niveluri

cu structura de rezistență din cărămidă prevăzute a se funda direct la adâncimea de fundare de 2 m pentru o presiune admisă de 140-180 KPa.

Pentru a scoate în evidență eficiența economică a soluției de fundare pe piloți scurți s-au raportat indicatorii tehnico-economici la 1 m^2 de suprafață utilă a construcției.

Diagramele din fig.1.1. prezintă dependența costului (C) a manoperei (M) la lucrările de fundații funcție de presiunea de calcul (P), capacitatea portantă (R) și fișa pilotului (L).

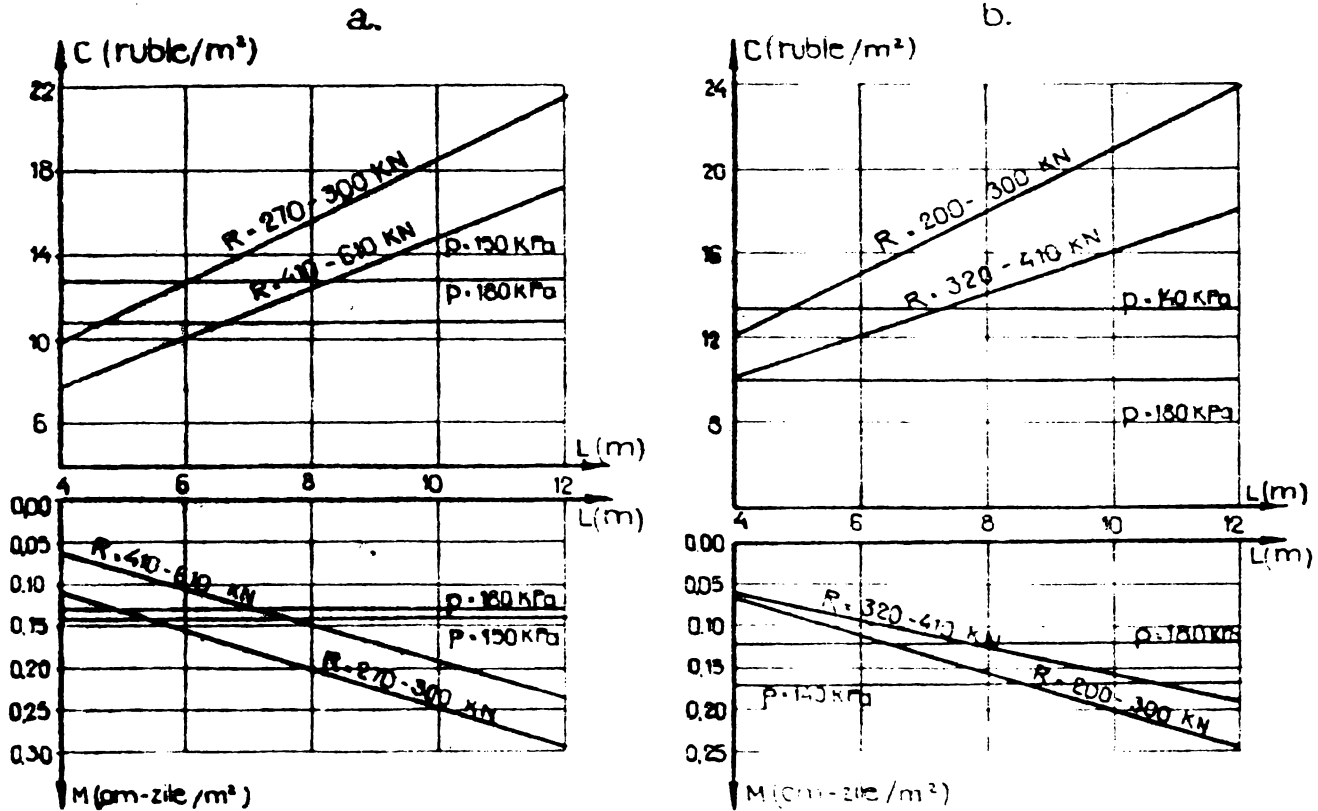


Fig.1.1.

Așa cum rezultă din graficele prezentate la terenuri de fundare pentru care se admite o presiune de calcul de 140-180 Kpa la adâncimea de fundare de 2,0 m, se poate înlocui fundare directă de suprafață cu fundarea pe piloți scurți cu fișă de 4-5 m și care au o capacitate portantă mai mare de 200 KN.

Competitivitatea soluției de fundare pe piloți prin prisma indicatorilor cost global și consum de manoperă este scpasă în evidență numai în cazul folosirii piloților scurți a căror capacitate portantă poate fi mărită pentru aceeași fișă de pilot [80].

Aplicarea soluției de fundare pe piloți scurți la hale industriale [11] a scos în evidență pe baza unor analize tehnico-economice faptul că se obțin o serie de avantaje privind consumul de materiale, manoperă și costul total al lucrărilor de infrastructură în comparație cu fundarea directă de suprafață.

În tabelul 1.3. este prezentată această analiză în raport cu soluția de fundare directă pentru 100 mp de hală industrială.

Tabelul 1.3.

Tipul construcției și al fundațiilor	Consumuri de materiale și manoperă				Costul total pt.100 mp %
	Terasamente mc	Beton mc	Oțel beton kg	Manoperă ore	
Hală industrială	-	-	-	-	-
Fundații directe	46	4,6	108	44	100
Fundații pe piloți bătuți, cazul I	0,8	1,05	266	41,2	57
Fundații pe piloți bătuți, cazul II	0,8	1,05	266	27	53
Fundații pe piloți forși	0,8	0,03	133	5,5	23
Obs. Cazul I se referă la baterea piloților cu berbec Diesel Cazul II se referă la baterea piloților cu o instalație montată pe autocamion					

Din datele prezentate în tabelul 1.3. rezultă că înlocuirea fundațiilor directe cu fundații pe piloți scurți aduc economii la lucrări de terasamente, betoane, oțel-beton, manoperă, reduceri ce diminuează costul global al lucrărilor de infrastructură cu 43-47 % în cazul folosirii piloților scurți prefabricați și cu 77% în cazul folosirii piloților scurți turnați pe loc.

Din cele prezentate anterior cât și pe baza datelor acumulate de autor prin aplicarea soluției de fundare pe piloți realizați conform tehnologiei de lucru ce face obiectul prezentei lucrări rezultă, privit prin prisma eficienței tehnico-economice, că soluția de fundare pe piloți scurți, poate fi aplicată la majoritatea tipurilor de construcții (de locuit, social-culturale, industriale, agrozootehnice) înlocuind fundarea directă de suprafață când sînt îndeplinite și următoarele condiții:

- dotarea unităților de execuție cu agregate, utilaje, adecvate scopului;

- utilajele să fie de regulă autopropulsate avînd totodată o mobilitate și stabilitate ridicată în condițiile unor terenuri dificile (rezistențe mecanice scăzute, nivelul apei subterane ridicat);

- adoptarea unei tehnologii de execuție a fundațiilor pe piloți, respectiv a piloților care să fie pretabilă în proporție de 90-100% mecanizării diferitelor faze de lucru;

- posibilitatea de acționare în ceea ce privește obținerea unor capacități portante scontate pe lângă aceeași fișă a piloților.

În concluzie se poate afirma că în cazul lucrărilor de fundații în anumite condiții de teren, eficiența economică maximă se obține prin folosirea rațională a fundării pe piloți scurți care pot avea o capacitate portantă ridicată.

1.3. Procedee și tehnologii folosite la executarea fundațiilor pe piloți scurți

Una dintre cele mai vechi soluții de fundare este soluția de fundare pe piloți. Fundațiile pe piloți au fost definite întotdeauna funcție de tipul și modul de realizare al piloților, elemente constituente de bază ale acestui tip de fundație.

O trăsătură esențială a evoluției actuale, pe plan mondial a lucrărilor de infrastructură este cea de extindere continuă a soluției de fundare pe piloți la construcții ce transmit încărcări mari și foarte mari terenului de fundație, pe lângă o pătrundere continuă și constantă a acestei soluții de fundare la construcții la care pînă în prezent erau consacrate soluțiile clasice de fundare.

În prezent aspectul de noutate în dezvoltarea soluției de fundare pe piloți îl prezintă preocupările în direcția dezvoltării și perfecționării acestei soluții de fundare care a avut și are ca rezultate apariția unor tipuri de piloți și a unor procedee moderne de mare productivitate și eficiență tehnico-economică.

Ceea ce este de menționat este faptul că în ultimul deceniu au existat preocupări în direcția elaborării unor tipuri de piloți scurți sau a unor tehnologii pentru executarea de piloți scurți [36], [104], [112] care să facă posibilă implinirea acestei soluții de fundare și la situația de teren care nu reclamă în mod expres această soluție.

1.3.1. Tipuri de piloți folosiți la executarea fundațiilor

În literatura de specialitate [84], [13] este menționat un număr foarte mare de tipuri de piloți, care pot fi încadrate în trei grupe mari și anume:

- Piloți prefabricați
- Piloți executați pe loc
- Piloți compuși.

În practica curentă, datorită unor avantaje tehnico-economice deosebite se folosesc cu preponderență următoarele tipuri:

- a) Piloți prefabricați din beton armat sau pretensionat, metal, lemn, introduși în teren prin batere, vibrare, vibropresare, presare, înșurubare etc.
- b) Piloți turnați pe loc executați din beton simplu sau armați prin forare, batere, vibrare sau vibropresare cu sau fără bulb.

O clasificare detaliată a tipurilor de piloți, după modul de înfigere respectiv de executare a cavității în teren, materialul din care sînt executați piloții cît și a caracteristicilor de formă a secțiunii transversale și longitudinale este prezentată în tabelul 1.4.

Gama de piloți prezentați în tabelul 1.4. a apărut ca urmare a activității specialiștilor din domeniu desfășurată în special în deceniile sec. al XX-lea, acțiune facilitată și de dezvoltarea impetuoasă a tehnicii mondiale în general cît și a tehnicii din domeniul construcțiilor în mod special. Un alt factor important care a contribuit la dezvoltarea tehnologiilor de execuție și realizare a piloților, respectiv a fundațiilor pe piloți a fost și dezvoltarea impetuoasă a industriei materialelor de construcții.

În sfîrșit abordarea cu curaj a aspectelor teoretice ale fundării pe piloți a aprofundării mecanismelor de conlucrare teren-pilot-fundație a făcut posibilă scoaterea fundării pe piloți din categoria fundațiilor "speciale" și integrarea ei în categoria soluțiilor de fundare obișnuite, clasice. Acest lucru este în mare măsură condiționat și de avantajele tehnico-economice evidente care fac ca soluția de fundare pe piloți în general respectiv soluția de fundare pe piloți scurți în special, să pătrundă în domenii unde fundarea directă era considerată ca și soluție consacrată.

Așa cum rezultă din observația făcută în tabelul 1.4. domeniul investigațiilor și preocupărilor ce fac obiectul prezentei lucrări reprezintă o părțică din vasta și complexă problemă a fundării pe piloți.

Activitatea desfășurată de autor în cadrul acestui domeniu relativ restrîns, a fost o participare firească la efortul comun depus în vederea elucidării diverselor aspecte ridicate

PILOTI PREFABRICATI (clasificare după modul de înfișiere, materialul din care sînt executați, caracteristici de formă a secțiunii transversale și longitudinale.)			
Introduși prin batere, subpălăre sau folosind cele două procedee.		introduși prin înșurubare	introduși prin vibrație sau vibrații
piloți din lemn	piloți din beton armat	piloți prefabric. introduși în teren prin înșurubare	cu secțiune plină
	cu secțiune plină		cu gol în secțiune transversală
cu secțiune compusă	cu gol în secțiunea transversală		tubulari
	tubulari		
cu bulbul la partea inferioară	cu diferite forme ale bulbului		
	din segmente înbinabile în sect. longitud.		
fără bulbul la partea inferioară	din segmente înbinabile în sect. longitud.		
	cu forme speciale în sect. transvers. și longitud. (cu sect. în stea, tronconic, piramidal, etc.)		
cu bulbul la partea inferioară și înfișurați cu tuburi superioare sau inferioare	prin vibrație sau vibrație și batere		
	prin batere sau vibrație și batere		
fără bulbul la partea inferioară	cu bulbul la baza pilotului		
	fără bulbul la baza pilotului		
cu bulbul la partea inferioară și înfișurați pe manta	cu bulbul la baza și pe manta		
	fără bulbul realizat sub protecția aerului comprimat		
PILOTI EXECUTAȚI PE LOC (clasificare după modul de execuție a cavității în teren, caracteristici de formă a secțiunii transversale și longitudinale.)			
prin batere sau vibrație și batere	prin vibrație sau vibrație și batere	prin forare	
	cu bulbul la baza pilotului	sub protecția rolului betonat	cu lub recuperabil sau nerecuperabil
fără bulbul la partea inferioară	cu bulbul la baza pilotului		turnați simplu fără bulbul la bază.
	fără bulbul la baza pilotului		turnați sub presiune fără bulbul la bază.
cu bulbul la partea inferioară și înfișurați pe manta	cu bulbul la bază și pe manta		turnați sub efectul vibrației fără bulbul la bază.
	fără bulbul realizat sub protecția aerului comprimat		cu diferite moduri de realizare a bulbului.
PILOȚI COMPUȘI (realizați prin combinația celor două categorii anterioare)			

Obs: [] domeniul de investigație care face obiectul tematicii abordate de autor.

de tehnologia de fundare pe piloți scurți și în mod deosebit elucidarea unor aspecte legate de noua tehnologie de execuție a fundațiilor pe piloți scurți executați pe loc prin vibropresare.

1.3.2. Tehnologii de realizare a piloților executați pe loc

Așa cum s-a mai arătat, deosebiri esențiale între tehnologiile de execuție a piloților de lungime mare respectiv a piloților "scurți", nu există. Tehnologiile cât și utilajele caracteristice realizării piloților lungi se pot folosi cu succes și la realizarea piloților scurți, însă în acest caz caracteristicile tehnice și de performanță al utilajelor nu este justificat din punct de vedere economic în cazul folosirii lor în mod frecvent la executarea piloților scurți executați pe loc.

Acest considerent a stat la baza activității de studiu și elaborare a unor noi tehnologii și utilaje pentru realizarea piloților scurți executați pe loc care să creeze posibilitatea realizării unor avantaje tehnico-economice cât mai ridicate [112], [47], [50], [51], [104].

1.3.2.1. Piloți executați pe loc cu tuburi metalice recuperabile.

În principiu, realizarea unui pilot executat pe loc constă în a efectua în teren, printr-un procedeu oarecare, o cavitate cilindrică de diametru și lungime corespunzătoare cu cele ale pilotului de executat, care apoi se umple cu beton. Pentru armarea pilotului, carcasa metalică preasamblată se introduce în cavitatea creată înainte de betonarea pilotului.

În cazul piloților executați pe loc cu tuburi metalice recuperabile, lăcașul pilotului se realizează prin introducerea în teren a tubului metalic prin batere, vibrare sau vibropresare, tub care este închis la partea inferioară prin diferite moduri. După înfigere se procedează la armarea respectiv betonarea pilotului concomitent cu extragerea tubului metalic din teren.

În literatura de specialitate sînt menționate o serie de tehnologii și procedee de realizare a piloților executați pe loc cu tuburi metalice recuperabile care principial nu diferă prea mult între ele, dar care prezintă unele elemente caracteristice de diferențiere demne de semnalat.

În acest sens în continuare se vor prezenta câteva tehnologii de realizare a piloților executați pe loc cu care se pot realiza și piloți scurți, care diferă prin modul de înfigere al tubului metalic recuperabil în teren modul de închidere al ecștuia la partea inferioară cât și modul de realizare al bulbului.

Piloții tip Alfa [99] Acest tip de pilot face parte din categoria piloților executați pe loc prin batre la partea superioară a tubului metalic, recuperabil. Piloții se pot realiza cu sau fără bulb la partea inferioară.

Execuția acestui tip de pilot (fig.1.2) se face în mai multe faze distincte, începînd cu înfigerea în teren prin batre a unui tub metalic (1) prevăzut la partea inferioară cu un vîrf detașabil (pierdut) din fontă (2). În interiorul tubului

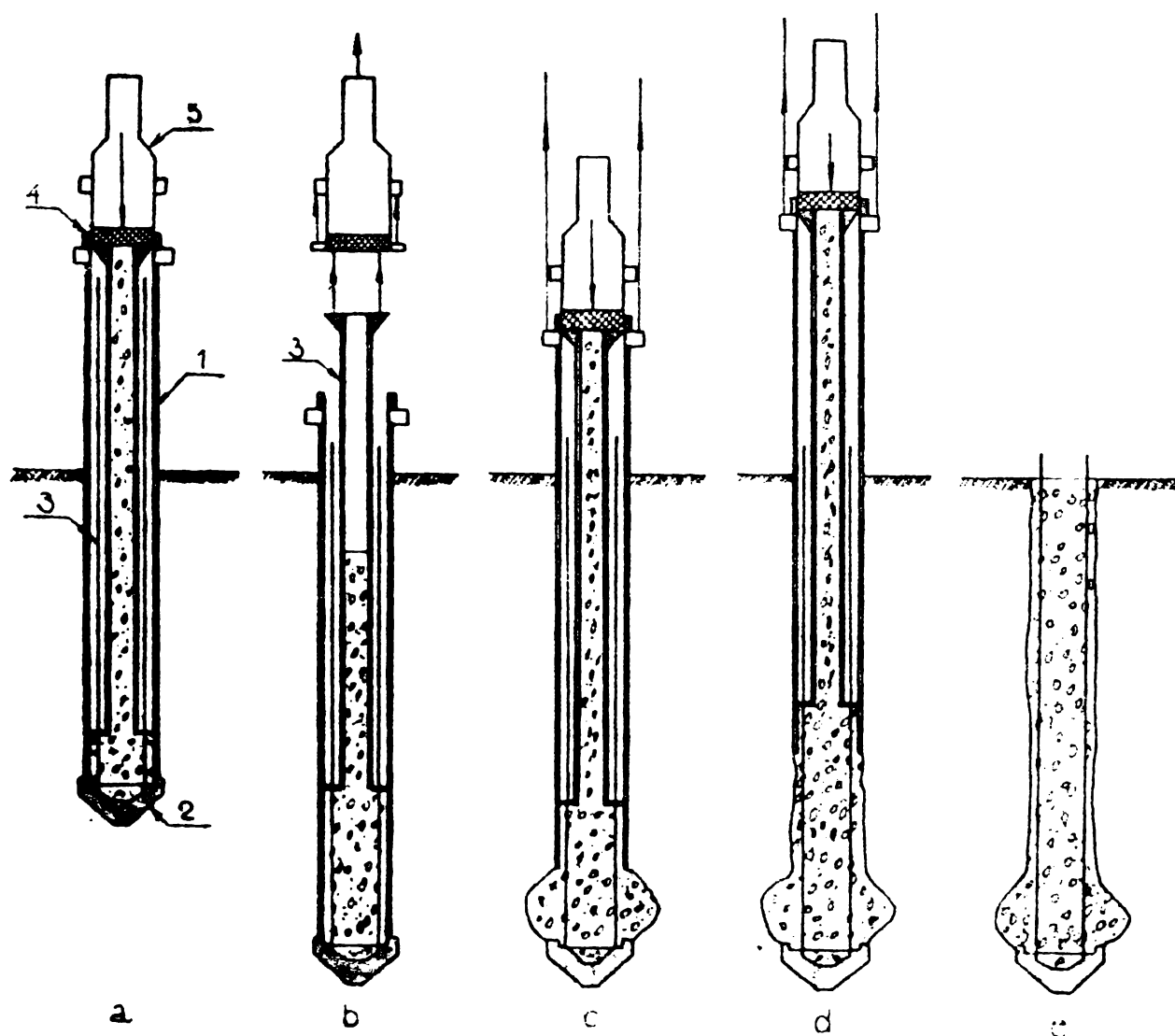


Fig.1.2.

metalic este introdus un tub mandrină (3) de diametru mai mic care are la partea inferioară fixată o flanșă prevăzută cu o serie de găuri prin care trece armătura pilotului. La partea superioară a tubului mandrină este fixată, printr-un sistem de prindere detașabil o căciulă de batre (4) care reazemă, în procesul de înfigere și pe tubul metalic recuperabil.

Infigerea tubului metalic recuperabil se face prin batere cu berbecul (5) loviturile fiind preluate parțial și de tubul mandrină umplut cu beton (fig.12 a).

Cînd tubul metalic a fost introdus pînă la cota prescrisă, tubul mandrină este ridicat pentru a permite golirea parțială a betonului în spațiul liber creat (fig.12 b). Se umple tubul mandrină complet cu beton, trecîndu-se apoi la baterea acestuia în jos pe măsura extragerii tubului metalic în vederea realizării bulbului (fig.12 c). După realizarea bulbului tubul mandrină se ridică și se reumple cu beton, trecîndu-se apoi la presarea betonului prin greutatea proprie a berbecului sau ușoare lovituri ale acestuia (fig.12 d), operație ce se realizează în mai multe etape. Dacă este necesar se pot realiza și proeminente pe mantaua pilotului. După consumarea etapelor succesive se extrag din teren atât tubul metalic cît și tubul mandrină, faza finală în procesul tehnologic de realizare a piloților tip Alfa. Piloții se pot realiza cu diametrul de 38; 43; 48 cm și lungimi de pînă la 15 m.

Piloți Western fără bulb [99]

Un alt tip de pilot, realizat pe loc prin batere folosit îndeosebi în America de Nord este pilotul tip Western fără bulb dar care se poate realiza și în varianta cu bulb.

În vederea realizării pilotului Western fără bulb (fig.1.3) se va respecta următoarea succesiune a fazelor tehnologiei de lucru:

-Infigerea în teren prin batere a tubului recuperabil (1) prevăzut la partea inferioară cu un vîrf pierdut (2) realizat din beton armat avînd diametrul mai mare decît diametrul exterior al tubului metalic recuperabil (fig.1.3.a);

-În condițiile realizării fișei prescrise în proiect se trece la îndepărtarea berbecului (3) și a căciulii de batere (4) introducîndu-se în tubul metalic recuperabil o cămășuielă din tablă cu caneluri în spirală (5) care se fixează printr-un stift de vîrf pierdut (fig.1.3 b).

-În interiorul cămășuielii din tablă se introduce carcasa de armătură și se toarnă beton pînă la umplere completă după care se trece la extragerea tubului metalic recuperabil (fig.1.3 c).

În cazul acestei tehnologii se obțin piloți prevăzuți cu o cămășuielă metalică de protecție (fig.1.3 d) care asigură următoarele:

381.778
300 F

-protecția betonului împotriva apelor agresive cât și a spălării pietrei de ciment în cazul vitezelor mari de filtrație a apelor subterane;

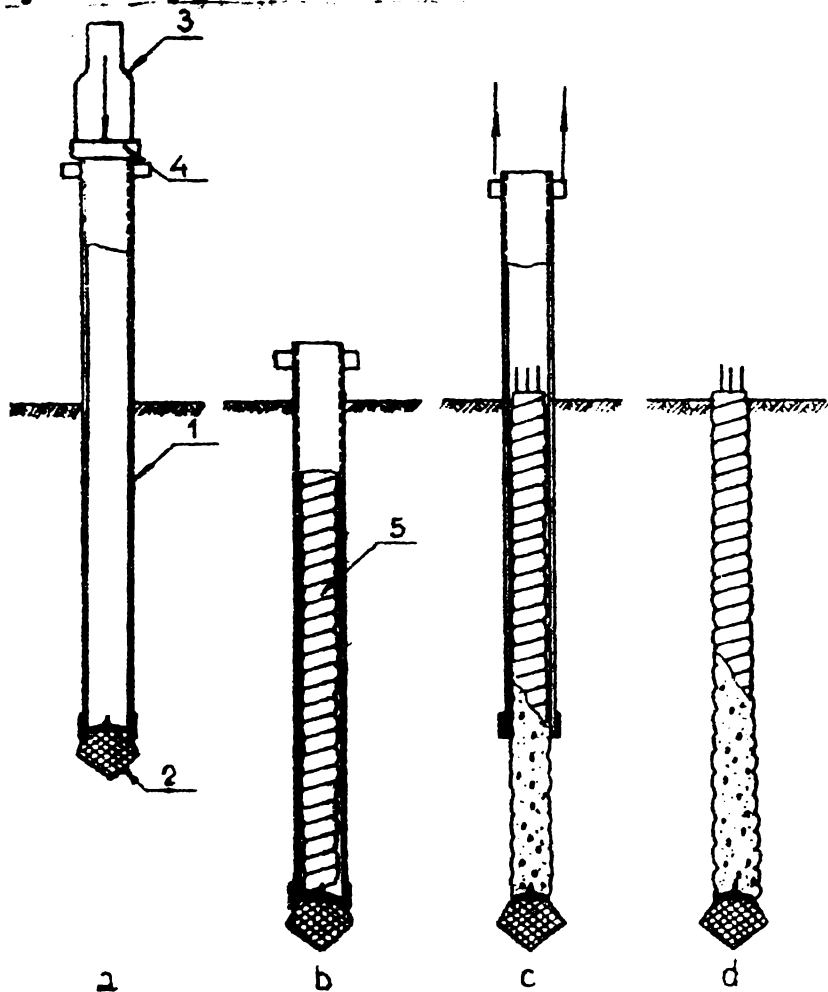


Fig.1.3.

- eliminarea fenomenelor de gîtuire a piloților datorită tendinței de refulare a terenurilor cu consistență redusă;

-preluarea eforturilor de întindere ce apar în pilot datorită tendinței de refulare ce se manifestă la baterea tubului metalic recuperabil pentru realizarea grupei de piloți.

Datorită faptului că după extragerea tubului metalic recuperabil în jurul pilotului rămîne un spațiu gol sau de teren afînat acest tip de

pilot se va realiza în condițiile de teren caracteristice piloților purtători pe vîrf.

Piloți Western cu bulb [99] se pot realiza cu sau fără cămășială din tablă cu caneluri în spirală. Realizarea unui astfel de pilot (fig.1.4) comportă următoarele faze:

- înfigerea prin batere a tubului metalic recuperabil (1) prevăzut la partea inferioară cu un vîrf pierdut realizat din beton armat (2) (fig.1.4.a).

- după atingerea cotei de fundare se îndepărtează berbecul (3) și căciula de batere (4) introducîndu-se în tubul metalic recuperabil o cantitate de beton peste care se așează mandrina (5), tubul extrăgîndu-se apoi pe o anumită distanță (fig.1.4 b);

- în condițiile tubului suspendat se trece la coborîrea mandrinei prin batere cu berbecul operație ce facilitează formarea unui bulb la partea inferioară a pilotului (fig.1.4.c):

- după expulzarea întregii cantități de beton din tubul metalic se trece la reînfigerea acestuia împreună cu mandrina în masa de beton de la baza pilotului (fig.1.4 d);

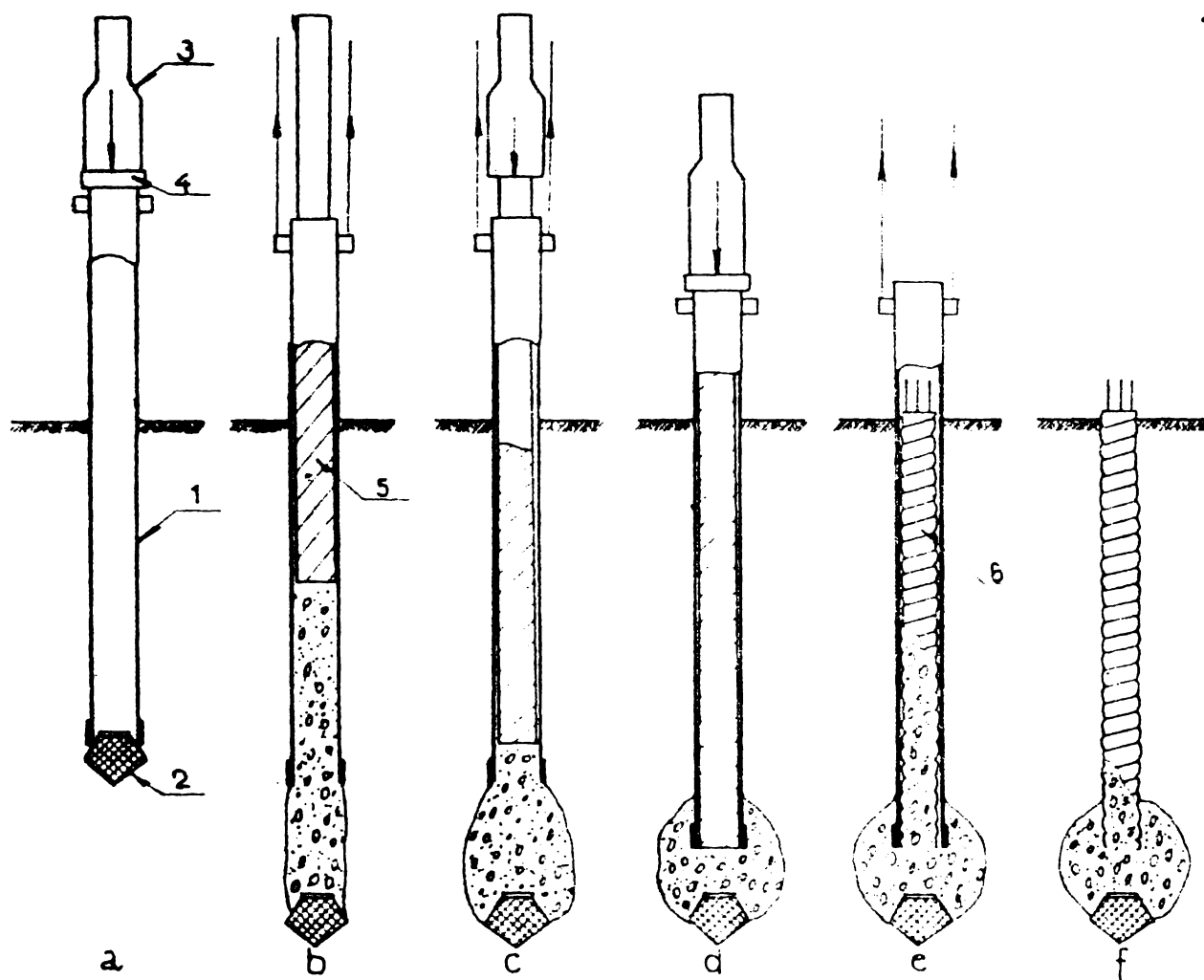


Fig.1.4.

- se extrage din tub mandrina după care, dacă condițiile de teren impun acest lucru se introduce în tubul metalic recuperabil cilindrul din tablă cu caneluri în spirală (6) în care se plasează carcasa de armătură și cantitatea de beton necesară realizării tijei pilotului trecându-se în final la extragerea tubului metalic (fig.1.4 e).

Pilotul cu bulb (fig.1.4 f) are toate avantajele acestui tip de pilot care sînt și mai accentuate atunci cînd corpul pilotului nu este necesar să se realizeze în cămășuiala metalică de protecție.

În acest caz turnarea betonului se face direct în tubul metalic recuperabil, în mai multe etape, betonul din fiecare etapă fiind compactat prin bătăre cu mandrina, în condițiile extragerii tubului metalic din teren.

Vibropiloții [99] Tehnologia de realizare a acestui tip de pilot (fig.1.5) se caracterizează prin faptul că tubul metalic

recuperabil se înfige în teren cu ajutorul unui vibrocioacan cu o frecvență a loviturilor mărită.

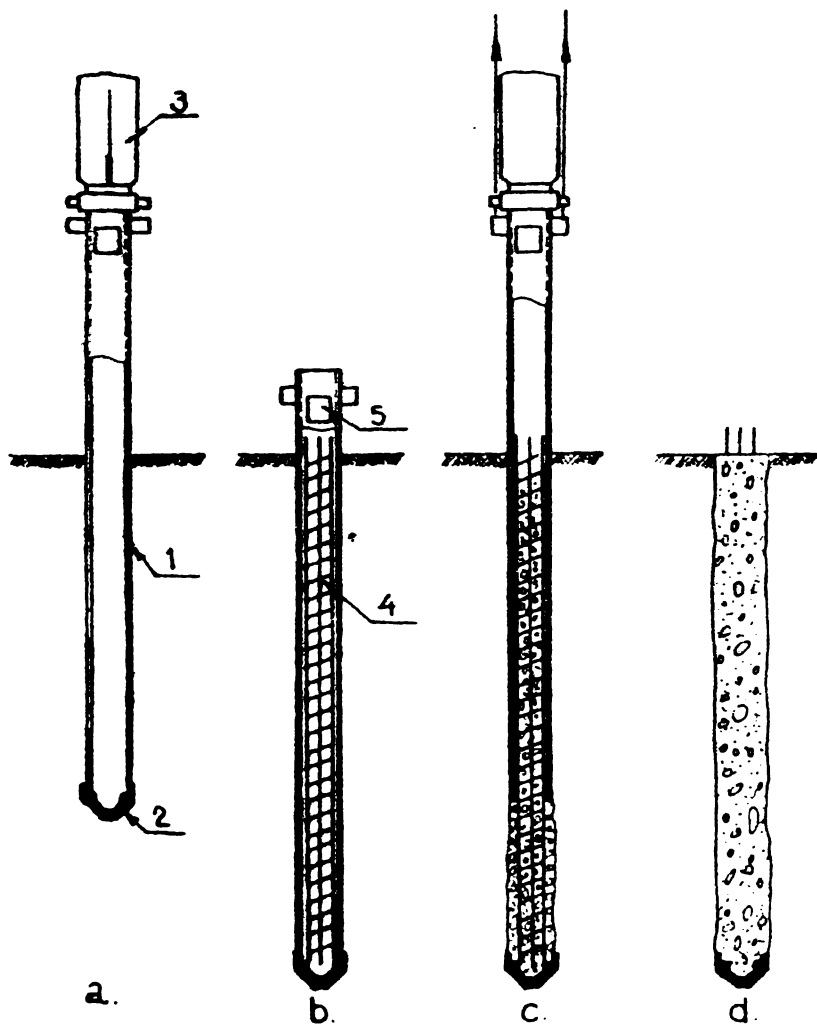


Fig.1.5.

La extragerea acestuia, vibrocioacanul fiind în funcțiune. Pe măsură extragerii tubului metalic se procedează la completarea cu beton prin gura de alimentare (5) astfel încât betonul din pilot, după extragerea completă a tubului să ajungă la suprafața terenului.

Sub efectul alternant al acțiunii vibrocioacanului combinat cu extragerea tubajului se produce deplasarea masei de beton care datorită frecvenței relativ ridicate a loviturilor vibrocioacanului face ca extragerea tubului să se facă ușor fără antrenarea betonului și a carcusei de armătură (fig.1.5.c). Pe măsură extragerii tubului metalic betonul ocupă spațiul creat de tub în teren mulându-se pe peretii laterali ai cavității.

La loviturile de jos masa de beton conținută în tub și cea de sub muchia tubului metalic este împinsă în jos, efect ce realizează compactarea betonului și buna aderență a acestuia cu terenul înconjurător (fig.1.5 d).

Tubul metalic recuperabil (1) este prevăzut cu un vîrf detașabil din fontă (2) care-l menține închis în timpul înfigerii acestuia pînă la cota prescrisă în proiect (fig.1.5 a). După realizarea fișei prescrise se îndepărtează vibrocioacanul (3) în scopul introducerii în tubul metalic a carcusei de armătură (4) și umplerii acestuia cu beton (fig.1.5 b). În continuare se refixează în mod rigid vibrocioacanul de tubul metalic recuperabil iar pînă în intermediul unor cabluri puternice se procedează

Acest tip de pilot se poate realiza cu diametrul de 33 cm, 42 cm și 53 cm și lungimi de pînă la 26 m.

Piloții tip VUIS [112]. Procedeu de realizare a acestor piloți este relativ de detă recentă fiind elaborat de un colectiv din cadrul secției de fundații al Institutului de cercări pentru Construcții VUIS (Vyskumny Ustrv. Inzinierskych Stavieb) din Bratislava.

Tehnologia de lucru se caracterizează prin aceea că tubul metalic recuperabil se introduce în teren sub efectul vibrației cavitătea de turnare a corpului pilotului realizîndu-se prin carotare.

Realizarea piloților prin acest procedeu (fig.1.6) comportă respectarea următoarelor faze:

- carotarea cavității corpului pilotului, faza ce se realizează în mai multe etape, constînd din introducerea în teren sub efectul vibrației a tubului metalic recuperabil, extragerea acestuia din teren și golirea pămîntului carotat cu ajutorul aerului comprimat (fig.1.6.a,b,c);

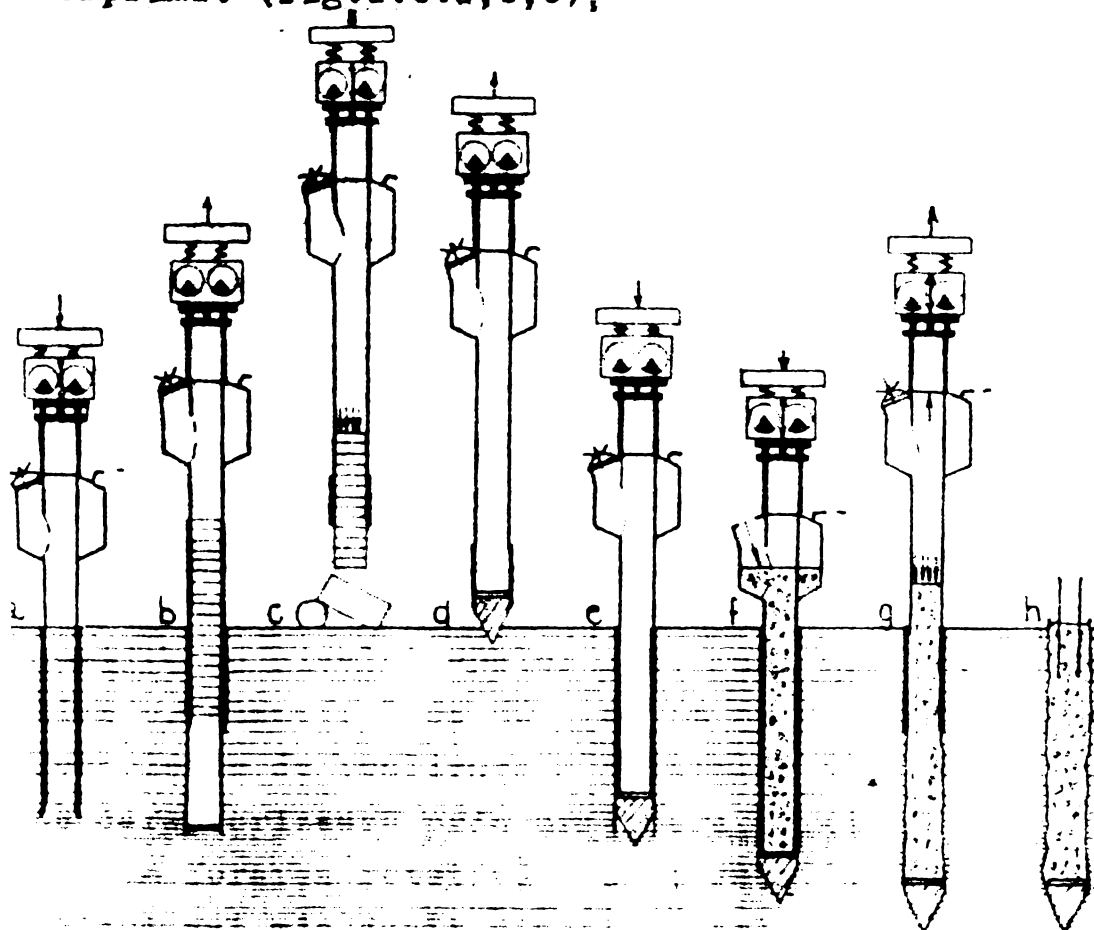


Fig.1.6.

-montarea la partea inferioară a tubului a unui vîrf pierdut realizat din beton armat (fig. 1.6 a);
-reintroducerea tubului metalic de inventar prevăzut cu vîrf pierdut în cavitătea forată (fig.1.6e) și înfigerea lui pînă la cota prevăzută în proiect.

- umplerea cu beton a tubului metalic recuperabil și parțial a rezervorului (fig.1.6.f) respectiv închiderea etanșă a gurii de alimentare și introducerea aerului comprimat în rezervor;

- extragerea tubului metalic recuperabil din teren (fig. 1.6 g) cu viteză constantă operație în care betonul sub efectul combinat al vibrațiilor cât și al presiunii aerului ocupă locul creiat de tubul metalic recuperabil realizându-se totodată o bună compactare a betonului;

- armarea părții superioare a pilotului se face prin introducerea în betonul proaspăt turnat a 4 bare $\varnothing 14$ (fig. 1.6 h).

Prin acest procedeu se pot realiza piloți armați total sau parțial avînd diametrul de 35 cm și fișa de maximum 10 m, tehnologia fiind caracteristică realizării piloților scurți executați pe loc.

1.3.3. Tendințe noi în tehnologiile de realizare a piloților scurți executați pe loc

În ultima vreme în activitatea de elaborare a unor tehnologii noi privind realizarea piloților scurți executați pe loc s-a apărut noi tendințe privind abordarea problemei, tendințe dictate în primul rînd de considerente care să facă posibilă ridicarea eficienței economice a piloților executați pe loc. Dintre tendințele nou apărute demnă de menționat este aceea de a folosi procedee de creiere a cavității în teren pentru turnarea pilotului, fără evacuarea terenului, folosind în acest sens procedeul forării prin poansonare cu ajutorul unei mandrine de cade liber de la o anumită înălțime sau prin introducerea în teren sub efectul vibrării a unui dispozitiv special.

Ambele procedee [22] sînt susținute de aspecte de eficiență tehnico-economică față de forarea rotativă cât și față de soluția utilizării piloților prefabricați.

Piloți executați pe loc prin poansonare

Tehnologia de lucru este recomandată în cazul terenurilor coezive cu nivelul apelor subterane scăzut. Piloții se pot realiza cu diametrul de 50 ~ 60 cm și lungimi de pînă la 13,5 m. Tehnologia de realizare a piloților după acest procedeu (fig. 1.7) se caracterizează prin următoarele faze:

- forarea rotativă a unei găuri cu un burghiu (1) avînd diametrul mai mic decît diametrul exterior al mandrinei pe o adîncime de cea $2/3$ din fișa pilotului (fig. 1.7.a);

- executarea cavității pentru corpul pilotului prin bătăre cu mandrine (2) pînă la atingerea fișei prevăzute în proiect (fig. 1.7 b);

- turnarea unei porții de beton plastic-vîrtos necesară realizării bulbului (fig.1.7 c);

- compactarea betonului turnat la baza cavității pentru realizarea bulbului, operație ce se efectuează cu ajutorul mandrinei (fig.1.7 d);

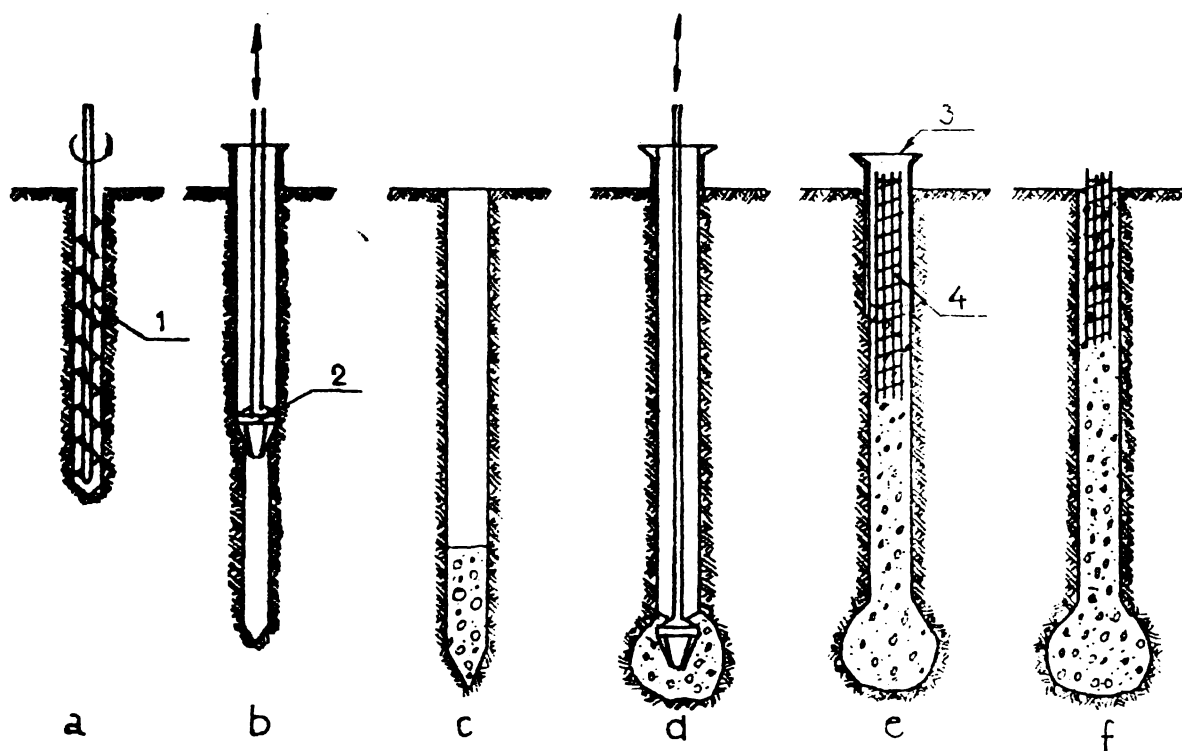


Fig.1.7.

- în următoarea fază se montează un tub de protecție (3) prevăzut cu o pîlnie de turnare tub în care se introduce carcasa de armătură(4) ce rămîne suspendată după care se trece la turnarea corpului pilotului folosind un beton plastic consistent (fig.1.7.e);

- ultima fază constă din operația de extragere a tubului de protecție obținîndu-se în final un pilot executat pe loc parțial sau total armat funcție de necesitățile impuse (fig.1.7 f).

Piloții vibroformați. Al doilea procedeu [22] care permite realizarea piloților scurți executați pe loc fără evacuarea terenului din gaura de foraj este procedeul de realizare a piloților vibroformați (fig.1.8).

Tehnologia de realizare a acestui tip de pilot constă în esență din introducerea în teren sub efectul vibrării a unei tije prevăzută la partea inferioară cu un tronson de țeavă echipat cu două clapete prinse articulat de tronsonul de țeavă. Pe măsura pătrunderii tijeii în teren spațiul creat se umple cu beton.

După atingerea fișei prevăzută în proiect se trece la extragerea tijeii prin vibrare efect care produce deschiderea clapetelor, situație care facilitează rămînerea betonului în cavi-

tatea vibroforată.

Fazele tehnologiei de lucru sînt următoarele:

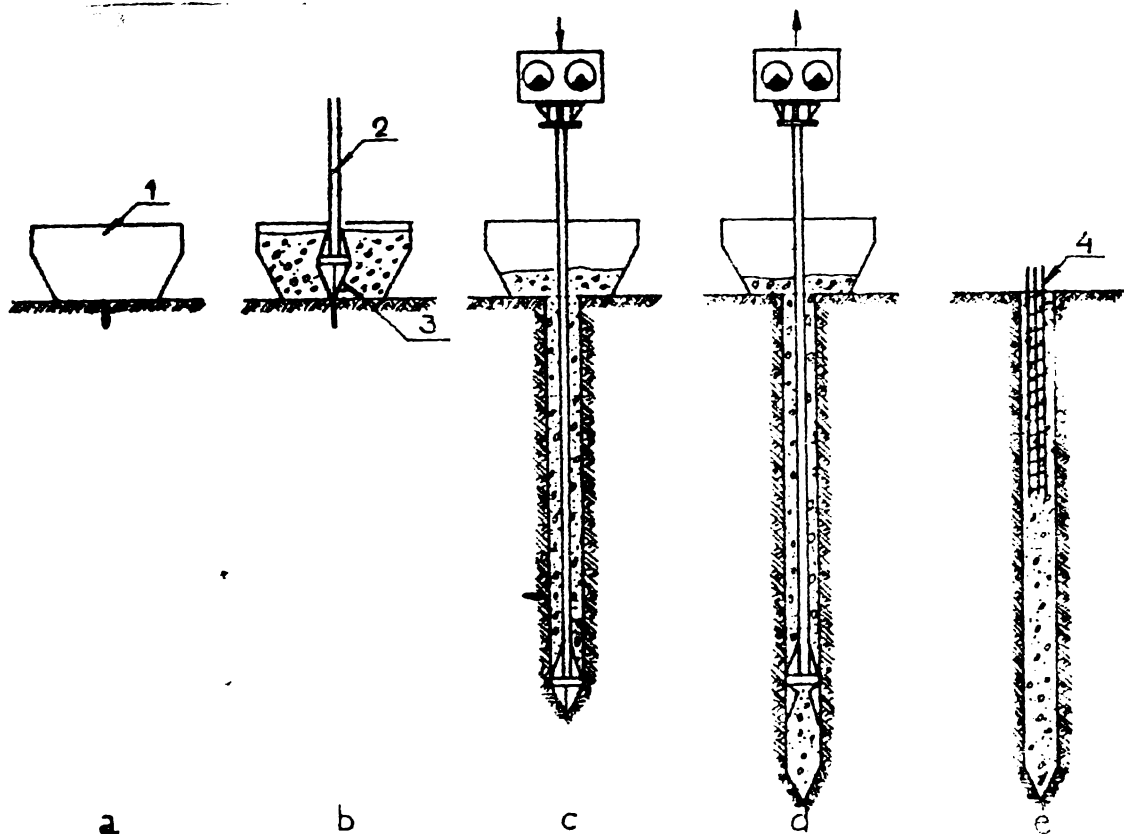


Fig.1.8.

- plasarea buncărilor de primire a betonului (1) prevăzut cu un orificiu la bază, în dreptul pichetului (fig.1.8 a);

- poziționarea tijei de forare (2) în dreptul pichetului cu clapetele dela baza tijei (3) închise, respectiv alimentarea cu beton a buncărilor de primire (fig.1.8 b);

- înfigerea prin vibrare a tijei de forare (fig.1.8 c) concomitent cu umplerea gravitațională a cavității create cu betonul depozitat în buncăr;

- extragerea tijei de forare sub efectul vibrării, operație ce se începe după atingerea cotei prevăzute în proiect. Sub efectul vibrațiilor și al greutateii masei de beton clapetele dela baza tijei de forare se deschid facilitînd rămînerea betonului în cavitatea vibroforată (fig.1.8 d);

- după extragerea completă din teren a tijei de forare se trece la armarea parțială a pilotului (fig.1.8 e) cu ajutorul unei carcase de armătură (4).

Procedeuul permite realizarea de piloți executați pe loc cu diametrul de 40 - 50 cm cu fișa de pînă la 7 - 8 m.

O altă tendință care se manifestă în cadrul activității de elaborare a noilor tehnologii de realizare a piloților executați pe loc este aceea de a realiza piloți scurți (2,0-3,50) tronconici sau sub formă de triunchi de piramidă realizați cu bulb din

beton sau piatră spartă [16]. Această tendință este dictată în afara considerentelor economice și de considerente tehnice și anume obținerea unor capacități portante cât mai mari pe lângă un preț de cost cât mai scăzut.

Tehnologia de realizare a unor astfel de piloți (fig.1.9) în principiu constă din următoarele:

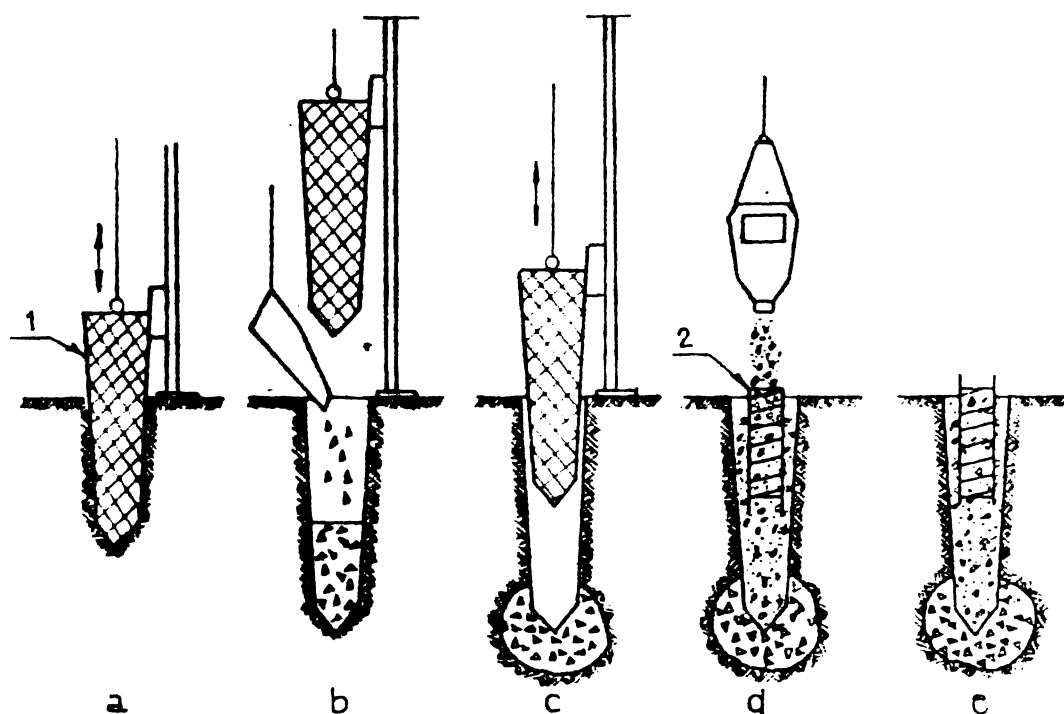


Fig.1.9.

Cu ajutorul unui mai tronconic(1) se execută o cavitate în teren, prin poansonare cu adâncimea de 2-3,5 m (fig.1.9a). După această operație la baza cavității create se introduce o porție de beton vîrtos, piatră

spartă sau balast pe o înălțime de 0,6 ~ 1,2 m (fig.1.9 b).

În continuare (fig.1.9 c) se trece la compactarea cu ajutorul maului a materialului de aport, operație ce are ca rezultat creierea unui bulb cât și compactarea terenului de la baza pilotului atât după direcție verticală cât și orizontală.

După realizarea bulbului se trece la turnarea betonului în corpul pilotului (fig.1.9 d), beton ce trebuie să fie plastic consistent, în prealabil însă, montîndu-se carcasa de armătură(2).

Procedeul permite obținerea unor piloți scurți cu bulb de mare capacitate portantă (2500-3000 KN) care pot fi folosiți și ca fundații izolate pentru stîlpii unor construcții industriale cu structură de rezistență în cadre .

S-a considerat necesară prezentarea acestor tehnologii de lucru cât și semnarea noilor tendințe din acest domeniu pentru a scoate în evidență aspectele de particularitate ce caracterizează în general tehnologiile de realizare a piloților executați pe loc în raport cu elementele caracteristice tehnologiei de

realizare a piloților scurți ce face obiectul prezentei lucrări respectiv caracterul de noutate privind anticiparea unor aspecte a tendințelor ce se manifestă în prezent în preocupările de elaborare a noii tehnologii de realizare a piloților executați pe loc [104], [22], [16].

În paragraful 1.3.2 și 1.3.3. din multitudinea tehnologiilor ce există la ora actuală în practica inginerescă s-au prezentat numai câteva tehnologii care se consideră că pot fi aplicate cu succes și la executarea piloților scurți executați pe loc.

Avându-se în vedere că în general utilajele destinate realizării piloților executați pe loc au de regulă caracteristici tehnice și posibilități de realizare a unor piloți care depășesc ecartul de lungime pentru piloți scurți, autorul consideră că gradul de economicitate al tehnologiei de realizat piloți scurți este cu atât mai mare cu cât utilajele destinate a fi folosite au caracteristici tehnice corespunzătoare posibilității de execuție a piloților scurți sau a unor piloți cu lungimi cu puțin mai mari de al celor scurți fără a depăși însă 10 m.

Ținând seama de noua orientare pe plan mondial privind procedeele de fundare indirectă, direcțiile principale în care se orientează preocupările specialiștilor, îndeosebi în perfecționarea tehnologiilor existente, elaborarea unor tehnologii cât și perfecționarea, respectiv elaborarea unor noi utilaje, autorul sub îndrumarea competentă a conducătorului științific și-a propus desfășurarea unei activități de cercetare în vederea elaborării unor tehnologii de fundare indirectă bazată pe efectul energiei vibrațiilor. Acest lucru a fost acceptat deoarece s-a considerat că folosirea energiei vibrațiilor la lucrările din infrastructura construcțiilor aduce o serie de avantaje tehnico-economice.

CAPITOLUL 2

CONSIDERATII PRIVIND INFLUENTA VIBRATIILOR ASUPRA COMPORTARII TERENULUI LA INFIGEREA ELEMENTELOR PRIN VIBRARE

2.1. Elemente generale privind procesul de înfigere prin vibrare.

In activitatea desfășurată pe plan național respectiv mondial, privind elaborarea de noi tehnologii de realizare a piloților executați pe loc, un element esențial, definitoriu, a fost și va rămâne forma de energie și consumul acesteia pe unitatea de produs.

Dezideratul obținerii unui efect maxim corespunzător unui consum de energie minim, prezintă o importanță esențială pentru tehnicienii și cercetătorii din domeniu, fiind totodată unul din principalele criterii de competitivitate ale tehnologiilor de realizare a piloților executați pe loc.

In domeniul lucrărilor de fundații în general, respectiv a celor în condiții dificile de teren în mod special, în ultimele două decenii s-au impus procedeele bazate pe folosirea tehnicii vibrațiilor cât și a efectelor acestora asupra comportării de ansamblu a terenului de fundație atât în timpul cât și după acțiunea vibrațiilor [1], [2], [4], [52], [53], [54], [55].

Rezultatele cercetărilor privind aplicarea tehnicii vibrării la lucrările din infrastructura construcțiilor, au consacrat această tehnică în domeniul înfigerii și extragerii prin vibrare a palplanșelor, tuburilor metalice, a înfigerii prin vibrare a piloților prefabricați, coloanelor din beton armat cât și la compactarea și consolidarea terasamentelor respectiv a terenurilor de fundare slabe [57], [58], [62], [63].

Folosirea tehnicii vibrațiilor în procesul de înfigere a unor elemente în teren (piloți, palplanșe, tuburi metalice) a constituit și constituie un succes în tehnica lucrărilor de infrastructură atât din punct de vedere tehnic cât și economic dar prezintă un mare neajuns și anume acela al transmiterii unor trepidatii mai mult sau mai puțin intense care pentru o anumită intensitate au efecte negative asupra mediului înconjurător [45].

Urmare a preocupărilor cercetătorilor în ceea ce privește aplicarea tehnicii vibrării, s-au elucidat o serie de aspecte

caracteristice de profil [3], [56], [45], care au permis aplicarea cu succes a noilor tehnologii de lucru bazate pe efectul energiei vibrațiilor.

Experimentările care s-au făcut au scos în evidență faptul că vibrațiile transmise terenului prin intermediul unui element (pilot, palplanșe, tub metalic recuperabil) în procesul de înfigere sau smulgere, aduc modificări structurale importante terenului din zona adiacentă elementului, conferind terenului proprietăți total diferite față de cele pe care le-a avut înainte de apariția vibrațiilor. Una din cele mai importante schimbări ca urmare a apariției vibrațiilor este reducerea considerabilă a forței de frecare laterală ce apare între suprafața laterală a elementului și teren.

Aspectele principale ale înfigerii respectiv smulgerii prin vibrare atât cele teoretice cât și cele tehnice sînt rezolvate încă și astăzi în principal pe luarea în considerare a fenomenului de vibroviscozitate a pămîntului, bazat pe admiterea comportării elastice a terenului de fundație [4]. Calculele asupra principalelor aspecte ale tehnicii vibrării care se bazează și în prezent pe o serie de mărimi empirice, dovedesc că problema înfigerii elementelor în teren sub efectul vibrațiilor nu este încă complet elucidată datorită necunoașterii în totalitate a factorilor ce influențează procesul de înfigere prin vibrare.

Un aport substanțial în vederea clarificării procesului de înfigere prin vibrare cât și al evidențierii factorilor ce influențează acest proces a fost adus de școala românească de aplicare a tehnicii vibrării la lucrările de fundații, în acest sens rezultatele obținute de profesorul Păunescu Marin [57], [58], [59], îl recomandă ca pe unul din cei mai valoroși specialiști în domeniu din țara noastră. Rezultatele obținute au clarificat aspecte privind: rezistența de frecare dintre element și teren în regim de vibrații, factorii ce influențează adîncimea și viteza de înfigere prin vibrare, stabilirea parametrilor și domeniul de folosință al vibratoarelor.

Tehnica vibrării s-a aplicat în țara noastră, respectiv în Europa în condițiile modificării structurii pămînturilor cât și a proprietăților fizico-mecanice sub influența unor vibrații de 6-60 oscilații pe secundă, domeniu corespunzător de regulă frecvențelor de oscilație proprie a pămînturilor [56].

Creerea vibrațiilor necesare în procesul de înfigere sau smulgere a elementelor (piloți, tuburi metalice etc) se face cu ajutorul vibratoarelor unidirecționale.

Aceste vibratoare se caracterizează prin aceea că oscilațiile dirijate sau impulsurile alternative acționează doar în direcție longitudinală, dirijate întotdeauna după axul longitudinal al elementului de înfipt.

Din punct de vedere tehnic oscilațiile (vibrațiile) unidirecționale se pot ușor realiza cu ajutorul unor excitatoare dezechilibrate polarizate. Acestea constau în esență dintr-un număr par de axe având masa excentric dispusă sincronizată și în același plan și care se rotesc în sens contrar, având ca rezultat apariția unei forțe de oscilație verticale (fig.2.1).

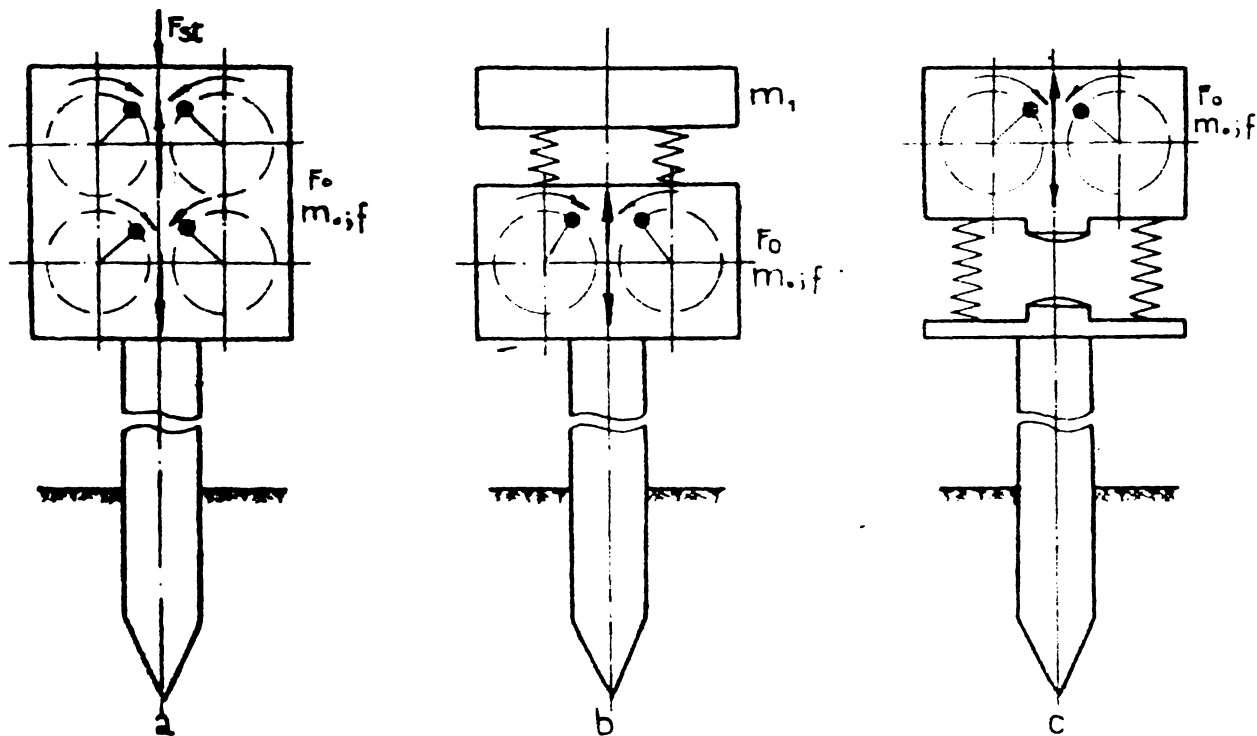


Fig.2.1.

Unele tipuri de vibratoare au masa excentricilor, excentricitatea, cât și turația reglabile, axele cu masele excentrice putîndu-se dispune suprapus (fig.2.1a). Generatorul de vibrații împreună cu elementul de înfipt legat rigid de vibrator formează un sistem de vibrare cu masa unică. Cînd vibratorului i se atașează o masă suplimentară legată elastic de acesta se formează un sistem de vibrare cu două mase (fig.2.1 b).

Cînd legătura dintre elementul de înfipt și vibrator se realizează elastic sistemul obținut este un sistem vibropercutor (fig.2.1.c).

În timpul funcționării acestor generatoare de vibrații se obține o forță de excitație (F_0) generată de masele excentrice m_0 în mișcarea de rotație, dependentă de momentul static al excentricului (M') cât și de viteza unghiulară a acestor mase (ω).

$$F_0 = m_0 \cdot e \cdot \omega^2 \cdot g \quad [\text{KN}] \quad (2.1)$$

în care: m_0 - masa excentricului, inclusiv masa suportului excentricului, în t;

e - distanța dintre axul de rotație și centrul de greutate al masei de dezechilibrare, în m;

$\omega = 2\pi \cdot f$ - pulsația excentricilor, în sec^{-1} ;

g - accelerația gravitațională, în $\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$.

Forța de oscilație verticală maximă P , în condițiile oscilațiilor armonice este dată de relația:

$$P = P_0 \sin(\omega t) \quad [\text{KN}] \quad (2.2)$$

în care: $P_0 = 2 n F_0$ - amplitudinea maximă a forței de oscilație în KN;

ωt - unghiul de rotație al centrului de greutate al masei excentrice, în rot/min;

Luând în considerare momentul static al excentricilor (M') cât și greutatea ansamblului element-vibrator (G_{ev}) care au expresiile:

$$M' = g \cdot m_0 \cdot e \quad [\text{KNm}] \quad (2.3)$$

$$G_{ev} = m_{ev} \cdot g \quad [\text{KN}] \quad (2.4)$$

se pot defini ceilalți parametri principali ai mișcării de vibrație [45], [56], și anume:

- amplitudinea de oscilație a elementului, în m;

$$\frac{M'}{G_{ev}} = \frac{m_0 \cdot e}{m_{ev}} = A \quad (2.5)$$

- viteza oscilațiilor, în m/sec;

$$\frac{M'}{G_{ev}} \cdot f = \frac{m_0 \cdot e}{m_{ev}} \cdot f = v_{osc} \quad (2.6)$$

- accelerația oscilațiilor, în m/sec^2 ;

$$\frac{M'}{G_{ev}} \cdot \omega^2 = 4\pi^2 \frac{m_0 \cdot e}{m_{ev}} \cdot f^2 = a_{osc} \quad (2.7)$$

- presiunea oscilațiilor, în m/sec^3 ;

$$\frac{M'}{G_{ev}} \cdot \omega^2 \cdot f = 4\pi^2 \frac{m_0 \cdot e}{m_{ev}} \cdot f^3 = p_{osc} \quad (2.8)$$

Ținând seama de variația sinusoidală a forței de oscilație se pot defini pentru o jumătate de perioadă a oscilației [45], valorile limită pentru:

- lucrul mecanic al semioscilației, în KNm;

$$F_0 \cdot \frac{M'}{G_{ev}} = 4\pi^2 \frac{(m_0 \cdot e)^2}{m_{ev}} \cdot f^2 = L_{osc} \quad (2.9)$$

- puterea semioscilației, în KNm/sec;

$$F_0 \frac{M'}{G_{ev}} \cdot f = 4\pi^2 \frac{(m_0 \cdot e)^2}{m_{ev}} \cdot f^3 = P_{osc} \quad (2.10)$$

Alți parametri caracteristici mișcării de vibrație sînt sarcina statică suplimentară (m_1) sau forța statică de presare (F_{st}).

Sub acțiunea oscilațiilor unidirecționale produse de vibrator și în condițiile atingerii unor parametri de vibrație corespunzători, se va produce înfigerea elementului în teren ca urmare a învingerii reacțiunii terenului.

Forța care produce efectul de înfigere prin vibrație este compusă din forța de oscilație verticală (P) și forța gravitațională (F) datorită acțiunii sarcinii suplimentare (m_1) sau forței statice de presare (F_{st}) evident în condițiile depășirii forțelor totale de rezistență la înaintarea elementului de înfipt (R).

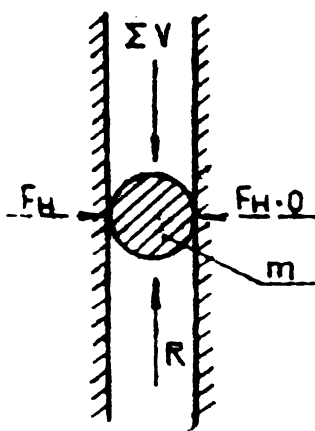


Fig.2.2.

Principial procesul înfigerii prin vibrație este prezentat în fig.2.2. Forța de înfigere fiind egală cu diferența dintre forța verticală imprimată sistemului de masă (m) și forța de rezistență.

$$m \cdot \frac{dv}{dt} = \sum V - R \quad [KN] \quad (2.11)$$

$$\text{în care: } \sum V = P + m_1 \cdot g \quad [KN] \quad (2.11 a)$$

$$R = R_v + R_1 \quad [KN] \quad (2.11 b)$$

$$m = m_v + m_e + m_1 \quad t \quad (2.11 c)$$

Variația forțelor exterioare ($\sum V$) cât și a forțelor de rezistență la înaintare a elementului produc modificări ale vitezei de înfigere al elementului.

Admițînd principiul independenței de mișcare a punctului material de masă (m), mișcarea ansamblului element-vibrator, în procesul de înfigere prin vibrație, poate fi descompus într-o

mişcare alternantă datorită vibrațiilor respectiv impulsurilor și în mișcarea (deplasarea) propriu-zisă de înfigere.

Referitor la unele aspecte majore ale înfigerii prin vibrare a unor elemente (piloți, tuburi metalice, palplanșe) literatura de specialitate [2], [53], [45], [58], menționează o serie de concluzii interesante.

S-a constatat că pentru un anumit domeniu al vibrațiilor caracteristic frecvențelor joase, la o anumită adâncime de înfigere elementul de înfipt oscilează împreună cu terenul ambele materiale în contact având aceeași amplitudine și frecvență de oscilație, în aceste condiții elementul de înfipt nu mai pătrunde în teren.

Mărind frecvența oscilațiilor în condițiile păstrării la valori constante a celorlalți parametri, înfigerea elementului continuă, producându-se detașarea elementului de terenul înconjurător.

Această frecvență la care se produce detașarea elementului poartă denumirea de frecvență de detașare [56] și depinde de:

- natura și proprietățile fizico-mecanice ale terenului;
- caracteristicile elementului de înfipt;
- parametrii caracteristici ai vibratorului.

Cercetările efectuate au scos în evidență că în cazul unor valori mici ale amplitudinii de oscilație a elementului, frecvența de detașare este mai mare pe când în cazul unor valori mari ale amplitudinii de oscilație a acesteia, frecvența de detașare este mai mică.

Din experimentările făcute [3], [56], în condițiile unei valori constante a masei element-vibrator, dar pentru valori variabile ale momentului static al masei excentricilor s-a constatat că se pot obține valori diferite ale frecvenței de detașare. Calculând pentru fiecare situație admisă mărimea forței verticale de oscilație (P) și comparându-se între ele se ajunge la o concluzie foarte importantă: detașarea elementului în aceleași condiții de teren, element și parametri ai vibratorului, are loc pentru o anumită mărime a forței verticale de oscilație, care poate fi considerată practic constantă.

Aceste concluzii sînt valabile în ipoteza unor elemente nedeformabile cu mare rigiditate condiție asigurată în cazul tubului metalic recuperabil folosit în cadrul tehnologiei de realizare a piloților executați pe loc de fața obiectului prezentei lucrări.

2.2. Influența vibrațiilor asupra rezistenței la înfigerea și smulgerea tuburilor metalice recuperabile

Din cele prezentate anterior privind procesul de înfigere prin vibrare se desprinde concluzia: înfigerea în teren a tuburilor metalice recuperabile sub efectul vibrațiilor se produce numai atunci când frecvența oscilațiilor are o anumită valoare corespunzătoare frecvenței de detașare.

Evident acest deziderat al înfigerii prin vibrare este îndeplinit în primul rând când amplitudinile de vibrații ale tubului metalic recuperabil respectiv ale terenului sînt diferite, diferență ce este suficient de mare pentru a putea duce la depășirea rezistenței specifice de frecare ce apare pe suprafața laterală a tubului metalic recuperabil, respectiv dacă forța verticală de oscilație este suficient de mare încît să dezvolte o presiune pe vîrf mai mare decît presiunea critică a stratelor de teren ce urmează să fie străpunse în procesul de înfigere.

Admițînd că presiunile pe secțiunea transversală tubului metalic recuperabil sînt suficient de mari, încît în orice situație să depășească presiunea critică, înfigerea unui tub metalic prin vibrare va fi condiționată de învingerea forțelor de frecare laterală.

Existența acestor forțe au fost scoase în evidență ca valoare, cu ocazia unor lucrări experimentale [56] efectuate privind smulgerea din teren a unor elemente sub influența unor forțe statice.

Diagramele de variație a mărimii forței de smulgere funcție de deplasarea elementului este prezentată în fig.2.3. Deoarece se admite că în procesul de înfigere prin vibrare, forțele de

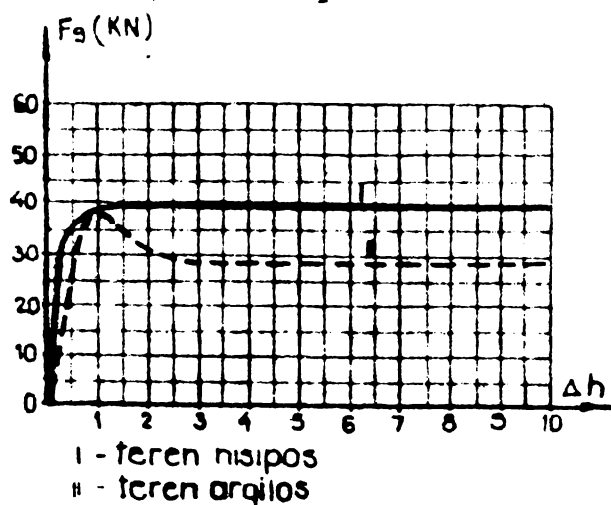


Fig.2.3.

frecare și aderență ce iau naștere pe suprafața laterală sînt distruse complet în domeniul deplasării elastice, interesează studierea și cunoașterea rezistențelor laterale în afara domeniului de deplasare elastică sub acțiunea unor forțe statice. În această idee este important să se cunoască rezistența specifică de frecare în momen-

mul desprinderii (τ_d) cît și variația acesteia funcție de: in-

dioele de consistență, umiditate, grad de îndesare respectiv adâncimea de înfigere în teren cât și forma, dimensiunile și rugozitatea suprafeței laterale în contact cu terenul.

Aspecte de acest gen sînt prezentate în literatura de specialitate [57], [59], fiind de un real folos celor care s' ocupă cu aplicarea tehnicii vibrării la lucrările de infrastructură.

Referitor la evidențierea efectului vibrațiilor asupra rezistenței specifice de frecare laterală în literatura de specialitate [4], [53], [60], sînt menționate rezultatele unor lucrări experimentale care sînt în evidență scăderea rezistențelor specifice de frecare laterală la valori neglijabile, în figura 2.4. sînt prezentate rezultatele unor experimentări [53], [60] efectuate în condițiile unui teren necoeziv saturat pentru unul și același element de înfipt dar în condiții de modificare a momentului static al excentricilor (M') respectiv a accelerației vibrațiilor ($A\omega^2$). Din graficul prezentat rezultă în mod clar că pentru valori relativ mici ale lui η , valoarea rezistenței

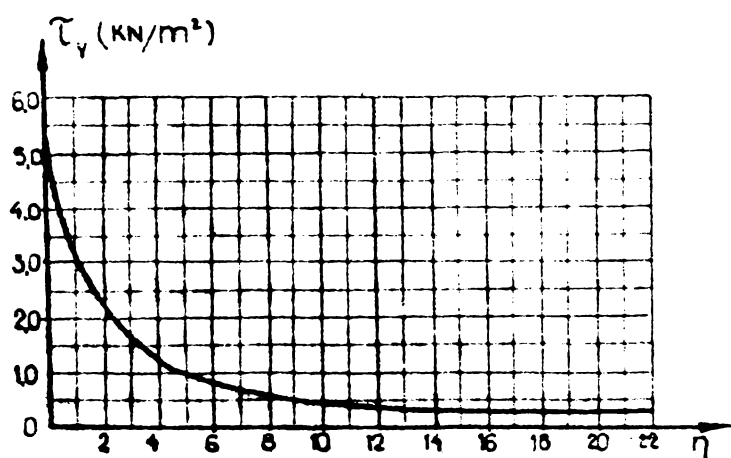


Fig. 2.4.

specifică de frecare laterală se reduce cca 80%. Din cele prezentate se desprind următoarele concluzii:

- sub efectul vibrațiilor rezistența specifică de frecare laterală se reduce considerabil și anume cu 90-95% pentru terenuri necoezive și cu 85-90% pentru terenuri coezive;

- reducerea rezistenței specifice de frecare laterală este funcție de amplitudinea și frecvența de oscilație, amplitudinea de oscilație avînd influență mai pronunțată în cazul terenurilor coezive iar frecvența de oscilație în cazul terenurilor necoezive.

În ceea ce privește cel de al doilea spect al înfigerii prin vibrare, rezistența dinamică la nivelul vârfului tubului metalic recuperabil, unui cercetător [45], afirmă că aceasta, în cazul terenurilor necoezive îndesate, crește foarte mult dela o anumită

tă adâncime de înfigere datorită formării unui bulb la partea inferioară (fig.2.5). În schimb în cazul terenurilor necoezive afi-
nate sau cu îndesare medie rezistențele dinamice la nivelul vâr-
fului cresc cu adâncimea fără însă a avea o continuitate, dîagrama
de variație marcînd scăderi ale valorii acestor rezistențe cauza-
te probabil de distrugerea parțială sau totală a bulbului format
inițial, după care urmează o nouă creștere a rezistențelor dina-
mice pe vîrf cauzate de formarea unui nou bulb, la partea inferi-
oară a tubului metallic recuperabil (fig.2.6).

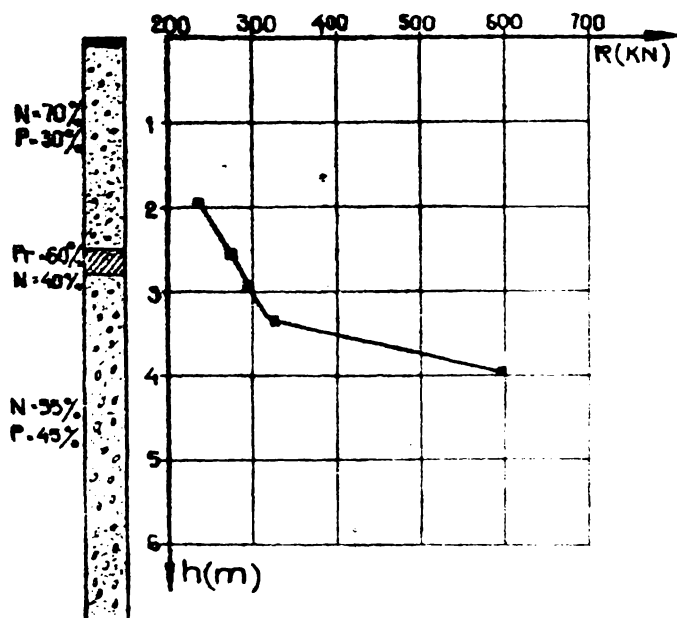


Fig.2.5.

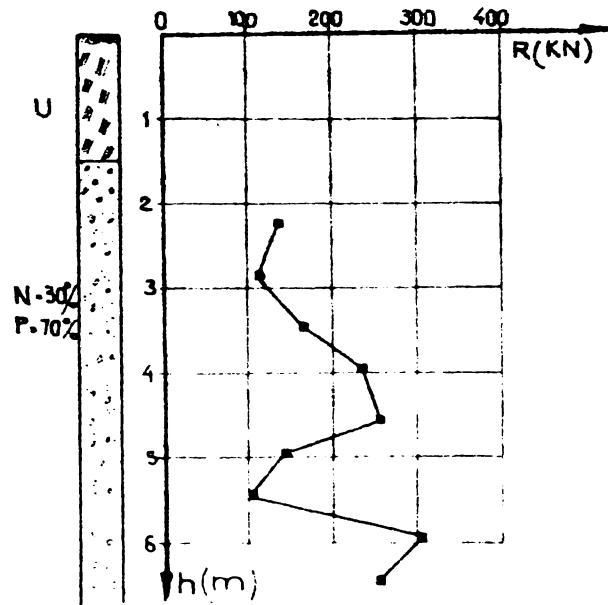


Fig.2.6.

Acelaș autor [45], afirmă că în cazul pămînturilor coezive nu
se observă o creștere a rezistenței dinamice pe vîrf, presiunile
dinamice fiind relativ constante pe adâncime indiferent de aria
secțiunii transversale a elementului de înfipt în teren. În fi-
gura 2.7 sînt prezentate diagramele de variație a rezistenței
dinamice pentru două elemente metalice cu secțiune transversală
diferită și anume elementul "1" cu $S_{tr} = 900 \text{ cm}^2$, elementul "2" cu
 $S_{tr} = 620 \text{ cm}^2$.

După cum se observă rezistența dinamică pe vîrf în cazul ele-
mentului "1" este cu puțin mai mare decît cea din cazul elementu-
lui "2", diferență ce apare tocmai datorită suprafețelor diferi-
te ale secțiunilor, transversale a celor două elemente în discu-
ție. În privința rezistenței specifice la frecare laterală conclu-
zia la care se ajunge este foarte asemănătoare cu cea obținută
și de alți cercetători [53], [60] și anume: rezistența specifică la
frecare laterală crește cu adâncimea și nu depinde, dela o anum-
ită treaptă de variația frecvenței de oscilație.

În privința rezistenței specifice la frecare laterală cores-
punzătoare extragerii elementelor se menționează [45] că această ca-

racteristică nu este valoric egală cu rezistența specifică de frecare pe suprafața laterală înregistrată în procesul de înfigere deoarece particularitățile tensiunilor și mișcărilor în zona de contact al elementului cu terenul, sînt pentru cele două cazuri total diferite.

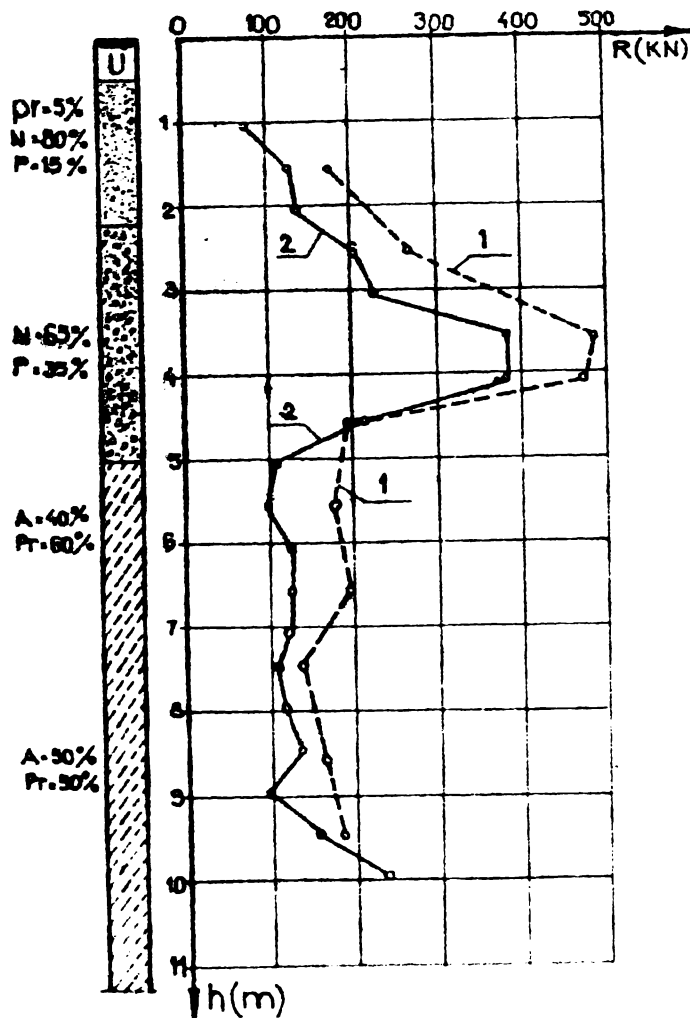


Fig. 2.7.

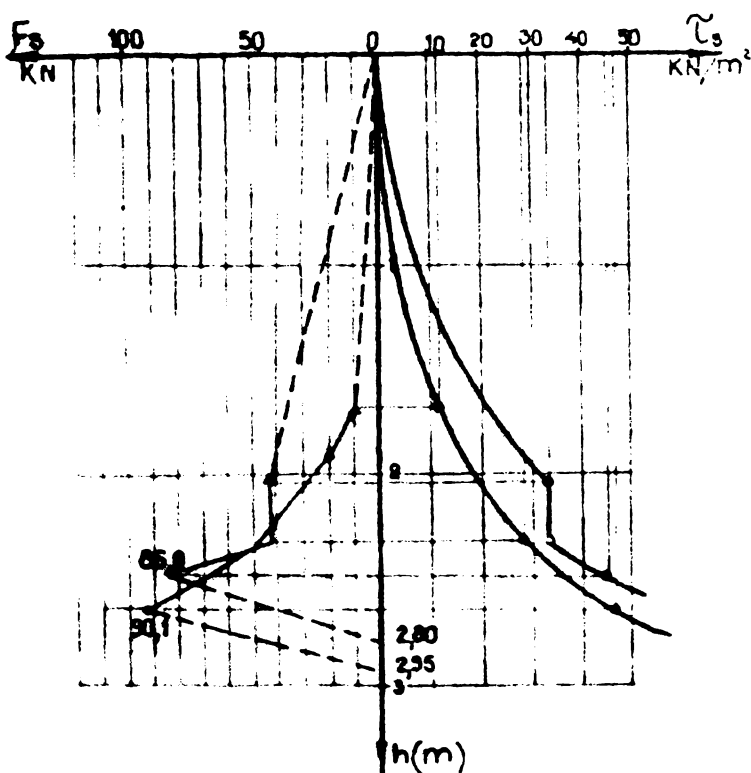


Fig. 2.8.

Din încercările de extragere făcute a elementelor dintr-un nisip mijlociu [45], s-a ajuns la concluzia că rezistența specifică la frecare laterală crește cu adîncimea dar foarte puțin și nu este funcție de parametrii de oscilație.

Pe măsură propagării deplasării elementului după direcția de smulgeră, apare o scădere, a rezistenței specifice la frecare laterală, scădere care poate fi mai bruscă sau mai lentă (fig. 2.8).

Din măsurătorile efectuate în vederea stabilirii rezistenței dinamice pe vîrf și pe manta în timpul înfigerii prin vibrație [45] s-a ajuns la o concluzie foarte importantă și anume: rezistența dinamică totală înregistrată în momentul stingerii limitei maxime de înfigere este egală cu încărcarea critică la încărcări statice, încărcarea la care se produc tasări accentuate ale elementului încercat în

aceleași condiții de teren și cetă.

2.3. Factorii care influențează adâncimea și viteza de înfigere prin vibrare a tuburilor metalice recuperabile

Stabilirea factorilor care influențează adâncimea și viteza de înfigere prin vibrare a fost una din preocupările principale ale specialiștilor.

Rezultatele obținute cu ocazia lucrărilor experimentale efectuate [3], [59], [45], au permis să se obțină concluzii asemănătoare în ceea ce privește factorii de influență, respectiv cum influențează acești factori asupra adâncimii și vitezei de înfigere prin vibrare.

Din concluziile rezultate se pot evidenția următorii factori de influență:

- amplitudinea de oscilație a elementului (A);
- pulsația oscilației a elementului (ω);
- greutatea ansamblului element vibrator (G_{ev});
- amplitudinea maximă a forței verticale de oscilație (P);
- secțiunea transversală a elementului.

Referitor la influența amplitudinii atât prof. Păunescu Marin (1963) cât și cercetătorul german Georg Oelrichs (1974) au ajuns la aceleași concluzii și anume: atât viteza de înfigere prin vibrare cât și adâncimea de înfigere cresc pe măsură ce crește și amplitudinea vibrațiilor.

Lucrările experimentale efectuate [59], au permis evidențierea grafică a acestor concluzii ce sînt reprezentate în fig.2.9 și fig.2.10.

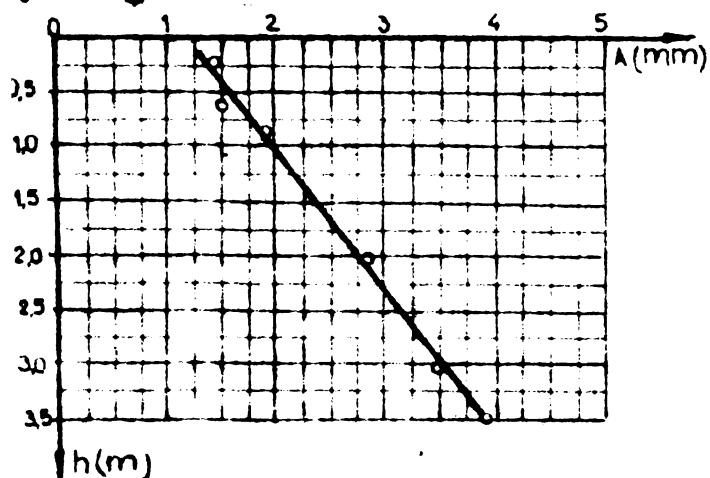


Fig.2.9.

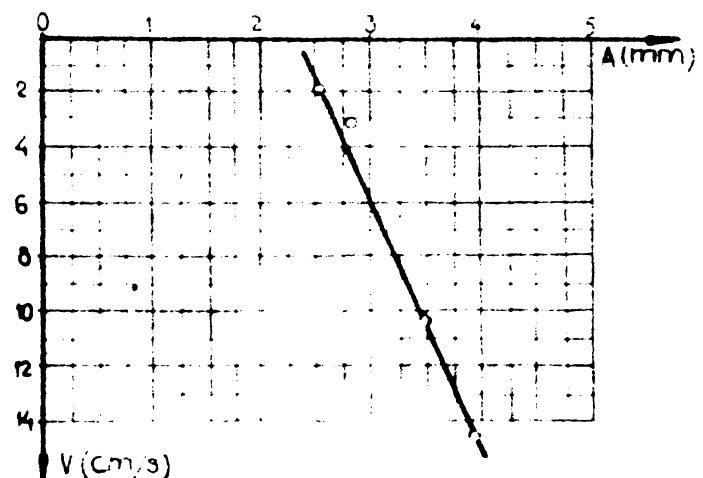


Fig.2.10.

Una din constatările importante este aceea că înfigerea elementului în teren se produce numai după ce amplitudinea de oscilație a elementului este mai mare decât amplitudinea de detașare.

Cercetările făcute privind stabilirea factorilor ce influențează înfigerea prin vibrație [45] au permis să se evidențieze dependența dintre adâncimea și viteza de înfigere prin vibrație și viteza de oscilație și anume: adâncimea de înfigere prin vibrație și viteza de înfigere se măresc pe măsură ce crește viteza de oscilație aceasta înseamnă că pentru o aceeași amplitudine a oscilațiilor creșterea vitezei de oscilație are loc numai pe seama creșterii frecvenței, concluzie ce se desprinde și din lucrările altor cercetători [59]. În fig. 2.11 este prezentată dependența

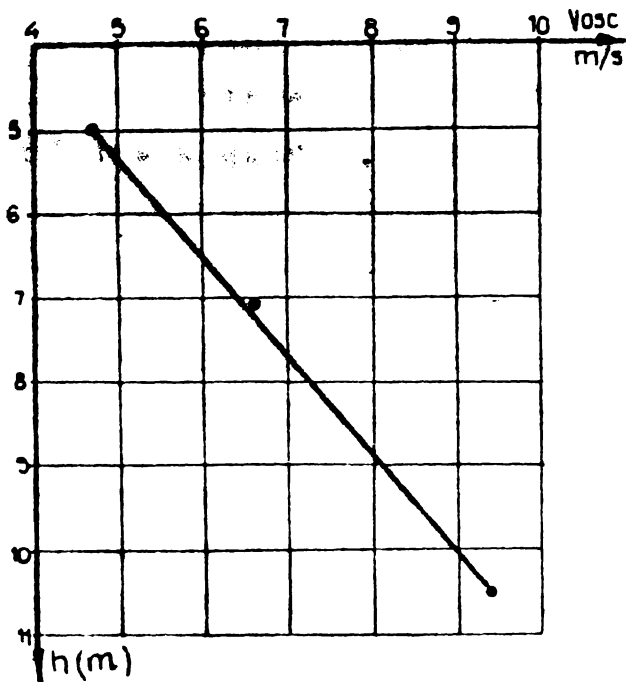


Fig. 2.11.

În ceea ce privește influența acestui factor asupra adâncimii de înfigere în cazul terenurilor coezive în literatură [45] se arată că mărirea adâncimii de înfigere se poate face numai pe seama măririi masei element-vibrator, prin mase adiționale statice sau inerțiale care produc o creștere a presiunii efective la nivelul inferior al elementului de înfipt. Aceiași concluzie se desprinde și din lucrările altor autori [3], [59], care optează și ei pentru mărirea sarcinilor statice adiționale în vederea măririi adâncimii și vitezei de înfigere prin vibrație.

Din exemplele prezentate [3], [59], [45], se pot desprinde următoarele concluzii de bază foarte utile în practica utilizării tehnicii vibrării (a înfigerii tuburilor metalice recuperabile în teren sub efectul vibrațiilor) și anume:

- adâncimea și viteza de înfigere prin vibrație crește liniar funcție de accelerația relativă a vibrațiilor $\eta = \frac{A\omega^2}{g}$ până ce aceasta ajunge la valoarea maximă 10, peste care creșterile adâncimii și vitezei de înfigere prin vibrație sînt nesemnificabile.

dintre adâncimea de înfigere și viteza de oscilație în cazul înfigerii unui element metalic într-un nisip cu pietriș măsurîndu-se pătrunderea corespunzătoare la trei trepte de creștere a vitezei oscilațiilor.

Un alt factor important care influențează în mod direct adâncimea, respectiv viteza de înfigere este greutatea ansamblului element-vibrator care se materializează printr-o presiune efectivă la nivelul inferior al elementului de înfipt.

Valorile optime ale accelerației relative a vibrațiilor sînt $\eta = 4-5$ valori pentru care se obține consumul cel mai rațional de energie [59].

- creșterea vitezei oscilațiilor atrage după sine o creștere liniară a adîncimii și vitezei de înfigere prin vibrare [45];

- în cazul terenurilor coezive adîncimea și viteza de înfigere prin vibrare pot fi mărite, numai pe seama măririi greutateii element-vibrator și nu pe seama măririi amplitudinii și frecvenței oscilațiilor mai ales dacă acestea au atins o anumită valoare limită ce se află în concordanță cu condițiile de distrugere a tensiunilor specifice de frecare pe suprafața laterală [3];

- creșterea greutateii ansamblului element-vibrator duce la o mărire a adîncimii și vitezei de înfigere prin vibrație dacă această creștere se face în condițiile menținerii unei accelerații relative a oscilațiilor $\eta < 10$, recomandabil $\eta = 4 \div 5$ [59].

2.4. Influența vibrațiilor asupra modificărilor structurale și a caracteristicilor fizico-mecanice ale pămînturilor

În cadrul acestui paragraf se propune semnalarea unor aspecte importante privind modificările ce au loc în terenul de fundație datorită unor intervenții dinamice, materializate prin vibrații ce se transmit în terenul de fundație din jurul sursei ce le generează.

Este știut faptul că încărcările statice transmise terenului de fundare (prin intermediul fundațiilor directe) produc modificări structurale ale acestuia care funcție de intensitatea încărcărilor pot defini diverse stadii de comportare caracteristică în care ajunge terenul pînă la atingerea stadiului de rupere. Atingerea stadiului de rupere al terenului de fundare, în condițiile încărcărilor critice depinde în primul rînd de caracteristicile fizico-mecanice care caracterizează terenul de fundație după executarea lucrărilor de infrastructură și în al doilea rînd de natura încărcărilor.

În schimb în cazul tehnologiilor de fundare indirectă, unde terenul din jurul elementului de fundare (pilot, coloană etc) este cu siguranță deranjat, în special în cazul piloților de înșesare atingerea încărcării critice, mărimea acesteia, depinde de modificările structurale respectiv de caracteristicile fizico-mecanice ale terenului din jurul pilotului.

Intensitatea modificărilor structurale materializată prin modificări corespunzătoare ale caracteristicilor fizico-mecanice ale terenului din jurul pilotului depinde de tehnologia de execuție și de tipul de pilot adoptat.

În cazul adoptării tehnologiilor de înfigere sau executarea a piloților bazate pe tehnica vibrării modificările caracteristicilor fizico-mecanice în timpul acțiunii vibrațiilor sînt intense, ducînd la schimbări esențiale a condițiilor de atingere a încărcării critice.

Acest aspect a fost sesizat din comparația ce s-a făcut și se poate face între valorile capacității portante obținute prin calcul pe baza caracteristicilor fizico-mecanice ale terenului înainte de realizarea pilotului respectiv cu valorile obținute din încercările experimentale, în condițiile terenului afectat de modificările structurale survenite.

Comparațiile făcute au scos în evidență existența unui anumit ecart de variabilitate a valorilor încărcării critice determinate prin încercarea în teren a piloților de probă funcție de o serie de parametri printre care capătă o deosebită importanță natura și proprietățile terenului tipul pilotului cît și procedeul folosit la realizarea lui.

Fenomenele ce apar în jurul pilotului, influența diversilor parametri ce generează aceste fenomene nu pot fi supuse unor analize teoretice, fapt ce a făcut ca experimentul de laborator sau teren la scară redusă sau naturală să cunoască în ultima perioadă un avînt considerabil [27], [89], [92], [34]..

Porozitatea ca element definitoriu al structurii unui pămînt și care are implicații directe asupra caracteristicilor mecanice ale acestuia îndeosebi în cazul pămînturilor necoezive a constituit direcția principală de investigație a cercetătorilor.

Încercările făcute la scara de laborator [93], au permis evidențierea unor concluzii referitoare la variația porozității nisipului funcție de tipul pilotului și modul de înfigere și anume: în cazul piloților tubulari înfipti prin vibrație sau baterie se produce de regulă o micșorare a porozității în zonele superficiale ale terenului, la mijlocul fișei pilotului se remarcă o creștere nesemnificativă a porozității în cazul vibrării respectiv o nederanjare a structurii în cazul bateriei, în schimb în zona vârfului pilotului are loc în cazul vibrării o îndouare a terenului

în timp ce în cazul baterii se produce un fenomen de afinare.

Acest fenomen are o influență directă asupra încărcării critice a piloților, concluzia ce s-a desprins din aceste cercetări arată că pentru variații mici ale porozității nisipului corespund variații importante ale încărcării critice : pilotului.

În ceea ce privește terenurile coezive încercările făcute la scară de laborator [24] s-au la scară naturală [98] arată că modificările survenite în terenul din jurul pilotului în timpul înfigerii acesteia în teren sînt în primul rînd funcție de natura și compoziția terenului coeziv și în al doilea rînd funcție de modul de înfigere, semnalîndu-se de regulă reduceri ale rezistenței specifice la frecare laterală pentru terenuri cu conținut mare de fracțiuni pelitice, respectiv o creștere a rezistenței specifice la frecare laterală pentru terenuri coezive cu conținut ridicat de fracțiuni psamitice. Același sens de materializare al modificărilor este respectat și în cazul rezistențelor specifice la nivelul vîrfului pilotului. Evident și în acest caz aceste modificări influențează în mod direct asupra încărcării critice a pilotului respectiv a capacității sale portante.

Din cele prezentate rezultă că acțiunea unor încărcări dinamice asupra maselor de pămînt în special a celor produse de un sistem oscilant armonic produc modificări radicale calitative cît și cantitative asupra proprietăților fizico-mecanice ale acestuia.

Cunoașterea acestor modificări calitative cît și cantitative ale caracteristicilor fizico-mecanice ale pămînturilor este impusă de însăși tendința tot mai mare de aplicare a tehnicii vibrații la lucrările de fundații.

Deoarece energia vibrațiilor atît timp cît acționează asupra maselor de pămînt are ca rezultat reducerea rezistențelor mecanice și în special a rezistenței specifice de frecare laterală ce apare între element și teren face posibilă folosirea acestuia la lucrările de fundații indirecte [3], [47], [51], [56], [61] prospectare geotehnică [26], [76], cît și la lucrări de consolidare a terenurilor slabe de fundare [62], [63].

2.4.1. Influența vibrațiilor asupra rezistenței la forfecare a pămînturilor necoezive.

În cazul pămînturilor necoezive, rezistența la forfecare este dictată în cea mai mare parte de frecarea ce există între

granulele de nisip în zona suprafețelor de contact. Un alt element care influențează rezistența la forfecare este coeziunea aparentă, care poate să apară în anumite condiții de umiditate la nisipurile fine dar ca intensitate are un aport relativ mic asupra rezistenței la forfecare, aport ce există numai atât timp cât există fenomenele de coeziune aparentă.

În condiții statice rezistența la forfecare a pământurilor variază liniar funcție de tensiunea normală (σ) și unghiul frecării interioare (ϕ). Această dependență este pusă în evidență de legea lui Coulomb pentru pământurile necoezive:

$$\tau = \sigma \operatorname{tg} \phi = \sigma \cdot f \quad [\text{daN/cm}^2] \quad (2.12)$$

Determinându-se rezistența la forfecare pe mai multe probe de nisip în condițiile unor tensiuni normale (σ) crescătoare și într-un anumit regim de vibrații se constată că dependența dintre rezistența la forfecare în regim dinamic (τ_d) tensiunea normală (σ) și unghiul frecării interioare (ϕ) este de asemenea liniară (fig.2.13) dependență exprimată prin relația:

$$\tau_d = \sigma \cdot \operatorname{tg} \phi + s_0 = \sigma \cdot f + s_0 \quad [\text{daN/cm}^2] \quad (2.13)$$

în care: s_0 = rezistențele inițiale la forfecare a pământului necoeziv dat de forțele de coeziune aparentă, respectiv de rezistențele parazitare din anarot.

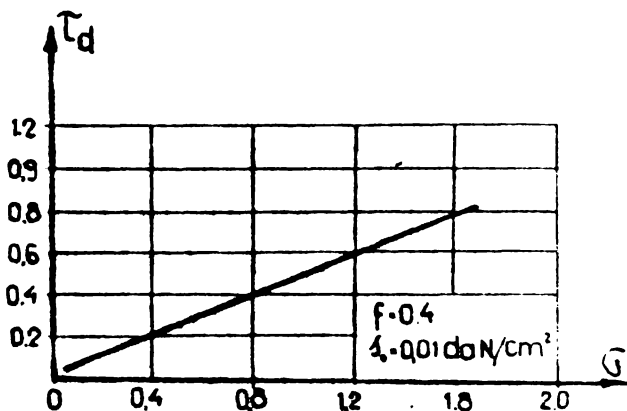


Fig.2.12.

Din relațiile (2.12) și (2.13) rezultă clar că în condițiile unei tensiuni normale constante rezistența la forfecare depinde de mărimea unghiului de frecare interioară

(ϕ) respectiv de variația acestuia în condițiile unui regim dinamic.

Încă din anul 1935 D.D.Barkan pe baza unor încercări de laborator stabilește influența vibrațiilor asupra mărimei unghiului frecării interioare pentru diferite nisipuri constatînd că unele nisipuri și în special cele saturate se comportă sub influența vibrațiilor intense ca un lichid vîscos constatare ce i-a permis definirea unei mărimi caracteristice și anume: vîscozitatea la vibrare a pământurilor [5].

Referitor la influența vibrațiilor asupra legăturilor structurale a pământurilor necoezive, respectiv a fenomenelor ce apar în masa acestora datorită energiei vibrațiilor pentru explicare se poate face apel la o analogie cu teoria cinetico-moleculară a structurii materiei. Admiterea acestei analogii se face pornindu-se dela observația că între mișcarea pe care o capătă particulele de nisip din zona adiacentă sursei de vibrații și mișcarea de agitație termică a moleculelor materiei există o similitudine.

După cum odată cu creșterea temperaturii în corpurile solide are loc o creștere a energiei cinetice a particulelor materiale, substanța putând trece pentru o anumită treaptă de temperatură în stare lichidă, tot așa în cazul maselor de nisip pe măsura creșterii intensității vibrațiilor mișcarea de agitație a particulelor pământului se intensifică între acestea avînd loc ciocniri puternice și reduceri considerabile ale forțelor de legătură mecanică astfel ca pentru o anumită treaptă de intensitate a vibrațiilor, terenul necoeziv trece într-o stare asemănătoare cu a unui lichid vîscos.

Desigur că între cele două fenomene există deosebiri calitative de care trebuie să se țină seama și anume: în cazul maselor de terenuri nisipoase intervin în plus o serie de factori cum ar fi: starea de îndesare, mărimea și forma granulelor, factori care influențează condițiile de trecere a acestor terenuri sub efectul vibrațiilor în stare lichid-vîscoasă.

Cu toate acestea interpretarea rezultatelor prin prisma analogiei amintite ajută la descoperirea aspectelor specifice, maselor de pământuri necoezive, la lămurirea într-o anumită măsură a influenței factorilor menționați asupra comportării de ansamblu a nisipurilor în condițiile existenței efectelor vibrațiilor, respectiv dă posibilitatea desprinderii unor concluzii mai generale privind influența parametrilor vibrațiilor asupra modificărilor factorilor de rezistență a terenurilor necoezive.

Urmărind influența parametrilor solicitării dinamice (vibrațiilor) asupra rezistenței la forfecare caracteristicile și experimentările efectuate evidențiază unele concluzii interesante.

Incercările făcute de I.A. Savcenko [78], pe probe de nisip cu granulozitate medie, în regia dinamic au permis desprinderea următoarelor concluzii:

- unghiul frecării interioare \varnothing respectiv a coeficientului de frecare f scade odată cu creșterea amplitudinii vibrațiilor (fig.2.13).

Analizând diagramele de variație a coeficientului de frecare interioară f se constată că variația coeficientului de frecare interioară în funcție de pulsația oscilației pentru o valoare

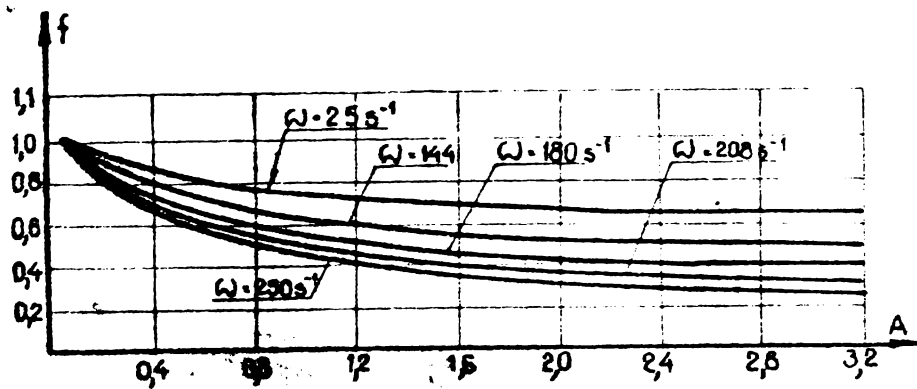


Fig. 2.13.

constantă a amplitudinii este mai complexă. Astfel la o creștere a pulsației oscilației până la valoarea $\omega = 180 \text{ sec}^{-1}$, se observă o scădere sensibilă a coeficientului de frecare (f). Pentru intervalul de creștere a pulsației oscilației de la $\omega = 180 \text{ sec}^{-1}$ la $\omega = 250 \text{ sec}^{-1}$ coeficientul are scăderi practic neglijabile. Din analiza acestei variații a coeficientului de frecare funcție de amplitudine (A) respectiv pulsația oscilațiilor (ω) se desprinde concluzia că reducerea coeficientului de frecare pentru amplitudini constante se produce în mod marcant în anumite domenii de variație a pulsației oscilațiilor.

Experimentările făcute de același cercetător au scos în evidență faptul că asupra coeficientului de frecare $f = \text{tg } \phi$ influențează în mod direct accelerația relativă a vibrațiilor $\eta = \frac{A\omega^2}{g}$

Aceste reduceri ale coeficientului de frecare interioară așa cum se vede și din figura 2.14. au loc pentru valori ale lui $\eta < 4$, iar pentru $4 < \eta \leq 7$ reducerile sînt relativ mici, ca pentru $\eta > 7$ reducerile coeficientului de frecare interioară să fie practic neglijabile. Pe baza acestor observații a fost propusă pentru calculul

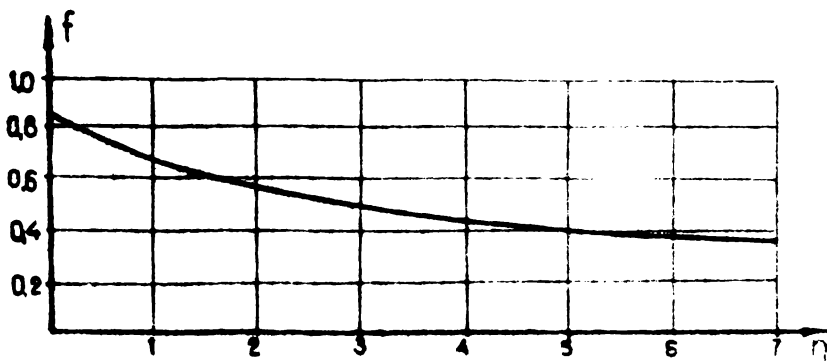


Fig. 2.14.

- f_0 - coeficientul de frecare interioară în regim static;
- f_∞ - valoare limită a coeficientului de frecare;
- ω - pulsația oscilațiilor;
- g - accelerația gravitațională;
- b - coeficient adimensional determinat experimental.

pusă pentru calculul coeficientului de frecare interioară o relație de calcul empirică avînd forma:

$$f = (f_0 - f_\infty) \cdot e^{-\frac{b\omega}{g}} + f_\infty \quad (2.14)$$

în care:

La aceleași concluzii au ajuns și alți cercetători [18] care prin experimentările făcute au ajuns la concluzia că reducerea coeficientului de frecare interioară este funcție de accelerația oscilațiilor cât și de frecvența lor.

Admițându-se în cadrul experimentărilor un nisip uscat uniform, cu granulație mijlocie s-au obținut o serie de rezultate interesante ce sînt prezentate în fig.2.15 și fig.2.16.

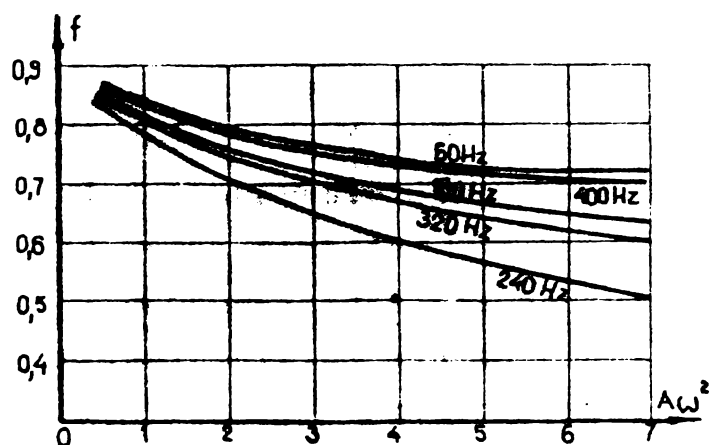


Fig.2.15.

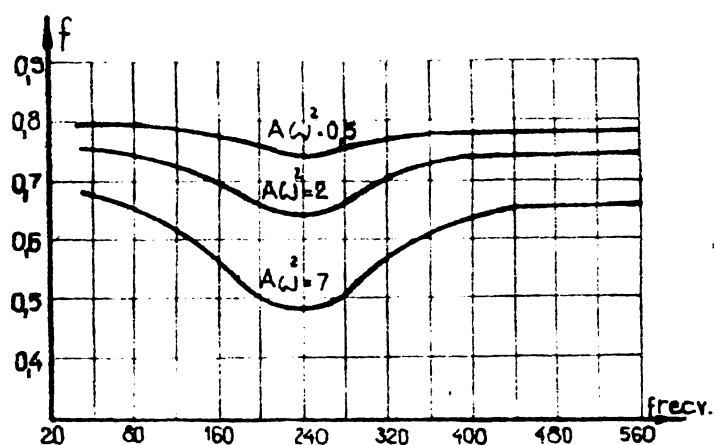


Fig.2.16.

Așa cum rezultă din diagramele prezentate în fig.2.15. coeficientul de frecare $f = \operatorname{tg} \phi$, pentru anumita frecvență a oscilațiilor scade odată cu creșterea accelerației oscilațiilor. Pentru valori ale accelerației oscilațiilor mai mari de $A\omega^2 = 6-7$ această scădere este practic neglijabilă, încît se poate considera că valoarea coeficientului de frecare interioară tinde spre o constantă.

Curbele din figura 2.16 scot în evidență dependența coeficientului de frecare interioară funcție de frecvența oscilațiilor pentru valori constante ale accelerației oscilațiilor. Se observă că pe măsură creșterii frecvenței oscilațiilor coeficientul de frecare scade continuu atîngînd un minim după care, pentru frecvențe mai mari valoarea coeficientului de frecare interioară începe să crească din nou tinzînd dela o anumită valoare a frecvenței către o constantă.

Frecvența pentru care a fost obținută cea mai mică valoare a coeficientului de frecare poartă denumirea de frecvență critică mărimea acesteia depinzînd și de granulozitatea nisipului.

Concluziile menționate se referă la rezultatele obținute asupra unor probe din terenuri necoezive ce au avut umiditatea corespunzătoare situației de eliminare a fenomenului de coeziune aparentă.

Incercările făcute în regim dinamic asupra probelor din pământuri necoezive cu umidități mai mici decât umiditatea de saturație au scos în evidență următoarele aspecte importante:

- La probele experimentale ce au avut umiditatea $W = 5\% - 15\%$, unghiul de frecare interioară nu suferă modificări esențiale în schimb coeziunea aparentă se modifică radical față de situația încercărilor în regim static;

- La probele experimentale cu umiditate $W > 15\%$ modificările unghiului de frecare interioară respectiv a coeficientului de frecare interioară suferă modificări importante în timp ce coeziunea aparentă dispare ca efect asupra rezistenței la forfecare în regim dinamic.

Cunoașterea frecvențelor critice pentru anumite fracțiuni granulometrice ale terenurilor necoezive dă posibilitatea utilizatorului energiei vibrațiilor să stăpânească mai bine fenomenele ce au loc în pământurile necoezive în timpul acțiunii vibrațiilor, respectiv de a alege generatorul de vibrații adecvat în scopul obținerii rezultatelor pozitive scontate.

2.4.2. Influența vibrațiilor asupra rezistenței la forfecare a pământurilor coezive

În cazul terenurilor coezive rezistența la forfecare este o caracteristică care depinde conform legii lui Coulomb de trei parametri principali:

- efortul normal (σ);
- unghiul frecării interioare (ϕ);
- coeziunea specifică (c).

Expresia analitică care exprimă legătura între cei trei parametri are următoarea formă:

$$\tau = \sigma \operatorname{tg} \phi + c \quad [\text{daN/cm}^2] \quad (2.15)$$

$$\text{unde: } c = C_p + C_c + C_w \quad [\text{daN/cm}^2] \quad (2.15 \text{ a})$$

în care: C_p = coeziunea primară;
 C_c = coeziunea de cimentare (secundară)
 C_w = coeziunea aparentă.

Determinarea rezistenței de forfecare a pământurilor în general respectiv a pământurilor argilose în mod special, este mult controversată în literatura de specialitate. Discuțiile care se poartă vizează în special teoria Mohr-Coulomb referitoare la rezistența de forfecare a pământurilor, evidențiind faptul că procedeul admis de practica inginerescă nu reflectă condițiile reale care apar la ruperea pământurilor. Parametrii ϕ și c

determinați prin metodele de laborator cunoscute reprezintă niște valori convenționale care oglindesc mai mult modificările ce au loc în structura probelor de pământ în timpul încercărilor de forfecare.

Păreră generală este că deficiența cea mai mare a teoriei Mohr-Coulomb constă în faptul că nu include efectul în timp a tensiunilor de consolidare respectiv a variației indicelui porilor și a conținutului de apă.

Cu toate că teoria Mohr-Coulomb suportă o serie de critici unele justificate, rămâne totuși în continuare teoria acceptată în practica inginerescă, aceasta deoarece ponderea cu care influențează cantitativ fiecare parametru asupra valorii rezistenței la alunecare nu poate fi determinat distinct atât în cazul încercărilor în regim static cât și dinamic, ca urmare în ambele cazuri continuă să se accepte cei doi parametri ϕ și c .

Problema influenței vibrațiilor asupra rezistenței la forfecare a pământurilor coezive este neelucidată total dar cercetările întreprinse pînă în prezent conduc la concluzia că și în acest caz are loc o scădere a rezistenței la forfecare în timpul acțiunii vibrațiilor.

N.N.Maslov [39] ajunge la concluzia, evident în urma experimentărilor făcute, că în cazul unei probe de argilă netulburată, forfecată în regim dinamic, se obține o rezistență la forfecare mai mică decît cea obținută în regim static. Această scădere a rezistenței la forfecare este pusă mai ales pe seama distrugerii legăturilor structurale specifice, emițînd ipoteza că la pământurile argiloase rolul scăderii forțelor de frecare interioare ar fi neglijabil.

Influența vibrațiilor asupra structurii pământurilor argiloase, a modificărilor structurale ce apar este explicată de unii cercetători [18] în felul următor: sub influența vibrațiilor particulele solide capătă mișcări oscilatorii dezvoltînd forțe de inerție care fac ca în punctele de contact să apară eforturi alternative de compresiune și întindere. În prima fază aceste eforturi sînt preluate de apa legată fizic, dar după învingerea forțelor de legătură dintre grenula și apa peliculară, particulele pot oscila liber, se pot ciocni între ele producînd și la argile fenomene de trecere a sistemului relativ rigid într-un sistem plastic-vîscos. Acest fenomen se datorește slăbirii legăturilor structurale datorită trecerii unei părți din apa peliculară în apa liberă, avînd ca rezultat pe de o parte micșorarea frecării interioare iar pe de altă parte reducerea coeziunii, frecarea

reducându-se mai ales datorită rolului de lubrefiant pe care îl are apa peliculară devenită liberă.

Rezistența la forfecare în regim dinamic a pământurilor coezive, relația de calcul a acestei mărimi, scoate în evidență o dependență liniară între rezistența de forfecare în regim dinamic (τ_d) și tensiunea normală (σ) și anume:

$$\tau_d = \sigma \operatorname{tg} \phi + C_0 = \sigma \cdot f + C_0 \quad [\text{daN/cm}^2] \quad (2.16)$$

unde: $\operatorname{tg} \phi$ -coeficientul frecării interioare în regim dinamic

C_0 -rezistențele inițiale la forfecare a pământului coeziv, depinzând de forțele de coeziune și rezistențele parazitare din aparatură.

Dependența rezistenței la forfecare în regim dinamic a pământurilor coezive, funcție de diverși parametri ai solicitării dinamice a fost studiată prin încercări experimentale asupra unor probe tulburate pregătite în anumite condiții de umiditate urmărindu-se influența pulsației, amplitudinii și accelerației vibrațiilor.

Toate încercările au scos în evidență faptul că la creșterea pulsației oscilațiilor rezistența la forfecare în regim dinamic a pământurilor coezive scade (fig.2.17). Analizînd această

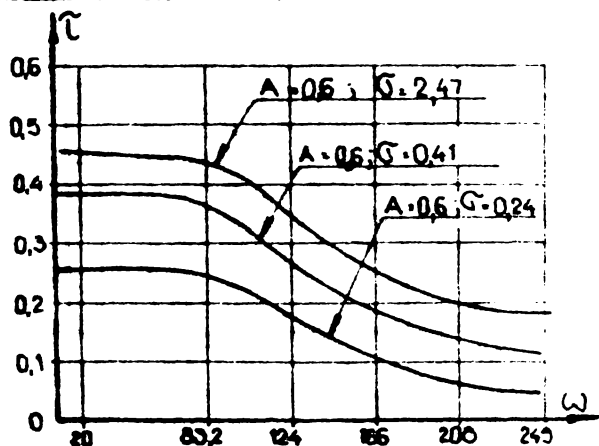


Fig.2.17.

dependență s-a constatat că micșorarea rezistenței la forfecare are loc pentru anumită valoare a pulsației oscilațiilor, valoare care depinde de mărimea amplitudinii oscilațiilor.

Astfel pentru amplitudini ale oscilațiilor mici, valoarea pulsației oscilațiilor, pentru care se produce scăderea rezistenței

la forfecare este ridicată, în schimb pentru amplitudini ale oscilațiilor mari, reducerea rezistenței la forfecare se produce pentru pulsații ale oscilațiilor mici.

Încercările experimentale făcute pentru elucidarea dependenței rezistenței la forfecare funcție de variația amplitudinii oscilațiilor scot în evidență caracterul similar al dependenței rezistenței la forfecare funcție de amplitudine ce și în cazul dependenței față de pulsația oscilațiilor (fig.2.18). Analizînd alături de variație a curbelor de dependență construite pe trei cazuri distincte ale tensiunii normale rezultă că odată cu

creșterea amplitudinii oscilațiilor peste valoarea de 0,3 mm se produce o scădere accentuată, ca apoi pentru amplitudini mai mari de 1,4 mm scăderea rezistenței la forfecare să fie practic nesemnificativă.

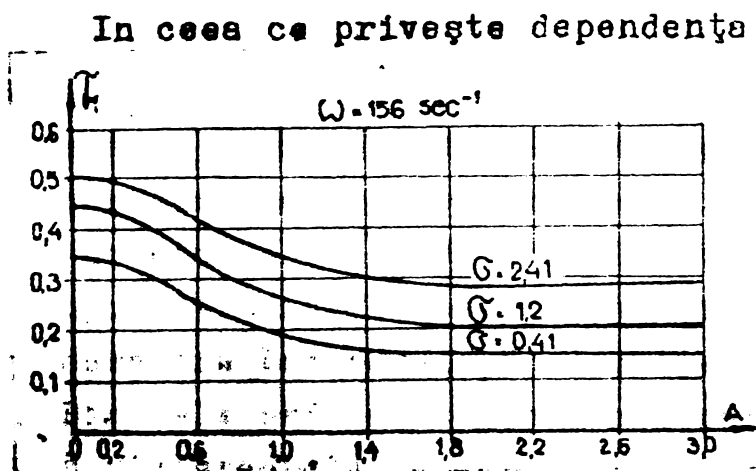


Fig. 2.18.

În ceea ce privește dependența rezistenței la forfecare în regim dinamic, față de accelerația oscilațiilor încercările experimentale efectuate [18] au permis desprinderea unor concluzii de asemenea importante.

Astfel în cazul probelor din pământuri coezive cu umidități reduse față de limita de curgere ($W_L = 70\%$), $W = 30-40\%$, se constată că în zona accelerațiilor oscilațiilor mici rezistența de forfecare este relativ constantă, ca apoi pentru o anumită valoare să scadă sensibil (fig. 2.19). Aceasta înseamnă că în general rezistența la forfecare, legăturile dintre particule, sînt afectate de vibrații numai după depășirea unei anumite valori a accelerației oscilațiilor ce a fost denumită "accelerație critică".

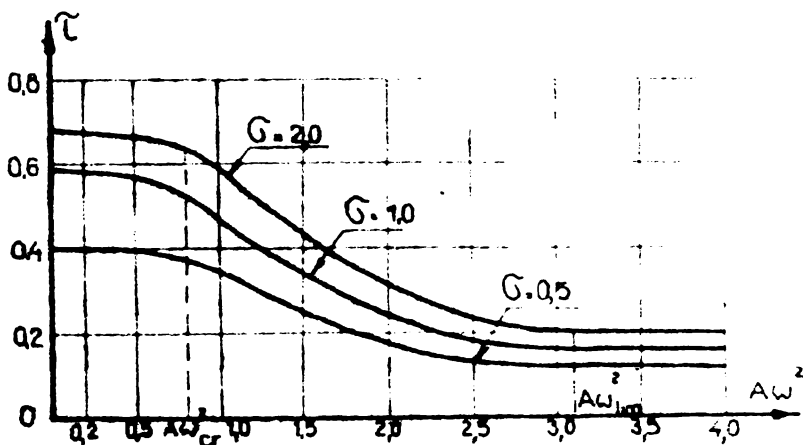


Fig. 2.19.

Această mărime este funcție de umiditate în sensul că la valori mari ale umidității valorile accelerației critice sînt mai reduse. Pentru valori mai mari ale accelerației oscilațiilor decît accelerația critică, rezistența de forfecare scade atîngîndu-se o valoare limită, denumită accelerația limită peste care rezistența la forfecare este practic neinfluențată, rămînd constantă.

Încercările făcute pentru probe cu umiditate ridicată, apropiate de limita de curgere, pentru diverse valori ale tensiunii normale, indică alături similare ale curbei de dependență cu cele prezentate anterior observîndu-se însă că aceste curbe au tendința de apropiere, de suprapunere. Acest lucru scoate în evidență faptul că la umidități ridicate, rezistența

la forfecare devine independentă de tensiunea normală, aceasta datorită faptului că în condiții de umiditate ridicată, frecarea interioară devine practic neglijabilă.

Analizând cantitativ micșorarea celor doi parametri convenționali ϕ și c se observă că vibrațiile afectează mai puțin unghiul frecării interioare și mai mult coeziunea care se reduce substanțial față de valoarea corespunzătoare a rezistenței la forfecare determinată în regim static. De asemenea se observă că odată cu creșterea umidității influența oscilațiilor asupra unghiului frecării interioare este mai mică, reducerea rezistenței la forfecare are loc numai pe seama reducerii coeziunii specifice.

Din cele prezentate în acest paragraf se desprinde concluzia că rezistențele la forfecare ale pământurilor coezive suferă reduceri substanțiale în timpul acțiunii vibrațiilor datorită modificărilor structurale ce au loc.

În cazul terenurilor necoezive, reducerea rezistenței de forfecare, în timpul acțiunii vibrațiilor are loc pe seama reducerii frecării interioare, facilitând în acest caz o nouă reorganizare a particulelor într-un edificiu mai stabil, mai îndesat, ale cărui proprietăți fizico-mecanice, după îndepărtarea sursei de vibrații sînt îmbunătățite.

Nu acelaș lucru se poate afirma și în cazul pământurilor coezive unde modificările structurale, respectiv reducerea rezistenței la forfecare are loc pe seama unor modificări mai complexe în structură modificări care după îndepărtarea sursei de vibrații nu duc la îmbunătățirea calitativă a terenului ci din contră aduc terenul din jurul sursei de vibrații la calități fizico-mecanice mai reduse decît cele pe care le-a avut înainte de apariția vibrațiilor.

2.4.3. Influența vibrațiilor asupra indicilor de structură a pământurilor

Utilizatorul efectelor vibrațiilor în domeniul lucrărilor de infrastructură, este interesat să cunoască două aspecte importante a maselor de pămînt supuse energiei vibrațiilor și anume: comportarea și modificările structurale în timpul acțiunii vibrațiilor respectiv comportarea după încetarea acțiunii vibrațiilor în lumina modificărilor structurale ce au avut loc.

În ceea ce privește masele de pămînturi necoezive, este unanim recunoscut faptul că efectul vibrațiilor aduce modificări structurale ce îmbunătățesc proprietățile fizico-mecanice ale

pământurilor [63], [45], [114].

Cercetările făcute în vederea stabilirii influenței vibrațiilor asupra porozității terenurilor necoezive [37] au scos în evidență faptul că efectul de îndesare, scăderea porozității, este funcție de accelerația oscilațiilor.

Făcându-se încercări pe trei tipuri diferite de pământuri necoezive s-a observat că la creșterea accelerației oscilațiilor respectiv a accelerației relative a oscilațiilor se produce o scădere a porozității (fig.2.20) scădere ce are loc pînă la o anumită valoare a accelerației relative a vibrațiilor, denumită accelerație critică, dela care ori cît de mult se mărește acce-

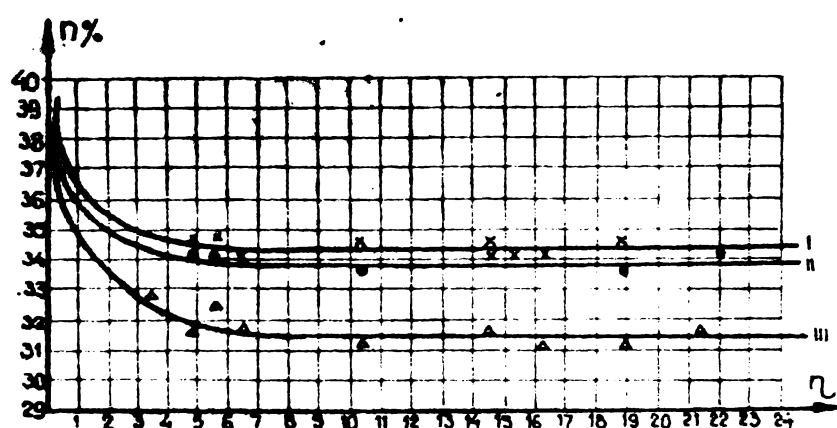


Fig.2.20.

lerea oscilațiilor nu se produc scăderi ale porozității. Acest prag apare pentru $\eta = 5 - 6$.

Încercările făcute de autori [37] au scos în evidență următoarele aspecte importante privind extinderea mo-

dificărilor structurale și anume, influența vibrațiilor asupra modificării porozității la anumită distanță de sursă emițătoare de vibrații este invers proporțională cu distanța dela sursă la punctul considerat. Se apreciază că distanța pînă la care se produc modificări ale porozității este funcție de parametri vibratorului cît și de presiunea de îndesare laterală, condiționată de diametrul tubului metalic recuperabil respectiv al volumului de pământ de dislocat.

Existența unor modificări structurale ale terenului din jurul tubului metalic recuperabil introdus în teren folosind bătărea, presarea, vibrarea, vibropresarea sau vibropercuția este uneni recunoscută, preocupări în această direcție fiind semnate încă din anul 1961 [115], aceste aspecte fiind analizate în strînsă legătură cu valoarea capacității portante a piloților executați pe loc, izolați sau în grup.

Referitor la modificările structurale survenite în cazul introducerii piloților în terenuri necoezive, lucrările experimentale amănunțite [70], scot în evidență formarea unor zone dense în jurul piloților cît și sub piloți. Zona compactată din jurul pilotului a fost stabilită prin metode acustice de determinare

a densității terenului și se apreciază că se extinde pe cca 1,75 dp, în zona de sub vârful pilotului (fig.2.21).

Acest aspect a fost relevat în anul 1957 de Kerisel, mai târziu în 1967 de Grigorian și în anul 1971 de Koizumi.

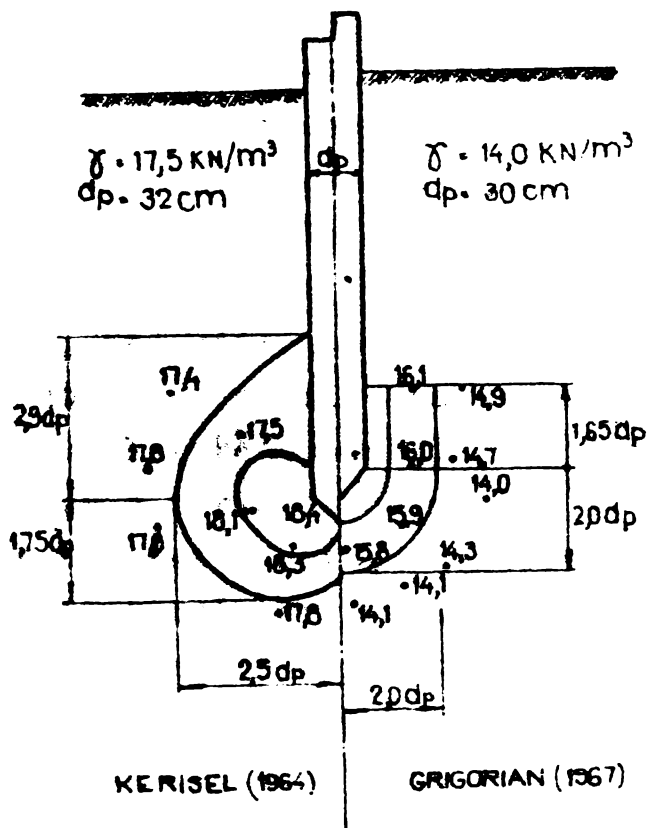


Fig.2.21.

este redusă, extinderea zonei de modificare a densității este cuprinsă în intervalul 2 dp - 3 dp.

Aspectul calitetic al modificărilor structurale a fost studiat și la noi în țară [81] când s-a urmărit modificările structurale, respectiv a indicelui porilor și greutateii volumice în stare uscată.

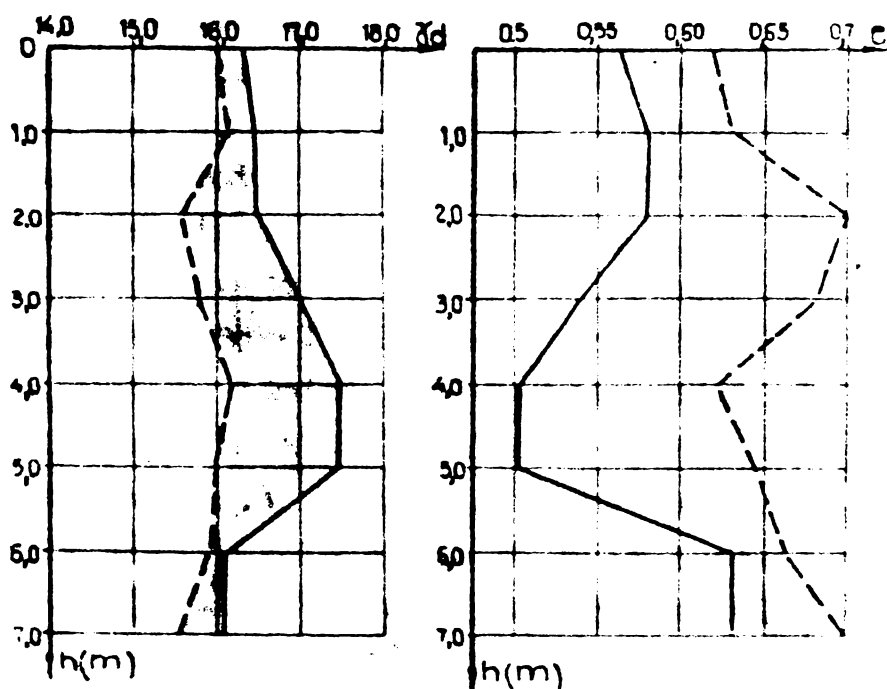


Fig.2.22.

Deformația și creșterea densității terenului din jurul pilotului are o influență directă asupra proprietăților fizico-mecanice ale terenului cât și asupra capacității portante a pilotului izolat respectiv în mod special a grupei de piloți.

În ceea ce privește extinderea zonei de modificare a densității Petrasovits [70] arată că aceasta este funcție de densitatea inițială a terenului necoeziv variind între 2 dp și 4 dp. Dacă densitatea inițială a terenului este mare, extinderea zonei de modificări structurale va depăși 3 dp, dacă densitatea

este uscată. Verificarea acestor modificări structurale s-a făcut cu ajutorul penetrometrului static, lucru ce a permis stabilirea variației cantitativo a indicilor de structură în discuție față de situația terenului înainte de înfigere în teren a tubului metalic recuperabil prin vibra-re (fig.2.22).

Penetrările au fost realizate la distanța de 2 dp măsurată din axul tubului metalic recuperabil.

Se observă că datorită modificărilor structurale survenite datorită acțiunii vibrațiilor asupra terenului, indicele porilor s-a modificat cu cca 9%-10% pentru primul metru dela suprafață, și cu circa 18-23% pentru restul fișei realizate, se observă că modificări structurale se produc și sub vârful pilotului avînd valoarea maximă pentru primii 50 cm de sub vîrf și anume 20% ca apoi în continuare la adîncimea de 1,5 m de sub vîrf aceste modificări să fie numai de 2-3%, practic neglijabile.

Referitor la modificările structurale ce survin în cazul pămînturilor coezive ca urmare a înfigerii în teren a piloților sau tuburilor recuperabile, în literatura de specialitate se menționează o serie de cercetări [91], [109], [70], în scopul de a identifica calitativ oît și cantitativ aceste modificări, se menționează că în cazul terenurilor coezive, fenomenele ce apar ca urmare a modificărilor structurale sînt mult mai complexe.

Modificările structurale ce apar în cazul pămînturilor coezive se reflectă, așa cum se precizează în literatura de specialitate, asupra mărimii coeziunii specifice respectiv asupra rezistenței la lunecare ce apare între suprafața laterală a tubului metalic recuperabil și teren. Majoritatea specialiștilor [15], [91], [109], afirmă că în jurul tubului respectiv al pilotului executat pe loc, se produc reduceri ale rezistenței la lunecare reduceri scoase și în evidență de încercările făcute în scară de laborator și în condiții naturale de zăcămînt.

Rezultate interesante a obținut R.W.Cooke și C.Price [15], făcînd încercări pe piloți cu lungimea de 3,5 m și diametrul de 16,8 cm introduși în argilele de Londra. Pilotul de probă a fost prevăzut cu aparament, iar deplasarea laterală a pămîntului a fost măsurată la adîncimi diferite în foraje de testare plasate pînă la distanța maximă de 10 dp.

Observațiile făcute au permis să se tragă următoarele concluzii: volumul pămîntului refulat lateral reprezintă cca 2/3 din volumul de pămînt dislocat de pilot, 1/3 din volumul de pămînt fiind afectată de refularea verticală. Deplasarea verticală maximă datorită refulării apare la distanța de (1,5-2 dp). Modificările structurale demne de a fi luate în considerare se produc pînă la (1 - 1,5)dp de la marginea pilotului.

În cazul terenurilor coezive (argilelor) aceste modificări sînt funcție de tipul pămîntului coeziv cît și de vîrsta acestuia [99]. Argilele și prafurile moi sînt sensibile la efectele dinamice ce apar în procesul de înfigere al piloților sau al tuburilor metalice recuperabile. Urmare acestui fapt apare o micșorare rapidă și însemnată a rezistenței la tăiere a pămîntului din jurul pilorului efect care depinde de valoarea sensibilității. În general odată cu trecerea timpului, rezistența la tăiere se reface tînzînd cître valoarea pe care a avut-o în stare netulburată.

Datorită acestor modificări ce apar în jurul elementului de înfipt, frecarea laterală dintre elementul de înfipt și teren reprezintă în cele mai multe cazuri doar o fracțiune din rezistența la tăiere a argilelor în stare netulburată, acest lucru face ca și factorul de adeziune să aibă valori diferite chiar pe unul și același amplasament experimental [109], [41].

Elemente definitorii ale acestui fenomen pentru argile, au fost elucidate în cea mai mare măsură pentru cazul înfigerii elementelor în teren prin batere sau presare, aspectele acestui fenomen în cazul înfigerii prin vibrare vibropresare sau vibropercuții nu este suficient elucidat aceasta în special datorită faptului că introducerea procedeelor de înfigere prin vibrare în tehnologiile de realizare a lucrărilor de infrastructură a avut loc în ultimele trei decenii.

Se poate afirma însă că preocupările din ce în ce mai intense privind introducerea tehnicii vibrării la lucrări de fundații [4], [56], [45], [68], au dus la elucidarea unor aspecte privind domeniul de folosire al energiei vibrațiilor în special în cazul înfigerii și smulgerii elementelor rigide în teren.

Tinînd seama de comportarea diferită a terenului necoeziv față de cel coeziv atunci cînd este supus energiei vibrațiilor cercetările efectuate au scos în evidență necesitatea folosirii unor generatoare de vibrații cu posibilități de transformare a lor în vibropercuție [56], [116], [68].

Acest lucru permite ca în cazul unei stratificații alternante de terenuri necoezive cu terenuri coezive înfigerea tubului metalic recuperabil să se realizeze în condițiile unui randament ridicat.

Avînd în vedere cunoștințele actuale despre folosirea tehnicii vibrării la înfigerea și smulgerea elementelor din teren, respectiv cunoștințele privind influența vibrațiilor asupra modificărilor structurale și a caracteristicilor fizico-mecanice a pămînturilor s-a considerat că vibrațiile, energia lor este cea mai economică

energie pentru înfigerea și smulgerea din teren a tuburilor metalice recuperabile în vederea realizării unor piloți scurți, executați pe loc.

Ca urmare a acestei concluzii autorul, sub directa îndrumare a conducătorului științific prof.dr.ing. Marin Păunescu, a început încă din anul 1978 să desfășoare o activitate de cercetare în vederea elucidării tuturor aspectelor privind tehnologia de realizare a piloților scurți executați pe loc prin vibropresare.

x
x x

CAPITOLUL 3

STUDII PRIVIND ELABORAREA SI APLICAREA TEHNOLOGIEI DE
REALIZARE A PILOTELOR SCURTI EXECUTATI PE LOC PRIN
VIBROPRESARE

3.1. Introducere

Eficiența tehnico-economică a fundațiilor indirecte și în special a fundațiilor pe piloți este într-o continuă dispută cu cea a fundațiilor directe de medie adâncime sau pe teren consolidat.

Această dispută a sporit considerabil datorită necesității executării construcțiilor dezvoltate pe verticală, ceea ce înseamnă încărcări mari transmise terenului de fundație respectiv faptului că în prezent amplasamentele cu terenuri bune de fundare devin tot mai rare datorită restricției ce există la noi în țară cît și pe toate meridianele globului de a se scoate anumite suprafețe de teren din circuitul agricol.

Datorită acestor factori obiectivi există preocupări intense ale specialiștilor de a rezolva această dispută, preocupări care se desfășoară, după cum s-a arătat în paragraful 1.1. din prezenta lucrare, în mai multe direcții.

Aceste preocupări au avut ca rezultat elaborarea unei game variate de tehnologii de realizare a fundațiilor pe piloți, tehnologii care răspund în condiții optime unor anumite situații de teren.

În țara noastră ca urmare a preocupărilor deosebite ale unui colectiv din catedra de drumuri și fundații din Timișoara, condus de prof.dr.ing. M.Păunescu [52], [53], [56], [57], [58]. în direcția introducerii tehnicii vibrării la lucrările de infrastructură s-au creat condiții optime de studiu și aplicare a tehnicii vibrării la tehnologia de realizare a piloților scurți executați pe loc. Sub conducerea competentă a profesorului M.Păunescu, începînd din anul 1968 s-au efectuat studii și încercări experimentale pentru elaborarea și definitivarea tehnologiei de realizare a piloților scurți executați pe loc prin vibropresare.

Ca obiectiv principal ne-am propus să studiem posibilitatea utilizării energiei vibrațiilor la lucrările de execuție a fundațiilor pe piloți și în speță la tehnologia de execuție a piloților realizați pe loc cu sau fără bulb, armați total sau parțial.

În ideea elaborării și definitivării unei tehnologii de lucru cât mai economice în raport cu fundațiile clasice executate în aceleași condiții de teren și care să se poată adapta la condițiile concrete ale fiecărui amplasament, am optat pentru lungimi ale pilotului de 7 - 7,5 m care se încadrează în categoria piloților scurți, ale căror avantaje tehnico-economice evidente sînt semnalate în paragraful 1.2. [113], [86], [75], [80].

Procedeele tehnice de realizare a piloților scurți executați pe loc, care face obiectul prezentului capitol se caracterizează prin aceea că forarea spațiului necesar realizării pilotului se face prin vibrare, vibropresare sau vibropercuție cu ajutorul unui dispozitiv metalic (tub metalic recuperabil) ce folosește și pentru realizarea bulbului.

3.1.1. Domeniul de aplicare

Plecînd de la ideea elaborării unei tehnologii capabile să acopere o arie cât mai mare ca aplicabilitate, dictată de condițiile concrete de teren, s-au făcut o serie de studii și încercări experimentale la scara naturală pe amplasamente cu caracteristici geotehnice și stratigrafice diferite.

Aplicabilitatea noii tehnologii de lucru a fost gîndită în prima fază a cercetărilor în lumina obținerii unor avantaje tehnico-economice față de fundarea indirectă pe piloți scurți prefabricați în aceleași condiții de teren cât și față de fundarea directă la adîncimea de fundare de 2,50 m - 3,00 m de la suprafața terenului natural, nivelul apelor subterane fiind ridicat astfel încît cota de fundare se găsește sub acest nivel.

De asemenea, plecînd de la avantajele tehnico-economice scontate (economie de manoperă, material, creșterea productivității muncii) cât și a posibilității de lucru în tot timpul anului, înălusiv iarna, s-a apreciat în prima fază că tehnologia de lucru poate fi aplicată la lucrări la care condițiile geomorfologice ale amplasamentului nu reclamă în mod obligatoriu soluția de fundare pe piloți.

Elucidarea acestor elemente definitorii ale domeniului de aplicabilitate a fost posibilă datorită studiilor și experimentărilor de teren efectuate care au permis totodată lărgirea gamei de condiții ce facilitează aplicabilitatea tehnologiei de realizare a piloților scurți executați pe loc prin vibrare [47], [64], [51], [82].

În ceea ce privește domeniul de aplicare, în urma rezultate-

lor experimentale s-au conturat următoarele cazuri în care tehnologia de execuție elaborată poate fi aplicată cu eficiență tehnico-economică maximă și anume:

1. Când straturile superficiale ale terenului de fundare sînt improprii aplicării soluției de fundare directă iar dela o adîncime cuprinsă între -3,00 - -7,00 m apare un strat cu compresibilitate redusă; soluția de fundare devine economică cînd săpăturile necesare fundării directe sau măsurile de îmbunătățire a terenului de fundare se extind pe o adîncime mai mare de 1,70 2,00 m dela suprafața terenului natural.

2. Cînd nivelul apei este foarte ridicat, terenul are o permeabilitate medie iar adîncimea la care se găsește stratul bun de fundare este relativ mare fără a depăși însă 6,0 - 7,0 m.

3. Cînd structura statică a construcției ce urmează să se execute este sensibilă la tasări absolute și diferențiate și straturile superficiale de teren sînt compresibile iar la adîncimea de maximum 6,0 - 7,0 m se găsește un strat de teren cu compresibilitate redusă.

4. Cînd stratele superficiale sînt constituite din terenuri cu compresibilitate mare (terenuri losssoide) cantonate pe strate cu compresibilitate redusă care apar la adîncimea de 6,0 - 7,0 m dela suprafața terenului natural.

5. In toate cazurile în care soluția de fundare pe piloți scurți executați pe loc realizați prin vibropresare prezintă avantaje tehnico-economice, productivitate ridicată cît și posibilitatea reducerii duratei de execuție, în raport cu altă soluție de fundare posibilă de adoptat în aceleași condiții de teren.

Aplicabilitatea tehnologiei de lucru în condiții de teren diferite de cele amintite anterior este posibilă numai în cazul cînd vibroagregatele folosite au caracteristici tehnice corespunzătoare situației concrete.

3.2. Tehnologia de execuție

Activitatea depusă de autor în vederea definitivării unei tehnologii de lucru, care să satisfacă dezideratul unui grad de tehnicitate ridicată, a constituit o preocupare continuă și atentă în vederea eliminării acelor elemente negative care contraveneau ideii inițiale dela care s-a plecat și anume definitivarea și elaborarea unei tehnologii de lucru cu care să se poată realiza

piloți scurți executați pe loc cu sau fără bulb armați total sau parțial în condiții tehnice deosebite care să asigure posibilitatea obținerii unor capacități portante mai mari, în aceleași condiții de teren, funcție de numărul de vibropresări cât și o durabilitate a piloților în timp cât mai mare.

În acest sens încă din anul 1968 cu contribuția directă a autorului [64], [47], s-au efectuat primele încercări tehnologice experimentale care vizau aspecte ale modelării fazelor tehnologiei de execuție astfel încât să se obțină o tehnologie de lucru sigură cu desfășurare rațională în timp cât și ușor de aplicat în condiții reale de șantier [65], [66].

Desfășurarea propriu-zisă a tehnologiei de execuție este precedată de o serie de lucrări prezătitoare și de organizare care au drept scop crearea unui cadru optim de desfășurare a fazelor tehnologiei de execuție (nivelarea platformei de lucru, trasarea și pichetarea piloților, pregătirea materialelor necesare executării piloților) [47], [67].

3.2.1. Utilaj și dispozitive de execuție

În vederea realizării piloților scurți executați pe loc prin vibropresare utilizând tehnologia de lucru se face obiectul prezentului capitol sînt necesare următoarele:

- agregat de vibropresare (A.V.P.-1);
- dispozitiv pentru realizarea piloților (tub metalic recuperabil).

Atît utilajul cît și dispozitivul folosit la executarea piloților scurți prin vibropresare a fost realizat în cadrul activității de studiu și cercetare contractuală desfășurată în cadrul unei tematici ce a făcut parte din planul de cercetare [50], [116], al catedrei de Drumuri și Fundații în anii 1971 - 1974.

Agregatul de vibropresare AVP-1. În cazul tehnologiei de execuției a piloților scurți executați pe loc prin vibrare, agregatul de vibropresare (AVP-1) servește la introducerea dispozitivului de realizat piloți în teren la realizarea bulbului dela partea inferioară și în final la extragerea dispozitivului din teren.

Agregatul A.V.P.1 (fig. 3.1) constă din următoarele părți principale: cadrul anterior (1) cadru posterior (2), luminare de ghidare (3), generator de vibrații (4), trolu electric (5) cu un sistem de scripeți cu cablu și dirijare dela distanță, generator de curent (6), electromotorul trolului (7) și electromotorul vi-

brogeneratorului (8). Dirijarea întregului vibroagregat se face centralizat din cabina tractorului (9).

GABARIT (dimensiuni în m)

	în poziția de lucru	în poziția de transp
înălțimea cu tronson prelungitor	13,60	3,80
înălțimea fără tronson prelungitor	11,60	
lungimea	7,70	10,30
lungimea cu tronson prelungitor		12,30
lățimea	2,85	

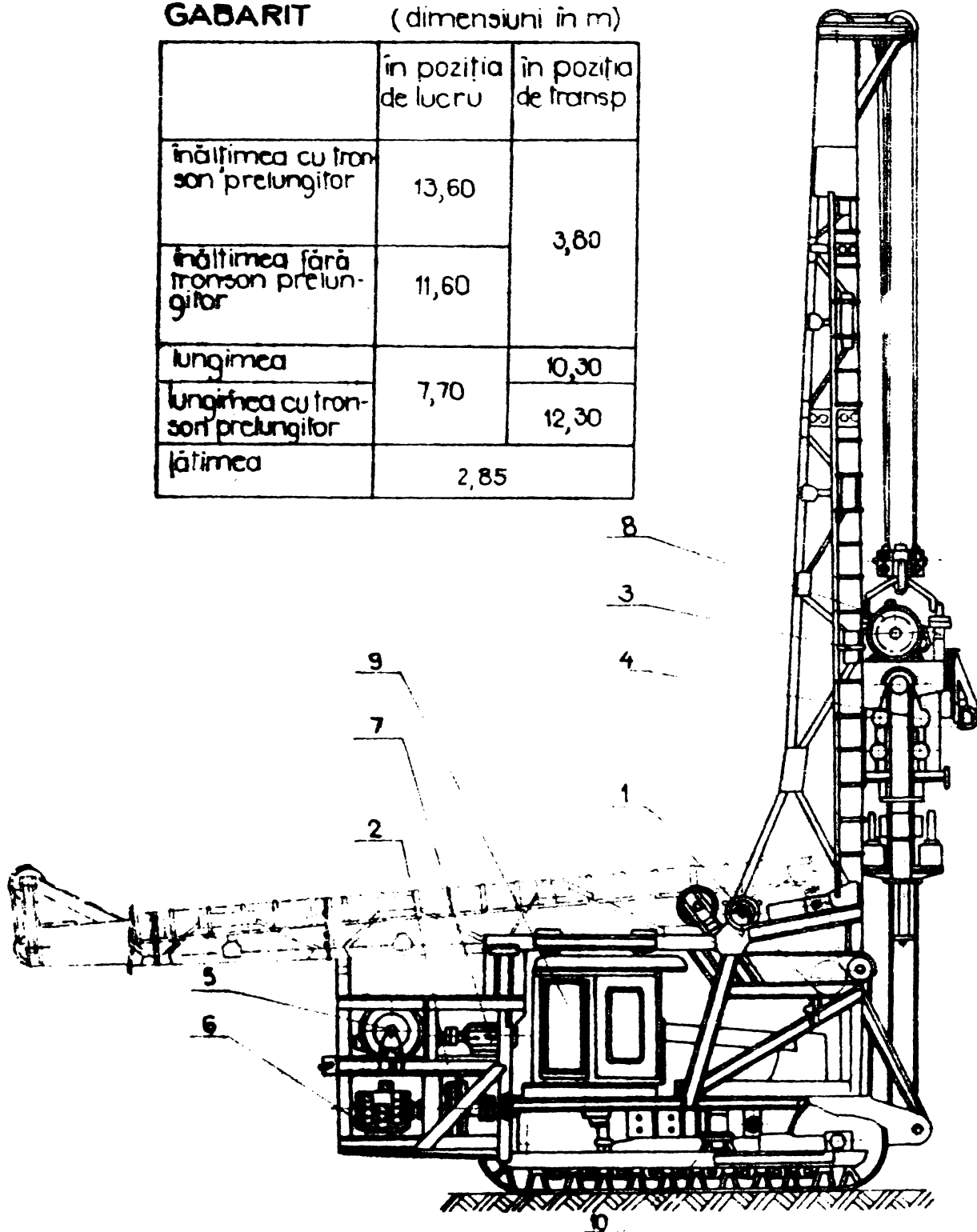


Fig. 3.1.

Organul principal al vibroagregatului este generatorul de vibrații (4). Cadrul anterior, posterior, lumânarea de ghidare cît și toate subansamblele sînt montate pe un tractor S 1500 cu mecanismul de rulare prelungit (10) care asigură autonomia de deplasare și energetică a vibroagregatului. Prin conectarea electromotorului troliului la surse de energie electrică, respectiv prin sistemul de scripeți și cabluri, generatorul de vibrații

montat elastic într-un cadru metalic se poate deplasa pe verticală de-a lungul lumînării de ghidare. Electromotorul generatorului de vibrații cît și cel al troliului sînt alimentate cu energie electrică de la generatorul de curent existent pe vibroagregat prin intermediul unui tablou de distribuție montat în cabina tractorului. Tubul metalic recuperabil (dispozitivul de lucru) este fixat de vibrator prin intermediul unei piese speciale de prindere care asigură o legătură rigidă între tubul metalic și generatorul de vibrații.

În procesul de lucru, generatorul împreună cu tubul metalic recuperabil (dispozitivul de lucru) se ridică de-a lungul lumînării de ghidare fixîndu-se apoi în mod rigid tubul metalic de generatorul de vibrații, deconectîndu-se inițial electromotorul troliului și slăbind frîna sa.

Se conectează la sursa de energie electrică electromotorul generatorului de vibrații, tubul metalic recuperabil înfigîndu-se în teren sub influența combinată a forței perturbatoare generată cît și a efortului de presare ce se realizează prin intermediul cablurilor de presare.

Extragerea se efectuează numai sub efectul vibrațiilor, cu ajutorul troliului de ridicare. Agregatul de vibropresare AVP-1 se caracterizează prin aceea că permite înfigerea tubului metalic recuperabil prin vibrare, vibropresare sau vibropercuție respectiv extragerea prin vibrare sau vibropercuție.

Caracteristicile tehnice principale ale agregatului de vibropresare AVP-1 sînt următoarele [116]:

Diametrul maxim al tubului metalic recuperabil	440 mm
Forța perturbatoare	220 KN
Lungimea tubului metalic recuperabil	7-9 m
Frecvența oscilațiilor	710 osc/min
Forța maximă de presare	110 KN
Viteza de înfigere	2,1-2,5 m/min
Greutatea agregatului de vibropresare	310 KN
Presiunea specifică pe sol	0,68 daN/cm ²
Viteza de deplasare	2,4-5,4 km/h

Caracteristica principală a generatorului de vibrații este aceea că permite modificarea parametrilor vibrației prin schimbarea poziției masei excentricilor astfel încît să se poată obține diferite amplitudini, viteze sau accelerații ale oscilațiilor făcînd posibilă exploatarea eficientă a agregatului de vibropresare

funcție de condițiile concrete ale terenului și de dimensiunile geometrice ale tubului metalic recuperabil.

Dispozitive de lucru

În vederea realizării piloților executați pe loc realizați prin vibropresare cu sau fără bulb, armați total sau parțial, s-au proiectat și executat (cu concursul autorului) funcție de tipul pilotului dispozitive de lucru adecvate scopului [50].

În general aceste dispozitive pot fi grupate în două grupe:

- dispozitive de lucru pentru piloți cu sau fără bulb armați parțial;

- dispozitive de lucru pentru piloți cu sau fără bulb armați pe întreaga lungime;

Din punct de vedere al concepției aceste dispozitive sînt asemănătoare, deosebirea constînd în realizarea și plasarea sub-ansamblului ce facilitează realizarea bulbului.

Dispozitivul de lucru pentru realizarea piloților cu sau fără bulb parțial armați (fig.3.2) este alcătuit dintr-o țevă metalică (1) cu dimensiunile de 419 x 9 mm avînd lungimea funcție de necesitățile impuse de teren și de dimensiunile de gabarit ale utilajului. La partea inferioară dispozitivul este prevăzut cu două clapete (2) care sînt prinse de țeava metalică articulată prin intermediul unor balamale speciale (3) care au rol și de limitatoare de deschidere.

Balamalele speciale permit apropierea celor două clapete care formează la partea inferioară a dispozitivului un vîrf ascuțit respectiv deschiderea acestor clapete astfel încît să aibă generatoarea în prelungirea țevii metalice.

La 1250 mm distanță de la partea inferioară a țevii metalice, în interiorul acesteia, se găsesc prinse articulată două clapete de formă semieliptică (4) a căror închidere și deschidere este limitată de distanțierele (5); (6) și (7) care permit o deschidere a clapetelor suficientă pentru trecerea betonului în timpul turnării. Funcționarea acestor clapete este simplă astfel că la turnare ele se deschid sub greutatea proprie iar în procesul de presare pentru creierea bulbului se închid nepermițînd ridicarea betonului în sus.

La partea superioară, dispozitivul de lucru este prevăzut cu o flanșă (8) prinsă de acesta prin sudură, flanșă ce permite fixarea rigidă prin buloane a dispozitivului de lucru de vibro-generator.

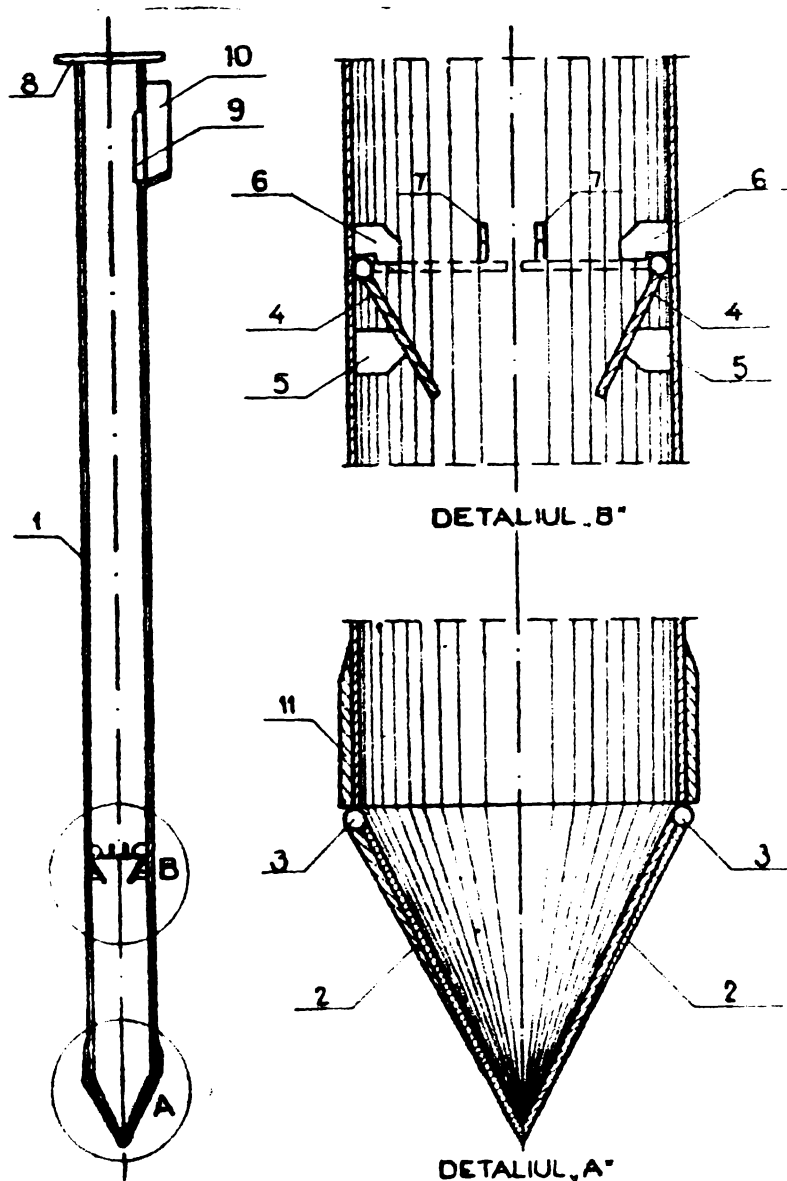


Fig.3.2.

Turnarea betonului în dispozitivul de lucru înfipt în teren se face prin intermediul unei ferestre de alimentare (9) de 200x300 mm practică la cca 400 mm sub flangă de prindere și care este prevăzută cu o pîlnie de turnare (10).

Avînd în vedere că în anumite condiții de teren datorită forței de frecare laterală mare, nu se poate realiza fișa maximă, la partea inferioară a dispozitivului de lucru s-a prevăzut un inel metalic (11) realizat din platbanda de 150x15 mm. Rolul acestui inel este de a diminua forța de frecare laterală lucru constatat experimental prin creș-

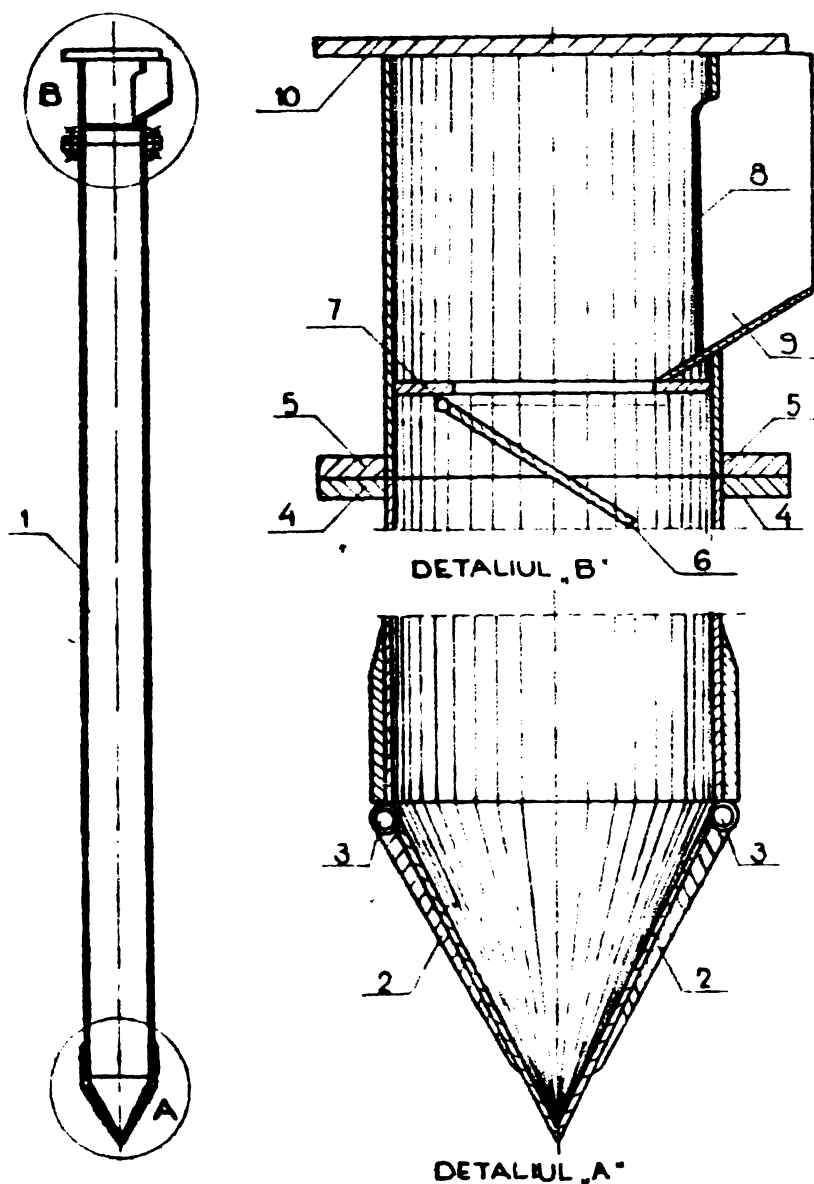
terea adîncimii de înfigere față de situația dispozitivului fără inel cu cca 30-50% ceea ce este sinonim cu reducerea rezistenței de frecare laterală în aceeași proporție.

Dispozitivul de lucru pentru realizarea piloților executați pe loc cu sau fără bulb armați pe întreaga lungime (fig.3.3.) se compune din două subansamble și anume:

- tronsonul de bază prevăzut cu clapete la partea inferioară;
- capul de legătură prevăzut cu fereastră de alimentare și clapeta de presare.

Tronsonul de bază este conceput analog cu dispozitivul de lucru pentru realizarea piloților parțial armați avînd următoarea componență: țevă metalică (1) cu dimensiunile de 419 x 9 mm este prevăzută la partea inferioară cu două clapete (2) prinse de țevă prin articulații speciale (3) ce au rol de limitatoare de deschidere. La partea superioară tronsonul de bază este în-

văzut cu o flanșă de prindere (4) ce permite o prindere rapidă și sigură a tronsonului de capul de legătură prin intermediul



a cel puțin 4 patru bu-
loane M 30 rabatabile.
Capul de legătură este
astfel conceput încât
să aibă rolul de a asi-
gure legătura dintre
tronsonul de bază și vi-
brogenerator, să asigu-
re efectul de presare
asupra coloanei de be-
ton turnat în dispozitiv
în vederea creierii bul-
bului respectiv să faci-
litizeze alimentarea cu
betonul necesar creie-
rii bulbului. În acest
sens capul de legătură
are prevăzut la partea
inferioară o flanșă (5)
prevăzută cu 4 pînă la
6 fante ce permit cupla-
rea cu tronsonul de ba-
ză, cu o clapetă de optu-
rare (6) prinsă articulat

Fig.3.3.

de placă suport (7). Alimentarea cu beton se face prin fereș-
tra de alimentare (8) prevăzută cu o pîlnie de colectare a beto-
nului (9).

La partea superioară capul de legătură este prevăzut cu o
flanșă de prindere (10) ce permite în final rigidizarea prin bu-
lonare a dispozitivului de vibrogenerator.

Ambele dispozitive de lucru descrise au necesitat o serie
de îmbunătățiri față de variantele inițial experimentate [65],
[50], [51], ajungîndu-se în prezent la dispozitive de lucru a
cărora concepție a fost verificată în producție și care au dat sa-
tisfacție deplină în condiții de exploatare pe șantiere.

3.2.2. Tehnologia de realizare a piloților executați pe loc parțial armați

În ceea ce privește realizarea piloților executați pe loc cu sau fără bulb armați parțial sau total în literatura de specialitate, așa cum s-a arătat în paragraful 1.3.1. sînt menționate o serie de procedee tehnologice de execuție, procedee ce se pot grupa în două categorii:

a) Procedee tehnologice de execuție a piloților care folosesc un utilaj ce permite executarea forajului lărgirea spațiului pentru formarea bulbului, armarea respectiv betonarea cu același dispozitiv de lucru.

b) Procedee tehnologice în care operațiile de forare, formare a bulbului, armare și betonare se execută în mod separat cu dispozitive specializate.

La procedeele din primul grup, spațiile pentru turnarea corpului pilotului se realizează prin forare folosind echipamentul de foraj și lărgirea bulbului montat pe un agregat de forare; forajul propriu-zis precum și cel pentru creierea spațiului bulbului se face sub protecția noroiului de foraj, fapt ce atrage după sine îngreunarea procesului de armare și betonare, respectiv procedeul necesită evacuarea materialului rezultat în procesul de forare.

De asemenea problemele realizării bulbului și în special la grupul "b" de procedee este greoi și neeconomic, procedeele și în special echipamentele folosite la executarea bulbului fiind foarte diferite ca formă și concepție datorită necesității adaptării lor la natura și consistența terenului.

Procedeul tehnologic de realizare a piloților executați pe loc ce face obiectul prezentei lucrări, înlătură aceste dezavantaje prin aceea că elimină realizarea cavității corpului pilotului și al bulbului prin forare la uscat sau cu noroi de foraj nemai punîndu-se problema evacuării materialului, armarea, betonarea și formarea bulbului făcîndu-se prin intermediul dispozitivului de realizare a pilotului care se introduce în teren prin vibrație, vibropresare sau vibroprecuție.

Tehnologia de realizare a piloților executați pe loc cu sau fără bulb parțial armați se desfășoară în două sau trei etape de lucru (fig. 3.4.a). După ce dispozitivul de lucru a fost introdus în teren cu ajutorul agregatului de vibropresare (AVP-1) pînă la cota precisă în proiect se trece la realizarea pilotu-

CICLUL PRIMEI FAZE DE LUCRU

CICLUL CELEI DE A DOUA FAZE

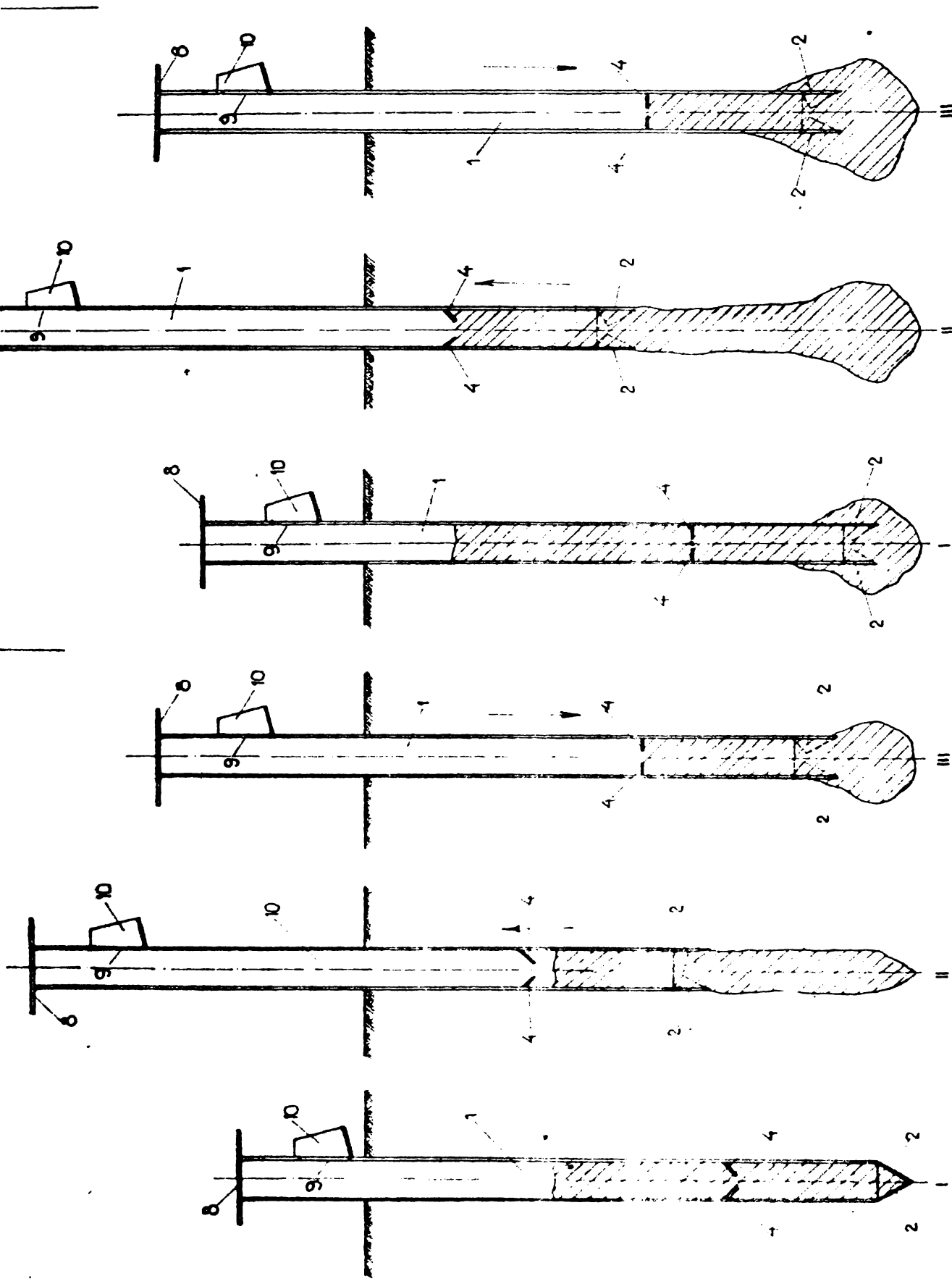


Fig.3.4.8

INSTITUTUL POLITEHNIC
BUCURESTI
BIBLIOTECA CENTRALA

lui, care are loc printr-o succesiune de operații prestabilite și anume:

Se introduce o anumită cantitate de beton în dispozitivul de lucru, beton care să ocupe cca 1,80-2,50 m din lungimea dispozitivului de lucru.

Se extrage apoi dispozitivul de lucru din teren cu cca 1,20 -1,30 m prin vibrare efect ce facilitează deschiderea clapetelor și scurgerea betonului în gaura vibroforată.

În continuare se trece la reînfigerea în teren a dispozitivului prin vibropresare clapetele semieliptice (4) plasate în interiorul tubului se închid iar masa de beton prinsă sub ele este vibrată și presată în teren creindu-se astfel la partea inferioară un bulb datorită refulării betonului. Aceste trei operații constituie ciclul primei faze de lucru (fig.3.4.a).

După epuizarea primei faze de lucru se trece în continuare la umplerea dispozitivului de lucru cu beton pe cca două treimi din lungimea sa, extragerea acestuia prin vibrare cu cca 1,70 - 2,00 m și reluarea procesului de vibropresare, pînă la atingerea unei cote de înfigere cu cca 50 cm mai sus față de cota inițial atinsă. Efectul acestei vibropresări se materializează prin mărirea bulbului inițial creat. Operațiile realizate după încheierea primei faze de lucru constituie ciclul fazei a doua de lucru.

După epuizarea numărului de vibropresări impuse, respectiv al numărului de faze de lucru se trece la umplerea completă a dispozitivului cu beton, operație după care se efectuează extragerea dispozitivului de lucru din teren prin vibrare.

Partea superioară a pilotului proaspăt turnat se armează pe o lungime de 1,6 -2,0 m cu ajutorul unui pachet de bare fretate introduse în masa betonului prin rotire și presare manuală, ușurînd această operație prin folosirea unui pervibrator.

Tehnologia de lucru permite realizarea de piloți, cu bulb la partea inferioară și proeminente pe manta, aceasta prin efectuarea operației de vibropresare mai sus de bulbul pilotului creat inițial prin epuizarea fazei a doua de lucru.

3.2.3. Tehnologia de realizare a piloților executați pe loc cu sau fără bulb armați pe întreaga lungime [69]

Realizarea piloților executați pe loc cu sau fără bulb, armați pe întreaga lungime se efectuează în mai multe faze de lucru fiecare fază fiind constituită dintr-o succesiune de operații prestabilite (fig.3.4 b) și anume:

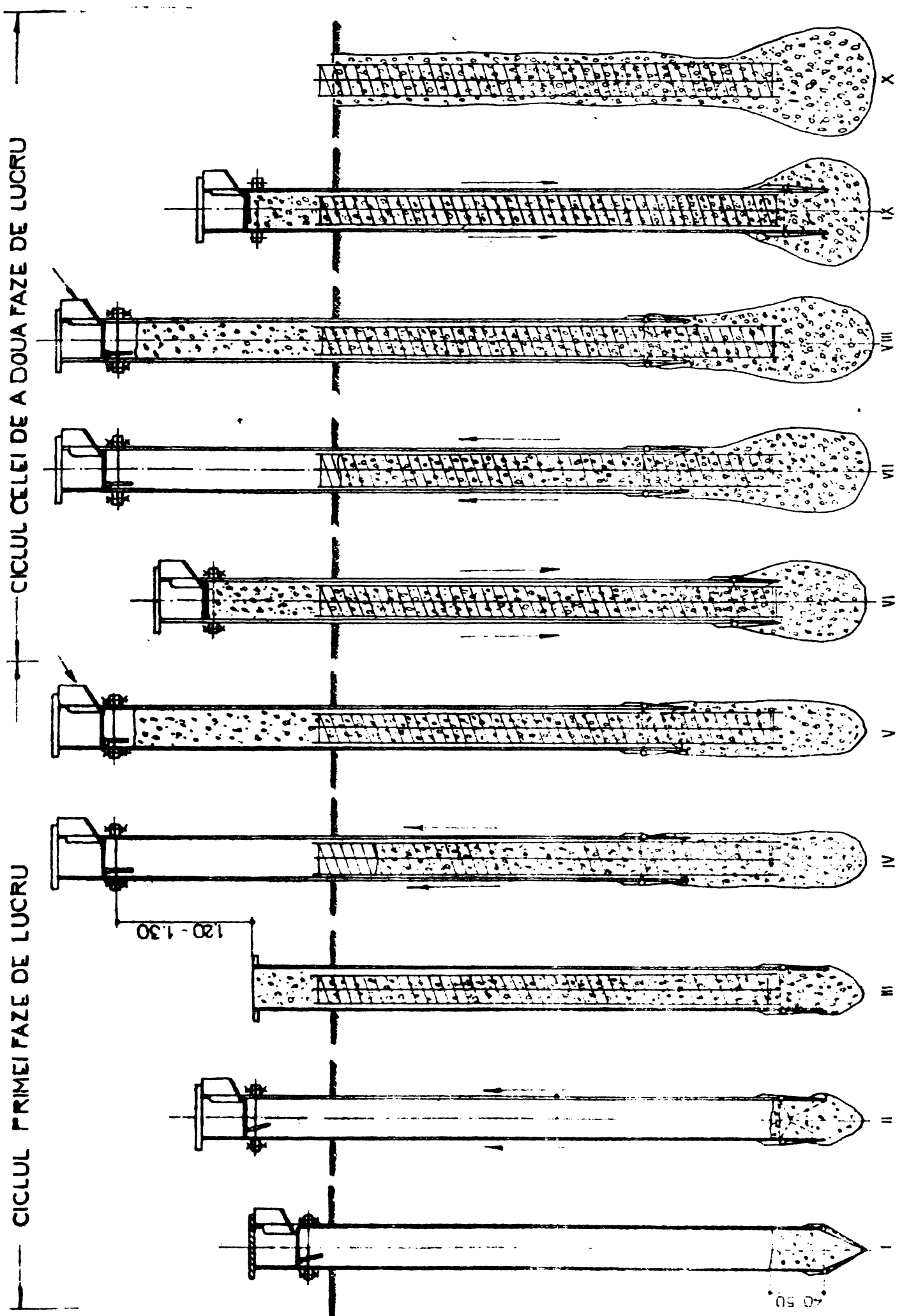


Fig.3.4.b.

- Infigerea dispozitivului de lucru în teren, pînă la cota prescrisă în proiect și introducerea în interiorul acestuia a unei cantități de beton care să ocupe cca $40 \div 50$ cm din lungimea tubului.

- Extragerea dispozitivului din teren cu cca 50 cm sub efectul vibrării, operație ce are ca rezultat deschiderea clapetelor la partea inferioară iar betonul ocupă prin cădere liberă spațiul vibroferat inițial.

- Detașarea capului de legătură și introducerea carcasei de armătură în dispozitiv, lungimea carcasei fiind astfel aleasă încît partea superioară a acesteia să se găsească la cca 25-30 cm deasupra nivelului terenului.

- Umplerea completă a dispozitivului de lucru cu beton, cuplarea capului de legătură și extragerea dispozitivului pe lungimea de $1,20 \div 1,30$ m față de poziția inițială.

- Reumplerea cu beton a dispozitivului de lucru.

Aceste operații constituie prin înlănțuirea lor, ciclul primei faze de lucru. Dacă se prevede realizarea piloților executați pe loc fără bulb armați pe toată lungimea, ultima operație din primul ciclu este urmată de extragerea completă din teren a dispozitivului de lucru, extragere ce se efectuează numai sub efectul vibrațiilor.

Dacă se prevede realizarea de piloți cu bulb la partea inferioară se efectuează ciclul operațiilor din faza a doua de lucru și care constă din următoarele:

- Blocarea clapetei de obturare și reînfigerea dispozitivului de lucru în teren pînă la o cota egală cu cea stabilită la operația a doua din cadrul primei faze de lucru. Masa de beton blocată în tubul metalic sub efectul vibropresării va refula pe la partea inferioară formînd un bulb, a cărui formă și dimensiuni depind de cantitatea de beton introdusă în tub în cadrul ultimei operații din prima fază de lucru cît și de natura terenului.

- Dacă se impune realizarea unui pilot cu bulb rezultat din două sau trei operații se procedează la extragerea dispozitivului sub efectul vibrării pe o lungime de $1,20 \div 1,30$ m, reumplerea acestuia cu beton, blocarea clapetei de obturare și reînfigerea acestuia în teren, operație ce are ca rezultat mărirea bulbului inițial creat.

- După efectuarea numărului de operații de vibropresare prevăzut se trece la completarea cu beton a dispozitivului cu o

cantitate suficientă astfel încât după extragerea completă a dispozitivului betonul proaspăt să ajungă la nivelul terenului.

3.3. Lucrări experimentale privind elaborarea și aplicarea tehnologiei de execuție

În vederea elucidării unor aspecte privind tehnologia de realizare a piloților executați pe loc prin vibropresare atât în faza de studiu cât și de aplicare în producție în perioada 1969-1977 s-au efectuat o serie de lucrări experimentale [47], [64], [65], [51], [82], ocazie cu care s-au urmărit principalele aspecte tehnice pe care le ridică noua tehnologie de lucru. Marea majoritate a lucrărilor experimentale au fost efectuate la scară naturală în paralel cu aplicarea tehnologiei în condiții de șantier pe diverse amplasamente experimentale caracterizate prin structuri geomorfologice diferite.

Elementele care au constituit mobilul lucrărilor experimentale și care constituie în totalitatea lor un ansamblu definitoriu al noii tehnologii sînt următoarele:

- continuitatea și calitatea betonului din corpul pilotului;
- formarea bulbului la partea inferioară a pilotului funcție de natura terenului;
- posibilitatea formării unor proeminente la diferite niveluri ale pilotului;
- modificările structurale din teren datorită energiei vibrațiilor;
- capacitatea portantă, cât și factorii care influențează asupra mărimii acesteia.

3.3.1. Amplasamente experimentale

Așa cum s-a mai amintit activitatea de studiu și cercetare privind elaborarea și definitivarea tehnologiei de realizare a piloților executați pe loc prin vibrare sau vibropresare desfășurată de autor a cuprins două perioade distincte. O primă perioadă de cercetări tehnologice caracteristice realizate pe amplasamente experimentale propriu-zise perioada ce se extinde pe durata anilor 1967-1968 și în care s-au pus bazele noii tehnologii de lucru. Perioada a doua se caracterizează prin aceea că lucrările experimentale s-au efectuat în paralel cu aplicarea tehnologiei la lucrări de fundare a unor obiective, lucrări amorsate pe bază de contracte încheiate cu întreprinderi de construcții-montaj

din țară [47], [64], [51], [82], unde s-au urmărit aspectele legate de introducerea acestei noi tehnologii de lucru în practică inginerescă de realizarea infrastructurilor, extinderea și generalizarea acesteia cât și experimentarea în condiții de șantier a dispozitivelor și utilajelor proiectate și executate cu concursul autorului.

Amplasamentele experimentale pot fi grupate în patru mari zone de experimentare și aplicare a tehnologiei de realizare a piloților scurți executați pe loc realizați prin vibrare sau vibropresare și anume:

- Zona I-a de experimentare și aplicare Reșița-Găvondari;
- Zona II-a de experimentare și aplicare Timișoara;
- Zona III-a de experimentare și aplicare Brăila;
- Zona IV-a de experimentare și aplicare Zalău.

Caracteristic pentru cele patru zone de experimentare și aplicare este faptul că atât stratificația cât și geomorfologia terenului de fundare sînt total diferite.

Experimentările făcute, rezultatele acestora sînt raportate la patru categorii de terenuri de fundare foarte răspîndite în țara noastră și totodată propice aplicării noii tehnologii de realizare a piloților scurți executați pe loc, respectiv de fundare indirectă.

3.3.1.1. Zona de experimentare și aplicare Reșița-Găvondari

Noul cartier al orașului Reșița - Găvondari - la construcția căruia, pentru unele blocuri s-a folosit soluția de fundare pe piloți scurți executați pe loc realizați prin vibropresare, este constituit din patru microraiioane.

Acest cartier este situat în partea de sud-vest a orașului Reșița fiind străbătut de la nord la sud, de vechea albie a râului Bîrzava care pînă la regularizare a prezentat o albie minoră foarte nestabilă și cu meandre accentuate.

Din punct de vedere geomorfologic întregul amplasament destinat construcției cartierului, se caracterizează printr-un pachet de depuneri aluvionare, afîinate, cu grosimi variabile depozitate pe roca de bază formată din gîsturi cristaline alterate la suprafață care apare la cote variabile și anume $-4,50 \div -5,90$ m de la suprafața terenului natural.

Apa subterană este cantonată în stratul de aluviuni grosiere și fine prezentînd niveluri variabile de stabilizare între $-1,80$ + $- 2,00$ m de la suprafața terenului, local mai ridicată.

prezentînd o agresivitate carbonică și în general acidă față de betoane.

Stratificația terenului de fundație ce poate fi admisă ca stratificație etalon (fig.3.5) se caracterizează prin următoarea alternață de straturi:

1. Aluviuni fine afinate reprezentate prin nisipuri argiloase umede la saturat cu grosimi variînd între 1,50 ÷ 2,80 m, local apar și pachete de umpluturi recente datorate sistematizării pe verticală.

2. Aluviuni grosiere din nisipuri de diverse granulații cu intercalații mloase trecînd spre bază în pietrișuri și bolovănișuri, cu grosimi de 1,70 ÷ 3,00 m.

3. Roca de bază reprezentată de șisturi cristaline alterate la suprafață care apare la -4,50 ÷ - 5,90 m de la suprafața terenului natural.

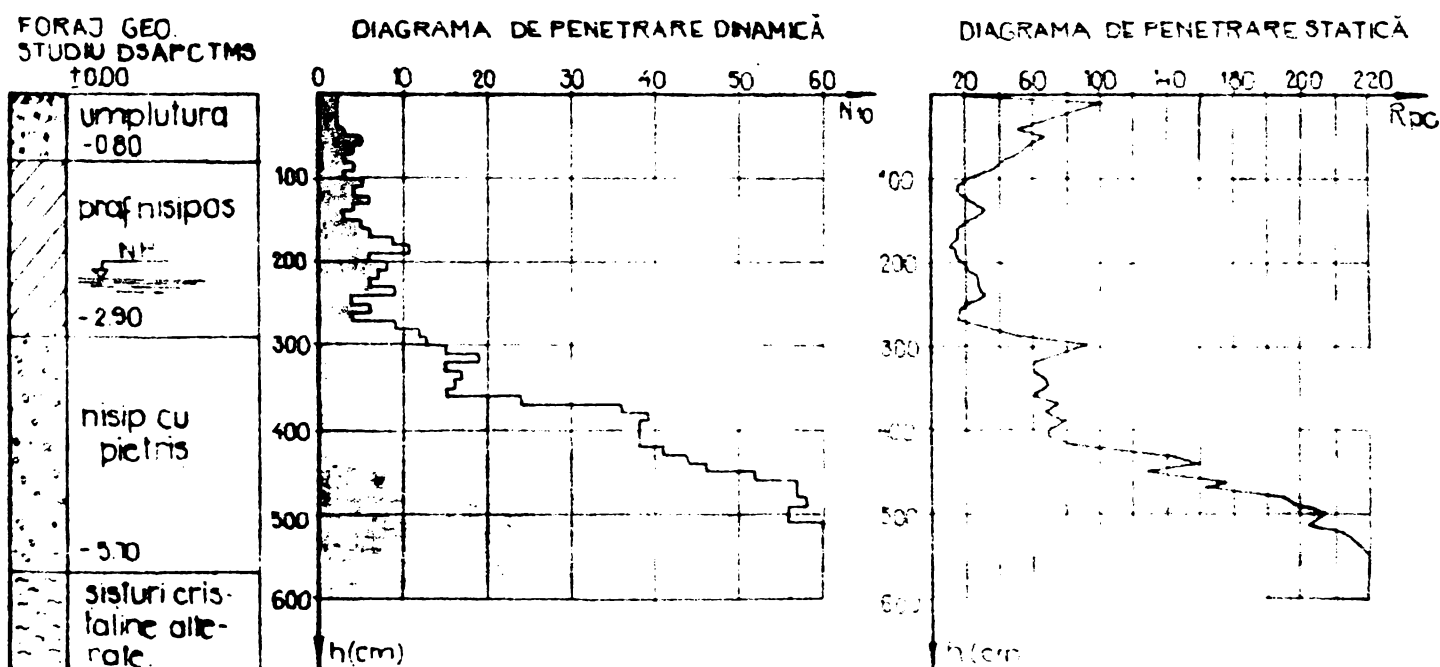


Fig.3.5.

Începînd din anul 1970 pe baza unui contract încheiat cu IJCM Caraș-Severin au fost amorsate lucrările de experimentare și aplicare a tehnologiei de realizare a piloților scurți executați pe loc prin vibrare sau vibropresare în vederea fundării unor clădiri de locuit cu P+4 niveluri avînd structura de rezistență din panouri mari soluție ce a înlocuit fundarea directă la cota de -3,50 ÷ -4,00 m de la suprafața terenului natural. Lucrările de început s-au efectuat în cadrul microraiionului II Găvondari în care sînt concentrate majoritatea amplasamentelor experimentale (vezi anele Ia-If) în cadrul cărora au fost amorsate obiectivele prezentate la începutul acestui paragraf.

Realizările în direcția aplicării în producție a tehnologiei de fundare pe piloți scurți executați pe loc realizați prin vibrare sau vibropresare, în perioada 1970-1978, sînt prezentate în tabelul 3.1 ce se prezintă ulterior. În această zonă de experimentare și aplicare s-au realizat piloți scurți executați pe loc, cu bulb, parțial armați cu fișa cuprinsă între 3,60 ÷ 4,20 m, folosind agregatul de vibrare [47], cît și agregatul de vibropresare AVP-1, realizat pentru prima oară, în faza de prototip de către A.S.P. Facultatea de mecanică din Timișoara, pe baza unui proiect întocmit de Catedra de drumuri și fundații a Facultății de construcții din Timișoara.

3.3.1.2. Zona de experimentare și aplicare Timișoara

Amplasamentul "Balta Verde" Timișoara.

Amplasamentul "Balta Verde" a fost destinat pentru construcția a două grupuri școlare formate din două licee de specialitate, patru internate, o cantină și o centrală termică.

Acest amplasament este situat în partea de nord-vest a municipiului Timișoara (cartierul Mehala) ocupînd o parte din teritoriul cunoscut sub denumirea de "Balta Verde". Se pare că balta din zonă amintită existentă pînă la începerea execuției lucrărilor pe amplasament, s-a datorat acumulării apelor superficiale și subterane în depresiunea naturală existentă, lipsită de o scurgere corespunzătoare. Ulterior, odată cu dezvoltarea orașului, balta a fost umplută în mod neorganizat cu umpluturi formate din deșeuri industriale, resturi menajere, moloz, etc.

Datorită condițiilor morfologice deosebite a zonei (depresiune cu ape ce au bălțit un timp îndelungat) partea superioară a stratificației se caracterizează prin intercalații și lentile de origine lacustră constituite din nisipuri fine prăfoase, cenușii, cu miros și aspect caracteristic fundurilor de baltă.

Apa subterană prezintă niveluri ridicate iar în perioadele bogate în precipitații ajunge la nivelul terenului formînd bălți în porțiunile mai joase.

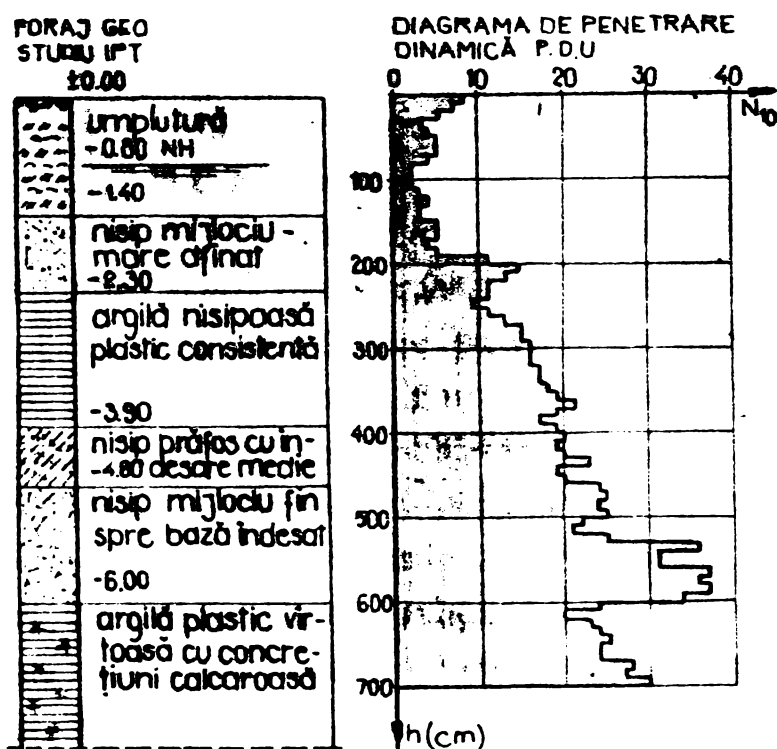
Stratificația pusă în evidență de totalitatea lucrărilor de prospectare se caracterizează printr-o neuniformitate mare atît în direcție orizontală cît și pe verticală.

Pentru amplasamentul în discuție se poate admite un profil geotehnic general (fig.3.6) care se caracterizează prin următoarea alternanță de strate:

1. Umpluturi generale neomogene, formate din deșeuri industriale, resturi menajere, moloz, umpluturi ce au o grosime medie de 1,60 m, local atingând și grosimi de 2,80 m.

2. Pământuri argilo-nisipoase cu intercalații de nisipuri de diverse granulații.

Straturile de argilă nisipoasă și nisip argilos se întrepătrund reprezentând orizonturi continui. Local după pachetul de umpluturi apar nisipuri depozitate pe un orizont de argilă prăfoasă plastic consistentă.



Din punct de vedere al consistenței și al gradului de îndesare pământurile argiloase respectiv nisipurile sînt plastic moi spre plastic consistente ($I_c = 0,45 - 0,50$) respectiv o îndesare medie ($I_D \leq 0,40$) pe o grosime de 2,10-3,20 m.

Apele subterane au un nivel variabil fiind cantonate, în regim de precipitații normale, în straturile nisipoase.

3. Pământuri argiloase respectiv nisipoase cu

proprietăți fizico-mecanice mai bune încadrîndu-se ca pământuri plastic consistente respectiv nisipuri îndesate și care apar de regulă de la cota de -3,00 m respectiv -4,50 m de la suprafața terenului natural.

Lucrările de experimentare și aplicare a tehnologiei de realizare a piloților scurți executați pe loc prin vibrare au început în toamna anului 1969, lucrările experimentale precedînd etapa de execuție, realizîndu-se de regulă pe grupe de obiective. Soluția de fundare pe piloți scurți executați pe loc prin vibropresare a fost adoptată pentru clădiri cu P+1; P+2; P+3 niveluri, avînd structura de rezistență mixtă (cadre de b.a. cu zidărie de umplutură) și structură de rezistență din panouri mari prefabricate, înlocuindu-se soluția de fundare directă la cota -3,50 - 4,70 m ce urma să se execute sub protecția unor epuizmente masive realizate cu ajutorul filtrelor aciculare.

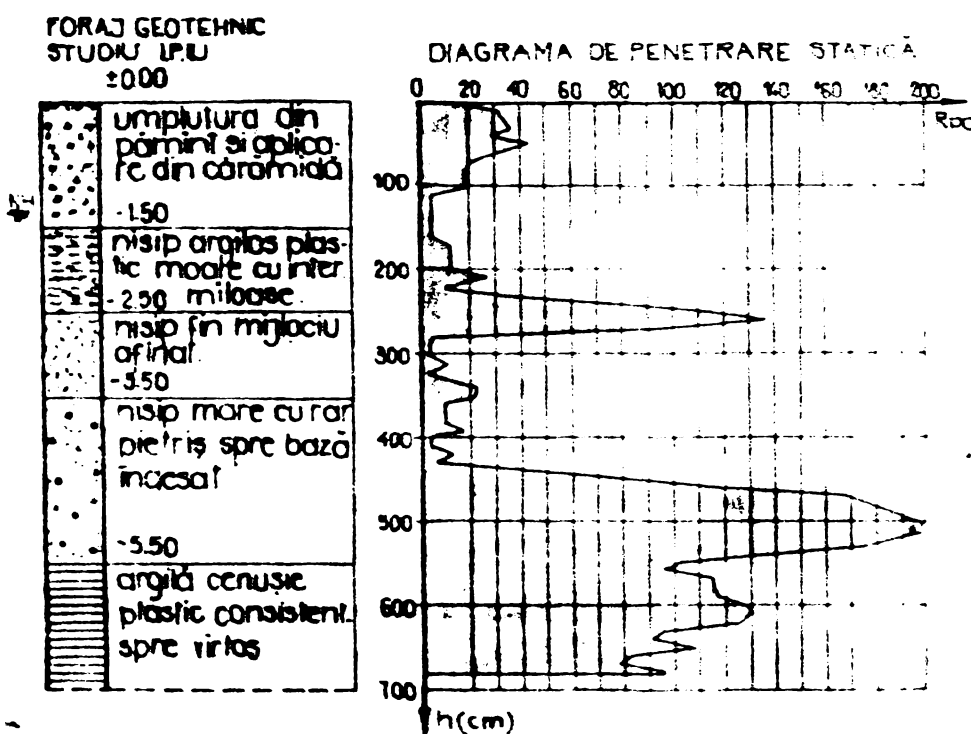
In cadrul acestui perimetru destinat construcției celor două complexe școlare au fost amenajate 5 amplasamente experimentale (vezi anexele IIa - IIIi).

Amplasament I.I.S.Dermatina - Timișoara

Amplasamentul în discuție se găsește în partea de sud-vest a municipiului Timișoara destinat execuției unor hale industriale. Amplasamentele experimentale (vezi anexa IIj- II_l) sînt plasate în perimetrul viitoarei hale ce are dimensiunile în plan 120x72 m avînd trei deschideri de 24,00 m și 20 de travei de cîte 6 m.

Din punct de vedere geomorfologic, terenul de fundație din zona perimetrului halei se caracterizează prin formațiuni argilo-nisipoase cantonate pe un pachet de nisipuri mici și mijlocii cu intercalații mloase.

Partea superficială a terenului de fundare se caracterizează prin frământări accentuate și neuniforme datorate unor exploatări de pămînturi argiloase pentru o fabrică de cărămidă din vecinătate. Gropile astfel formate s-au umplut cu apă din precipitații sau din infiltrații, bîltînd și facilitînd în timp depuneri caracteristice de baltă, depuneri ce apar în prezent la adîncimi de 2,00 - 2,50 m de la suprafața terenului natural. Stratificația pusă în evidență de studiile de teren efectuate pe amplasament (fig.3.7) prezintă următoarea succesiune a straturilor:



1. Umpluturi de dată recentă, formate din pămînturi argiloase alicărie de cărămidă, moloz etc. cu grosimi variînd între 0,5 - 2,10 m.
2. Pămînturi argilo-nisipoase (argilă prăfoasă, nisip argilos, nisip prăfos praf) în grosime de 1,40-3,00 m cu intercalații mloase de origine vegetală.

Fig.3.7.

3. Pământuri nisipoase alcătuite din nisipuri fine și mijlocii, nisip mare cu rar pietriș cu grosimea de 3,50-6,00 m.

4. Pământuri argiloase, cenușii plastic virtoase. Apa subterană a fost interceptată la -1,30 ÷ -1,50 m de la suprafața terenului natural, și prezintă o agresivitate sulfatică moderată față de betoane.

Structura de rezistență a construcției este alcătuită din elemente prefabricate (stâlpi, rigle, chesoane de acoperiș) iar din punct de vedere static un cadru cu trei deschideri egale, Pereții exteriori sînt realizați din panouri armate din B.C.A.

Soluția de fundare adoptată înlocuiește fundarea pe piloți prefabricați de 35 x 35 cm și lungime de 7,0 m.

În cadrul zonei de experimentare și aplicare Timișoara în perioada 1969-1974 au fost realizate o serie de construcții fundate pe piloți scurți executați pe loc prin vibropresare, realizările fiind prezentate în tabelul 3.1. În această zonă s-au realizat piloți scurți executați pe loc cu sau fără bulb, armați parțial cu fișă cuprinsă între 4,8 - 5,50 m [47], [64].

3.3.1.3. Zona de experimentare și aplicare Brăila

Zona de experimentare și aplicare în discuție a fost destinată construirii ansamblului de locuințe Viziru III Brăila, constituit din clădiri de locuit cu P+4 ÷ P+10 niveluri.

Zona se situează pe terasa superioară a Dunării, care prezintă altitudini absolute de 9,72 ÷ 16,78 m. Din punct de vedere morfologic terenul este ușor înclinat către Dunăre prezentînd o pantă medie de 5 ÷ 6%.

În ceea ce privește geomorfologia terenului aceasta se caracterizează prin depuneri fine de dată recentă (prafuri, nisipuri fine) peste care sînt cantonate depuneri de prafuri loessoide avînd grosimi de ordinul metrilor.

Apa subterană este interceptată în stratul nisipos sau la baza stratului loessoid, avînd un caracter ușor ascensional și o pantă de scurgere accentuată.

Din punct de vedere stratigrafic terenul de fundare din zonă prezintă următoarea stratificație caracteristică (fig.3.8).

1. Sol vegetal sau umplutură recentă cu grosimi de 0,30 ÷ 1,40 m;

2. Prafuri argiloase loessoide cu grosime de 5,50 ÷ 9,70 m.

Datorită caracterului ușor ascensional al apei subterane partea inferioară a pachetului loessoid prezintă o umiditate

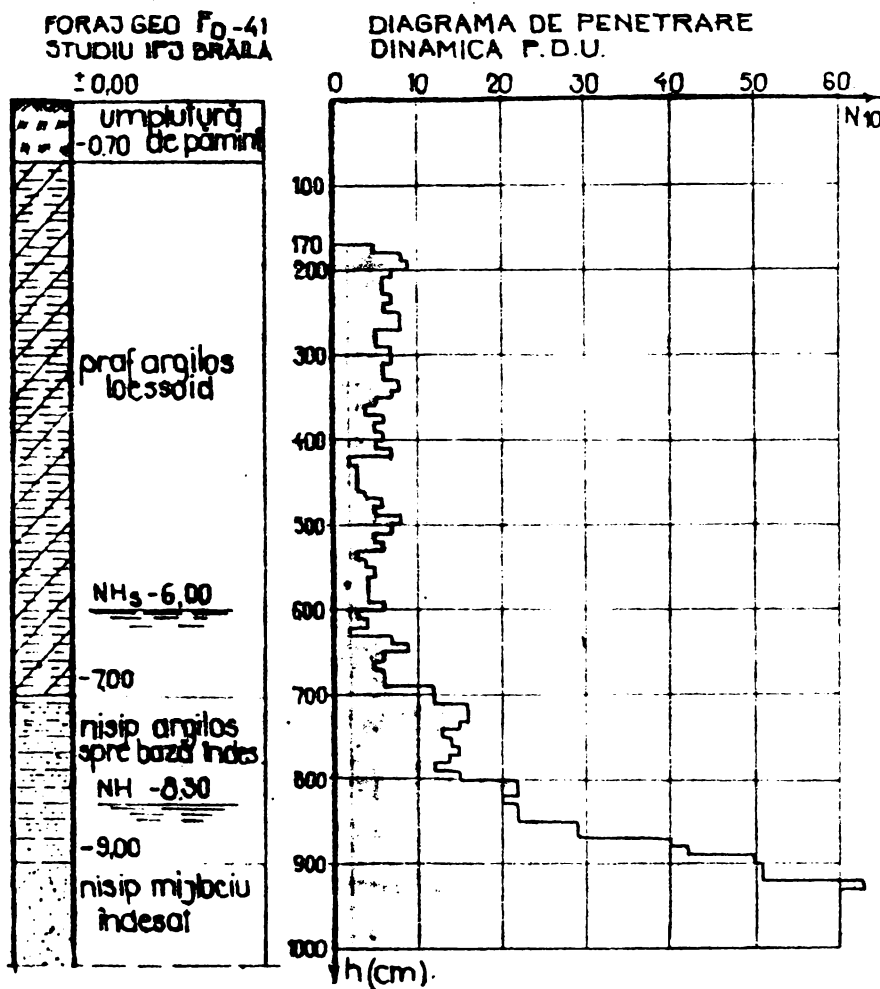


Fig.3.8.

ridicată în această zonă atât prin înmuiere directă cât și prin capilaritate, fenomen ce se manifestă pe o grosime de $1,50 \div 2,00$ m deasupra nivelului hidrostatic, așa cum rezultă și din diagrama de penetrare dinamică (fig.3.8).

3. Nisip fin mijlociu cu îndesare medie spre îndesat strat ce are o grosime de $2,50 \div 11,90$ m.

4. Argilă plas-

tic virtuoasă a cărei grosime nu a fost epuizată de prospecțiunile geotehnice din zonă.

Clădirile de locuit cu P+10 niveluri cu structura de rezistență din beton glisat, urmau să se fundeze indirect prin intermediul piloților precomprimați cu secțiunea 35×35 și lungimea de 9,00 m.

Urmare a lucrărilor experimentale efectuate 51 în cadrul amplasamentelor experimentale din zonă (vezi anexele III_a-III_d) s-a adoptat pentru clădirile cu P+10 niveluri soluția de fundare indirectă pe piloți scurți executați pe loc fără bulb armați pe întreaga lungime, fișa pilotului fiind cuprinsă între 7 și 9 ml.

Urmare a rezultatelor foarte bune obținute de către constructor (IJCM Brăila), soluția a fost aplicată la o serie de construcții din zona municipiului Brăila, realizările fiind prezentate în tabelul 3.1.

Tabelul 3.1.

Nr. crt.	Denumirea zonei de experimentare și aplicare	Număr total de piloți realizați	TIPUL CONSTRUCȚIILOR				Regimul de înălțime maxim al construcției
			Locu-ințe	Social-culturale	Indus-triale	Alte tipuri	
1.	ZONA I	9820	32	19	2	2	P+4
2.	ZONA II	5530	7	10	4	1	P+4
3.	ZONA III	4520	5	6	1	-	P+10
4.	ZONA IV	1350	4	4	-	-	P+10
	TOTAL	21220	48	39	7	3	

Merită să fie menționat faptul că datorită avantajelor tehnico-economice evidente pe care le-a obținut întreprinderea județeană de construcții montaj Brăila a trecut la executarea unui vibroagregat AVP-1, în regie proprie pe baza unui proiect întocmit de către un colectiv din cadrul Catedrei de drumuri și fundații a Facultății de construcții din Timișoara din care a făcut parte și autorul, aceasta pentru a se crea condiții de aplicare mai intensă, a soluției de fundare indirectă prin tehnologia de execuție ce face obiectul prezentei teze.

3.3.1.4. Zonă de experimentare și aplicare Zalău, jud. Sălaj

În perioada 1975-1978 în zona orașului Zalău au fost organizate mai multe amplasamente experimentale în vederea studierii posibilităților de aplicare a soluției de fundare pe piloți scurți executați pe loc, realizați prin vibrare în condițiile de teren caracteristice din zonă, în special pentru clădiri cu P+6 - P+10 niveluri.

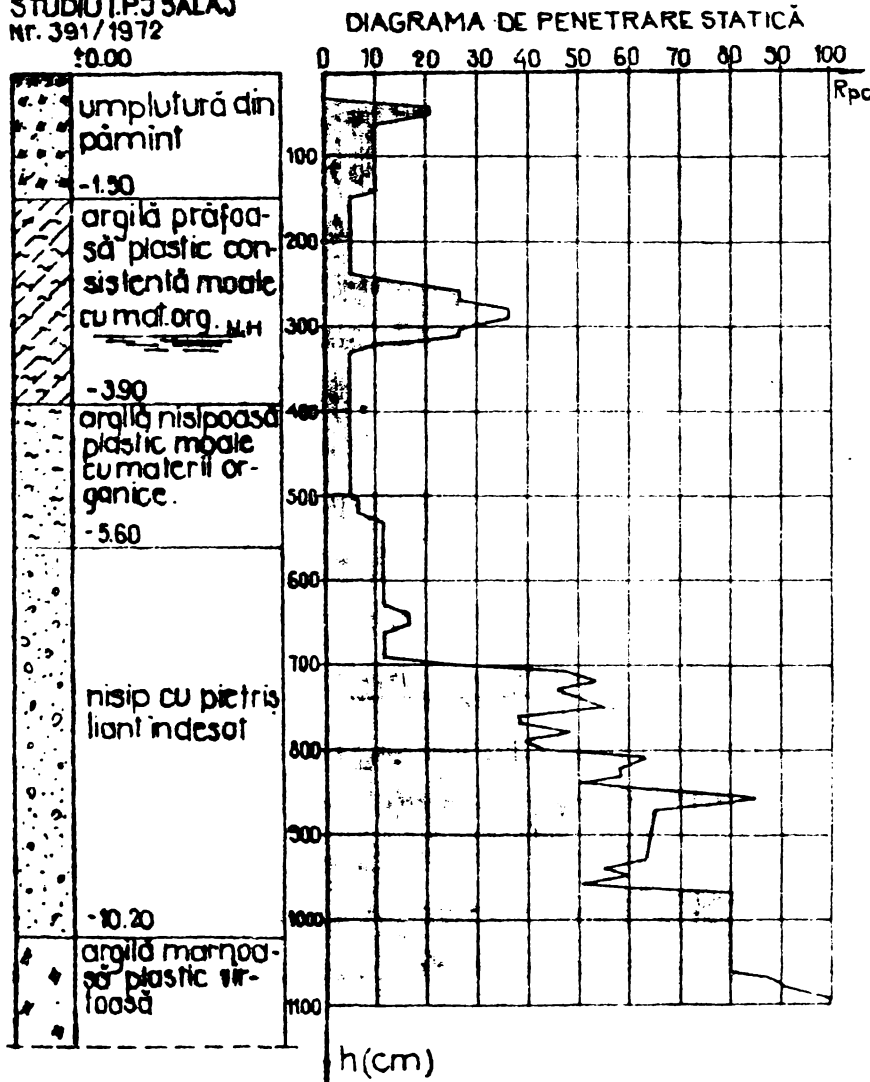
Din punct de vedere geomorfologic terenul de fundare din zona orașului Zalău se caracterizează prin formațiuni argilo-marnoase peste care s-au depus straturi alternante de natură aluvionară constituite din pământuri necoezive sau coezive cu indice mediu spre afinat respectiv cu consistență scăzută și conținut bogat de materii organice.

Apa subterană din zonă apare la cca -2,50 ÷ - 3,00 m de la suprafața terenului, local mai ridicată, având un caracter ascensional accentuat deosebi în perioadele bogate în precipitații.

Din studiile geotehnice făcute în zonă în vederea stabilirii condițiilor de fundare pentru diverse obiective [82] a fost iden-

tificată o stratificație generală a terenului de fundare care este propice aplicării soluției de fundare pe piloți scurți executați pe loc prin vibropresare (figura 3.9) a cărei alternanță este așa cum urmează:

FORAJ GEOTEHNIC
STUDIU I.P.J.SALAJ
Nr. 391/1972



1. Umplutura de pământ cu resturi organice și deșeuri industriale în grosimea de 0,30 ÷ 1,50 m.
2. Argilă prăfoasă nisipoasă plastic moale spre consistentă cu materii organice cu grosime de 2,00 ÷ 2,50 m.
3. Nisip cu rar pietriș în grosime de 0,5 ÷ 0,8 m local stratul este mai gros, afîngat sau cu indeseșre medie.
4. Argilă prăfoasă de natură aluvionară cu un conținut bogat în materii organice, stratul avînd grosimea cuprinsă între 1,0 și 3,0 m.
5. Pietriș cu nisip liant, indeseț, stratul

Fig.3.9. avînd grosimea de 1,0 - 2,50 m fiind depus pe stratul de bază constituit din argilă marnoasă plastic vîrtoasă spre tare.

Caracteristicile fizico-mecanice ale pachetului aluvionar sînt foarte slabe, ceea ce se poate observa și din alura diagramei de penetrare statică din fig.3.9.

Studiile experimentale efectuate (vezi anexa IVa-IV c) se referă la stabilirea condițiilor de fundare pe piloți scurți executați pe loc prin vibrare pentru clădiri cu P+6 ÷ P+10 niveluri în vederea înlocuirii fundării directe de adîncime prin puțuri deschise.

Se menționează faptul că în baza avantajelor tehnico-economice a eficienței tehnologiei de lucru, întreprinderea județeană de construcții-montaj Sălaj-Zalău s-a dotat cu un vibroagregat AVP-1 executat la întreprinderea "6 Martie" din Timișoara realizat pe baza proiectului întocmit de catedra de drumuri și fundații din Timișoara.

In tabelul 3.1. sînt prezentate realizările privind aplicarea soluției de fundare pe piloți scurți executați pe loc prin vibrare sau vibropresare.

3.3.2. Scopul și rezultatele lucrărilor experimentale efectuate

Răspunsul dacă tehnologia de realizare a piloților executați pe loc prin vibropresare cu sau fără bulb, armați total sau parțial, poate constitui o tehnologie cu priză la constructor, beneficiarul de drept al acesteia, urma să fie dat de rezultatele lucrărilor experimentale.

In acest sens încă de la începutul activității de studiu și cercetare privind problematica în discuție s-au efectuat lucrări experimentale de teren care au vizat două aspecte esențiale ale activității și anume:

- experimentări preliminare;
- experimentări tehnice definitive ale tehnologiei de lucru.

3.3.2.1. Experimentări preliminare

Lucrările experimentale preliminare de verificare a concepției teoretice a tehnologiei și în special a dispozitivului de lucru au fost realizate în primul interval al activității de studiu și cercetare între anii 1967-1969, ocazie cu care s-a testat dispozitivul de lucru analizîndu-se funcționalitatea clapetelor de închidere respectiv de obturare a dispozitivului.

Lucrările experimentale privind elucidarea unor aspecte tehnice și tehnologice de realizare a piloților care s-au desfășurat în etapa a II-a de studiu și cercetare efectuate între anii 1970-1976, au avut ca scop elucidarea unor probleme esențiale pu-se de tehnologia de realizare a piloților executați pe loc prin vibropresare, funcție de condițiile reale de teren întîlnite la fiecare amplasament.

In ceea ce privește experimentările preliminare ele au fost făcute pe două amplasamente experimentale din orașul Timișoara (zona Circumvalațiunii, respectiv strada Ofcei [65]). Cu această ocazie a fost testată funcționalitatea clapetelor de închidere (fig.3.10) și a clapetelor de obturare (3.11) a dispozitivului de lucru.

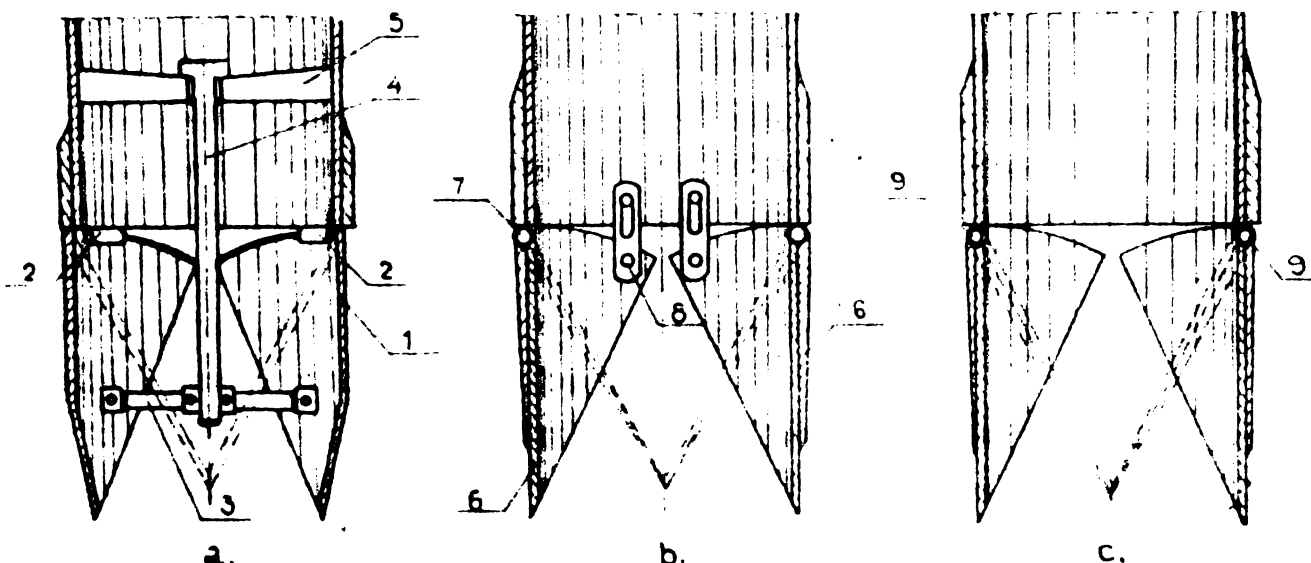
Pentru clapetele de închidere s-a plecat dela varianta constructivă prezentată în fig.3.10 a care se caracterizează prin folosirea a trei segmenti de clapetă (1) prinse de tubul metalic

prin balamale simple (2) și prevăzute cu limitatoare de deschidere (3) fixate articulat atât de clapete cât și de un ax vertical central (4) ce culisa într-un suport fixat în interiorul și la baza tubului (5). Din punct de vedere al funcționalității, concepția teoretică privind închiderea clapetelor respectiv deschiderea lor a dat satisfacție dar aceasta numai în condiții ideale de teren (terenuri relativ omogene) și pentru o durată foarte scurtă de exploatare.

Defecțiunile care au fost semnalate în condiții de testare în diferite categorii de teren s-au materializat prin ruperea balamalelor suport al segmentilor de clapetă deteriorarea prin torsionare a limitatoarelor de deschidere cât și blocarea axului vertical în lagărul de culisare.

De asemenea secțiunea utilă a tubului metalic recuperabil era redusă cu cca 10-15 % datorită dispunerii la baza tubului a limitatoarelor de deschidere a suportului de culisare cât și a axului central. Această reducere a secțiunii utile a avut influență asupra posibilității de scurgere a betonului din tubul metalic recuperabil, iar în situații de nerespectare a rețetei de beton, când se foloseau agregate cu dimensiuni mai mari de 30 mm se produceau blocări ale masei de beton în tubul metalic.

Urmare a acestor constatări privind funcționalitatea sistemului de închidere a tubului metalic recuperabil cât și a neajunsurilor privind degajarea betonului din tubul metalic recuperabil, s-a trecut la conceperea și materializarea variantei a doua de clapete de închidere (fig-3.10 b) care de asemenea au fost experimentate în fază preliminară și apoi în condiții de producție în cadrul amplasamentelor din zona I de experimentare și aplicare a tehnologiei.



.....Varianta a II-a de realizare a clapetelor de închidere se caracterizează prin aceea că acestea sînt constituite din doi segmenti de clapetă (6) destul de aplatizați pe care le-am numit "cioc de rață" și sînt prinse de tubul recuperabil cu balamale simple (7) și limitatoare de deschidere (8). Atît balamalele cît și limitatoarele de deschidere permit apropierea segmentilor de clapetă închizînd tubul metalic recuperabil la partea inferioară respectiv deschiderea acestor clapete care datorită limitatoarelor de deschidere au generatoarea în prelungire cu generatoarea tubului metalic.

Prin această variantă constructivă s-a degajat complet secțiunea utilă a tubului metalic evitîndu-se inconvenientele reliefa-te în prima variantă. Experimentările efectuate au relevat buna comportare a clapetelor de închidere, în diferite categorii, semna-lîndu-se totuși deficiențe în ceea ce privește durabilitatea limitatoarelor de deschidere, care așa cum a rezultat din urmări-reea comportării în execuție se deteriorau după cca 100 - 150 piloți executați.

Această variantă a fost utilizată cca 2 ani în condiții de exploatare fiind acceptată de constructor.

Eliminarea și a acestui ultim inconvenient s-a realizat în varianta a III-a de confecționare a clapetelor de închidere de la partea inferioară a tubului metalic recuperabil (fig.3.10 c) prin eliminarea limitatoarelor de deschidere utilizate în varianta a II-a și asigurarea unei deschideri limitate a clapetelor cu aju-torul unor balamale speciale (9) care au dublu rol. Această ulti-mă variantă a fost dictată și de necesitatea impusă de condițiile de realizare a piloților executați pe loc armați pe întreaga lun-gime.

În condiții de exploatare pentru ambele variante de realiza-re a piloților executați pe loc sistemul constructiv de confec-ționare al clapetelor a dat satisfacție deplină, deteriorări ale acestor clapete semnalîndu-se la 500-600 piloți executați.

Conceptia constructivă a sistemului de obturare a secțiunii utile a tubului metalic în vederea creierii posibilității de rea-lizare a bulbului a fost diferită funcție de varianta de realiza-re a piloților executați pe loc.

Astfel în cazul realizării piloților executați pe loc prin vibrare cu bulb armați parțial, sistemul de obturare (fig.3.11) este plasat la 1250 mm de la partea inferioară a dispozitivului de lucru.

Sistemul de obturare a fost conceput în prima variantă a se realiza din două clapete semieliptice(1) prinse articulat de țeava metalică prin intermediul unor balamale (2), închiderea acestora fiind limitată de cîte două distanțiere (3) fig.11.a.

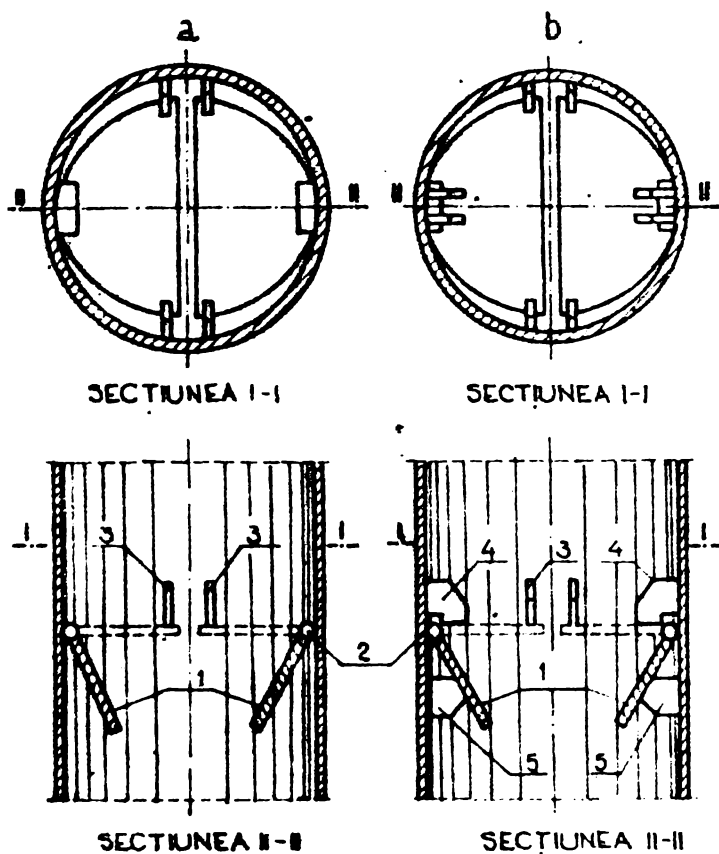


Fig.3.11.

Lucrările experimentale preliminare au scos în evidență lipsa de robustețe a clapetelor de obturare în special în zona prinderii lor prin balamale, de tubul metalic, pe lângă o funcționalitate defectuoasă, cauzată de blocarea clapetelor pe poziția deschis prin împănarea lor în interiorul tubului metalic.

Aceste observații făcute în cadrul lucrărilor experimentale preliminare au permis îmbunătățirea sistemului de obturare (fig.3.11 b) prin plasarea unor distanțieri (4) deasupra balamalelor care au rolul de a prelua presiunea exercitată de masa de beton prinsă sub clapete

în operația de realizare a bulbului respectiv a unor distanțieri (5) plasați sub clapete care au rolul de a împiedica blocarea clapetelor în poziția deschis, facilitând buna funcționare a acestora în faza de obturare a secțiunii utile a tubului metalic.

Acest mod de rezolvare al sistemului de obturare a dat deplină satisfacție, semnalându-se deteriorări ale sistemului după o durată lungă de funcționare și aceasta datorită uzurii normale și nicidecum a modului de realizare a sistemului de obturare.

În cazul realizării piloților executați pe loc prin vibrație, bulbul, armați pe toată lungimea, sistemul de obturare (fig.3.12) este plasat la partea superioară a dispozitivului de lucru, fiind înglobat în capul de legătură dintre tronsonul de bază și vibrogenerator [69]. Sistemul de obturare în acest caz este constituit dintr-o placă suport(1) avînd diametrul egal cu diametrul interior al tubului metalic ce constituie elementul principal al capului de legătură, fiind prinsă de acesta prin sudură.

In această placă este practicat un orificiu pătrat cu latura de 220 mm care permite trecerea betonului în tubul metalic recuperabil. La partea inferioară a plăcii suport este prinsă articulată prin intermediul a două balamale simple (2) clapeta de obturare (3) astfel încât aceasta în poziție închis se reazimă cu întreg conturul pe placa suport.

Operația de obturare a secțiunii utile a tubului metalic se realizează manual înainte de începerea operației de vibropresare prin fixarea clapetei în poziție orizontală. Lucrările experimentale privind funcționarea acestui dispozitiv cât și rezultatele

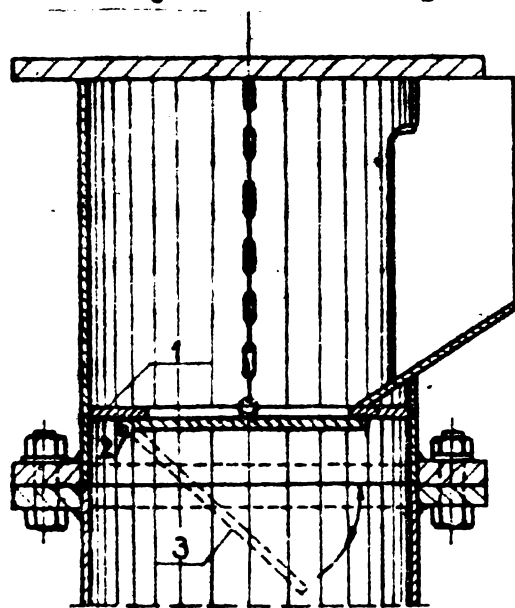


Fig.3.12.

le obturării materializate prin creierea bulbului la partea inferioară a pilotului au scus în evidență justetea modului de concepție a acestui sistem cât și robustețea sa în condiții de exploatare curentă, nesemnăându-se defecțiuni la lucrările unde au fost realizați piloți executați pe loc prin vibropresare cu bulb, armați pe întreaga lungime.

3.3.2.2. Experimentări tehnice, de finitorii ale tehnologiei de lucru

Lucrările experimentale privind elucidarea unor aspecte tehnice și tehnologice ale realizării piloților s-au desfășurat în cadrul celor 22 amplasamente experimentale (vezi anexele I_a-I_f; II_a-II_m; III_a-III_d; IV_a-IV_c) unde au fost testați un număr de 71 piloți executați pe loc prin vibropresare în diferite condiții de teren.

În cadrul acestor lucrări experimentale s-au urmărit acele aspecte tehnice și tehnologice care să fie capabile să definească tehnologia de realizare a piloților ce face obiectul prezentei lucrări, respectiv obținerea unor date care să-i acorde un "certificat de valabilitate" respectiv credit din partea constructorului.

Principalele aspecte care au fost urmărite în cadrul lucrărilor experimentale, în vederea satisfacerii dezideratelor mai sus menționate au fost următoarele:

- continuitatea și calitatea betonului din corpul pilotului;
- formarea bulbului la partea inferioară a pilotului funcție de natura terenului;
- posibilitatea formării unor proeminente la diferite nive-

luri ale pilotului;

- modificările structurale în terenul din jurul pilotului.

Continuitatea pilotului, calitatea betonului după turnare și și posibilitățile de deformare a bulbului au fost verificate prin dezveliri totale sau parțiale ale piloților experimentali și a unor piloți executați pe diverse amplasamente de aplicare a tehnologiei de lucru.

Astfel în perioada 1967-1969 s-au efectuat o serie de lucrări experimentale pe amplasamentul din zona circumvalațiunii [65], cu ocazia executării unor construcții din Timișoara, care datorită condițiilor speciale de teren au fost proiectate a se funda pe piloți scurți. Cu această ocazie, după determinarea capacității portante a piloților experimentali s-a efectuat dezvelirea a doi piloți, procedându-se la examinarea lor în vederea stabilirii continuității pilotului și la întocmirea unui relevu prin măsurători directe (fig.3.13). S-a constatat că pilo-

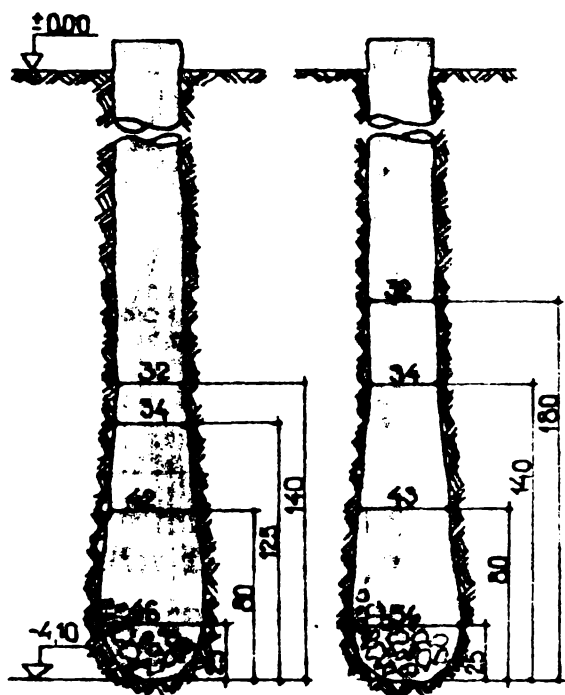


Fig.3.13.

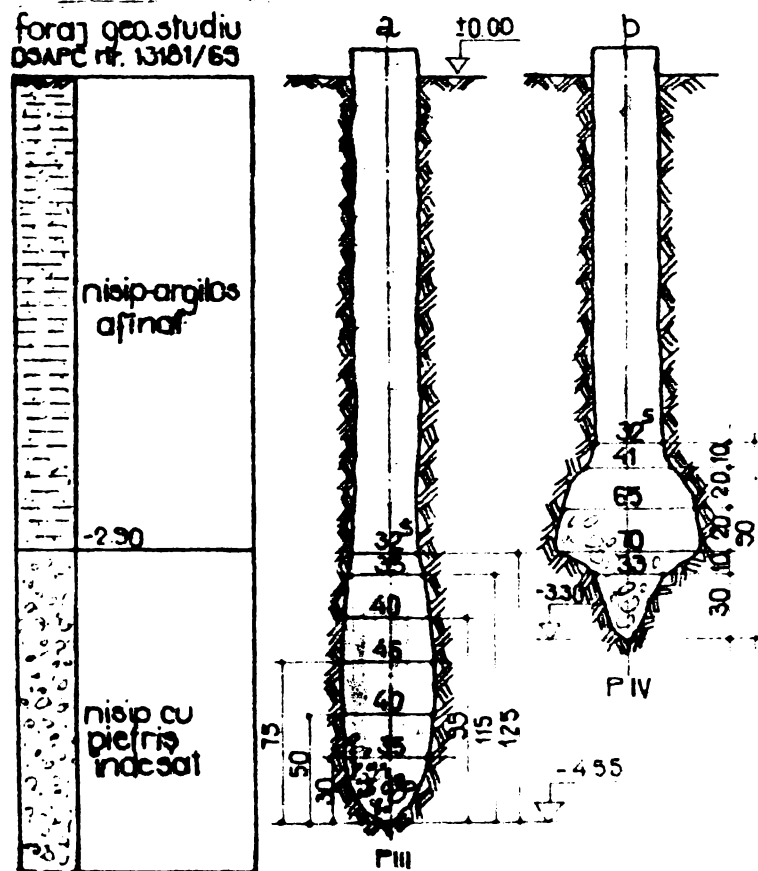
ții nu prezintă discontinuități sau gîtuirii, betonul ocupînd integral spațiul creat în teren cu ajutorul dispozitivului de lucru.

De asemenea s-a constatat că spre vîrf piloții au diametrul mai mare decît diametrul exterior al dispozitivului, aceasta datorită operațiilor de vibropresare efectuate în vederea creierii bulbului. În condițiile de teren ce caracterizează amplasamentul în discuție (argilă cu concrețiuni calcaroase), operațiile de vibropresare nu au dus la creierea propriu-zisă a unui bulb ci la o îngroșare a bazei pilotului ce se manifestă pe o înălțime de 1,40 m de la vîrf pentru pilotul P_I și 1,80 m de la vîrf pentru pilotul P_{II} , fenomen caracteristic pentru cazul în care stratul portant este constituit din terenuri coezive cu consistență relativ ridicată.

Așa cum se vede din fig.3.13 pentru pilotul P_I cele două operații de vibropresare au făcut ca diametrul maxim al pilotului din zona de îngroșare să crească la 46 cm valoare ce s-a înregistrat la 25 cm de vîrf. Pilotul P_{II} realizat cu trei operații de vibropresare se caracterizează printr-un diametru maxim

al pilotului în zona de îngroșare de 54 cm, creșterea în diametru față de diametrul exterior al dispozitivului de lucru se manifestă pe o înălțime de 1,80 m de la vîrf.

Cu ocazia lucrărilor experimentale efectuate în zona de experimentare și aplicare Regița Găvondari în cadrul amplasamentului nr.1 (anexa II₂) au fost executați doi piloți experimentali pentru stabilirea continuității betonului din pilot cît și a formării bulbului de la partea inferioară a pilotului evident funcție de numărul operațiilor de vibropresare. Si în acest caz dezvelirile



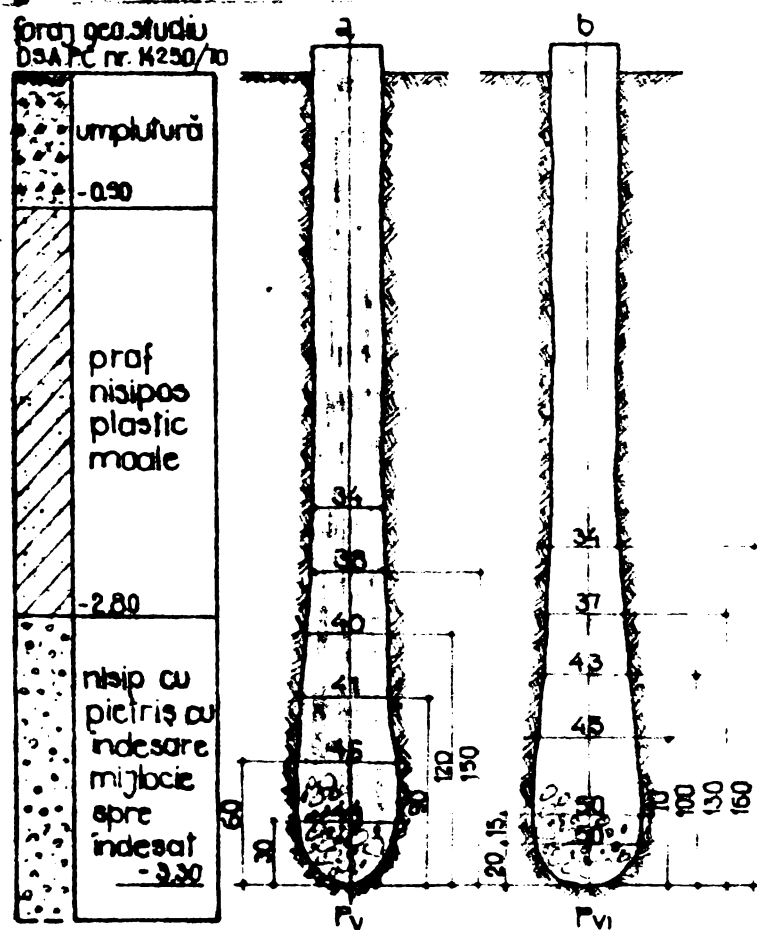
efectuate au scos în evidență continuitatea betonului din corpul pilotului cît și formarea bulbului la partea inferioară a pilotului. Releveele celor doi piloți experimentali prezentați în fig.3.14. permit să se tragă concluzia că forma bulbului depinde în afară de numărul de vibropresări și de natura, respectiv caracteristicile fizico-mecanice ale terenului din zona vîrfului pilotului.

Fig.3.14. Astfel după cum se observă din fig.3.14 a pilotul P_{III} prezintă o îngroșare la bază cu diametrul maxim de 46 cm dezvoltată pe o înălțime de 1,25 m de la vîrf. Această se explică prin faptul că pilotul a fost încastrat într-un strat de nisip cu urme de pietriș cu indesarare medie spre indesarat fapt ce a permis refularea betonului nu numai lateral ci și în sus similar cu fenomenul întîlnit în cazul terenurilor coezive plastic consistente spre vîrtos.

Releveul pilotului P_{IV} (fig.3.14 b) scoate în evidență posibilitatea de formare a unui bulb cu dimensiuni mai mari, posibilitate facilitată de faptul că tubul metalic recuperabil a fost introdus în stratul portant cca 40 cm iar stratul de deasupra este constituit dintr-un nisip argilos afinat. Bulbul format se caracterizează printr-o dezvoltare ce are loc pe o înălțime redusă de cca 60 cm iar diametrul maxim este de 70 cm fiind înregistrat la orizontul de demarcație dintre cele două straturi. Ambii

piloți au fost realizați cu trei operații de vibropresare.

În cadrul aceleiași zone de experimentare și aplicare pe amplasamentul nr.2 au fost realizați doi piloți experimentali în aceleași condiții de tehnologie, teren și fișă, avînd drept scop stabilirea aportului operațiilor de vibropresare asupra formării bulbului cît și al conținutului betonului din corpul pilotului. Diferența dintre cei doi piloți constă în aceea că pilotul P_V a fost realizat cu o singură operație de vibropresare iar pilotul P_{VI} a fost realizat cu două operații de vibropresare. Dezvelirea piloților respectiv releveul acestora (fig. 3.15) a permis evidențierea unor observații interesante pentru condițiile de teren din zona amplasamentului experimental. Astfel pilotul P_V realizat cu o singură operație de vibropresare prezintă în zona vîrfului o mărire a diametrului pînă la 44 cm față de diametrul exterior al tubului metalic recuperabil care



în acest caz a fost de 34 cm. De remarcat faptul că pentru o singură operație de vibropresare îngroșarea corpului pilotului în zona vîrfului se manifestă pe o lungime de cca 1,50 m.

Releveul pilotului P_{VI} (fig.3.15 b) indică o creștere în diametru a corpului pilotului în zona vîrfului pînă la 50 cm dezvoltîndu-se această îngroșare a bazei pilotului pe înălțimea de 1,60 m. Forma bulbului, dezvoltarea sa pe verticală este explicabilă prin prisma caracteristici-

lor fizico-mecanice ale terenului în care a fost încastrat tubul metalic recuperabil, teren care permite o refulare redusă a betonului după direcție orizontală pe lîngă o refulare relativ mare după direcție verticală de-a lungul peretelui exterior al tubului metalic recuperabil. O constatare făcută cu această ocazie și confirmată de încercările experimentale privind determinarea capacității portante a acestui tip de pilot este aceea că

sporul în diametru al bazei pilotului datorită operațiilor de vibropresare, are valoarea maximă pentru prima operație de vibropresare, sporul pentru următoarele operații de vibropresare este din ce în ce mai mic. În cazul în discuție sporul în diametru pentru prima operație de vibropresare este de 10 cm, iar pentru a doua operație de vibropresare numai de 6 cm față de sporul înregistrat la prima operație de vibropresare.

Aceste lucrări experimentale, dezvelirile piloților efectuate în acest scop cât și cele ocazionate de considerentele constructive impuse de executarea infrastructurii clădirilor unde s-a aplicat soluția, au scos în evidență faptul că realizarea continuității piloților pe întreaga lor lungime este asigurată în terenuri de orice natură, evident în condițiile respectării fazelor tehnologice de realizare a piloților [67].

Calitatea betonului după turnare a fost verificată din punct de vedere al compactității prin observări directe în diverse secțiuni ale unor piloți dezveliți în acest scop piloții fiind secționați apoi în tronsoane cu lungimi de cca 1 m. Concluzia care s-a desprins privind rezultatele acestor analize este aceea că masa de beton este bine compactată caracterizându-se printr-o distribuție uniformă a pietrei de ciment respectiv a agregatelor în masa de beton (fig.3.16).

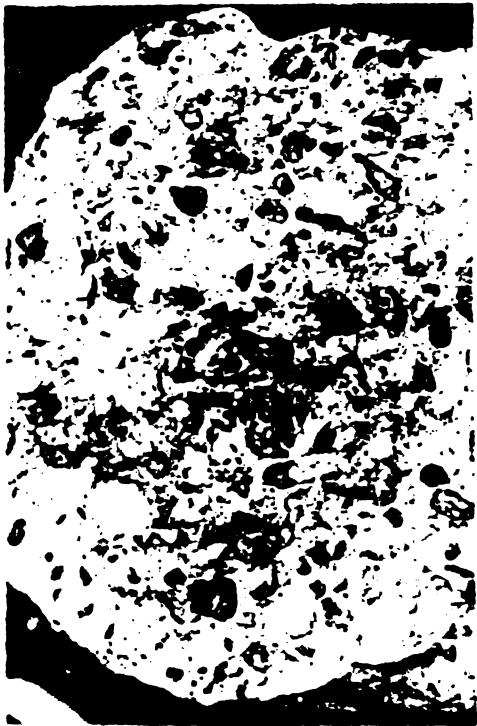


Fig.3.16.

Buna compactitate a betonului, respectiv distribuția uniformă a pietrei de ciment și agregatelor în secțiunea transversală este condiționată de respectarea rețetei betonului respectiv a consistenței sale [67] cât și a condițiilor de punere în operă. În acest sens s-au desprins două observații importante:

- În cazul realizării piloților în condiții de nivel ridicat al apei subterane când sînt posibile eventuale infiltrații de apă în tub în zona clapetelor de vîrf, betonul trebuie să fie din punct de vedere al consistenței "virtos" avînd raportul apă ciment 0,45.

- În cazul în care în tubul metalic recuperabil nu se semnalează apa din infiltrații (datorită unui nivel de apă subterană scăzut sau încăstrarea tubului metalic recuperabil în argilă)

betonul va fi din punct de vedere al consistenței un beton plastic consistent, raportul apă ciment fiind de maximum 0,55. Nerespectarea indicațiilor privind prepararea și punerea în operă a betonului respectiv a observațiilor mai sus menționate influențează direct asupra compactității respectiv calității betonului din pilot apărând de regulă fenomenul de segregare a betonului.

Verificarea rezistenței betonului din corpul piloților s-a făcut cu sclerometrul asupra mai multor loturi de piloți dezveliti, atât în secțiunea transversală cât și pe manta.

Rezultatele acestor determinări sînt prezentate în tabelul 3.2. pentru cele două zone de experimentare și aplicare unde s-au făcut măsurătorile.

Tabelul 3.2.

Locul experimentării		Zona de experim. și aplicare Fesha-Găvondari ZONA I			Zona de experimentare și aplicare Timisoara ZONA II					Obs.
Elementele experimentării		P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇	P ₈	n
Piloți dezveliti										10
puncte de testare	in secțiune	12	12	12	12	12	12	12	12	12 9
	pe manta	12	12	12	12	12	12	12	12	
Valori ale rezistenței betonului de testare dan/cm ²	1 secțiune	187	203	197	211	227	187	240	235	11 12 11 12 7 8 3 4 3 4 4 1
	manta	187	158	176	197	164	175	183	201	
	2 secțiune	220	235	230	233	196	260	236	242	
	manta	151	176	198	203	186	230	172	195	
	3 secțiune	260	225	228	205	221	246	246	251	
	manta	220	191	210	176	153	152	201	178	
	4 secțiune	230	245	235	288	240	240	217	236	
	manta	200	209	181	166	193	201	182	187	
	5 secțiune	205	240	205	256	224	216	238	217	
	manta	195	220	175	220	193	203	183	197	
	6 secțiune	240	254	198	231	199	221	238	243	
	manta	207	232	211	216	182	193	202	198	
	7 secțiune	270	259	239	226	226	227	231	267	
	manta	240	231	196	189	161	200	205	210	
	8 secțiune	250	217	248	252	230	241	218	227	
	manta	205	187	218	213	172	197	203	201	
	9 secțiune	254	203	228	209	235	242	230	211	
	manta	218	173	179	207	221	211	209	173	
	10 secțiune	237	240	230	204	261	263	226	248	
	manta	204	206	183	186	211	182	176	196	
	11 secțiune	240	223	264	221	227	250	225	236	
	manta	206	210	208	196	203	196	201	210	
	12 secțiune	252	256	253	218	243	240	246	216	
	manta	211	220	186	199	205	215	192	178	
Valori mediate rezistenței betonului din piloți testati dan/cm ²	secțiune	235,4	233,3	229,6	224,5	227,4	236,9	232,6	235,7	
	manta	203,6	201,2	193,4	197,5	187,0	196,2	192,4	193,6	
	secțiune	232,7			231,42					232,0
	manta	199,4			193,34					196,3

După cum rezultă din tabel valorile înregistrate permit să se tragă concluzia că betonul din corpul pilotului în condițiile respectării rețetei și a tehnologiei de execuție, prezintă valori ale rezistenței corespunzătoare mărcii prevăzute a se re-

aliza prin rețeta impusă [67].

Formarea bulbului la vârful pilotului a fost confirmată de dezvelirile efectuate (fig.3.13, fig.3.14, fig.3.15), mărimea bulbului, forma sa, fiind funcție de natura terenului, numărul operațiilor de vibropresare cât și de gradul de indesare respectiv consistența terenului în zona de formare a bulbului.

Pentru edificare, asupra formării bulbului o parte din piloții dezveliți au fost extrași din teren, analizându-se în special forma și mărimea bulbului format în anumite condiții date. În fig.3.17. este prezentată imaginea unui pilot cu bulb realizat cu două operații de vibropresare, amplasament nr.5 din cadrul zonei a I-a de experimentare și aplicare, iar în fig.3.18. imaginea unui pilot cu bulb realizat cu 3 operații de vibropresare în cadrul unui amplasament din zona II-a de experimentare și aplicare.

Problema realizării proeminențelor la diferite niveluri ale pilotului a fost experimentată în cadrul amplasamentului nr.2, 3 și 4 din zona experimentare și aplicare Reșița-Găvondari.

Dezvelirile parțiale efectuate au confirmat posibilitatea de realizare a proeminențelor, dar ca și în cazul bulbului de la partea inferioară a pilotului mărimea și forma acestora este funcție de natura terenului cât și de numărul operațiilor de vibropresare.

În figura 3.19 sînt prezentate imaginile unor piloți parțial dezveliți pentru constatarea calității și continuității betonului din corpul pilotului.



Fig.3.17



Fig.3.18

Imaginea din fig.3.20 reprezintă o proeminență pe mantaua pilotului realizată cu două operații de vibropresare, această dezvelire s-a efectuat în scopul verificării posibilității realizării acestor proeminențe prin tehnologia de realizare a piloților executați pe loc parțial armați.



Fig.3.19.



Fig.3.20

Un aspect deosebit de important al aplicării tehnologiei de realizare a piloților scurți executați pe loc și care are influență directă asupra capacității portante a piloților, este acela al modificărilor structurale ce apar în teren la înfigerea dispozitivului de lucru sub efectul vibrării. În acest sens s-au făcut lucrări experimentale de determinare calitativă și cantitativă a extinderii zonei de modificări structurale. În cadrul zonei de experimentare-aplicare Timișoara pe amplasamentul experimental nr.3 Balta-Verde Timișoara (vezi anexa II₉), s-au efectuat încercări de determinare calitativă a modificărilor structurale prin penetrări dinamice, efectuate la anumite distanțe prestabilite (fig.3.21), și anume 1 dp; 2 dp; 3 dp. Așa cum se vede din figură pentru stratificația din zona amplasamentului modificările structurale sînt scoase în evidență calitativ prin diagramele de penetrare dinamică diferențială. Astfel diagrama de penetrare dinamică P_{d1} efectuată la distanța de 40 cm de pilot indică o îndesare a terenului de la -1,00 la -2,80 m, teren calificat inițial ca plastic moale respectiv afînat. De la -2,8 m pînă la -4,50 m stratul de nisip este afectat de modificări structurale în sensul compactării sale efect ce este maxim pentru

porțiunea calificată ca afinată și cu valori mai reduse pentru porțiunea din strat considerată îndesată. Dela -4,50 m pînă la -6,50 atft aliura diagramei Pd₁ cît și a diagramelor Pd₂ și Pd₃ nu indică modificări structurale semnificative, marcîndu-se o

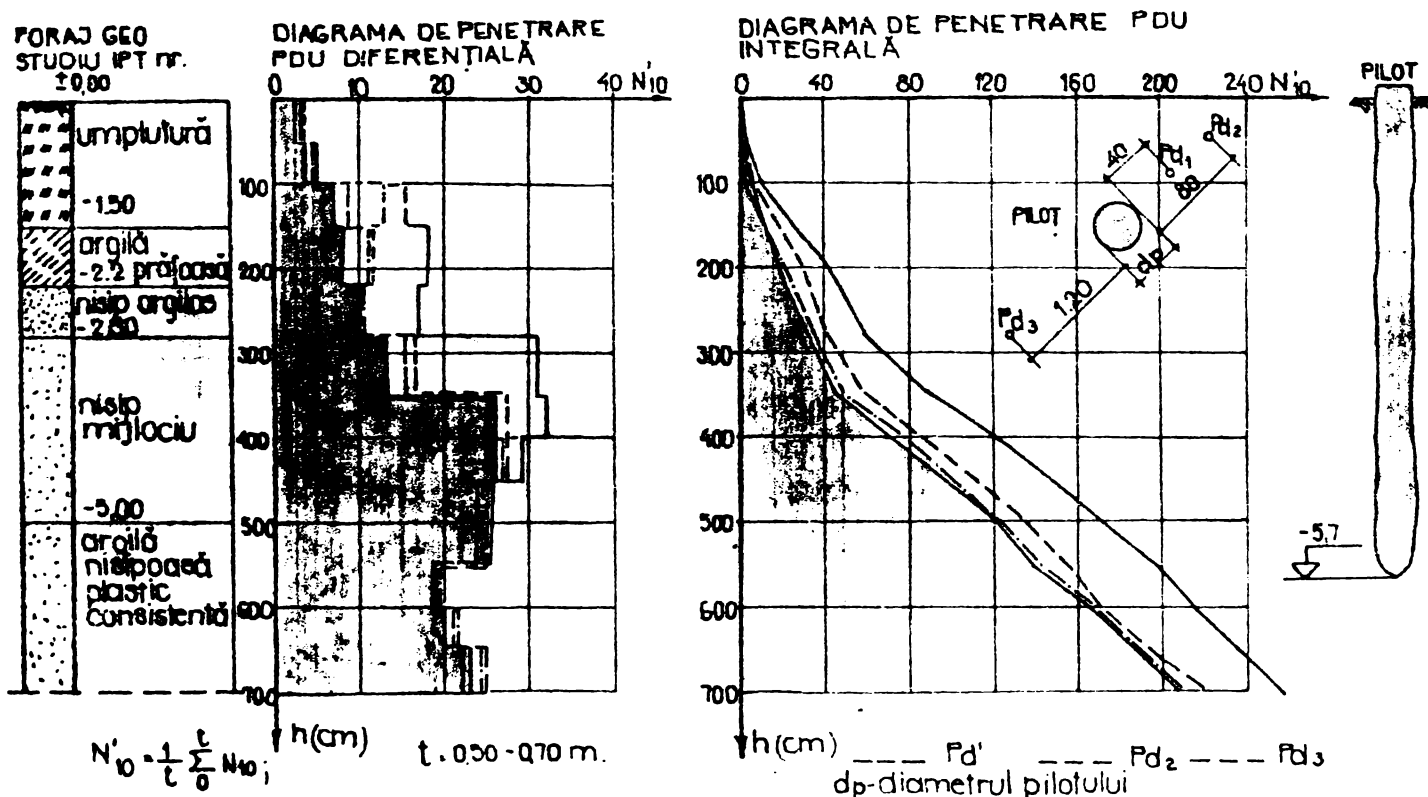


Fig.3.21.

ușoară reducere a rezistenței de penetrare. Această reducere a rezistenței la penetrare se datorează probabil fenomenului de tixotropie, fenomen ce anulează îndesarea laterală a terenului, care se produce în mod evident datorită dislocării laterale a pământului ca urmare a înfigerii dispozitivului de lucru.

Aliurile diagramelor Pd₂ și Pd₃ pe adîncimea -1,00 pînă la -4,50 m indică modificări structurale din ce în ce mai slabe, fiind foarte apropiate de aliura diagramei martor modificările structurale semnalate indicînd o ușoară compactare a terenului.

Incercările de capacitate portantă executate asupra pilotului de probă în jurul căruia s-au efectuat penetrările dinamice au confirmat faptul că în zona vîrfului pilotului nu s-au produs o îmbunătățire a calității terenului ci o reducere a acesteia, ceea ce se reflectă în valoarea redusă a sarcinii critice înregistrate. În cadrul aceluiași amplasament s-au efectuat încercări de determinare calitativă a modificărilor structurale în jurul unui alt pilot experimental într-o zonă unde stratificația prezintă aceeași alternanță de straturi dar calități diferite față de cazul precedent (vezi anexa II₂).

Diagramele de penetrare dinamică diferențială (fig.3.22) scot în evidență, în mod calitativ, modificările structurale

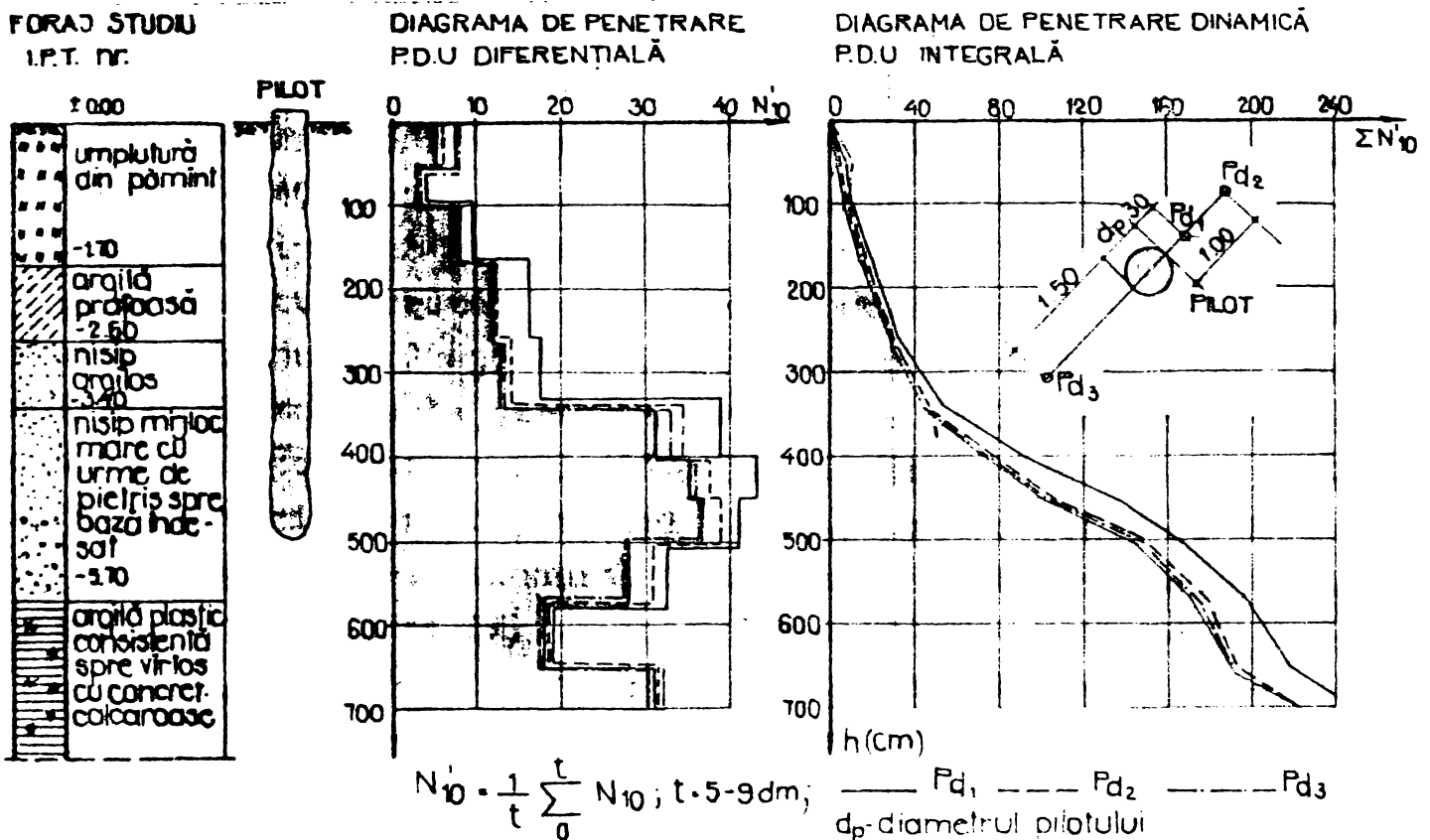


Fig.3.22.

survenite în straturile de pământ interceptate de către țubul metalic recuperabil în procesul de înfigere prin vibrație. Diagrama penetrării dinamice Pd_1 , alături de aceasta în comparație cu diagrama marter, scoate în evidență modificări structurale pe întreaga adâncime de înfigere a țubului și chiar sub vârful acestuia până la adâncimea de aproximativ $(1,5+2)d_p$. Pe întreaga porțiune influențată de efectul vibrațiilor modificările structurale sînt materializate prin compactarea, îndesarea laterală a terenului, fenomen ce se manifestă cel mai puternic la partea superioară a stratului necoeziv scăzînd ca intensitate spre baza acestuia. Spre deosebire de cazul precedent cînd dispozitivul de lucru s-a încastrat într-un strat necoeziv, iar efectul vibrațiilor s-a manifestat negativ, în cazul în discuție, efectul vibrațiilor s-a manifestat pozitiv materializat prin compactarea terenului și sub cota atinsă de vârful dispozitivului de lucru.

Diagramele diferențiale ale penetrărilor dinamice Pd_2 și Pd_3 efectuate la distanța de 2,5 d_p respectiv 3,5 d_p nu înfățișează modificări structurale pînă la partea superioară a stratului necoeziv, însă în cadrul acestuia modificările structurale sînt mai intense pentru penetrarea Pd_2 și mai puțin intense pentru penetrarea Pd_3 , ca în zona vârfului și sub acesta, prin diagrama Pd_3 să nu se mai semnaleze modificări structurale. Dela cota -6,00 m alături

diagramelor de penetrare dinamică diferențiale tind să se suprapună, indicând zona de sub vârful pilotului neinfluențată de energia vibrațiilor. Diagrama de penetrare dinamică integrală Pd_1 , indică prin alțura ei, respectiv prin ecartul față de diagrama martor, modificări structurale de mică intensitate pînă la adîncimea de -3,40 m, mai intense pe grosimea stratului necoeziv și nesemnificative sub cota de -5,70 m.

Rezultatul acestor modificări structurale pozitive ce au avut loc în jurul dispozitivului de lucru datorită vibrațiilor, mai ales în zona de la vârful acestuia, se reflectă direct asupra capacității portante a piloților realizați în zonă, obținîndu-se prin încercări de probă, valori ale sarcinii critice cu mult mai ridicate decît cele obișnuite în situația de teren prezentată în fig.3.21(vezi anexa II_d). Pentru evidențierea extinderii zonei

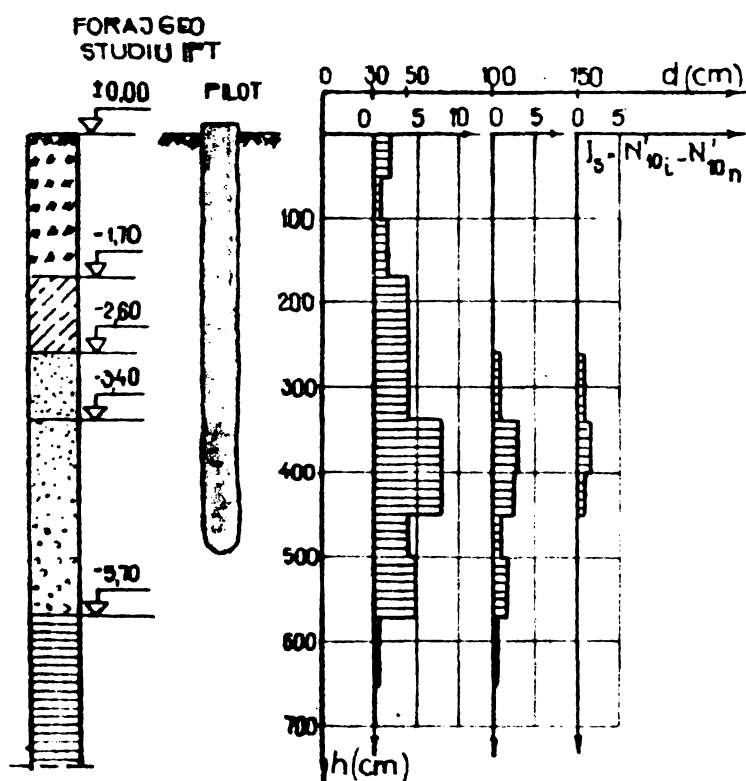


Fig.3.23.

lungime și sub vârful dispozitivului în care s-au produs îndesări ale terenului. Așa cum rezultă din figură, extinderea acestor modificări este reliefată calitativ și ca intensitate pentru fiecare strat component al stratificației.

Pe baza diagramelor din figura 3.23., admitînd o creștere respectiv o scădere liniară a indicatorului de modificări structurale ($I_s = N'_{10i} - N'_{10m}$) pe adîncimea în discuție cît și o variație liniară descrescătoare pe orizontală, s-au putut trasa curbele de egală rezistență care permit definirea în mod clar a extinderii zonei de modificări structurale(fig.3.24). Pentru cazul

de modificări structurale ce se produc în jurul dispozitivului de lucru în procesul de înfigere, rezultatele penetrărilor dinamice au fost prelucrate construindu-se pentru fiecare penetrare diagrama de variație $N'_{10i} - N'_{10m}$ (fig.3.23.). Acest mod de prezentare a rezultatelor scoate în evidență creșterea densității terenului în jurul dispozitivului de lucru cît și pe lungimea acestuia indicînd totodată acele porțiuni pe

analizat, unde vârful tubului metalic recuperabil a ajuns în stratul de nisip mijlociu mare, modificările structurale cele

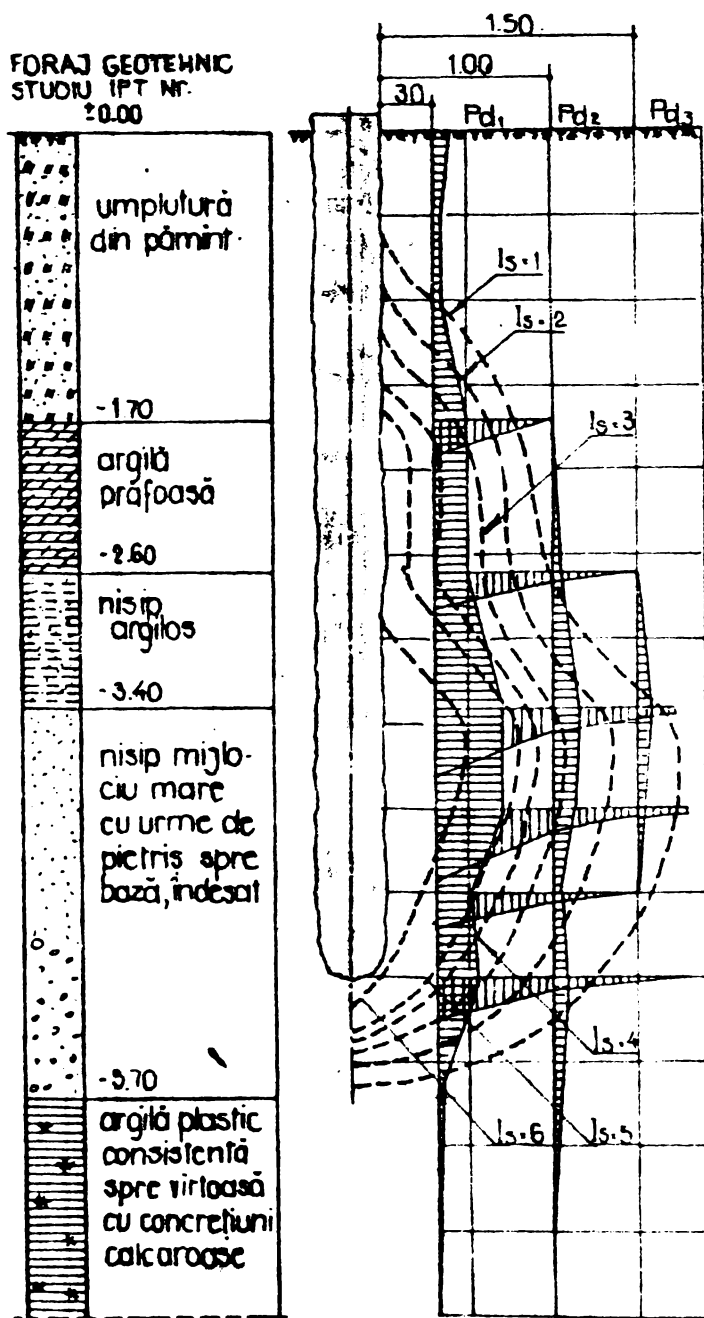


Fig.3.24.

mai intense apar în acest strat, maximul lor semnalându-se la partea superioară a stratului, descrescând apoi ca intensitate pe măsură ce ne apropiem de baza stratului. Extinderea maximă a zonei de modificări structurale are loc în stratul necoeziv până la aproximativ (3÷4)dp. Sub vârful dispozitivului de lucru aceste modificări se manifestă până la limita de demarcație dintre stratul necoeziv și stratul coeziv de bază. În acest caz, evident neconcludent în ceea ce privește extinderea zonei de modificări structurale sub cota vârfului dispozitivului de lucru, se poate afirma că modificările structurale se extind pe verticală până la o distanță aproximativ egală cu (2÷2,5)dp. La partea superioară a terenului modificările structurale duc de regulă la o afânare datorită fenomenului de refulare sau nu apar modificări concludente așa cum de regulă se manifestă la umpluturi eterogene de dată recentă.

În vederea stabilirii extinderii zonei de modificări structurale și sub vârful dispozitivului de lucru în condițiile terenurilor necoezive, s-au efectuat lucrări experimentale pe un amplasament din cadrul zonei de experimentare și aplicare Timișoara. Stabilirea modificărilor structurale atât ca extindere, formă în spațiu cât și intensitate au fost determinate cu ajutorul cercetărilor la fața locului prin penetrare dinamică cu penetrometrul dinamic ușor. Penetrările au fost efectuate la distanța

de 1 dp; 2 dp; 2,5 dp și 3 dp de marginea dispozitivului de lucru și pe o adâncime mai mare cu 2,0 m decât cota atinsă de vârful dispozitivului de lucru astfel încât să se poată stabili dacă aceste modificări structurale se manifestă pe zone mai extinse decât cele semnalate anterior. În baza rezultatelor încercărilor de penetrare dinamică și a prelucrării lor s-au construit pentru fiecare penetrare diagramele de variație a indicatorului de modificări structurale (fig.3.25).

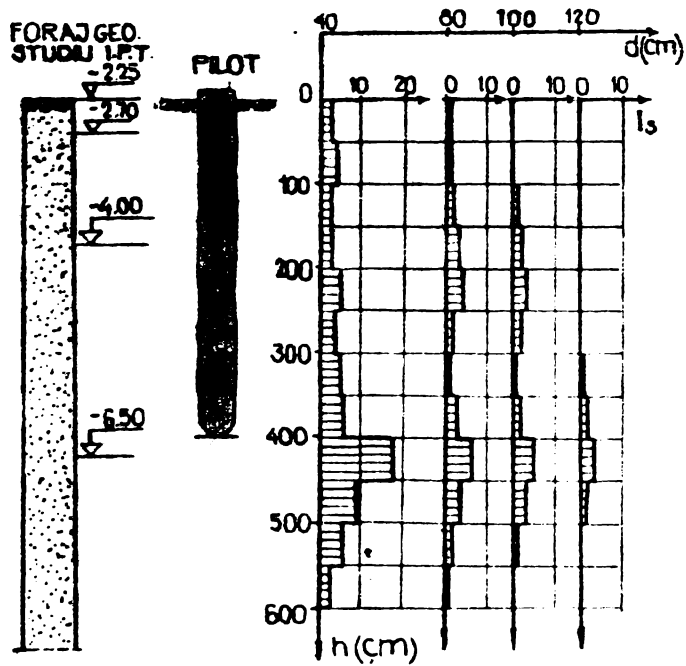


Fig.3.25.

pe o adâncime mai mare cu 2,0 m decât cota atinsă de vârful dispozitivului de lucru astfel încât să se poată stabili dacă aceste modificări structurale se manifestă pe zone mai extinse decât cele semnalate anterior. În baza rezultatelor încercărilor de penetrare dinamică și a prelucrării lor s-au construit pentru fiecare penetrare diagramele de variație a indicatorului de modificări structurale (fig.3.25).

Acste diagrame prezintă în mod intuitiv intensitatea modificărilor structurale de-a lungul și sub cota atinsă de vârful dispozitivului de lucru pe porțiunile elementare de strat admise ($t \approx 5$ dm). Analiza acestora permite evidențierea faptului că în cazul terenurilor necoezive modificările structurale pozitive, fenomenul de îndesare, se manifestă pe întreaga lungime a pilotului și chiar sub vârful acestuia, intensitatea maximă a modificărilor structurale producându-se în zona vârfului pilotului, aspect reliefat foarte bine de penetrarea dinamică PD_1 . Pe măsură ce ne îndepărtăm de marginea pilotului, intensitatea modificărilor structurale scade către exterior și pe înălțime, fiecare diagramă păstrându-și valoarea

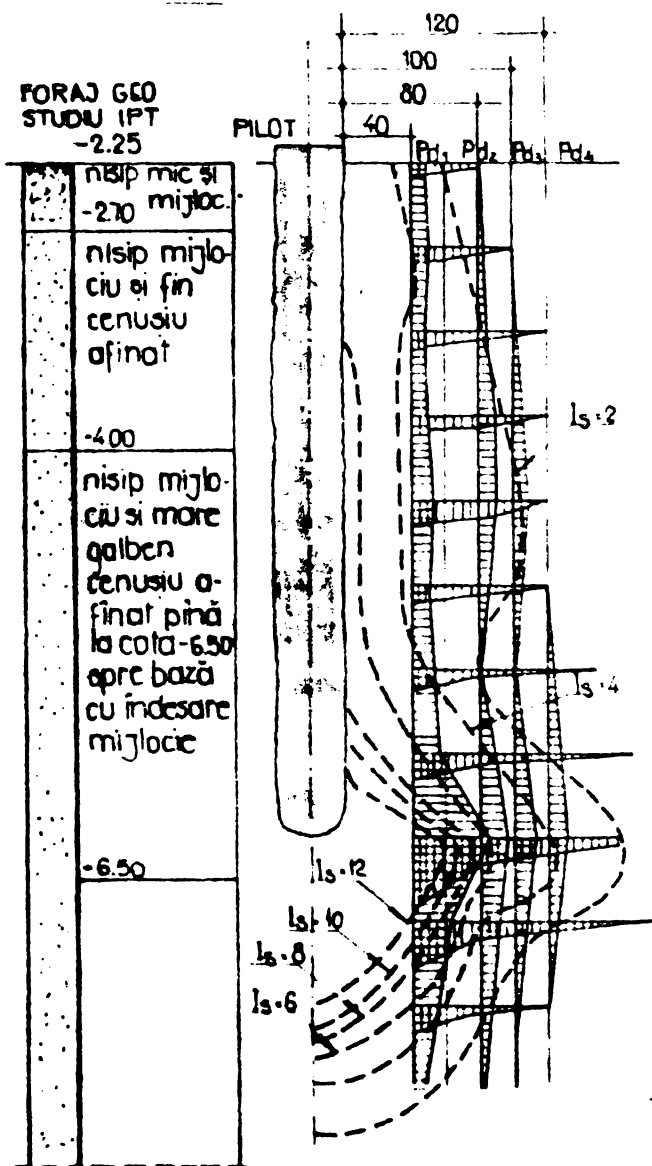


Fig.3.26.

maximă în zona vârfului. Admițând aceleași ipoteze simplificatoare privind variația indicatorului de modificări structurale

pe verticală respectiv orizontală în fig.3.26 s-au figurat curbele de egală rezistență la penetrare dinamică.

Aliura acestora scoate în evidență faptul că în terenurile necoezive, modificările structurale datorită înfigerii și extragerii dispozitivului de lucru prin vibrare produc îndesări ale terenului care au implicații asupra capacității portante a pilotului, începând de la aproximativ $1 \sim 1,20$ m de la suprafața terenului. În zona de suprafață a terenului acest fenomen apare evident destul de slab, extinzându-se până la o distanță de 80 cm. În adâncime curbele de egală rezistență la penetrare se concentrează în zona vârfului și sub acesta definind conturul unui bulb de teren consolidat care se poate considera că se extinde deasupra vârfului pilotului pe înălțimea $(2 \div 2,5)$ dp iar sub vârful pilotului pe adâncimea de $(3 \div 3,5)$ dp. Diametrul zonei îndesate din regiunea vârfului pilotului se apreciază, în cazul terenurilor necoezive la o valoare în jur de $(6 \div 1,5)$ dp.

Forma în spațiu a zonei de modificări structurale este de regulă dictată de starea de îndesare a terenului necoeziv străbătut de dispozitivul de lucru, fiind mai extinsă în zonele cu o structură mai densă și mai puțin întinse în zonele cu o structură mai afînată.

Rezultatele acestor încercări, concluziile ce s-au desprins au venit să completeze concluziile trase cu ocazia unor încercări efectuate de alți cercetători în special în terenuri necoezive [23], [24], [53], [80], și care au atenționat asupra influenței pe care o au aceste modificări structurale ce apar în teren în procesul de înfigere al piloților sau tuburilor metalice recuperabile asupra valorii capacității portante a piloților, element definitoriu al acestora.

x x
x x

CAPITOLUL 4

STUDII PRIVIND DETERMINAREA CAPACITĂȚII PORTANTE
A PILOTELOR EXECUTAȚI PE LOC PRIN VIBROPRESARE

4.1. Generalități

Fundațiile indirecte ca soluții de fundare, așa cum s-a mai amintit, sînt acceptate atunci cînd prezintă avantaje tehnice și economice evidente în raport cu alte soluții de fundare posibile de realizat în aceleași condiții de teren. Acest deziderat este satisfăcut în primul rînd prin caracteristicile tehnologice de finitorii ale procedului de realizarea fundației indirecte cît și prin capacitatea portantă posibilă de obținut prin tipul de pilot acceptat, ținînd seama de faptul că în general amplasamentele caracteristice acestei soluții de fundare sînt definite printr-un teren de fundare cu capacitate portantă redusă.

Plecînd dela această idee s-a considerat necesară analizarea tehnologiei de realizare a piloților executați pe loc prin vibropresare și din punct de vedere al capacității portante maxime ce se poate obține în anumite condiții de teren, în strînsă legătură cu posibilitățile tehnologiei de lucru de a influența direct asupra capacității portante.

Cu toate că au existat și există preocupări în direcția stabilirii unor metodici de calcul a capacității portante cu care să se obțină rezultate cît mai apropiate de realitate [6], [7], [10], [11], [24], [40], [41], [48], [49], [77], [100], nici pînă în prezent nu s-a ajuns la un procedeu teoretic de calcul corespunzător pentru stabilirea încărcării de rupere a unui pilot. Dintre toate procedeele cunoscute, ca sigură rămîne încercarea statică în teren a piloților de probă ale cărei rezultate permit stabilirea corectă și cît mai aproape de realitate a valorii capacității portante a pilotului încercat. Se poate menționa însă faptul că procedeul prezintă dezavantajul că rezultatele obținute nu sînt întotdeauna reprezentative pentru întregul amplasament destinat construcției, iar prelucrarea respectiv interpretarea rezultatelor încercării statice de probă în teren în vederea stabilirii capacității portante nu se face încă peste tot în mod unitar.

Cu toate acestea studiul capacității portante al piloților executați pe loc prin vibropresare (determinarea încărcării de rupere a încărcării critice cît și a curbei încărcare-tasare) s-a făcut pentru 71 piloți de probă executați în 22 amplasamente

experimentale pe baza rezultatelor obținute din încercările statice în teren.

Admiterea acestui procedeu de stabilire a capacității portante pentru piloții executați pe loc realizați prin vibropresare a fost condiționată în afara avantajelor pe care le prezintă și de faptul că datorită energiei vibrațiilor folosite la înfigerea în teren a dispozitivului de lucru, în jurul pilotului se produc puternice modificări structurale ale terenului, modificări care influențează asupra capacității portante.

Aceste modificări structurale ale terenului manifestându-se de regulă prin îmbunătățirea calitativă a terenului necoeziv respectiv prin scăderea indicilor de portanță în cazul terenurilor coezive, ceea ce se reflectă direct asupra capacității portante a piloților [12], [45].

4.2. Considerații teoretice privind determinarea încărcării de rupere

Comportarea piloților la acțiunea încărcărilor exterioare este condiționată în general de caracteristicile fizico-mecanice ale terenului precum și de modul în care au fost realizați.

În jurul unui pilot apare datorită încărcărilor statice exterioare un bulb de tensiuni care se schimbă ca formă și stare funcție de mărimea încărcării statice.

Acest lucru a făcut ca imposibilă găsirea unei rezolvări exacte și general valabile pentru calculul încărcării de rupere pe baza caracteristicilor fizico-mecanice ale pământului.

Primele estimări prin calcul a încărcării de rupere admitând anumite ipoteze privind starea de tensiuni în jurul pilotului au fost făcute de Streck, Steinfeld, Skempton/Yassin/Gibson [85], Berezanțev/Kristoforov/Golubkov [7], Berezanțev [6] și alții dar prin procedee care datorită simplificărilor admise nu au putut fi utilizate până în prezent cu succes în practică la determinarea încărcării de rupere a piloților.

Ca element de noutate în acest domeniu îl reprezintă folosirea teoriei elementelor finite la calculul fundațiilor pe piloți [11], [108].

Preocupări recente în direcția obținerii unor factori de corecție, prin calcule pe modele analogice și corelarea rezultatelor obținute prin calcul cu cele obținute prin încercări de probă în teren, au permis evidențierea unor metode teoretice cu oarecare aplicabilitate în practică [6], [40], [41].

In general încărcarea de rupere a unui pilot rezultă din încărcarea corespunzătoare preluată pe vîrf cît și cea preluată pe suprafața laterală, elemente prezentate în figura 4.1. [85].

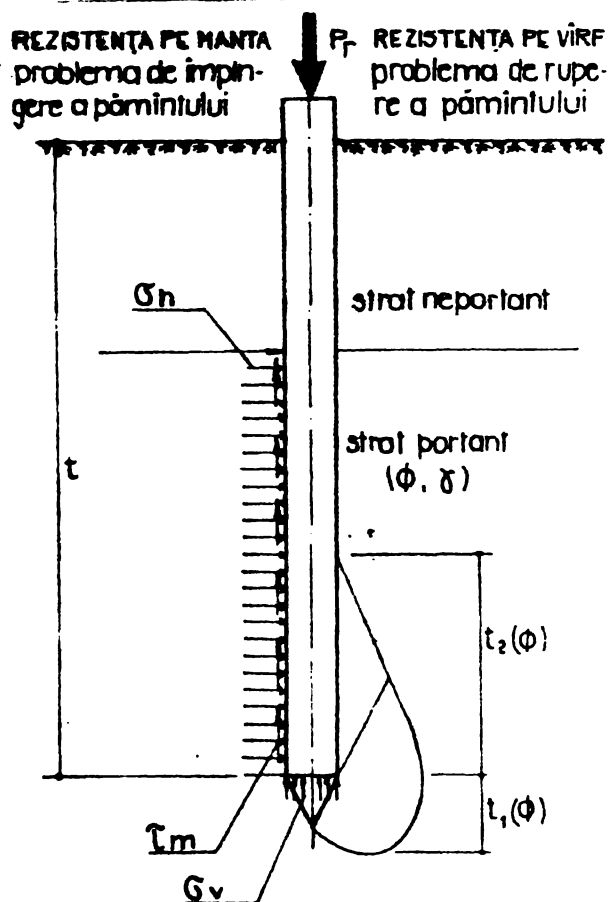


Fig.4.1.

În privința celor două elemente constituente ale încărcării de rupere, a rămas neclarificat pînă în prezent, gradul de veridicitate în ceea ce privește determinarea separată a celor două componente ale încărcării de rupere cît și stabilirea acesteia din urmă prin simpla adunare a valorilor celor două componente.

Prin procedeul de determinare a încărcării de rupere prin simpla adunare a valorii celor două componente (încărcarea pe vîrf respectiv pe suprafața laterală a pilotului) este neglijată influența reciprocă dintre încărcarea preluată pe vîrf și cea pre-

luată pe suprafața laterală. Această influență este evidentă deoarece încărcarea pe suprafața laterală este activizată pentru anumite deplasări verticale ale pilotului, iar încărcarea pe vîrf pentru alte valori ale deplasării verticale, această activizare fiind funcție de tipul pilotului, natura terenului cît și modul de realizare al pilotului.

Referitor la comportarea unui pilot sub încărcare statică, se poate afirma cu siguranță că preluarea încărcării de către pilot începe întotdeauna prin frecarea pe suprafața laterală a pilotului care este mobilizată pentru deplasări mici ale pilotului corespunzătoare domeniului de deformații elastice ale pămîntului din jurul pilotului, deplasări cu mult mai mici decît cele care produc mobilizarea întregii încărcări pe vîrf [99]. Cînd deplasările pilotului cresc terenul din jurul pilotului suferă deformații elastico-plastice situație în care pilotul va prelua prin frecare pe suprafața laterală o cotă și mai mare din încărcarea exterioară dar nu toată încărcarea deoarece datorită apariției deformației plastice cota parte din încărcarea exterioară este preluată de rezistența pe vîrf. Cînd întreaga rezistență prin frecare laterală a fost mobilizată datorită atingerii unei depla-

sări limită corespunzătoare a pilotului, pilotul preia în continuare încărcările exterioare din ce în ce mai mari prin rezistența pe vîrf [99].

Raportul dintre partea din încărcarea exterioară transmisă terenului prin frecarea pe suprafața laterală și cea transmisă prin rezistența pe vîrf depinde de rezistența la tăiere și de elasticitatea pămîntului.

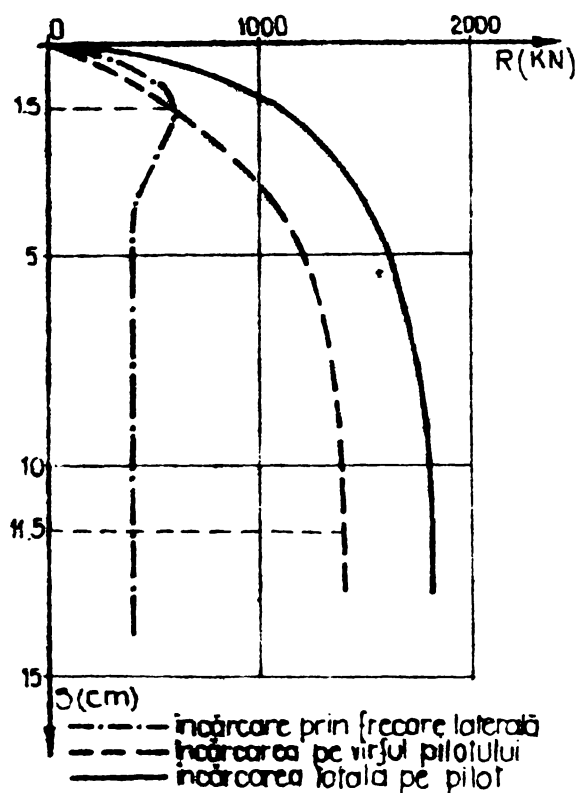


Fig.4.2.

care-deplasare pentru fiecare componentă(fig.4.2).

După cum se observă din figură, încărcarea prin frecarea pe suprafață laterală crește pînă la o valoare maximă corespunzătoare anumitei deplasări ale pilotului după care scade pînă la o valoare constantă pe măsură ce deplasările pe verticală ale pilotului cresc. În schimb încărcarea pe vîrf pilotului se produce în mod efectiv după ce întreaga rezistență prin frecare pe suprafața laterală a fost mobilizată și crește în mod continuu pînă la o anumită deplasare limită, deplasare pentru care rezistențele pe vîrf rămîn constante, situație corespunzătoare atingerii încărcării de rupere.

Mult discutată este părerea dacă în stadiul de rupere sub vîrf pilotului apar prisme de dislocare definite de suprafețe de rupere care tind să atingă corpul pilotului la o anumită înălțime de la baza acestuia [52], sau dacă aceasta se produce doar printr-o deplasare laterală concomitent cu o compactare a pămîntului din zonă [33].

Pentru a scoate în evidență care este raportul dintre cele două elemente componente ale încărcării de rupere funcție de deplasările pilotului generate de încărcările exterioare din ce în ce mai mari s-au efectuat încercări statice de probă pe un pilot, special echipat cu dispozitive de măsură plasate pe suprafața laterală cît și pe vîrf, executat în terenuri coezive [99]. Înregistrîndu-se în mod separat încărcarea din frecare pe suprafața laterală respectiv încărcarea pe vîrf pentru diferite trepte de încărcare ale pilotului, se poate trasa funcție de deplasarea pilotului curbele de variație încărcare-deplasare pentru fiecare componentă(fig.4.2).

În ceea ce privește factorii ce influențează în mod decisiv asupra încărcării de rupere, stabilită din condiții de rezistență a terenului, se cunosc pînă în prezent următorii:

- tipul și dimensiunile pilotului,
- modul de înfigere sau realizare;
- natura terenului, consistență, respectiv gradul de îndesare al acestuia;
- materialul din care este executat pilotul;
- încastrarea pilotului în stratul portant.

Problemele principale neclarificate, care se referă la comportarea sub încărcare a unui pilot izolat sînt:

- definirea spațială a stării de tensiune și modificarea lor în timpul acțiunii încărcării din ce în ce mai mari;
- influența reciprocă dintre încărcarea pe vîrf și încărcarea pe suprafața laterală a pilotului;
- clarificarea condițiilor în care sub vîrfurile pilotului apare numai o dislocare laterală respectiv un volum de dislocare după suprafețe de rupere.

Determinarea încărcării de rupere a unui pilot izolat se poate face în practica inginerescă prin:

- metode teoretice de calcul;
- metode empirice;
- încercări statice în teren;
- metode dinamice;
- sondaje penetrometrice.

4.2.1. Metode teoretice de calcul. Dela început se poate menționa faptul că în prezent din multitudinea procedeelor teoretice de determinare a încărcării de rupere, datorită necunoașterii celor trei principale probleme legate de comportarea sub sarcină a unui pilot izolat menționate mai înainte nu există o metodă de calcul care să ducă la rezultate exacte în sens absolut, însă sînt metode de calcul care duc la rezultate ce pot fi folosite în practica inginerescă.

Analizînd formulele teoretice de determinare a încărcării de rupere se constată că în majoritatea cazurilor problema încărcării pe vîrf este rezolvată ca o problemă de pierdere a stabilității generale a unui masiv de pămînt, după suprafețe generale de rupere în care s-a atins starea de deformații plastice datorită încărcării exterioare corespunzătoare, iar rezistența de frecare pe suprafața laterală este rezolvată ca o problemă obișnuită de împingere a pămîntului.

Cu toate că majoritatea formulelor se bazează pe aceeași concepție generală privind determinarea încărcării de rupere, rezultatele obținute sînt diferite de la metodă la metodă, aceasta datorită ipotezelor simplificatoare admise de fiecare cercetător.

Metodele teoretice folosite pentru determinarea încărcării limită pe vîrf, au la bază criteriul de plasticizare al mediilor disperse, criteriul Mohr-Coulomb care este enunțat astfel [110]: starea plastică apare atunci cînd tensiunile tangențiale maxime ating o valoare determinată, valoare limită a rezistenței la forfecare a pămîntului.

Încărcarea de rupere a unui pilot, stabilită pe baza metodelor teoretice este rezultatul simplei însumări a încărcării pe vîrf cu rezistența de frecare pe suprafața laterală a pilotului.

Toate relațiile teoretice de determinare a încărcării de rupere se pot exprima sub forma generală:

$$P_r = P_v + P_m \quad [\text{KN}] \quad (4.1)$$

unde:

- P_r - încărcarea de rupere, în KN;
- P_v - încărcarea limită preluată prin vîrfurile pilotului, în KN;
- P_m - încărcarea limită preluată prin frecare pe suprafața laterală, în KN.

Avînd în vedere modul de determinare a celor doi termeni componenți ai încărcării de rupere cît și ipotezele admise în ceea ce privește pierderea stabilității generale a masivului de pămînt de sub vîful pilotului (fig.4.3) majoritatea formulelor teoretice pot fi scrise sub forma:

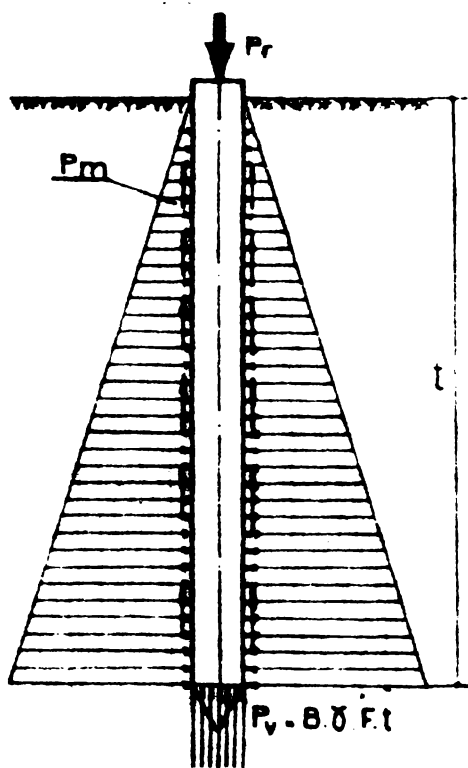


Fig.4.3.

$$P_r = A \cdot \frac{\delta \cdot U \cdot t^2}{2} + B \cdot \delta \cdot F \cdot t \quad [\text{KN}] \quad (4.2)$$

- în care: A și B - coeficienți ce depind de unghiul frecării interioare;
- U - perimetrul mediu al pilotului, în m;
 - δ - greutatea volumică a pămîntului, în KN/m^3 ;
 - t - înălțimea pilotului, în m;
 - F - aria secțiunii transversale a pilotului în zona vîrfului, în m^2 ;

Considerînd pilotul ca un element rigid, se poate stabili, așa cum s-a procedat

la o fundație directă, încărcarea limită preluată prin vârful pilotului [110], admitându-se diferite ipoteze privind fenomenele ce apar în zona vârfului în stadiul atingerii încărcării limită.

În această ordine de idei, în literatura de specialitate sînt menționate o serie de posibilități de rupere a terenului din zona vârfului pilotului încadrate în cele două direcții în care se desfășoară în prezent disputa specialiștilor [33], [41], [42].

Karl Terzaghi în metoda propusă [96], admite că în teren sub vârful pilotului se formează la limită echilibrului suprafețe continui de cedare în care tensiunile tangențiale maxime depășesc valoarea limită a rezistenței la alunecare a pămîntului. În această situație în terenul de sub vârful pilotului se formează 3 zone caracteristice, zona I, II și III (fig.4.4). De asemenea acțiunea pămîntului de deasupra planului orizontal, ce trece prin baza pilotului, este înlocuită cu suprasarcina $\gamma \cdot t$. Zona I se consideră că se află în stare de echilibru limită (zonă activă Rankine) în care efortul unitar principal este vertical. Liniile de cedare sînt două formații de drepte înclinate cu unghiul φ față de orizontală.

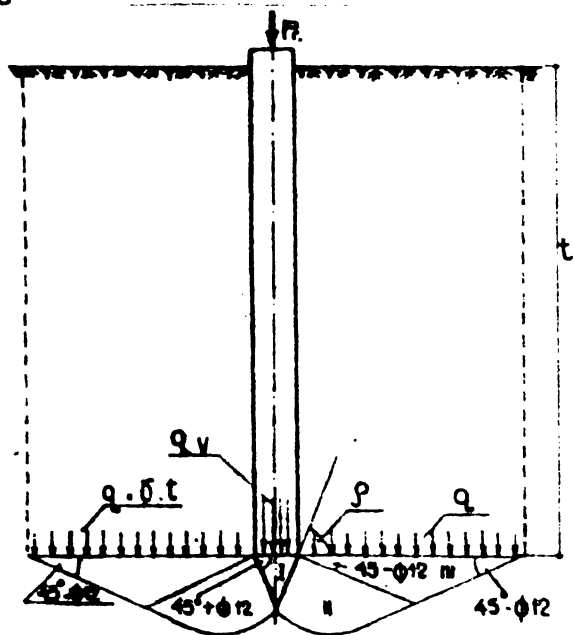


Fig.4.4.

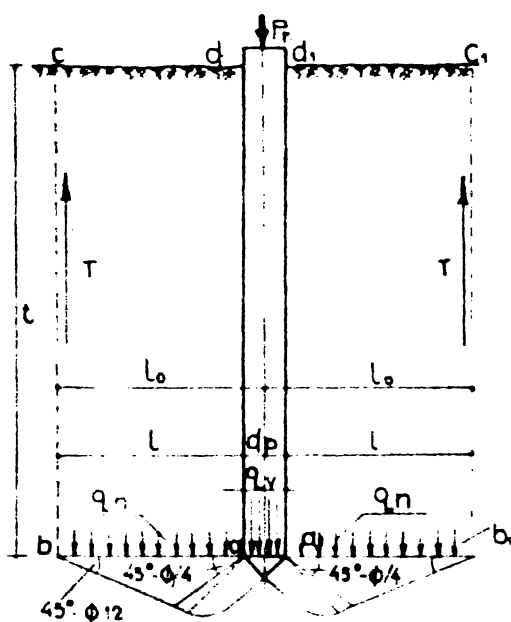


Fig.4.5.

Zona II-a denumită de Terzaghi "zonă de tăiere radială" se caracterizează prin aceea că suprafețele de alunecare au drept generatoare două familii de curbe conjugate, în care cel puțin una este alcătuită din linii drepte. Zona de tăiere radială este mărginită de zona III "zonă de stare pasivă", unde suprafețele de alunecare sînt plane formînd cu orizontala unghiul $45^\circ - \frac{\varphi}{2}$. Suprafața de cedare în cazul ipotezelor admise de Terzaghi este formată dintr-o porțiune curbă caracteristică zonei de tăiere

radială racordată la o porțiune dreaptă înclinată față de orizontală cu unghiul $45^\circ - \frac{\varnothing}{2}$, corespunzătoare zonei III de cedare.

Berezanțev [7], în baza rezultatelor experimentale efectuate în nisipuri îndesate, a definit un mecanism de rupere al terenului de sub zona vârfului pilotului. Experimentările au scos în evidență că odată cu deplasarea pilotului apar în terenul din jurul acestuia fenomene de îndesare și dislocare ce se extind pe zone relativ mari. La limita echilibrului sub vârful pilotului apar volume de dislocare care sînt definite de suprafețe de lunecare, drepte și curbe.

Ca urmare, capacitatea limită de încărcare a terenului de sub vârful pilotului izolat se poate determina cu aproximație utilizînd schema din fig.4.5. Berezanțev consideră că la nivelul planului orizontal ce trece, prin baza pilotului acționează o suprasarcină, care este egală cu greutatea pămîntului cuprinsă în volumul cilindric cu diametrul $b-b_1$ din care se scade valoarea forței de frecare T ce apare pe suprafața laterală a acestui volum cilindric. Această formă de frecare se consideră că apare datorită deplasării volumului cilindric, în procesul de îndesare a pămîntului de sub vârful pilotului.

Extinderea volumului de dislocare " l_0 " se calculează [7], cu expresia:

$$l_0 = dp \cdot \left[1 + \frac{2 \cdot e^{\left(\frac{\pi}{2} - \frac{\varnothing}{2}\right) \tan \frac{\varnothing}{2}}}{\sin \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\varnothing}{2}\right)} \right] \quad [m] \quad (4.3)$$

iar suprasarcina q_n se determină cu relația:

$$q_n = \alpha_n \cdot \gamma' \cdot t \quad [KN/m^2] \quad (4.4)$$

unde α_n este un coeficient ce depinde de raportul t/dp și de unghiul frecării interioare \varnothing .

În aceste condiții presiunea limită pe vîrf ($q_{v.lim}$) corespunzătoare ruperii este dată de expresia:

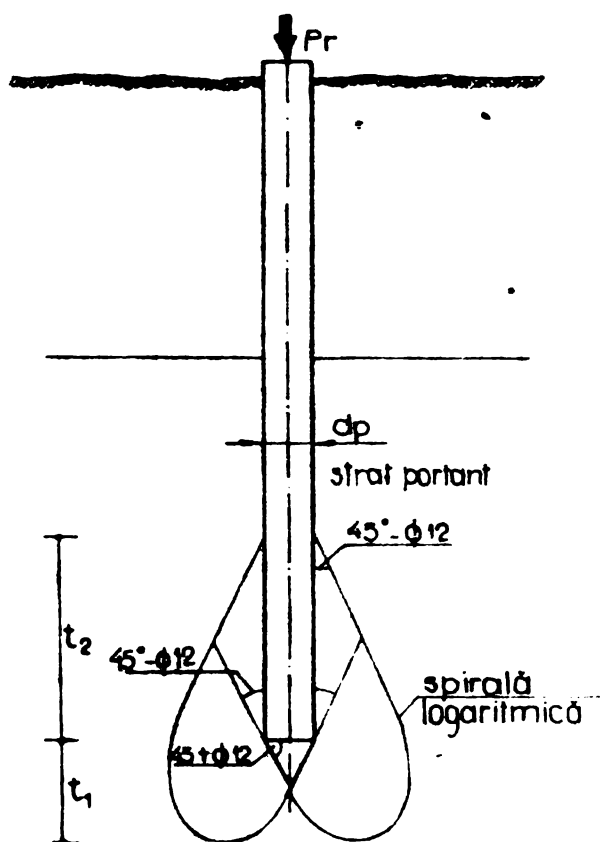
$$q_{v.lim} = A \cdot \gamma \cdot dp + B \alpha_n \cdot \gamma' \cdot t \quad (KN/m^2) \quad (4.5)$$

Rezultatele obținute folosind această formulă în condițiile unor nisipuri îndesate au dat valori rezonabile în raport cu valorile obținute prin încercări de probă a piloților.

Modelul mecanic de rupere adoptat de Berezanțev pentru cazul piloților nu exprimă întocmai rezultatele lucrărilor experimentale, lucrări ce au scos în evidență pentru cazul piloților că ruperea se produce datorită apariției unor zone de deformații plastice ce se manifestă în jurul vârfului pilotului.

Primul cercetător care a dat o definiție exactă, matematică, formeii volumului pământului de dislocare din zona vârfului pilotului (fig.4.6) admitând o deformație plastică limitată a pământului în jurul pilotului a fost Jaky.

În această situație la calculul sarcinii de rupere pe vîrf se va lua în considerare că la limita echilibrului în jurul vârfului pilotului se formează volume de dislocare dezvoltate sub baza pilotului cît și deasupra acestuia ale căror dimensiuni vor avea valori pentru t_1 cuprinse între (0,75-4,0) dp respectiv pentru t_2 cuprinse între (1,0~8,0) dp. Expresiile de calcul



pentru cele două mărimi t_1 și t_2 au fost determinate de Jaky avînd forma:

$$t_1 = \frac{e^{(45^\circ + \frac{\phi}{2}) \operatorname{tg} \phi} \cdot \cos \phi}{2 \cos(45^\circ + \phi/2)} dp \text{ [m]} \quad (4.6)$$

$$t_2 = \operatorname{tg}(45^\circ + \phi/2) \cdot e^{\pi \operatorname{tg} \phi} \cdot dp \text{ [m]} \quad (4.7)$$

După cum rezultă din expresiile (4.6) și (4.7) dimensiunile de dezvoltare pe verticală a volumelor de pământ caracterizate prin deformații plastice, depind de unghiul frecării interioare ϕ cît și de diametrul pilotului în zona vârfului pilotului. Teoria a fost dezvoltată pentru cazul terenurilor necoezive, admitînd

ca suprafață de delimitare a volumelor de dislocare o spirală logaritmică.

Mayerhof [40], [42], admite de asemenea pentru cazul piloților că la limita echilibrului în zona vârfului acestora se formează volume de dislocare definite de o suprafață de cedare pe care o asimilează cu o suprafață curbă care întîlnește mantaua pilotului (fig.4.7). El consideră în acest caz că volumul de pământ caracterizat prin deformații plastice rămîne constant, sporul de încărcare ce poate fi preluat de pilot față de cel corespunzător stării de plasticizare al pământului din volumul definit de suprafața de cedare, rezultă exclusiv pe seama rezistenței la frecare pe suprafața laterală a pilotului. Deoarece Mayerhof exclude, în situația de limită a echilibrului, posibilitatea refulării volumelor de pământ dislocate spre suprafața masivului,

tasarea pilotului sub sarcină în procesul de rupere este posibilă prin deformarea zonelor înconjurătoare în virtutea caracteristicilor de compresibilitate a pământului din zona vârfului pilotului. Dacă pentru fundațiile de suprafață modelul mecanic de rupere al pământului presupune că pământul este un material rigid, ceea ce este de fapt în concordanță cu modelul de rupere acceptat de Terzaghi și Berezanțev, nu același lucru este valabil și în cazul piloților unde apare în mod evident neconcordanța între ipoteza de a admite pământul ca un material rigid și modul de rupere care, cum s-a dovedit și experimental presupune existența unor proprietăți de compresibilitate ale pământului.

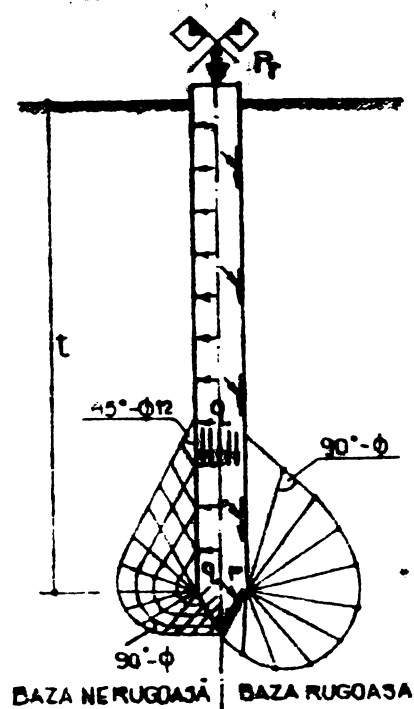


Fig.4.7.

Din acest punct de vedere trebuie să admitem că modelul de rupere al lui Jaky [85] respectiv a lui Meyerhof [42] este mai rațional și corespunde mai bine cu fenomenul de rupere așa cum rezultă și din observațiile experimentale, decât cel admis de Terzaghi și Berezanțev.

Cu toate că în prezent se marchează un progres important în acest domeniu elucidându-se o serie de aspecte, privind sarcina de rupere a piloților, o metodă teoretică de determinare a încărcării de rupere care să răspundă la toate necunoscutele ce mai persistă nu a fost pusă la punct.

Concluzia care se poate desprinde este aceea că procedeele teoretice de calcul a încărcării de rupere au o aplicabilitate redusă în practica inginerescă putându-se folosi numai în cazurile particulare pentru care au fost stabilite.

4.2.2. Metode empirice de calcul

În normele tehnice privind fundarea pe piloți existente în țara noastră cît și în străinătate sînt date pentru anumite situații simple, formule de calcul a capacității portante a piloților.

Aceste relații au fost adoptate în tehnica inginerescă încă de la sfîrșitul secolului trecut [46], capacitatea portantă determinîndu-se funcție de geometria pilotului cît și de rezistența terenului sub vârful pilotului respectiv, rezistența specifică pe suprafața laterală a pilotului.

Aceste formule empirice au suferit de-a lungul timpului o serie de modificări funcție de acumulările cantitative privind cunoștințele despre rezistența terenului sub vârful pilotului respectiv rezistența specifică la frecare pe suprafața laterală a pilotului.

În țara noastră, calculul capacității portante a piloților cu formule empirice este reglementat pentru piloți de diametru și lungime mică prin STAS 2561/3-76 iar pentru piloți ferați de diametru mare prin STAS 2561/4-74. Relațiile de calcul empirice sînt stabilite pentru vibersele tipuri de solicitări ce pot apărea, funcție de modul cum se transmite încărcarea exterioară terenului din jurul pilotului. De regulă valorile celor două caracteristici esențiale ale terenului necesare în calcul cît și relațiile de calcul au fost stabilite pe baza unui studiu corelativ cu rezultatele unui număr suficient de încercări în teren a piloților de probă.

Deoarece atît datele primare de calcul cît și relațiile stabilite pentru diverse cazuri caracteristice permit obținerea unor valori foarte acoperitoare, acest procedeu de determinare a capacității portante duce în final la o proiectare neeconomică a fundațiilor pe piloți.

4.2.3. Încercarea în teren a piloților de probă

Încărcarea de rupere a unui pilot, tasarea respectiv smulgerea acestuia, la solicitări de compresiune respectiv de întindere se pot determina în mod exact pentru anumite condiții de teren prin încercări în teren a piloților de probă.

În literatura de specialitate [85], [106], [99], sînt menționate trei grupe de procedee și anume:

a. Procedeele obișnuite prin încărcări în trepte a pilotului de încercat.

b. Procedoul C.R.P. (constant rate of penetration test) caracterizat prin viteza constantă de tasare a pilotului.

c. Procedee speciale, caracterizate prin faptul că lestarea pilotului se face în mod special (încărcare în trepte prin grinda de încărcare, încărcare alternantă, încărcare de durată).

Din datele furnizate de literatura de specialitate, rezultă că primul procedeu este cel mai frecvent utilizat.

Indicațiile pentru primul procedeu (care de fapt se aplică în țara noastră) privind modul de desfășurare a încercării a efectuării măsurărilor cît și reprezentarea și interpretarea rezultatelor sînt prezentate în STAS 2561/2-74. În general se mă-

soară funcție de încărcare, tasarea sau deplasarea verticală a pilotului și și timpul corespunzător acționării fiecărei trepte de încărcare.

a) Procedeu obișnuit prin încărcarea în trepte a pilotului de probă

În acest caz încărcarea pilotului se face în trepte de încărcare de 50...500 KN care trebuie să corespundă de regulă cu $1/15...1/10$ din valoarea încărcării critice prezumate [117] (fig. 4.8).

Fiecare treaptă de încărcare se menține până la stabilizarea tasării pilotului, stabilizare care se consideră atinsă când diferența tasărilor medii înregistrate în 4 intervale de citiri consecutive la 30 minute îndeplinesc condiția $S_m \leq 0,1 \text{ mm}$ [96]. În literatură de specialitate sînt prezentate o serie de criterii pentru atingerea stabilizării tasării pilotului corespunzătoare unei anumite trepte de încărcare și anume: $S_m \leq 0,05 \text{ mm}$ pentru un interval de 5 minute [85] criteriu ce corespunde cu cel propus de Muhs [107] care este ca $S_m \leq 0,01 \text{ mm}$ pentru un interval de 1 minut.

După cum se observă criteriul indicat în STAS 2561/2-74 este cu mult mai strict decît cel indicat de Thyrolf, Muhs [107], [85], fiind în raport de 1/3.

După STAS 2561/2-74 pentru fiecare treaptă de încărcare se fac citiri la toate dispozitivele de măsurare, la următoarele intervale de timp după aplicarea încărcării:

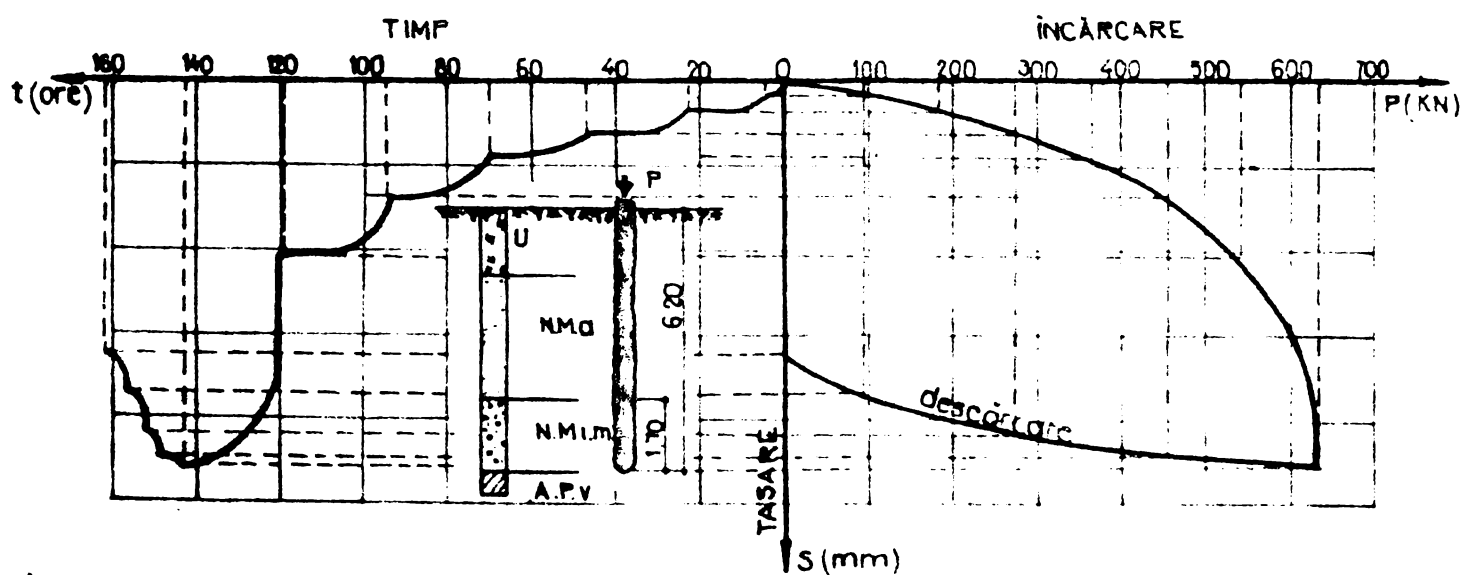


Fig.4.8.

- la fiecare 15 minute pentru prima oră după încărcarea pilotului;
- la fiecare 30 minute, în continuare, până la stabilizarea tasării pilotului.

Pentru a menține încărcarea corespunzătoare unei anumite trepte, constantă pe măsură ce se consumă tasarea pilotului este necesar ca pompa hidraulică prin intermediul căreia se face încărcarea pilotului să fie prevăzută cu un compensator de presiune.

Acest lucru este necesar deoarece un nou impuls asupra pilotului dictat de necesitatea readucerii încărcării la cea corespunzătoare treptei produce o tasare suplimentară, fără o creștere propriuzisă a treptei de încărcare.

După atingerea încărcării de rupere se procedează la descărcarea pilotului în trepte de valoare egală cu suma a două trepte de încărcare.

Această operație este dictată de necesitatea de a stabili deformațiile reversibile ale pământului din zona vârfului pilotului.

b. Procedeu CRP (Constant rate of penetration test)

În acest caz încărcarea pilotului se face prin mai multe cicluri de încărcare-descărcare. Viteza de tasare $V_g = ds/dt$ care este creșterea tasării în unitatea de timp - este constantă pe durata unui astfel de ciclu, în timp de încărcare este variabilă. Există posibilitatea schimbării vitezei de tasare de la ciclu la ciclu de încărcare. Prin aceasta se poate stabili o mai bună corelare între pătrunderea pilotului (tasare) și rezistență variabilă a terenului.

Metoda are avantajul că se realizează o importanță economie de timp în special în cazul terenurilor coezive. Procedeu a fost utilizat pentru prima oară de Whitaker pentru cercetări pe modele [107] și mai târziu pentru determinări în condiții de teren [106], [79].

c. Procedee speciale

Aceste procedee, față de primele două prezentate permit obținerea suplimentară a unor date din valorificarea rezultatelor încercărilor statice de probă. La procedeu de încercare prin încărcare în trepte cu grinda de încărcare, folosit mai frecvent în Belgia și Olanda, desfășurarea încercării este în esență similară cu cea de la procedeu obișnuit de determinare, după fiecare descărcare, pilotul va fi supus suplimentar la o serie de încărcări și descărcări rapide [85]. La procedeu prin încărcări alternante se rezolvă încercarea statică la compresiune și la smulgere în mod reciproc iar în cazul încărcării de durată vor fi menținute unele trepte de încărcare constante ca

valoare, timp foarte îndelungat.

Procedeele de la punctul b și c au fost prezentate ca elemente de informare ele neconstituind un mijloc de investigare adoptat în cadrul lucrărilor experimentale, nefiind legalizate în țara noastră.

4.2.4. Metode de prelucrare a rezultatelor încercărilor în teren a piloților

Pe baza datelor obținute din încercarea pilotului se poate trece la reprezentarea grafică a curbelor de variație tasare-timp și încărcare-tasare (fig.4.8).

4.2.4.1. Curba tasare-timp (C.T.T.)

În cazul procedurii obișnuit prin încărcare în trepte a pilotului de probă se va determina mai întâi tasarea finală $s'_{\infty, n}$ (pentru timpul $t' = \infty$) pentru fiecare treaptă de încărcare.

În general în cazul terenurilor necoezive, la care tasarea se produce rapid sub treaptă de încărcare n - acest lucru se face simplu și anume: tasarea finală este egală cu tasarea maximă înregistrată la treapta de încărcare n ,

$$s'_{\infty, n} = s'_{\max, n} \quad [\text{mm}] \quad (4.8)$$

aceasta când curbe tasare-timp indică clar că tasarea s-a consumat.

În cazul terenurilor coezive, dacă nu s-a așteptat până la consumarea tasării corespunzătoare treptei de încărcare, tasarea finală corespunzătoare treptei de încărcare n se poate calcula cu relația [107]:

$$s'_{\infty, n} = s'_{\max, n} \cdot \frac{1}{\mu} \cdot \frac{1-1/G}{\lg \tau} \quad [\text{mm}] \quad (4.9)$$

Toate mărimile indicate se pot stabili din curbă tasare-timp, determinată pe bază de măsurători. Acest procedeu de calcul se bazează pe similitudinea ce se poate admite între curba tasare-timp corespunzătoare unei trepte, respectiv curba tasare-timp ce a fost stabilită cu ocazia studiului asupra compresibilității argilelor de către Terzaghi și Fröhlich.

Tasarea cumulată corespunzătoare unei trepte de încărcare n se obține cu ușurință folosind relația:

$$s'_{c, n} = s'_{\max, n-1} + s'_{\infty, n} \quad [\text{mm}] \quad (4.10)$$

Prin reprezentarea curbei tasare-timp, calculând tasările finale, respectiv cumulate corespunzătoare fiecărei trepte de în-

cărcare se elimină influența parametrului timp asupra rezultatelor finale ale încercării.

4.2.4.2. Curba încărcare-tasare (C.I.T)

Materializarea acestei curbe în sistemul de axe adoptat (fig. 4.8) se face cu ajutorul perechilor de valori $(P_n, s_{c,n})$.

În literatură de specialitate sînt menționate două moduri de reprezentare a curbei de încărcare-tasare și anume reprezentarea curbei nedefinite matematic respectiv reprezentarea curbei definite matematic.

În primul caz punctele definite de valorile $(P_n, s_{c,n})$ reprezentate în sistemul de axe adoptat se vor uni unul cu celălalt printr-o curbă trasată liber care conține parțial punctele materializate sau prin segmente de dreaptă, caz în care se obține o linie frîntă.

Acest lucru prezintă dezavantajul că extrapolarea variației curbei după ultimul punct materializat este nesigură iar compararea cu alte curbe încărcare-tasare este îngreunată.

În cazul al doilea de reprezentare a C.I.T. se impune ca aceasta să fie definită printr-o funcție de forma $P=f(s_c)$. Acest lucru permite extrapolarea C.I.T. în scopul determinării încărcării de rupere a pilotului.

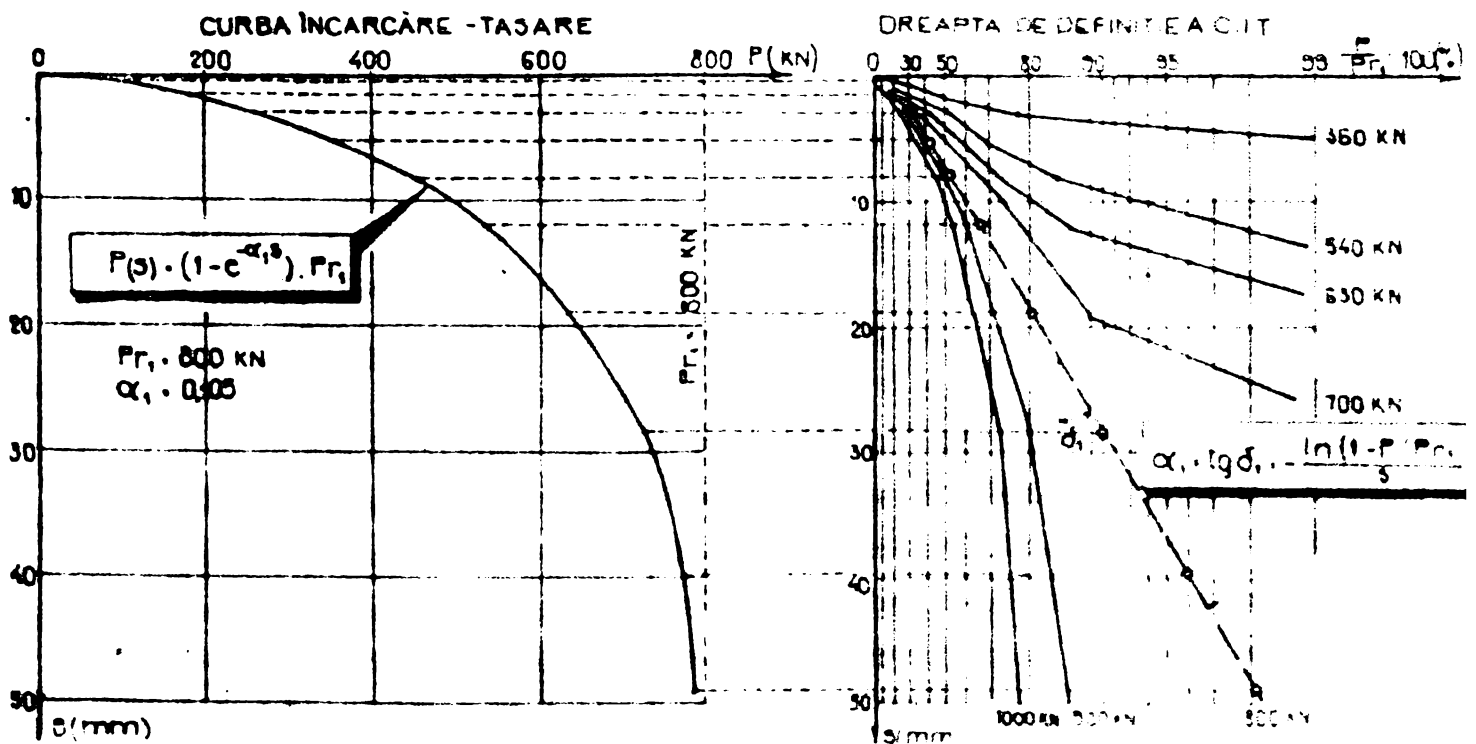


Fig.4.9.

Pentru piloții purtători pe vîrf, Van der Veen propune următoarea funcție pentru matematizarea curbei de încărcare-tasare [8]

$$P(s_c) = (1 - e^{-s_c \cdot \alpha_1}) \cdot Pr_1 \quad [\text{KN}] \quad (4.11)$$

Impunind valori pentru încărcarea de rupere Pr_1 și reprezentind punctele de coordonate $(s_{ci}; P_i/Pr_1)$ într-un sistem de axe, semilogaritmice, se poate determina prin calcul iterativ valorile parametrilor Pr_1 și α_1 .

Pentru încărcarea de rupere Pr_1 se vor impune valori pînă cînd în sistemul de axe semilogaritmice se obține o linie dreaptă, a cărei tangentă unghiulară este tocmai parametrul α_1 (fig. 4.9).

Van der Veen a utilizat expresia 4.11 doar pentru determinarea încărcării de rupere dar cu ajutorul ei se poate stabili și aliura curbei de încărcare-tasare.

Kee 32 a stabilit pentru prima oară că punctele definite de datele unei încercări în teren a piloților de probă la sarcini statice reprezentate într-un sistem de axe xoy unde $(x = \frac{s_{ci}}{P_i}; y = s_{ci})$ definesc cu destulă exactitate o dreaptă exprimată de relația:

$$\frac{s_c}{P} = a_2 + b_2 \cdot s_c \quad [\text{mm/KN}] \quad (4.12)$$

El a folosit acest principiu doar pentru obținerea prin extrapolare a încărcării de rupere. Din formula 4.12 care într-un sistem de axe XOY exprimă o dreaptă se poate obține relația de definiție a C.I.T. sub forma unei hiperbole, într-un sistem de axe rectangulare $(P_i, 0, s_{ci})$.

$$P(s_{ci}) = \frac{s_{ci}}{a_2 + b_2 \cdot s_{ci}} \quad [\text{KN}] \quad (4.13)$$

în care: parametrul a_2 este tangenta unghiului format de orizontală cu tangența geometrică trasată prin originea hiperbolei, iar parametrul b_2 reprezintă tangentă unghiului de inclinare a dreptei reprezentate în sistemul de axe $(s_{ci}/P_i; 0, s_{ci})$ (fig. 4.10).

Suportul matematic al acestui procedeu de reprezentare a curbei de încărcare-tasare respectiv de determinare a încărcării de rupere, relațiile de calcul stabilite (4.12)(4.13) pornesc de la forma de bază a unei hiperbole și de transformarea ei într-o dreaptă, hiperbolă care în acest caz particular este o hiperbolă echilaterală.

Forma de bază a unei hiperbole echilaterale raportată la asimptote ca axe, este dată de expresia:

$$x' \cdot y' = 1/2 \cdot a^2 \quad (4.14)$$

notînd: $1/2 a^2 = K$ se poate obține expresia de definiție sub

forma: $y' = \frac{K}{x'}$

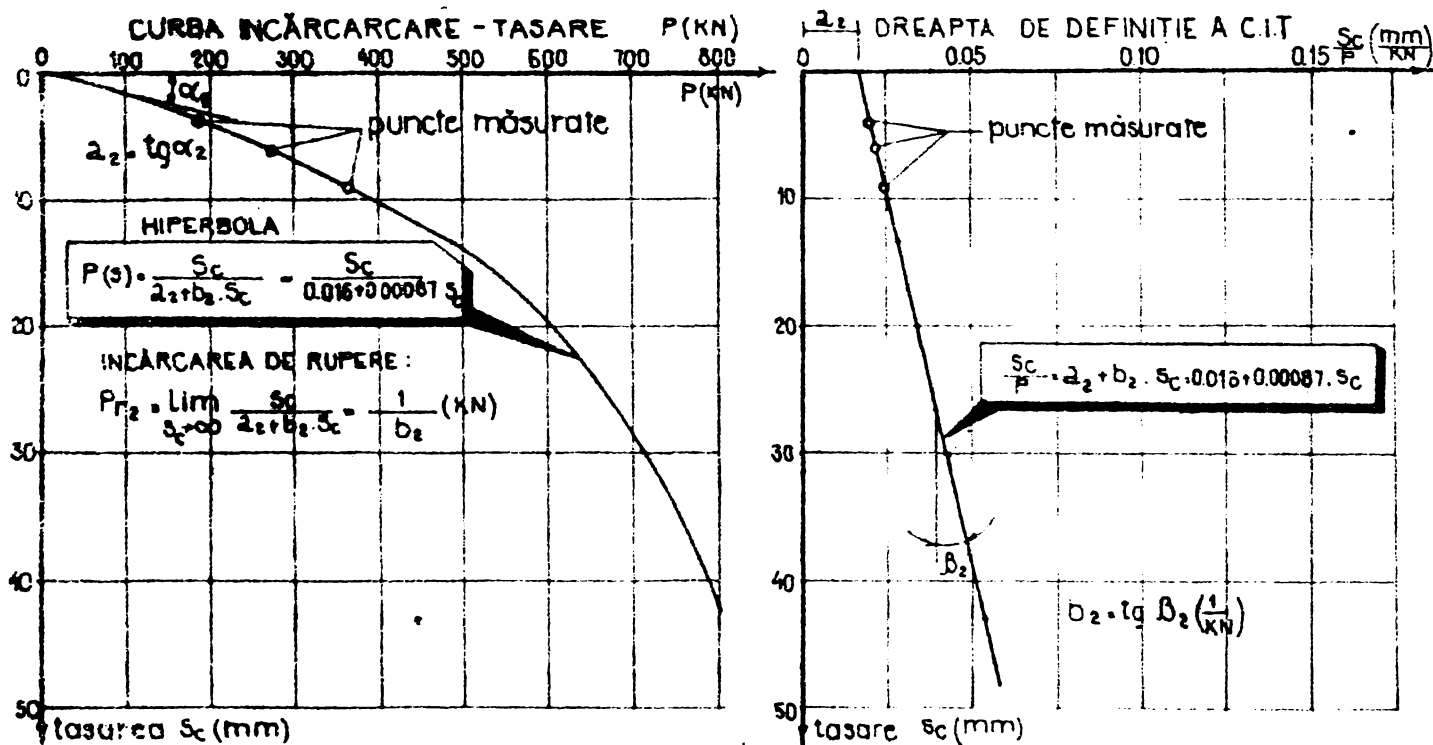


Fig.4.10.

Admițînd în cadrul sistemului de axe $x'oy'$ un nou sistem de axe de coordonate xoy avînd originea pe hiperbolă, de coordonate x_0 și y_0 se poate stabili coordonatele unui punct curent $i(x,y)$ de pe hiperbolă în sistemul de axe $x'oy'$ (fig.4.11) și anume:

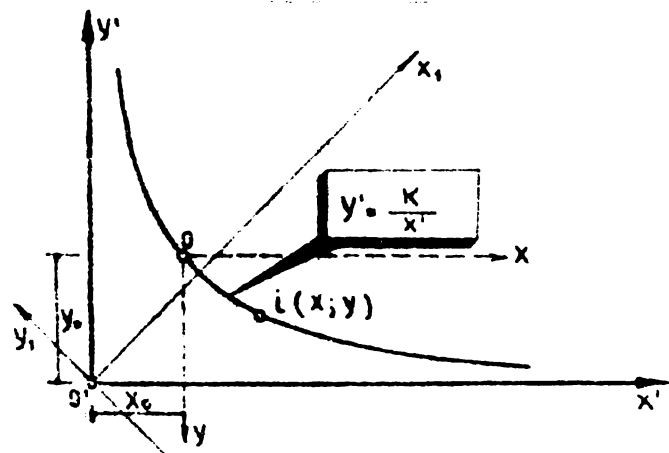


Fig.4.11.

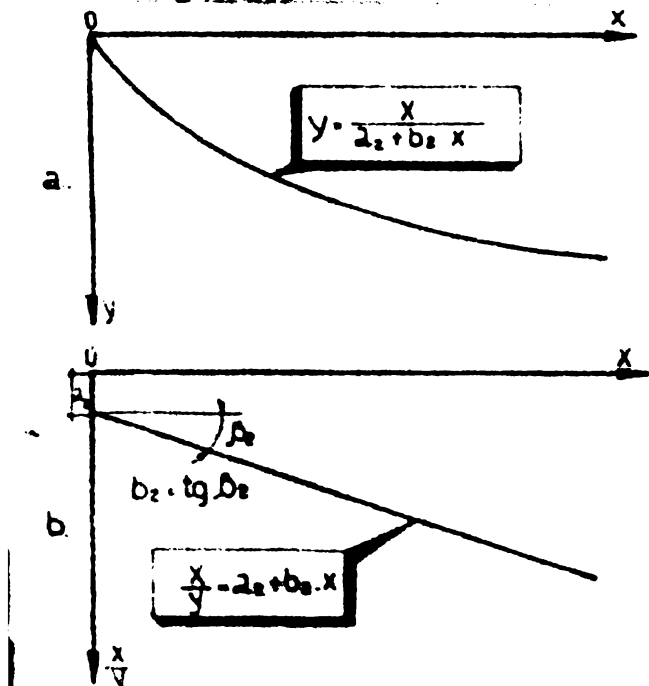
ne relația 4.18 care este ecuația hiperbolei echilaterale de bază raportată la noul sistem de axe de coordonate.

$$y_0 - y = \frac{K}{x_0 + x} \quad (4.18)$$

efectuînd operațiile se obține expresia:

$$y = \frac{y_0 \cdot x_0 + y_0 \cdot x - K}{x_0 + x} \quad (4.19)$$

notînd $y_0 = \frac{K}{x_0}$ și înlocuind în relația 4.19 se obține ecuația hiperbolei în sistemul de axe de coordonate xoy (fig.4.12 a) care are forma:



$$y = \frac{K \cdot x}{x_0(x_0 + x)} \quad (4.20)$$

respectiv:

$$y = \frac{x}{\frac{x_0^2}{K} + \frac{x_0}{K} \cdot x} \quad (4.21)$$

notînd:

$$a_2 = x_0^2 / K \quad (4.22)$$

$$b_2 = x_0 / K \quad (4.23)$$

și înlocuind în expresia (4.21) se obține expresia:

$$\frac{x}{y} = a_2 + b_2 \cdot x \quad (4.21')$$

care reprezintă ecuația unei drepte cu ordonata la origine, în sistemul de axe x $O \frac{x}{y}$ (fig.4.12 b).

4.2.5. Capacitatea portantă a piloților

Prin capacitatea portantă a unui pilot înțelegem o anumită fracțiune din încărcarea de rupere sau încărcarea critică a pilotului respectiv [117], [118].

Ca încărcare de rupere a unui pilot în țara noastră se consideră [117], acea încărcare la care este îndeplinită una din următoarele condiții:

- tasarea medie, cumulată (s_c) este mai mare decât 1/10 din diametrul (latura) pilotului;

- în decurs de 24 ore de la aplicarea încărcării nu se obține condiția de stabilizare a tasării sub o treaptă de încărcare.

În general în literatura de specialitate se admite că încărcarea de rupere este atinsă atunci cînd tangenta la C.I.T. are o direcție verticală adică $s_c = \infty$. În practică însă de cele mai multe ori se ia în considerare numai o porțiune de început a CIT sau o porțiune definită de o tangentă la curbă care admite o anumită înclinare față de verticală. Această porțiune definește o mărime ce poartă denumirea de încărcare critică sau încărcare limită folosită pentru determinarea capacității portante.

Conform STAS 2561/2-74 încărcarea critică (P_{cr}) pe pilot se consideră încărcarea premergătoare încărcării de rupere.

În literatura de specialitate [118] încărcarea critică (limită) este definită ca și încărcarea sub care un pilot pătrunde vizibil în teren ($s < \infty$).

4.2.5.1. Incărcarea de rupere. Conform normativelor din țara noastră încărcarea de rupere este condiționată numai de tasare și anume de o anumită mărime admisă a tasării sau de condiția de stabilizare a acesteia, dacă mărimea limită nu a fost atinsă.

În cazul C.I.T. definit matematic încărcarea de rupere (Pr_1) după Van der Veen este determinată conform cu cele prezentate în paragraful 4.2.4.2 și fig.4.9.

După metoda hiperbolei, încărcarea de rupere este determinată ca inversul tangentei unghiulare a dreptei trasate prin punctele definite cu valorile rezultate din încercarea statică de probă, într-un sistem de axe de coordonate rectangulare (fig.4.10).

Ambele procedee admit o asimptotă verticală care definește încărcarea de rupere. Trebuie remarcat faptul că ambele procedee au la bază rezultatele încercării de probă, și care în marea lor majoritate se finalizează prin tasări brusce dar care sînt de regulă mai mici decît tasarea admisă s_{adm} . Ca urmare încărcările de rupere definite pot să constituie valori limită pentru aprecierea capacității portante deoarece în condiții de exploatare se vor atinge anumite tasări care sînt cu siguranță mai mici decît tasarea limită admisă.

4.2.5.2. Incărcarea critică. În vederea stabilirii încărcării critice necesare în general pentru determinarea capacității portante a unui pilot în literatura de specialitate sînt prezentate trei criterii distincte [85] și anume:

- a. după criteriul tasării totale (s);
- b. după criteriul tasării remanente caracteristic deformațiilor plastice ale terenului (s_p);
- c. după tasările înregistrate înaintea intervalului de stabilizare. Acestea reprezintă tasările înregistrate în timpul ultimilor 60 minute de acționare a unei trepte de încărcare 28 înaintea intervalului de stabilizare.

În cadrul acestor criterii au fost stabilite diverse moduri de definire a încărcării critice [85] așa cum rezultă din figura 4.13. După cum s-a mai amintit încărcarea critică constituie în general acea încărcare pentru care tasările pilotului cresc sensibil înregistrîndu-se așa zisa cedare. Însă din punct de vedere al practicii ingineresti cedarea poate avea loc, cu mult înainte de a se atinge încărcarea critică și anume cînd tasarea pilotului (piloților) depășește tasările admise pentru tipul de construcție în discuție.

Modalitățile de apreciere a încărcării critice pe baza C.I.T. existente în lume (fig.4.13) [85] sînt relativ rigide și ne-reușind să cuprindă toți factorii ce intervin în cazul fundării indirecte a construcțiilor. În acest sens se poate exemplifica

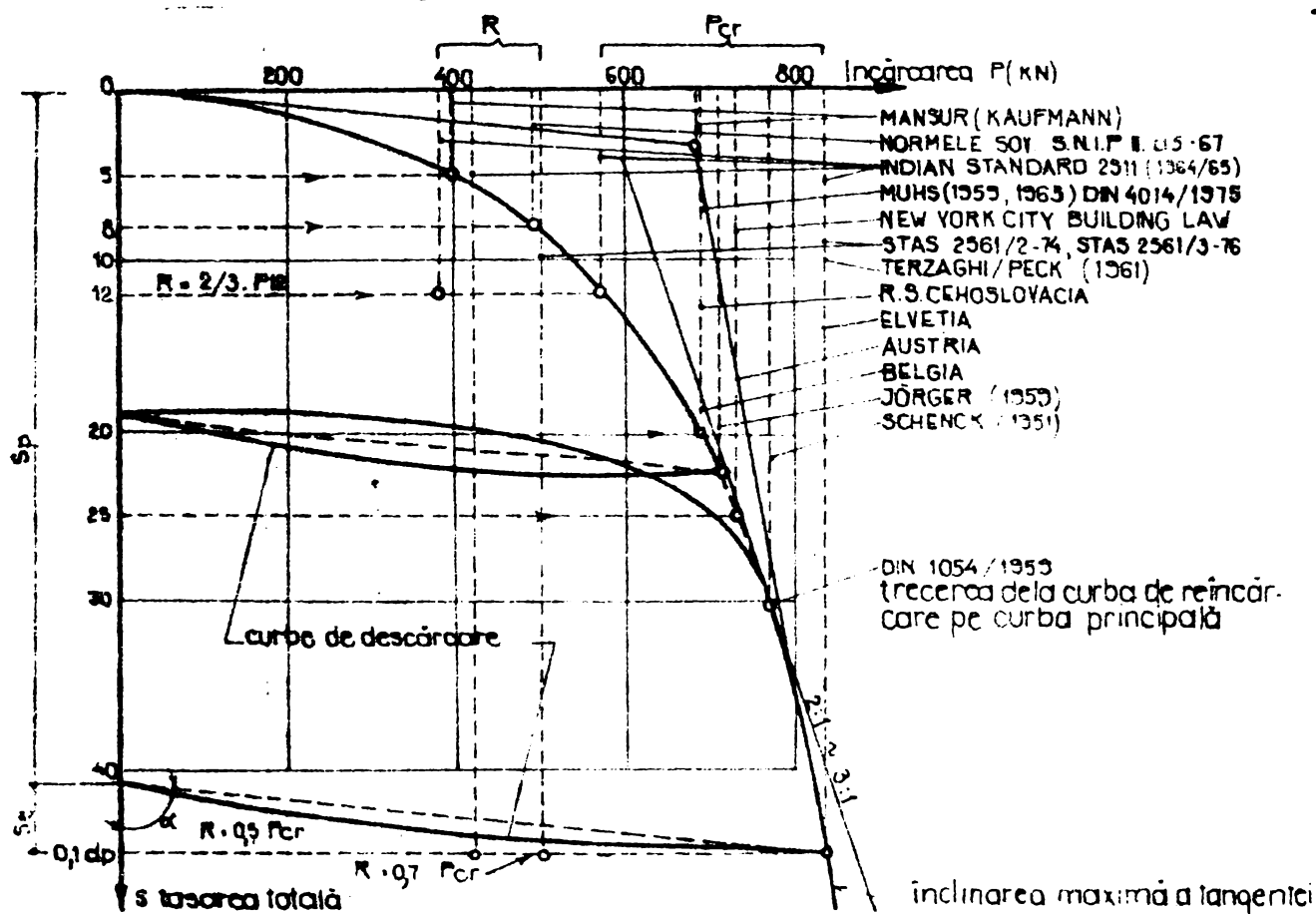


Fig.4.13.

recomandarea dată de Terzaghi [97] și care de altfel a fost adoptată și în normativele noastre [117] prin care se consideră că încărcarea critică este acea încărcare pentru care tasarea pilotului este egală cu $1/10$ din diametrul sau latura pilotului.

Această recomandare este aplicabilă evident pentru piloți de diametru mic sau mijlociu deoarece pentru piloți de diametru mare încărcarea critică înregistrată pe baza criteriului mai sus amintit, duce la valori ale încărcării admise pe pilot ce pot genera tasări cu mult mai mari decât cele admise.

De aceea se consideră că la construcțiile fundate pe piloți a căror structură nu admite tasări mari și inegale, încărcarea critică respectiv cea admisibilă, să se stabilească din C.I.T. numai din considerente de tasare, respectiv tasare admisă pentru construcția în discuție. Stabilirea încărcării critice respectiv a celei admise pe pilot, folosind C.I.T. trasată cu valorile remanente ale tasărilor înregistrate pentru fiecare treaptă de încărcare [85] (fig.4.14) duce la valori ale acestor mărimi care în condiție de exploatare, generează tasări ale pilotului cu mult

mai mici decît cele admisibile pentru construcție. Avînd în vedere acest lucru metoda de determinare este indicată în special

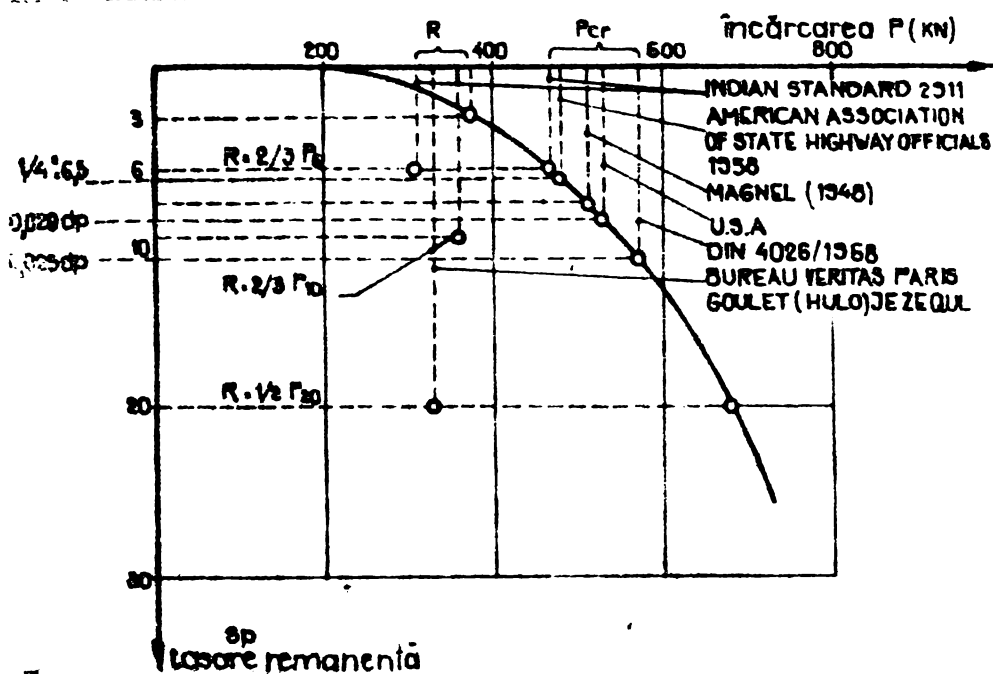


Fig.4.14.

în cazul fundării indirecte a structurilor sensibile la tasări inegale. Recomandările privind stabilirea încărcării critice respectiv a încărcării admise prezentate (fig.4.13) și (fig.4.14) sînt relativ stricte și nu țin cont de forma caracte-

ristică de dezvoltare a curbei de încărcare tasare. Acest inconvenient este eliminat în cazul luării în considerare a tasărilor înregistrate într-un anumit timp premergător domeniului de stabilizare a fiecărei trepte de încărcare 28 .

Conform metodei în discuție la fiecare treaptă de încărcare se vor lua în considerare tasările înregistrate pentru o durată de 60 minute înaintea intervalului de stabilizare a treptei de încărcare, determinîndu-se tasarea totală produsă în acest interval de timp. Valorile tasărilor astfel înregistrate, corespunzătoare fiecărei trepte de încărcare, vor fi materializate într-un sistem de axe rectangulare s_p, QP (fig.4.15)

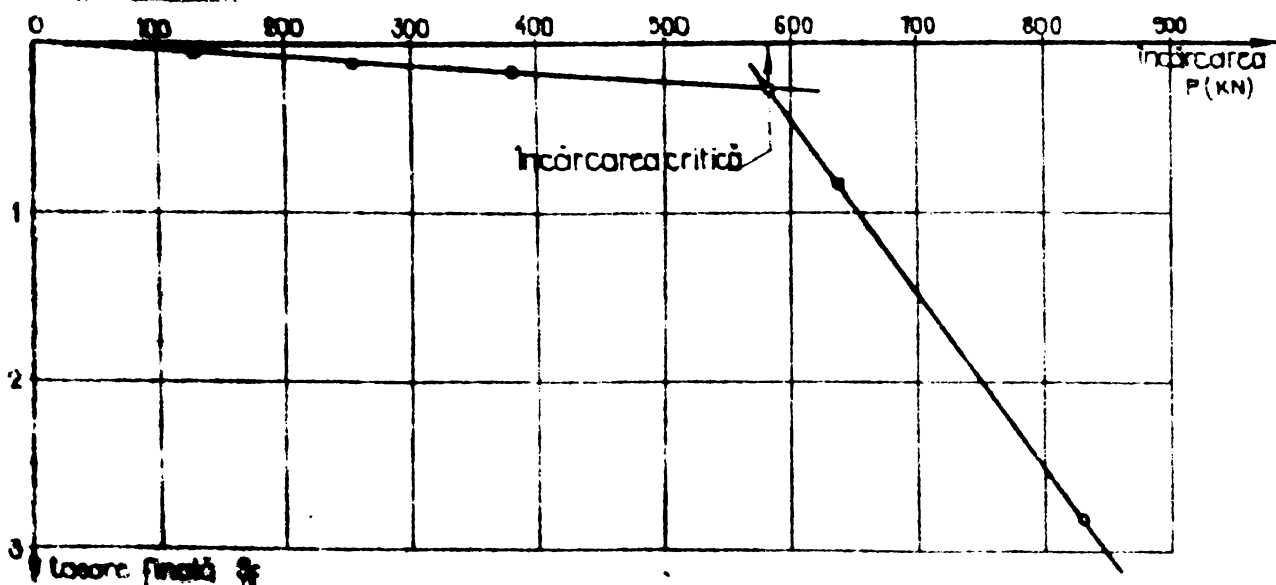


Fig.4.15.

În acest caz O.I.T. definită în sistemul de axe admis este constituită din două segmente de dreaptă care se intersectează.

Primul segment de dreaptă ce pornește din origine pînă în punctul de intersecție a celor două segmente definește domeniul elastic de deformare al pămîntului respectiv de tasare al pilotului. Segmentul de dreaptă final puternic înclinat indică în schimb domeniul de deformării elastico-plastice. Punctul de intersecție a celor două segmente indică în mod clar încărcarea critică.

Determinarea clară, precisă a încărcării critice pe baza C.I.T. și care să cuprindă majoritatea criteriilor impuse în multitudinea de propuneri existente privind stabilirea încărcării critice este practic imposibilă.

Ca urmare se consideră că determinarea încărcării critice folosind procedeul hiperbolei este cel mai indicat. Aceasta deoarece definirea cit și materializarea matematică ca atare a C.I.T. creează un cadru cu mult mai corect și unitar de determinare a încărcării de rupere respectiv a încărcării critice, în condițiile existenței unei game multiple de forme ale curbei de încărcare-tasare.

4.2.5.3. Încărcarea admisă.

De la început se poate remarca faptul că stabilirea capacității portante (încărcării admise) a unui pilot izolat, ca de altfel și a celorlalte mărimi caracteristice de portanță (încărcarea de rupere, respectiv încărcarea critică) nu se face în mod unitar în toate țările.

Această mărime importantă și totodată caracteristică comportării în exploatare a pilotului se poate determina în două moduri și anume:

- prin calcul, luîndu-se din C.I.T. valoarea încărcării critice;

- direct din curba de încărcare-tasare cu luarea în considerare a unor tasări admise sau ca fracțiuni din încărcarea critică stabilită prin luarea în considerare a unor tasări limită.

În primul caz conform STAS 2561/3-76 încărcarea admisă se determină ca o fracțiune din încărcarea critică stabilită conform STAS 2561/2-74 cu relația:

$$R = m \cdot k \cdot P_{cr} \quad [KN] \quad (4 \cdot 24)$$

în care:

k - coeficient de omogenitate egal cu 0,7;

m - coeficient al condițiilor de lucru egal cu 1,0;

P_{cr} - încărcarea critică a pilotului, în KN.

În condițiile în care calculul construcției se face cu alte metode decât metoda stării limită pentru estimarea capacității portante a piloților forajă de diametru mare se va utiliza formula [119].

$$P_{adm} = \frac{P_{cr}}{c} \quad [KN] \quad (4.25)$$

în care: P_{cr} - încărcarea critică a pilotului, în KN;
 c - coeficient de siguranță egal cu 2 pînă la 3,5 funcție de natura solicitării.

Conform normelor germane [118] determinarea capacității portante se poate face funcție de încărcarea critică respectiv de rupere cu formulele:

$$P_{adm} = \frac{P_{cr}}{\eta} \quad [KN] \quad (4.26)$$

$$P_{adm} = \frac{P_r}{\eta} \quad [KN] \quad (4.27)$$

în care coeficientul de siguranță η se admite funcție de natura solicitării, numărul de cicluri de încărcare descărcare între 1,5 și 2,0. Acest mod de determinare a capacității portante, prezintă dezavantajul că nu se ține cont de tasările corespunzătoare valorii stabilite pentru P_{adm} , tasări ce pot fi mai mici sau mai mari decât tasarea admisă pentru construcția în discuție.

Luarea în considerare a dependenței capacității portante funcție de tasările admise în raport cu sistemul static al construcției, materialelor din care este executată cît și scopul pentru care este executată construcția, ar permite obținerea unor valori ale capacității portante care să asigure o bună comportare în timp a construcției fundate pe piloți.

Pentru determinarea capacității portante a piloților direct din C.I.T. în literatură sînt prezentate o serie de propuneri (fig. 4.13) și (fig.4.14) majoritatea procedeele plecînd de la o valoare impusă a tasării. Acest mod de determinare a capacității portante prezintă dezavantajul că aceste valori impuse pentru tasare nu sînt funcție de tipul și schema statică a construcției în discuție.

4.2.5.4. Încărcarea pe vîrf și încărcarea pe suprafața laterală a pilotului

Este cunoscut faptul că încărcarea pe care o poate prelua un pilot se transmite terenului înconjurător funcție de mărimea pătrunderii acestuia în teren, prin încărcarea pe vîrf respectiv încărcarea pe suprafața laterală.

In acest caz încărcarea de rupere respectiv încărcarea critică se va determina prin calcularea separată a încărcării pe vîrf respectiv pe suprafața laterală și cumulara lor, ceea ce de fapt constituie principala sursă de erori. Pe baza experienței se constată că deasupra vîrfului pilotului în cazul deplasărilor pe verticală accentuate nu apar în teren suprafețe de rupere aceasta denotă că fenomenul este cel puțin de-a lungul corpului pilotului un fenomen de pătrundere și nu de rupere.

Ceea ce se știe cu siguranță este faptul că între încărcarea pe vîrf și cea de pe suprafața laterală a pilotului există o dependență reciprocă. Așa cum s-a mai amintit, la rezistențe pe vîrf foarte mari este mobilizată în foarte mică măsură rezistența pe suprafața laterală, fenomenul are o reciprocitate aproape perfectă.

Determinarea directă a mărimii încărcării pe vîrf se poate face prin doze de măsură plasate sub vîrfurile pilotului. In acest caz de regulă nu interesează distribuția eforturilor sub vîrfurile pilotului.

Problematică este în schimb măsurarea mărimii și distribuției frecării pe suprafața laterală a pilotului respectiv a încărcării pe manta de-a lungul pilotului.

Preocupări în direcția stabilirii legii de distribuție a frecării pe suprafața laterală a avut-o A.Kezdi [33] care a definit relația matematică de determinare a distribuției frecării pe suprafața laterală, respectiv a încărcării pe suprafața laterală și pe vîrf funcție de adîncime cît și de tasarea pilotului.

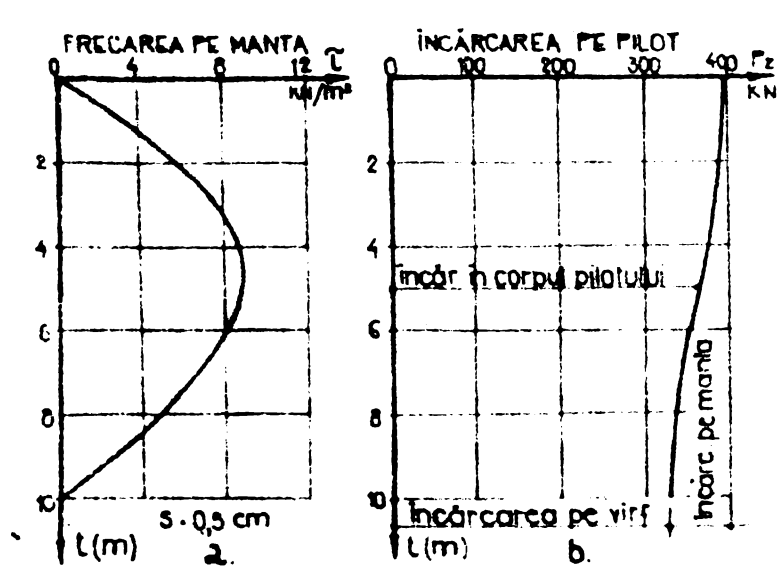


Fig.4.16.

calcul [43] sînt prezentate în figura 4.16 a.

Din încărcarea totală P_z încărcarea pe vîrf este de $0,825 P_z$ iar cea preluată pe suprafața laterală de $0,175 P_z$ pentru o tasa-

Cu ajutorul acestor relații se poate determina distribuția încărcării pe pilot în cazul unor piloți încastrați în straturi practic incompresibile (nisip sau pietriș îndesat, marnă argilooasă etc), Distribuția eforturilor unitare de frecare pe manta mobilizate de-a lungul pilotului stabilite prin

re a pilotului de 0,5 cm (fig.4.16 b). Confirmarea fundamentării teoretice a relației de distribuție a frecării pe suprafața laterală elaborată de A.Kezdi a fost făcută prin încercări la scară mare efectuate de firma Benoto pentru piloți cu lungimea de 15,6 m și diametru de 1,0 m [33]. În anul 1967 Schäffner [79] a propus o metodă de calcul admitând pilotul ca element rigid introdus în teren considerat ca un mediu elastic.

Schäffner compara relația sa [79]

$$P(s) = c_s + b_1 s + c_1 \left(1 - e^{-\frac{z_1 \cdot s}{s_2 - s_1}}\right) \quad [\text{KN}] \quad (4.28)$$

cu relația de calcul propusă de Kezdi [33] pentru care acesta a găsit și o formulare teoretică care poate fi scrisă sub forma generală:

$$P(s) = P_1 + P_v + P_3 + P_m \quad [\text{KN}] \quad (4.29)$$

în care:

P_1 = capacitatea portantă limită pentru o suprafață de încărcare circulară.

P_v = încărcarea pe vîrf ce se calculează cu relația:

$$P_v = \lambda_v \cdot \delta \cdot t \cdot dp \cdot s \cdot 10^{-5} \quad [\text{KN}] \quad (4.30)$$

P_3 - încărcarea suplimentară la nivelul vîrfului pilotului ce apare datorită frecării pe manta corespunzătoare unei tasări unitare $s_u = 1$ mm, care se determină cu expresia:

$$P_3 = \frac{2 \lambda_v \cdot s}{\tau_K \cdot s_u} \cdot P_2 \quad [\text{KN}] \quad (4.31)$$

P_m - încărcarea pe suprafața laterală corespunzătoare unei unități din perimetru egal cu 1 cm;

$$P_m = \frac{\tilde{\pi} dp}{2 \cdot 1 \text{ cm}} \cdot P_2 \quad [\text{KN}] \quad (4.32)$$

iar

$$P_2 = K_0 \cdot \delta \cdot t_i^2 \cdot t_u \cdot tg \left(1 - e^{-\frac{z_1 \cdot s}{s_2 - s_1}}\right) \quad [\text{KN}] \quad (4.33)$$

în care t_u - adîncimea unitară egală cu 1 m. Neglijînd încărcarea suplimentară P_3 și comparînd relația 4.28 cu relația 4.29 se deduce relația de calcul a încărcării pe suprafața laterală.

$$P_m = c_1 \left(1 - e^{-\frac{z_1 \cdot s}{s_2 - s_1}}\right) \quad [\text{KN}] \quad \text{ptr. } 0 \leq s < s_2 \quad (4.34)$$

iar încărcarea de rupere pe manta se obține cu relația:

$$P_{rm} = c_1 \quad [\text{KN}] \quad \text{ptr. } s \geq s_2 \quad (4.35)$$

Încărcarea de rupere pe vîrf se determină cu relația:

$$P_v = c_a + b_1 \cdot s \quad [\text{KN}] \quad \text{pentru } s \leq 0 \leq s_{\infty} \quad (4.36)$$

Relațiile de calcul prezentate sînt aplicabile pentru determinarea separată a încărcării pe suprafața laterală respectiv pe vîrfurile pilotului folosind diagrama de încărcare tasare pentru încărcări de probă realizate prin cicluri de încărcare-descărcare.

4.3. Prelucrarea și interpretarea rezultatelor încercărilor de probă

Prelucrarea datelor obținute de autor prin încercările experimentale efectuate pe diversele amplasamente de probă a avut drept scop stabilirea curbelor de variație tasare-timp și încărcare-tasare care să permită stabilirea capacității portante a piloților încercați.

4.3.1. Curba tasare-timp

Scopul principal urmărit în prelucrarea datelor și materializarea curbei tasare-timp a fost acela de determinare a tasării finale pentru fiecare treaptă de încărcare.

Tasarea finală ($s'_{\infty, n}$) pentru o treaptă de încărcare oarecare n se determină funcție de ultima măsurătoare făcută pentru treaptă $n-1$, de timpul t tasarea s' și încărcarea P' așa cum am prezentat în paragraful 4.2.4.1. Se notează prin $\xi = P'(t')/P'_{\max}$ corelația dintre încărcarea P' ce acționează în timpul t' de funcționare a unei trepte de încărcare și încărcarea maximă P'_{\max} .

Perechile de valori (s', t') și ($\xi; t'$) au fost transpuse într-un sistem de axe rectangulare unde în abscisă s-a luat valoarea t' iar în ordonată valoarea tasării s' și coeficientul de corelație ξ (fig.4.17). Punctele definite de coordonatele (ξ, t') permit obținerea curbei de variație a încărcării P' în raport cu timpul t' .

Obținerea relației de definiție a curbei tasare-timp se face după Sherif [88] prin transpunerea punctelor ($t'; s'$) într-un sistem de axe rectangulare a coordonatelor $x = t$; și $y = \frac{t'}{s'}$ (fig.4.17 b) care definesc cu destulă exactitate o dreaptă exprimată prin relația:

$$\frac{t'}{s'} \cdot \xi = a_t + b_t \cdot t \quad [\text{min/mm}] \quad (4.37)$$

de aici se poate exprima relația de definiție a curbei tasare-timp în sistemul de axe de coordonate (t', s') care reprezintă o hiperbolă și este de forma:

$$s'(t') = \frac{t'^2}{a_t + b_t \cdot t'} \cdot \xi \quad [\text{mm}] \quad (4.38)$$

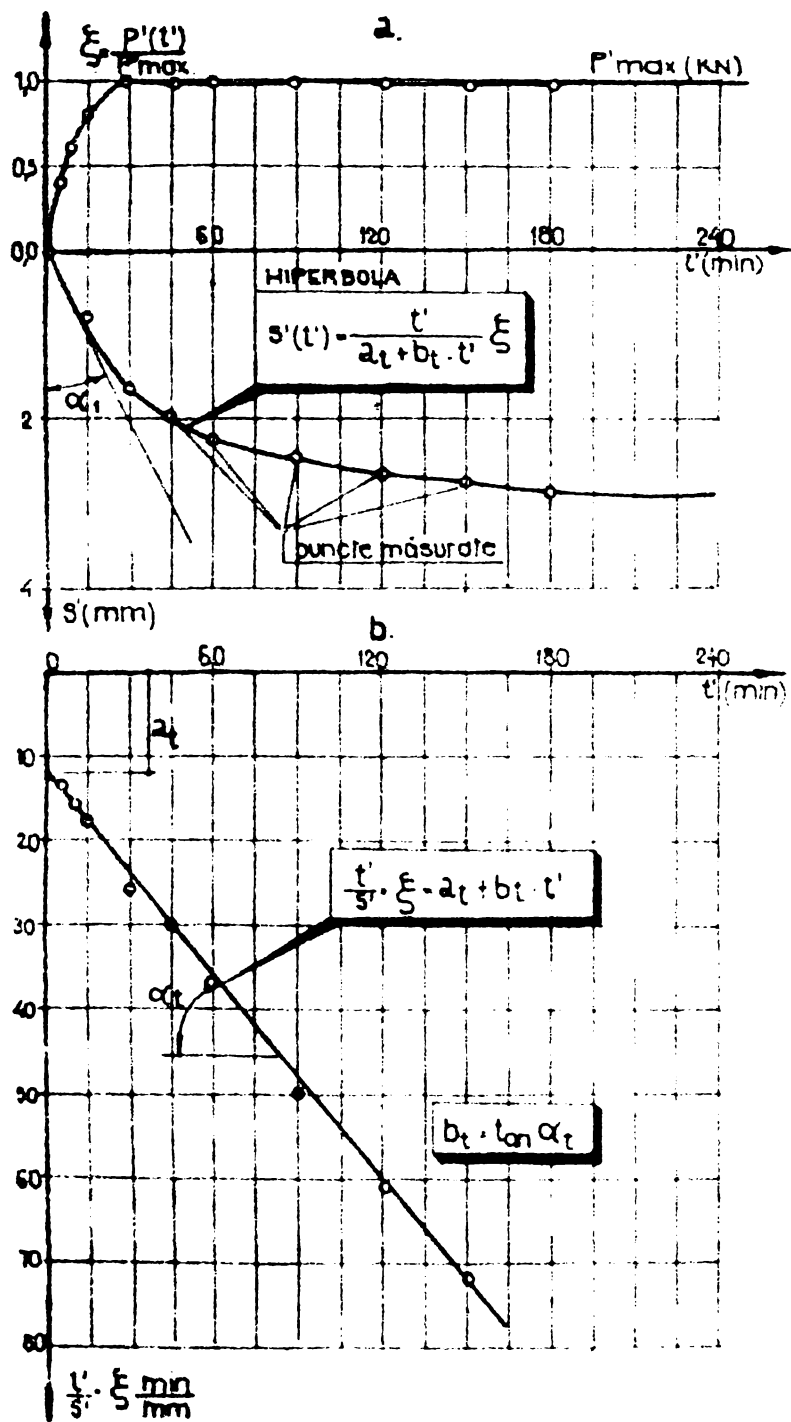


Fig.4.17.

Parametrul a_t este dat de tangenta unghiului de inclinare a curbei tasare-timp în originea sistemului de axe de coordonate (fig.4.17a). Domeniul definit de tangentă dusă la curbă în originea sistemului de axe de coordonate permite evidențierea vitezei de tasare pentru faza de început a acționării treptei de încărcare. Parametrul b_t este definit de tangenta unghiului de inclinare a dreptei definite de relația (4.37) sau este inversul tasării finale pentru timpul $t' = \infty$. Tasarea finală s'_{∞} se obține din relația 4.38 pentru $\xi = 1$ prin trecere la limită și anume:

$$s'_{\infty} = \lim_{t' \rightarrow \infty} s'(t') = \frac{1}{b_t} \quad [\text{mm}] \quad (4.39)$$

În acest sens rezultă că pentru $t' > t'_{\xi=1}$ este valabilă afirmația de mai sus, numai dacă pe intervalul respectiv curba de încărcare-timp determinată prin măsurători devine o dreaptă.

După ce s-a determinat tasarea finală $s'_{\infty, n}$ pentru treapta de încărcare n , aceasta se adună la tasarea finală maximă corespunzătoare treptei de încărcare precedente $s'_{\infty, n-1}$ obținându-se ta-

sare cumulată corespunzătoare treptei de încărcare P_n și anume:

$$s_{c,n} = s_{\max,n-1} + s'_{\infty,n} \quad [\text{mm}] \quad (4.40)$$

În acest caz perechile de valori $(P_n, s_{c,n})$ sînt valori ce nu depind de parametrul timp și definesc un punct al C.I.T.

Cu ajutorul curbelor tasare-timp definite prin procedeul amintit au fost determinate următoarele elemente:

- Coeficientul de corelație a tasării corespunzător unei trepte de încărcare [85]:

$$\beta_0 = \frac{s'_{\max,n}}{s'_{\infty,n}} \leq 1,0 \quad (4.41)$$

Valoarea lui β_0 arată raportul în care se află tasarea maximă înregistrată, față de tasarea finală corespunzător unei trepte de încărcare n .

- Durata de producere a semitasării limită.

Plecînd de la relația (4.38) [88] scoțînd factor comun b_t se obține:

$$s'(t') = \frac{t'}{a_t/b_t + t'} \cdot \frac{\xi}{b_t} \quad [\text{mm}] \quad (4.42)$$

notînd: $a_t/b_t = t'_0$ se obține relația:

$$s'(t') = \frac{t'}{t'_0 + t'} \cdot \frac{\xi}{b_t} \quad [\text{mm}] \quad (4.43)$$

Pentru $\xi = 1,00$; $1/b_t = s'_{\infty}$ și $t'_0 = t'$, din relația (4.43) se obține:

$$s'(t'_0) = \frac{1}{2} \cdot s'_{\infty} \quad [\text{mm}] \quad (4.44)$$

Timpu $t'_0 = a_t/b_t$ este intervalul de timp în care se produce jumătate din tasarea limită corespunzătoare treptei de încărcare.

Metoda lui Sherif permite nu numai calculul tasării finale ci și aprecierea evoluției în timp a tasării funcție de semidurata tasării și tasarea finală înregistrată.

Semidurata tasării

$$t'_0 = \frac{a_t}{b_t} \quad [\text{min}] \quad (4.45)$$

se obține făcînd raportul dintre ordonata la origine a_t și panta b_t a dreptei reprezentate în sistemul de coordonate t' ; $\frac{t'}{s}$. ξ (fig.4.17 b).

- Viteza de tasare corespunzătoare momentului ultimei înregistrări a fiecărei trepte de încărcare n . Aceasta este dată de relația:

$$v_s = \frac{d_s'}{d_t'} \quad \left[\frac{\text{mm}}{\text{min}} \right] \quad (4.46)$$

și reprezintă creșterea tasării în unitatea de timp. Viteza de tasare se obține făcând diferențiale relației de definiție a curbei de tasare-timp (4.39) pentru $\xi = 1,0$ obținându-se expresie de calcul a vitezei de tasare:

$$v_s = \frac{a_t}{(a_t + b_t \cdot t')^2} \quad \left[\frac{\text{mm}}{\text{min}} \right] \quad (4.47)$$

Pentru calculul vitezei de tasare în relația (4.47) se va introduce durata totală t'_{\max} a acțiunii treptei de încărcare n.

În vederea obținerii acestor elemente definatorii ($\beta_0; t'_0; v_s$) au fost prelucrate un număr de 245 de trepte de încărcare la piloți încercați pe amplasamente de probă din cadrul zonelor de experimentare menționate în paragraful 3.3.1.

Rezultatele au fost prelucrate statistic pentru fiecare zonă de experimentare, permițând în final efectuarea unor analize comparative între valorile obținute pentru cele două mari categorii de teren de fundație și anume terenuri necoezive (T.N), și terenuri coezive (T.C).

Prelucrarea statistică s-a făcut prin reprezentarea rezultatelor în curbe de frecvență ceea ce a permis definirea intervalului de valori cu frecvența cea mai ridicată pentru fiecare element în discuție (fig.4.18)(fig.4.19)(fig.4.20).

Rezultatele prelucrării statistice au fost centralizate în tabelul 4.1. funcție de natura terenului, acestea pentru a scoate în evidență influența naturii terenului asupra rezultatelor obținute.

Tabelul 4.1

Denumirea zonei de experimentare	Natura terenului	Coeficientul de corelație a tasării			Durata de producere a semitasării limită			Viteza de tasare		
		$\beta_0 = \frac{S'_{\max}}{S'_{\infty}}$	l_i	C_v	t'_0	l_i	C_v	$v_s = \frac{d_s'}{d_t'}$	l_i	C_v
ZONA I Reșița	T.N	0,971	0,110	0,113	7,54	22,46	2,99	0,00025	0,00035	1,40
ZONA III Brăila	T.N	0,953	0,130	0,136	6,59	18,41	2,79	0,00031	0,00029	0,93
ZONA IV Zalău	T.C	0,934	0,110	0,110	1,14	18,86	16,54	0,00016	0,00034	2,12

Analiza valorilor obținute pentru elementele principale și definatorii a curbei tasare-timp (C.I.T) au scos în evidență următoarele:

- Valoarea coeficientului de corelație a tasării β_0 este cuprinsă între 0,953 și 0,994, pentru cele două categorii de teren luate în discuție. Intervalul de împrăștiere $I_1=0,110 \sim 1,30$ respectiv coeficientul de variație $C_v=0,113 \sim 0,136$ indică un ecart de variație foarte redus pentru valoarea coeficientului lui β_0 . O influență pregnantă a naturii terenului asupra valorii coeficientului β_0 nu apare în mod evident, această concluzie se exprimă în mod special datorită diferenței mici dintre coeficienții β_0 , pentru cele două situații de teren, care este de ordinul zecimilor.

Analizând valorile coeficienților β_0 (tab.4.1) rezultă că pentru toate treptele de încărcare luate în discuție, se poate afirma că în mod practic a fost atinsă tasarea limită.

Avînd în vedere acest lucru, definirea matematică a curbei tasare-timp respectiv calculul elementelor definitorii ale acesteia poate fi acceptată doar ca metodă de control în vederea eliminării erorilor ce apar cînd nu se respectă condiția de stabilizare a tasărilor pentru o treaptă de încărcare.

Rezultatele încercărilor respectiv a prelucrărilor datelor au scos în evidență faptul că în cazul terenurilor coezive coeficientul de corelație a tasării este foarte apropiat de 1,00 adică $\beta_0=0,994$, față de valori similare deduse pentru piloți prefabricați introduși în teren prin batere pentru care $\beta_0=0,90$ [85]. Acest lucru apare datorită unei foarte bune aderențe dintre pilotul turnat pe loc și terenul înconjurător comparativ cu pilotul prefabricat introdus prin batere unde aderența este foarte redusă datorită în special procesului de înfigere.

- Valorile obținute pentru durata de producere a semitasării limită (t'_0) scot în evidență influența naturii terenului asupra acestei mărimi astfel pentru terenuri necoezive $t'_0=6,59-7,54$ min pe cînd în cazul terenului coeziv $t'_0=1,14$ min. Si la acest parametru, în cazul terenurilor coezive se observă o diferență între valorile similare obținute la piloți prefabricați introduși prin batere [85] și valorile obținute la piloți turnați pe loc realizați prin vibrare. Dacă pentru piloții introduși prin batere în terenuri coezive $t'_0=5,72$ min. în cazul piloților turnați pe loc realizați prin vibrare $t'_0=1,14$ minute. Diferența dintre cele două valori, respectiv valoarea redusă a lui t'_0 , în cazul piloților turnați pe loc prin vibrare, apare datorită aderenței ridicate dintre pilot și teren care are ca rezultat mobilizarea mai rapidă a rezistenței la frecare laterală pentru o anumită treaptă

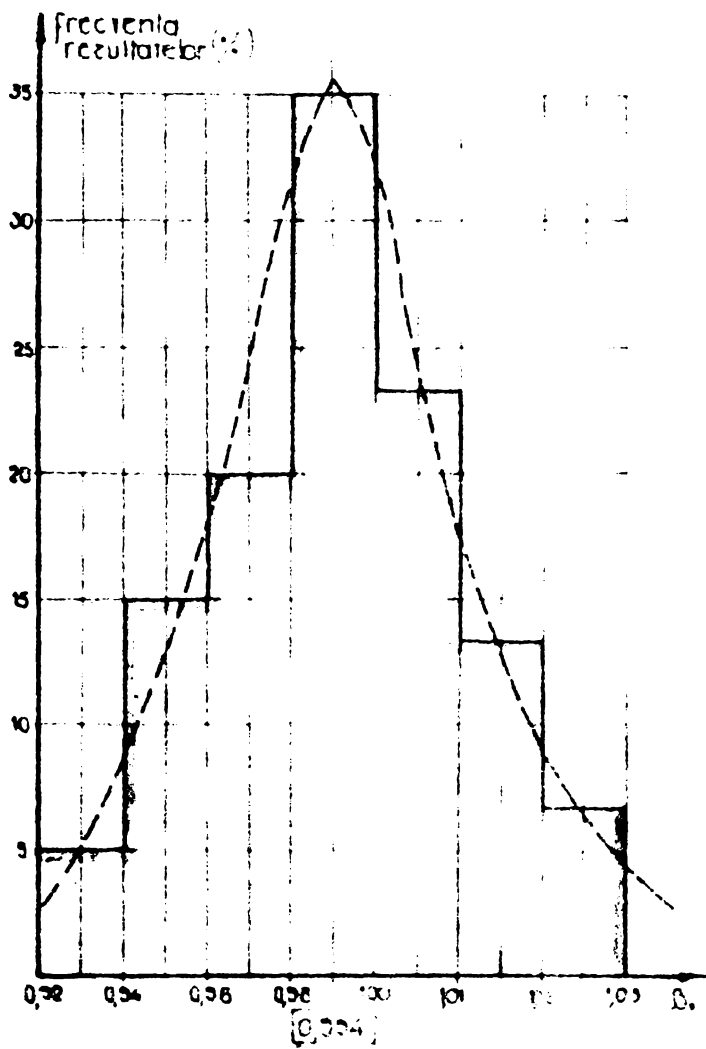
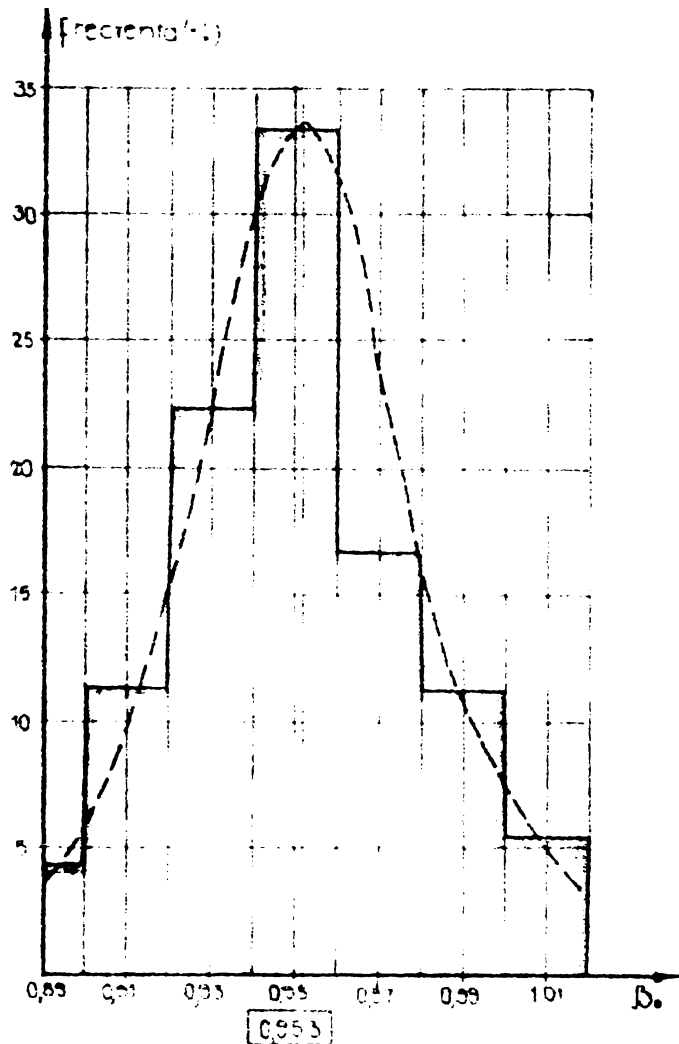
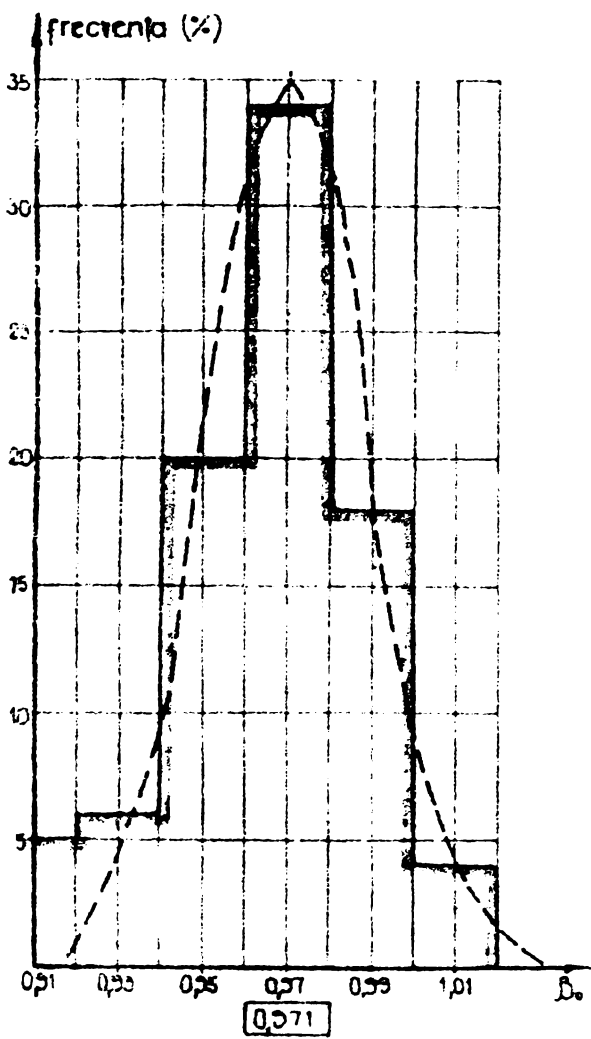


Fig. 4.16.

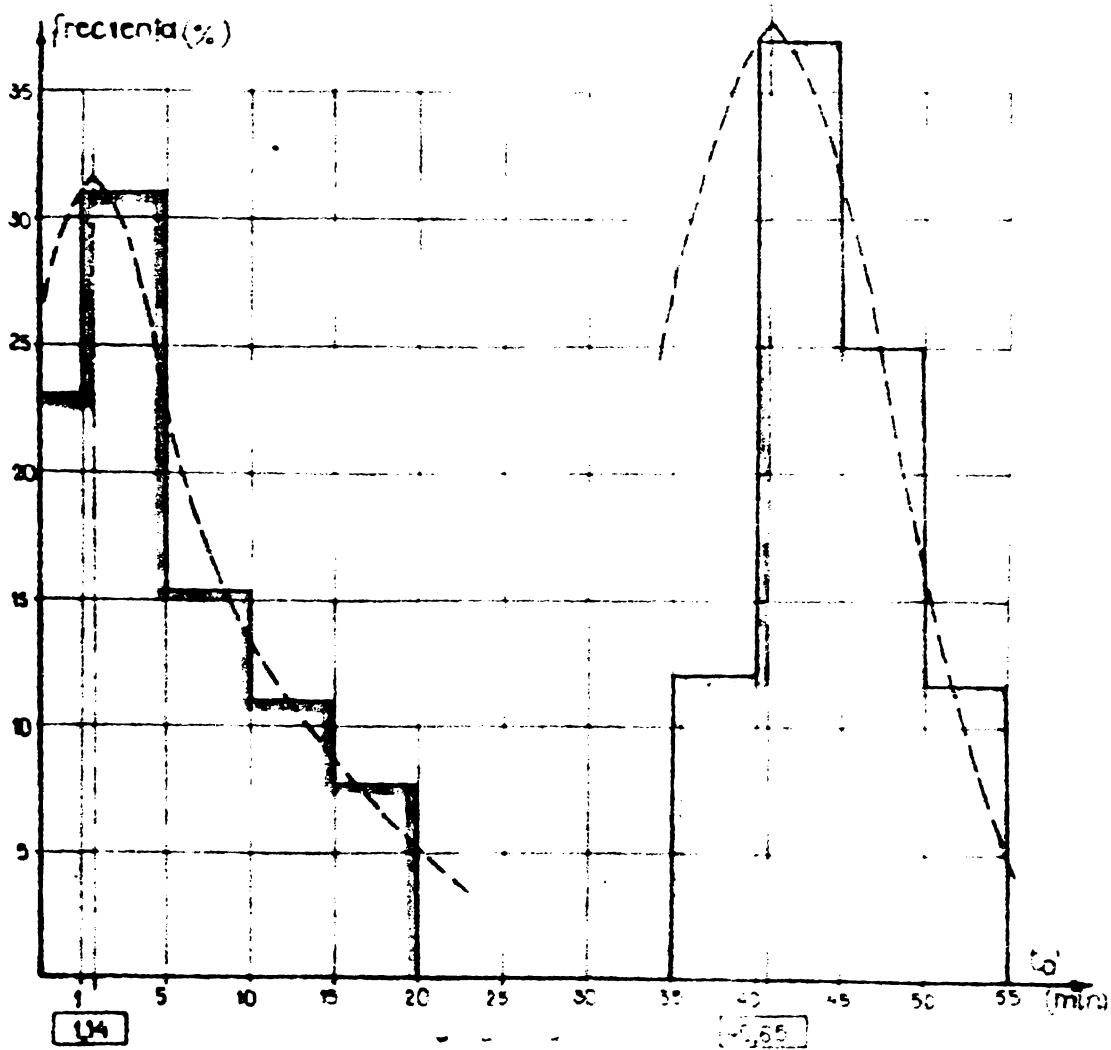
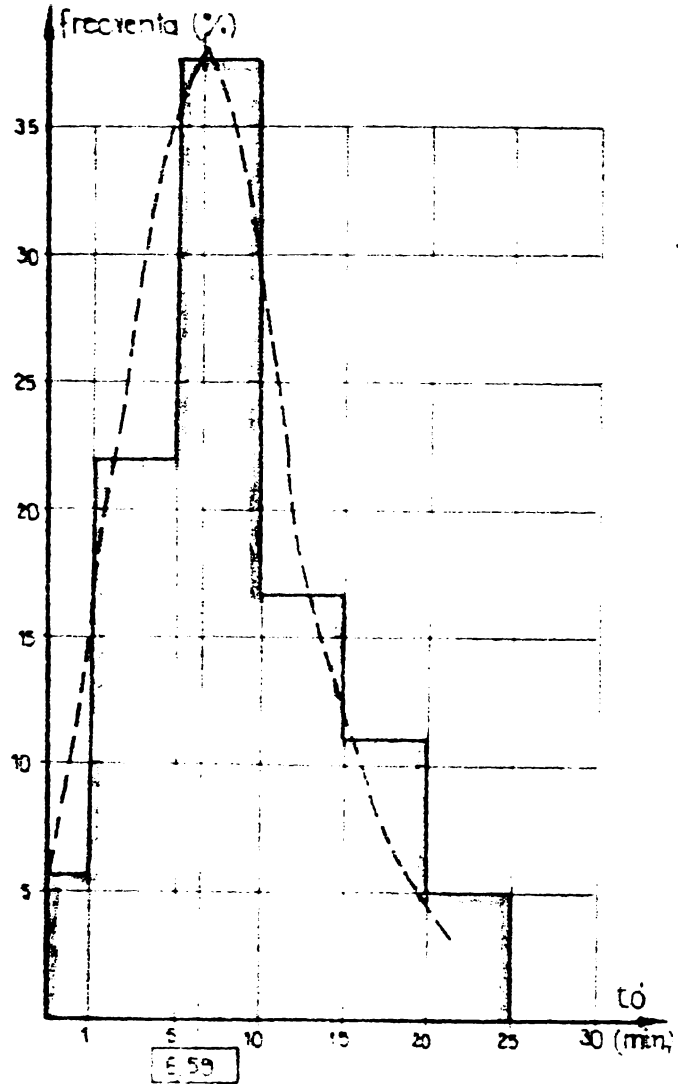
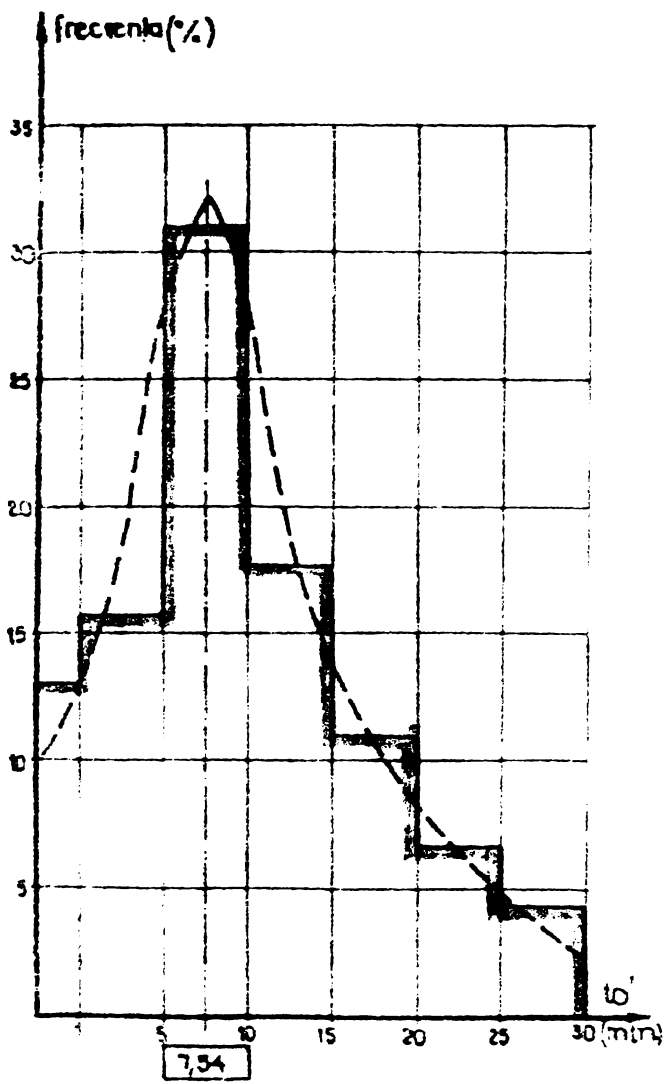


Fig.4.19.

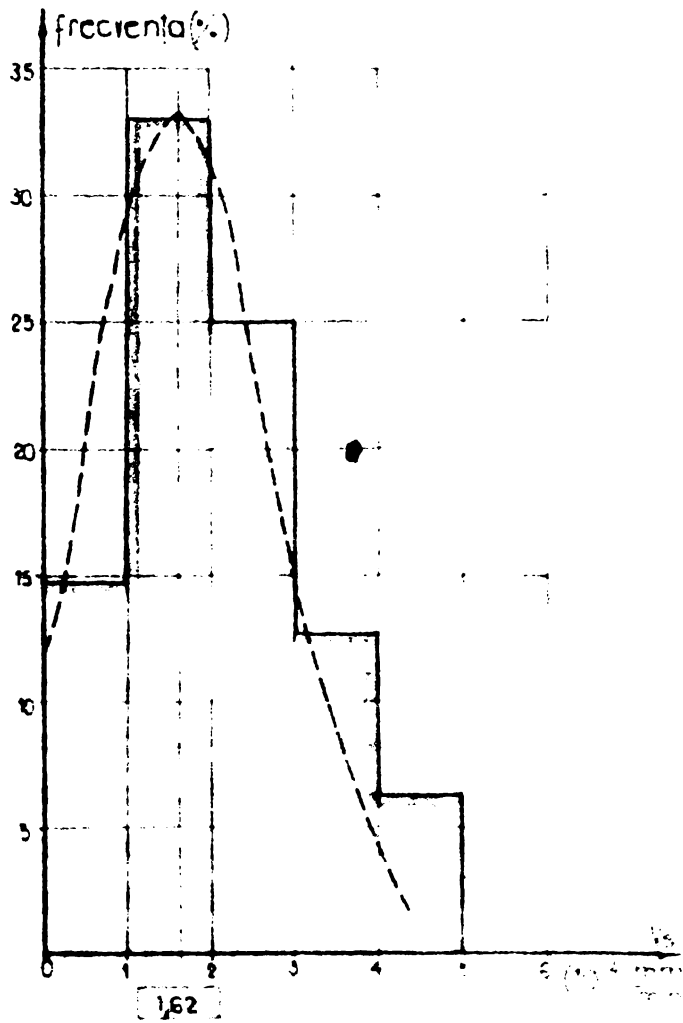
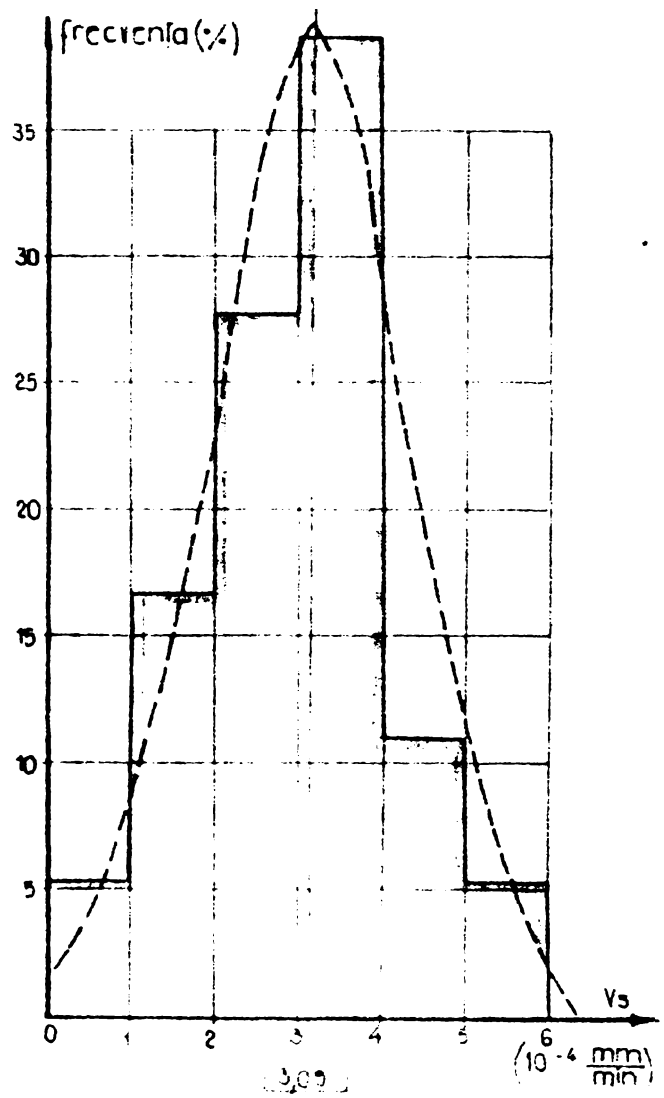
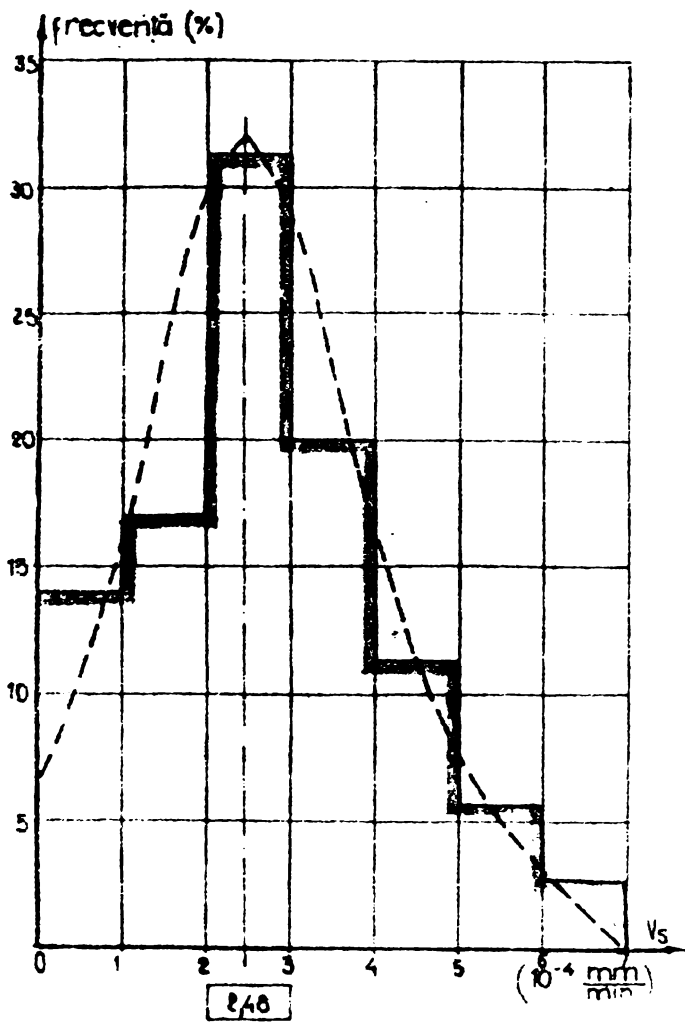


Fig.4.20.

de încărcare respectiv înregistrarea unei tasări reduse, aceasta datorită faptului că tasarea pilotului se găsește în domeniul elasto-plastic de deformare al pământului.

Valorile indicatorului de împrăștiere a rezultatelor I_i cât și coeficientul de variație C_v al acestora, scoate în evidență o împrăștiere foarte mare a duratei de producere a semitasării limită.

În ceea ce privește curba de tasare-timp alături de ea depinde în primul rând de valoarea acestui element definitoriu care pentru cazul piloților turnați pe loc realizați prin vibrare se poate admite ca având următoarele valori:

$$t'_0 = 7 \text{ minute, pentru cazul terenurilor necoezive,}$$
$$t'_0 = 1,2 \text{ minute, pentru cazul terenurilor coezive.}$$

Acest lucru înseamnă că alături de curba de tasare-timp, pentru partea de început prezintă o cădere bruscă după care panta scade din ce în ce mai mult tinzând asimptotic la orizontala ce definește tasarea maximă înregistrată pentru treapta de încărcare în discuție.

- Viteza de tasare corespunzătoare timpului total de acționare a treptei de încărcare este cuprinsă între 0,00016 și 0,00031 mm/minut fiind caracterizată de un grad ridicat de împrăștiere a valorilor.

Analizând valorile vitezei de tasare funcție de natura terenului se constată în mod clar că acest parametru este influențat de natura terenului, astfel viteza de tasare pentru cazul terenurilor necoezive $V_s \approx 25 \cdot 10^{-4} - 3,1 \cdot 10^{-4}$ mm/minut iar pentru terenurile coezive $V_s = 1,6 \cdot 10^{-4}$ mm/minut.

Deoarece atât coeficientul de corelație al tasării (β_0) cât și durata de producere a semitasării limită (t'_0) depind în acest caz numai de natura terenului se poate trage următoarea concluzie: Tasarea pilotului sub o treaptă de încărcare va atinge 95~99% din tasarea limită atunci când viteza de tasare corespunzătoare unei trepte de încărcare va îndeplini condiția.

$$V_s \leq 0,00025 \text{ mm/minut - pentru terenuri necoezive și}$$

$$V_s \leq 0,00016 \text{ mm/minut - pentru terenuri coezive.}$$

Aceste valori ale vitezei de tasare în cazul celor două categorii de teren, față de condiția de stabilizare a tasării impusă prin STAS 2561/2-74 din care rezultă o viteză de tasare pentru ultimele 4 intervale de citiri la 30 minute minimă, cel mult egală cu 0,0033 mm/minut, permite reliefaarea următoarelor concluzii:

a) Vitezele medii de tasare corespunzătoare treptelor de încărcare, calculate cu ajutorul formulei (4.47) rezultată prin definirea matematică a curbei de tasare-timp, pentru ambele categorii de teren în discuție sînt cu mult mai mici decît viteza limită rezultată conform indicațiilor din STAS 2561/2-74.

b) Avînd în vedere faptul că durata de producere a semitasării limită (t'_0) are valori foarte reduse și anume $t'_0 = 6,59-7,54$ minute pentru terenuri necoezive și $t'_0 = 1,14$ minute pentru terenuri coezive, rezultă că viteza de tasare pentru intervalul al doilea de producere a tasării, este foarte mică ținînd seama că timpul minim necesar de menținere a treptei [117] este de cel puțin 75 minute putînd să atingă valori de 420-450 minute și chiar mai mari.

c) Luînd în considerare elementele definiției ale curbei tasare-timp, exprimată matematic, în raport cu condiția de stabilizare a tasării [117] din care reiese că $V_s = 0,0033$ mm/min, rezultă pe bază de calcule, că durata maximă de timp pentru care se înregistrează această condiție este de 40-60 minute.

În această situație coeficientul de corelație a tasării R_0 va avea valori cuprinse între 0,80-0,95, ceea ce înseamnă că tasarea înregistrată pentru o treaptă de încărcare este de cca 80-95% din tasarea limită ce se poate înregistra, neinfluențînd prin aceasta asupra alăturii curbei de tasare încărcare respectiv asupra mărimii încărcării de rupere a pilotului.

Avînd în vedere acest lucru se propune următoarea completare la articolul 5.2.6. din STAS 2561/2-74.

"În cazul piloților scurți executați pe loc prin vibropresare, pentru fiecare treaptă de încărcare, se fac citiri, la toate dispozitivele de măsurare, la următoarele intervale de timp după aplicarea încărcării:

- la fiecare 5 minute pentru primele 20 minute;
- la fiecare 10 minute pentru restul intervalului de timp pînă la o oră;
- la fiecare 20 minute în continuare pînă la stabilizarea tasării pilotului.

Se consideră atinsă faza de stabilizare a tasării cînd diferența tasărilor medii înregistrate în 5 intervale de citiri consecutive la 20 minute să nu depășească 0,2 mm. Aceasta corespunde cu o viteză de tasare de 0,01 mm/minut.

In această situație durata minimă de menținere a unei trepte de încărcare se reduce la 40 minute iar durata totală maximă cu cel puțin jumătate.

4.3.2. Curba de încărcare-tasare

In cadrul acestui paragraf s-a urmărit elucidarea unor aspecte privind utilizarea curbei de încărcare-tasare (C.I.T) definită matematic pentru stabilirea parametrilor de portanță a piloților turnați pe loc realizați prin vibropresare.

Pentru definirea acestor curbe au fost luate în considerare rezultatele încercărilor de probă efectuate și anume încărcările corespunzătoare fiecărei trepte de încărcare (P_n) respectiv tasările cumulate (s_c) înregistrate în condițiile de stabilizare a tasării pilotului pentru treapta de încărcare. In cele ce urmează aceste date primare constituie elementele de materializare a punctelor măsurate de pe curba de încărcare-tasare.

Curba de încărcare-tasare a fost materializată prin procedeul obșnuit [117], după Van der Veen [85] și după Kee [32] folosind datele primare obținute din încercările făcute pe amplasamentele de probă din cele patru zone de experimentare și aplicare.

4.3.2.1. Materializarea C.I.T. conform STAS 2561/2-74.

Rezultatele încercărilor statice experimentale efectuate asupra piloților de probă supuși la compresiune cu forțe verticale au fost prelucrate conform prevederilor STAS 2561/2-74, calculându-se pentru fiecare încercare capacitatea portantă conform STAS 2561/3-76.

Datele primare elementele definiției privind natura terenului stratificația, adâncimea la care se afla stratul portant, lungimea piloților, caracteristici geometrice ale acestora cît și date privind modul de realizare sînt prezentate în anexele: I_a-I_f; II_a-II_m; III_a-III_d; IV_a-IV_c. De asemenea în aceste anexe sînt prezentate curbele de încărcare tasare cît și valorile capacității portante calculate conform prescripțiilor STAS 2561/3-76.

Piloții experimentali executați în diverse amplasamente din cadrul celor patru zone de experimentare și aplicare au avut drept scop, în afara stabilirii capacității portante în anumite condiții concrete de teren, elucidarea unor aspecte privind factorii care influențează capacitatea portantă și anume:

- adâncimea de încastrare a pilotului în stratul portant;
- modul de transmitere a încărcării exterioare terenului în care este realizat pilotul.
- numărul operațiilor de vibropresare efectuate pentru realizarea bulbului la partea inferioară a pilotului.

4.3.2.2. Materializarea C.I.T. conform procedurii Van der Veen [85]

Rezultatele primare ($s_{c,n}$, P_n) obținute din încercările experimentale au fost prelucrate conform metodologiei descrise în paragraful 4.2.4.2. determinându-se încărcarea de rupere Pr_1 cât și parametrul α_1 . În general au fost folosite toate elementele primare obținute cu ocazia efectuării încercărilor experimentale care au constituit datele de plecare în calculul iterativ pentru determinarea dreptei a cărei tangentă unghiulară reprezintă tocmai parametrul α_1 .

Cu ajutorul relației 4.11 au fost determinate punctele ce definesc curba de încărcare-tasare, puncte ce au fost apoi comparate cu punctele a căror poziție a fost stabilită prin coordonatele ($s_{c,n}$; P_n) determinate prin măsurători. Pentru ușurarea determinării încărcării de rupere Pr_1 respectiv a parametrului α_1 cât și pentru ușurarea determinării alierei curbei de încărcare-tasare s-a întocmit programul de calcul "TESTCAPP 1" care permite totodată determinarea încărcării critice cât și a capacității portanțe pentru o anumită tasare impusă ($s=45$ mm) conform relației 4.24. Programul de calcul conceput permite și trasarea curbei de încărcare-tasare desfășurându-se în general după ordinograma din figura 4.21.

Din compararea curbelor de încărcare-tasare trasate pe baza rezultatelor obținute prin calcul cu cele trasate pe baza datelor elementare rezultate din încercările statice de probă rezultă că pentru piloții realizați în condiții de teren în care aceștia lucrează ca piloți purtători pe vîrf există o bună corespondență între alierea curbelor de încărcare-tasare stabilite pe bază de măsurători și cele stabilite prin calcul (fig.4.22)(fig.4.23) indiferent dacă stratul portant este constituit din terenuri ne-coezive sau coezive.

Analizînd curbele de încărcare-tasare din fig.4.22 se poate trage concluzia că în cazul pilotilor purtători pe vîrf la

la care stratul portant este necoeziv C.I.T. definită matematic

**ORDINOGRAMA
PROGRAMULUI TESTCAP1**

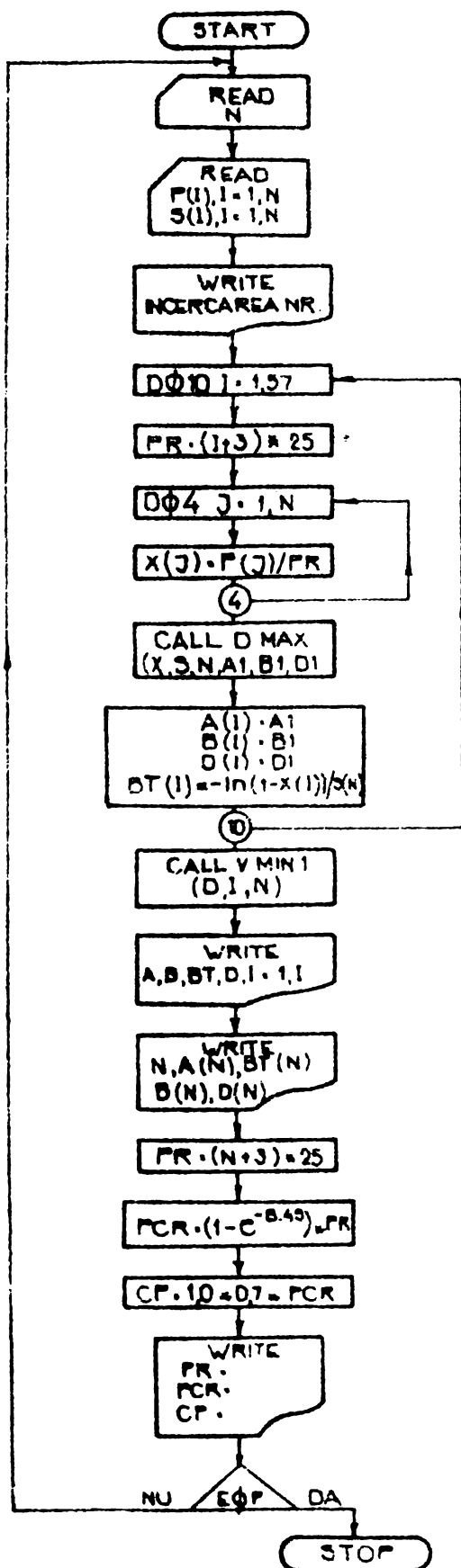


Fig.4.21.

mic de perechi de valori $(P_n, s_{c,n})$ chiar în condițiile neatingerii stadiului de rupere, încărcarea de rupere, încărcarea cri-

are o foarte bună corespondență cu aliura C.I.T. materializată pe bază de măsurători directe, exceptînd zona de început și sfîrșit a curbei în care apar diferențe de încărcare corespunzătoare aceleiași țări (s_c). Diferența de încărcare ΔP , în special pentru partea finală a C.I.T. nu este semnificativă deoarece nu depășește $\pm 5-8 \%$.

În cazul terenurilor portante coezive (fig.4.23) se înregistrează o corespondență mai scăzută între C.I.T. definită matematic și cea definită pe bază de măsurători directe în acest caz neconcordanța este înregistrată de asemenea în zona de început și sfîrșit a C.I.T. fiind în jur de $\pm 10 - 15 \%$.

4.3.2.3. Materializarea C.I.T. prin metoda lui Kee (hiperbolei) [32]

Încercările la sarcini statice verticale efectuate asupra piloților de probă executați în cadrul amplasamentelor experimentale cuprinse în cele patru zone de aplicare și experimentare au fost prelucrate și prin metoda hiperbolei evident cu respectarea celor prezentate în paragraful 4.2.4.2.

Prelucrarea datelor primare s-a făcut cu calculatorul electronic întocmindu-se în acest sens un program de calcul a cărui ordigramă este prezentată în fig.4.24. Programul de calcul a fost întocmit astfel încît să se obțină pentru un număr relativ

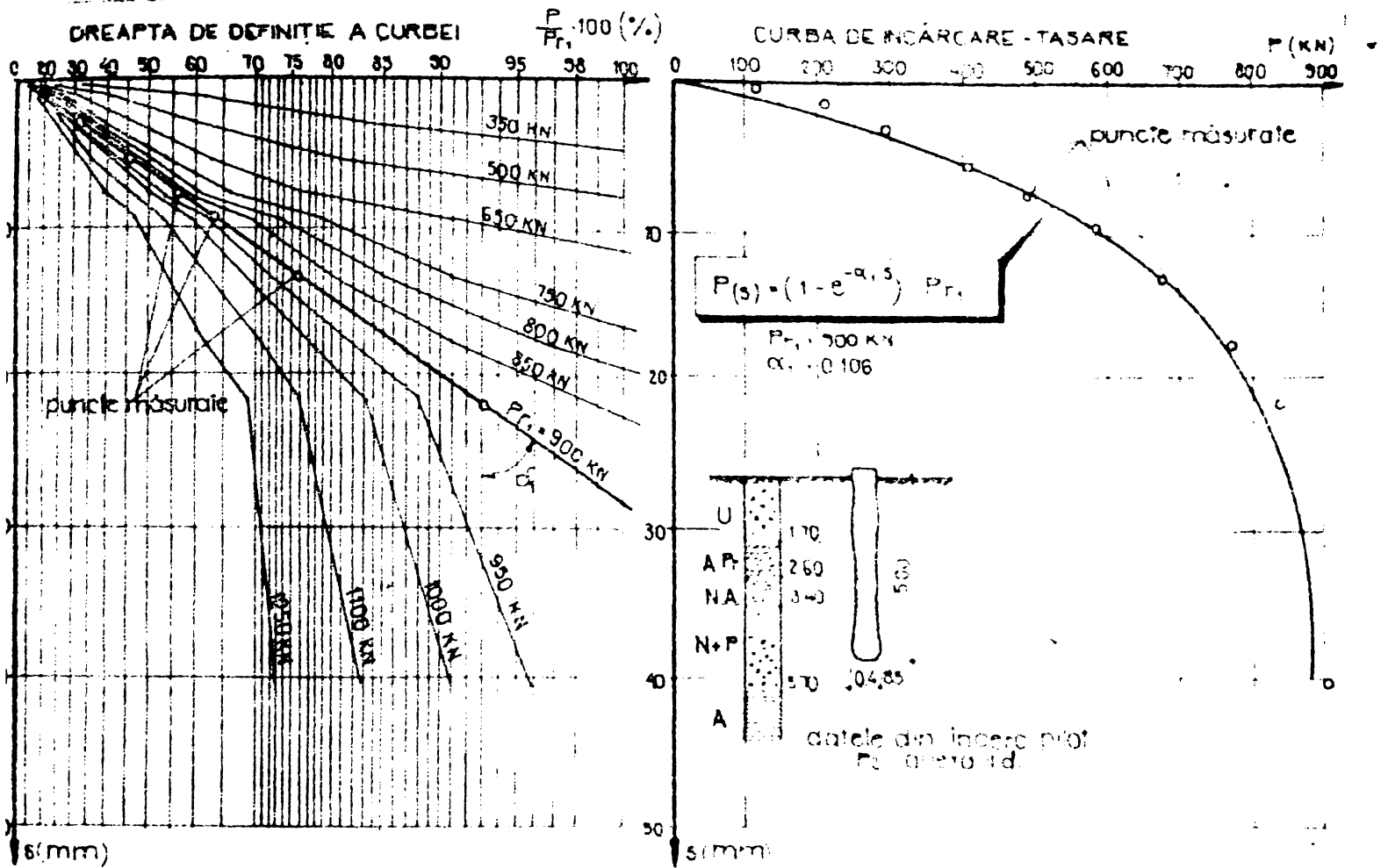


Fig.4.22.

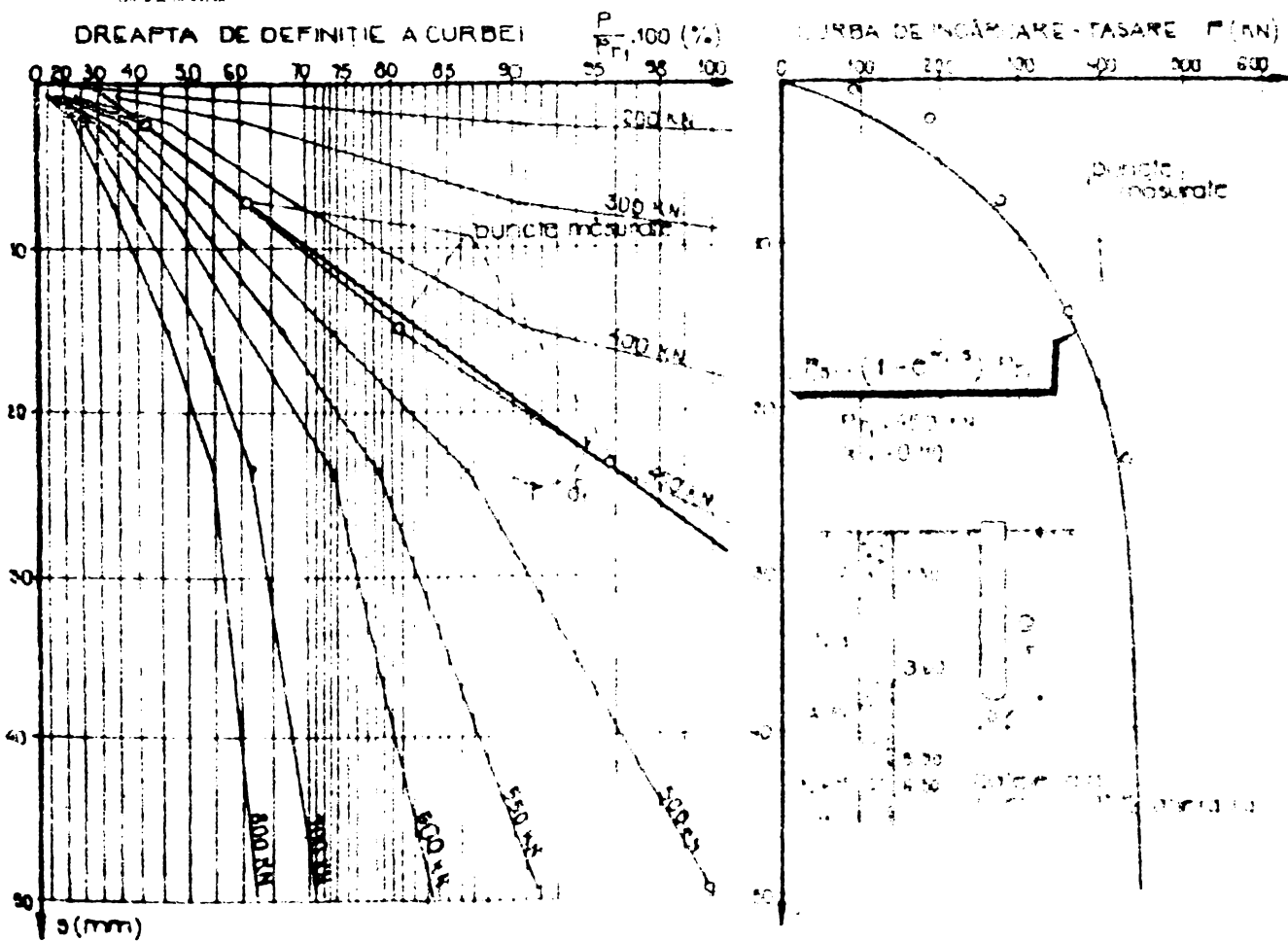
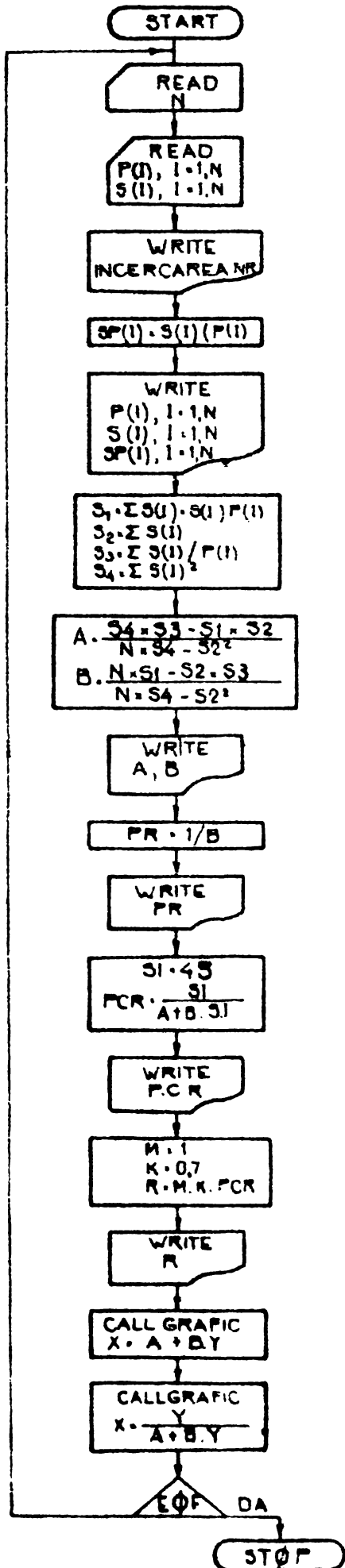


Fig.4.23.

tică (pentru o tasare cumulată $s_c = 45$ mm) cât și capacitatea portantă a pilotului determinat în condițiile respectării relației 4.24. De asemenea programul a fost conceput astfel încât pentru orice valoare impusă tasării pilotului să se poată stabili încărcarea corespunzătoare evident în ideea admiterii variației C.I.T. după o hiperbolă. Acest lucru permite ca prin simpla înlocuire a unei cartele să se poată determina capacitatea portantă a pilotului funcție de tasarea admisă pentru un anumit tip de construcție.

**ORDINOGRAMA
PROGRAMULUI TESTCAP 2**



Programul determină în virtutea relației 4.13 punctele ce definesc într-un sistem de axe rectangulare curba de încărcare-tasare, curbă ce este trasată cu ajutorul calculatorului.

Rezultatele obținute au fost centralizate în tabelul 4.2. fiind prezentate pe zone experimentale, categorii de teren, tip de piloți realizați cât și condițiile în care s-au desfășurat încercările de probă în sensul dacă s-a atins sau nu stadiul de rupere.

În cazul piloților purtători pe vîrf, respectiv a celor care au înregistrat tasări relativ mici, C.I.T. definită matematic și trasată în sistemul de axe de coordonate rectangulare, se înscrie cu destulă exactitate de-a lungul traseului definit de punctele stabilite pe bază de măsurători efectuate cu ocazia realizării încercărilor în teren a piloților de probă (fig.4.25) (fig.4.26).

Fig.4.24.

Tabela 4.2

Nr crt.	Denumirea zonei de aplicare și experiment.	Denum. amplas. experim.	Pilot de probă Nr.	Dimensiunile și modul de realizare			Capacitatea de portanță calculată conf. STAS 2561/3-6			Capacitatea de portanță calculată cu progr. testcap ²			Diferența față de capac. port. calc. conf. STAS 2561/3-6			
				dimensiuni		mod de realiz.	Pr (KN)	Pcr (KN)	R (KN)	Pr (KN)	Pcr (KN)	R (KN)	Pr (KN)	%		
				diam. (cm)	fișa (m)											
1	Zona I-a de aplicare și experiment. Resita	amplas. Nr. 1 anexa I-a	P ₁	32,5	3,30	1.V.P.	800	783	536	815	803	562	30	4,8		
2		amplas. Nr. 1 anexa I-a	P ₂	32,5	3,30	F.B.	738,5	656	488	928	800	560	72	14,7		
3		amplas. Nr. 2 anexa I-b	P ₁	32,5	3,80	1.V.P.	850	815	571	926	846	592	21	3,4		
4			P ₂	32,5	3,80	1.V.P.	790	780	546	845	806	564	18	3,3		
5			P ₄	42	3,50	F.B.	960	935	654	1175	944	667	23	2,0		
6		Zona I-a de aplicare și experiment. Resita	amplas. Nr. 2 anexa I-b	P ₅	42	3,70	1.V.P.	950	950	675	1434	1168	817	142	21	
7				amplas. Nr. 4 anexa I-d	P ₁	32,5	3,00	1.V.P.	3628	272	190	427	357	250	60	31
8				amplas. Nr. 4 anexa I-d	P ₂	32,5	3,50	3.V.P.	766,9	721	505	1060	855	598	34	18,4
9			amplas. Nr. 5 anexa I-c	P ₁	42	4,20	1.V.P.	862	862	603	1884	1406	1048	445	73,8	
10				P ₂	42	4,20	2.V.P.	907	907	635	1926	1698	1189	554	87,0	
11				P ₁	42	4,80	F.B.	884	884	619	982	953	667	48	7,7	
12			amplas. Nr. 6 anexa I-f	P ₂	42	4,90	2.V.P.	884	884	619	1014	990	693	74	11,9	
13				P ₃	42	5,10	2.V.P.	884	884	619	880	872	611	8	1,5	
14	Zona II-a de aplicare și experiment. Timisoara			amplas. Nr. 1 M.I.A. corp A anexa II-a	P ₂	42	4,10	F.B.	498	431	302	556	491	334	42	13,9
15			P ₃		42	5,10	2.V.P.	780	725	510	902	754	528	18	3,5	
16			P ₄		42	5,10	3.V.P.	816	748	525	919	780	546	21	4,0	
17			amplas. Nr. 2 M.I.A. corp B anexa II-b	P ₁	42	4,50	F.B.	499	431	301	603	482	337	36	11,8	
18				P ₂	42	4,50	F.B.	430	363	254	478	423	296	22	8	
19		P ₃		42	4,50	F.B.	486	431	301	583	468	323	22	7,3		
20		amplas. Nr. 3 UCECOM corp A anexa II-d	P ₁	42	5,00	F.B.	816	771	540	979	821	574	34	6,2		
21			P ₂	42	5,00	1.V.P.	907	839	587	1054	917	642	55	10,3		
22			P ₃	42	5,00	2.V.P.	952	907	635	1110	993	695	60	9,4		
23		ampl. Nr. 3 UCECOM B anexa II-e	P ₁	42	5,95	F.B.	340	294	206	391	350	245	39	18,9		
24			P ₂	42	5,70	1.V.P.	476	385	270	547	444	311	41	15,1		
25			amplas. Nr. 4, camin Nr. 5 și Nr. 4 anexa II-f	P ₁	42	6,20	F.B.	635	544	381	828	649	454	73	19,1	
26		P ₂		42	6,20	1.V.P.	771	726	508	808	761	532	24	4,7		
27	P ₃	42		6,20	2.V.P.	851	816	571	959	851	596	21	4,3			
28	ampl. Nr. 5 bloc loc. A anexa II-h	P ₁	42	5,60	F.B.	408	347	222	378	357	250	28	12,6			
29		P ₂	42	5,60	3.V.P.	635	544	381	841	591	413	32	8,3			
30	Zona III-a de aplicare și experiment. Brăila	amplas. Nr. 1 bloc E4 anexa III-a	P ₁₃₁	42	6,90	F.B.	1016	940	658	2753	1922	1345	687	104		
31			P ₁₃₄	42	6,90	F.B.	1016	940	648	1218	1089	762	114	17,5		
32			P _V	35,35	9,60	F.B.	1016	901	630	2154	1405	1025	395	62,7		
33		amplas. Nr. 2 viziru III anexa III-c	P ₁	42	6,60	F.B.	832	762	533	947	819	573	40	7,5		
34			P ₂	42	6,60	1.V.P.	859	802	582	1000	880	616	34	5,8		
35			P ₃	42	6,60	2.V.P.	990	940	600	1102	969	675	18	2,7		
36		amplas. Nr. 3 bloc A5 anexa III-d	P ₆	42	5,30	F.B.	482	451	267	544	472	333	66	24,7		
37			P ₁	42	6,90	F.B.	914	842	567	946	882	617	49	8,6		
38			P ₁₁	35,35	8,00	F.B.	1000	903	630	2359	1653	1158	528	83,2		
39		Zona IV-a de aplicare și experiment. Zalău	amplas. Nr. 1 bloc "Scala" anexa IV-a	P ₁	42	6,80	F.B.	355	314	212	378	343	244	32	15,1	
40				P ₂	42	8,80	F.B.	787	711	501	811	761	532	34	6,6	
41			amplas. Nr. 2 bloc O1 anexa IV-c	P ₃	42	6,80	2.V.P.	762	685	481	831	771	561	61	12,7	
42				P ₄	42	8,80	2.V.P.	883	818	586	1016	929	676	30	5,1	
43	amplas. Nr. 2 bloc O1 anexa IV-c	P ₁	42	4,50	F.B.	450	410	280	452	413	308	28	10			
44		P ₂	42	5,40	F.B.	550	511	350	574	531	372	22	6,2			
45		P ₃	42	4,20	F.B.	500	461	315	503	475	339	24	7,6			

Din încercările făcute, respectiv din rezultatele obținute în urma prelucrării datelor primare rezultă în cazul straturilor portante necoezive o corespondență aproape perfectă între C.I.T. definită matematic ca hiperbolă și C.I.T. materializată prin

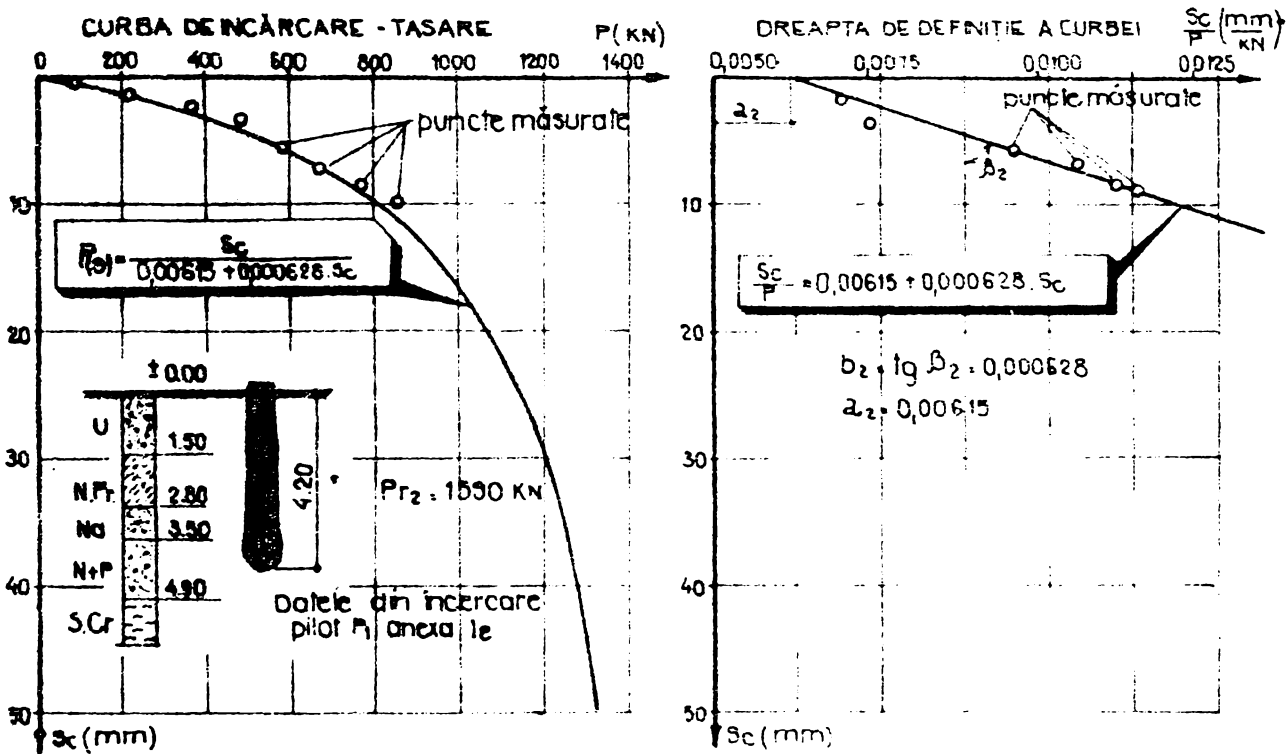


Fig.4.25.

punctele stabilite pe bază de măsurători (fig.4.25).Inscrierea

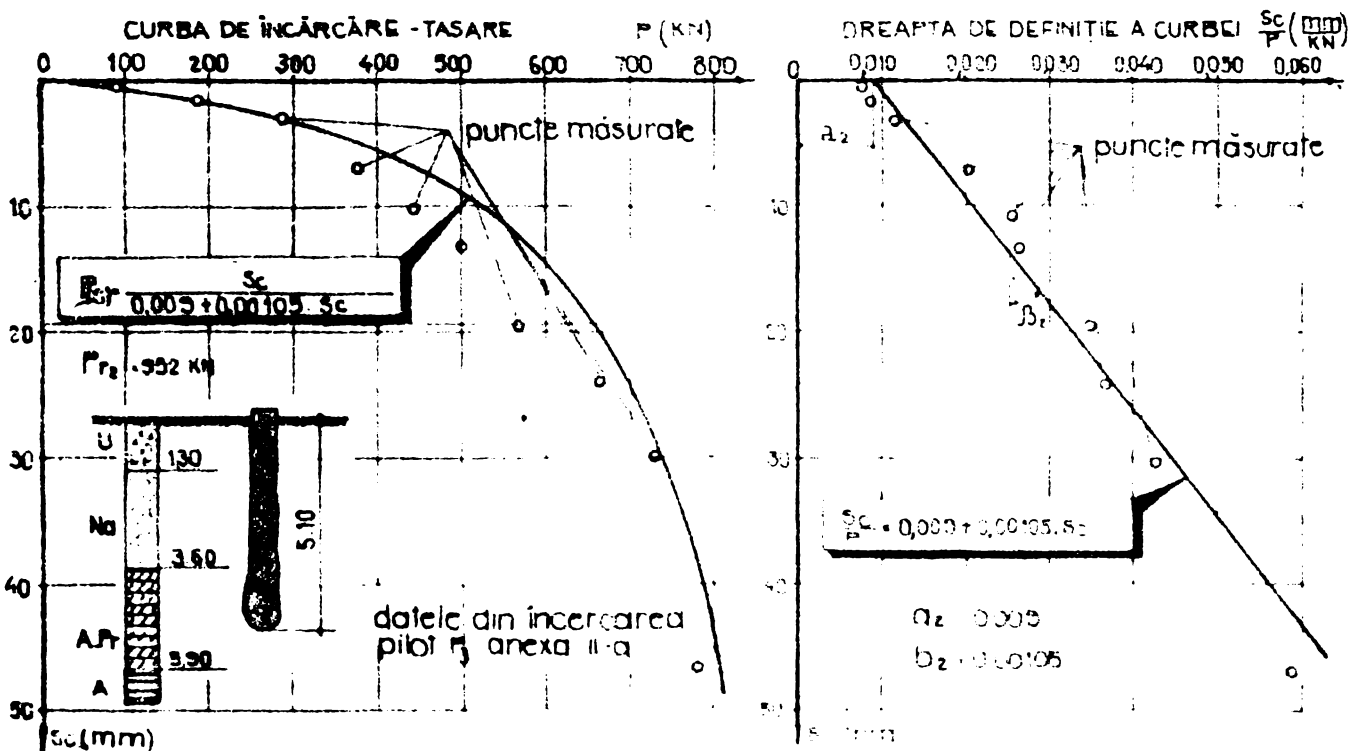


Fig.4.26.

punctelor stabilite pe bază de măsurători directe, de-a lungul C.I.T. definită matematic permite utilizarea acesteia pentru obținerea încărcării de rupere prin extrapolare atunci când din motive obiective sau subiective încercarea în teren a piloților de probă nu a fost dusă pînă la stingerea încărcării de rupere.

In cazul piloților purtători pe vîrf încastrați într-un strat de bază constituit din terenuri coezive corespondența dintre C.I.T. definită matematic și cea trasată pe baza datelor obținute din măsurători directe este mai redusă aceasta în special în zona în care C.I.T. prezintă o frîntură accentuată, zonă ce marchează începutul apariției deformațiilor viscos-plastice ale terenului (fig.4.26). Factorul esențial în cazul aprecierii corecte a C.I.T. definită matematic îl constituie determinarea parametrilor (a_2 și b_2) a dreptei de definiție a curbei (hiperbolei). Cum punctele stabilite pe bază de măsurători în sistemul de axe rectangulare de coordonate hiperbolice ($s_c, \frac{s_c}{P}$) au o împrăștiere mai mult sau mai puțin accentuată, stabilirea parametrilor (a_2 și b_2) a dreptei de definiție a curbei s-a făcut în cadrul programului TESTCAPP 2 prin metoda celor mai mici patrate.

In acest caz erorile ce apar cu ocazia materializării dreptei de definiție a curbei (hiperbolei) sînt reduse la minimum, între C.I.T. definită matematic și C.I.T. definită pe bază punctelor stabilite prin măsurători directe existînd o corespondență aproape perfectă (fig.4.29).

In schimb în cazul piloților flotanți, C.I.T. definită matematic prin metoda Van der Veen sau metoda hiperbolei (fig.4.27)

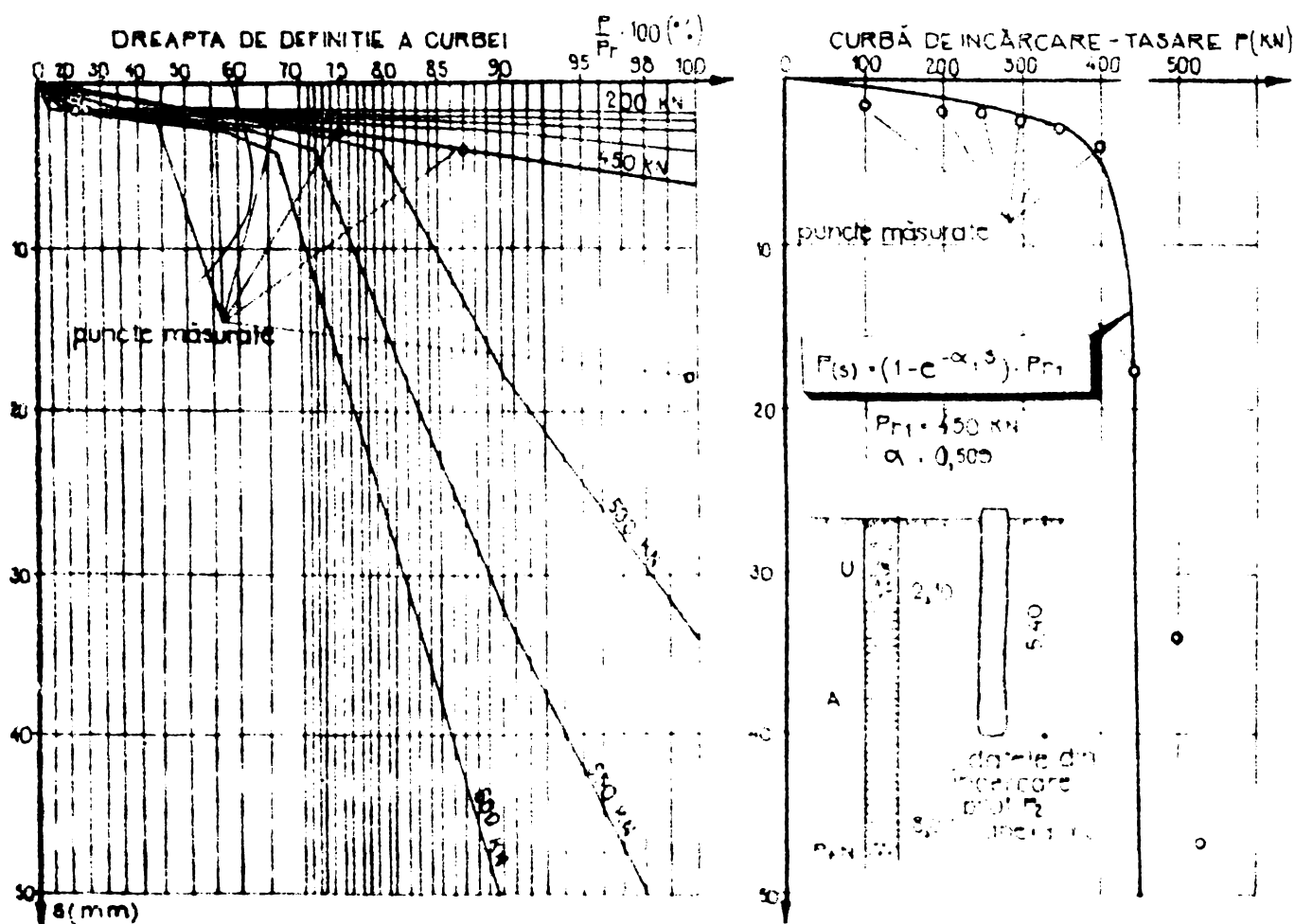


Fig.4.27.

(fig.4.28) prezintă abateri față de traseul definit prin punctele materializate pe bază de măsurători directe și aceasta în special în domeniul dezvoltării deformațiilor viscos-plastice. Se poate afirma că pentru domeniul tasărilor mici ale pilgtului, domeniul ce este definit pînă la frîntura accentuată în C.I.T. există o corespundență bună și chiar foarte bună între C.I.T. definită matematic și C.I.T. materializată pe baza punctelor măsurate atât în cazul C.I.T. definită prin metoda Van der Veen (fig 4.27) cît și prin metoda hiperbolei (fig.4.28).

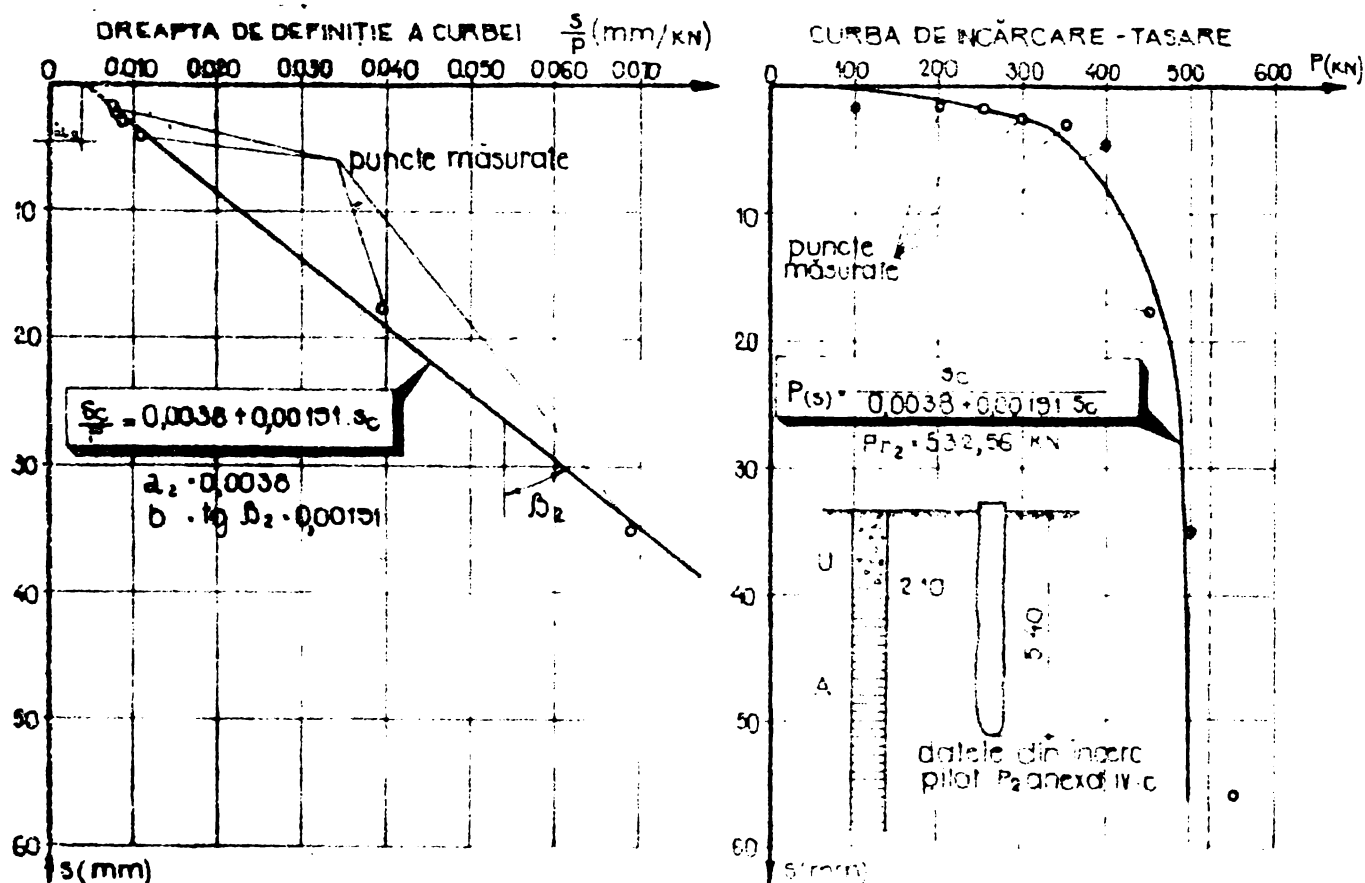


Fig.4.28.

Abaterile înregistrate în special în cazul C.I.T. definită matematic prin metoda hiperbolei, se datoresc faptului că la calculul parametrilor (a_2 și b_2) a dreptei de definiție a hiperbolei au fost luate în considerare și perechile de valori ($s_c, \frac{s_c}{P}$) corespunzătoare domeniului de rupere caracterizat prin deformații mari.

Acest lucru permite evidențierea faptului că măsurătorile făcute în partea finală a încercării, pînă la atingerea încărcării de rupere, influențează cu mult mai puternic alinura C.I.T. definită matematic, față de traseul C.I.T. materializat prin punctele măsurate, decît măsurătorile făcute de la începutul încercării pînă la zona de frîntură în C.I.T.

Abaterile punctelor măsurate față de C.I.T. respectiv față de dreapta de definiție a curbei au valori mai mari în sistemul

de coordonate liniare față de sistemul de coordonate hiperbolice.

De aceea pentru aprecierea C.I.T. definită matematic, hotărâtoare este corespondența dintre C.I.T. definită matematic și poziția punctelor măsurate materializată cu datele din încercările directe în sistemul de coordonate liniare.

Pentru a măări gradul de aplicabilitate al C.I.T. definită matematic și în cazul piloților flotanți în ideea stabilirii sarcinii de rupere este necesar ca parametrii dreptelor de definiție a C.I.T. să fie determinați neluând în considerare punctele măsurate pentru partea finală a încercării, corespunzătoare deformațiilor viscos-plastice (fig.4.27)(fig.4.28). Din prelucrarea datelor primare, obținute cu ocazia efectuării încercărilor în teren a piloților de probă privind trăsura C.I.T. prin cele două metode de definire matematică a C.I.T. cât și din analiza comparativă a aliorii celor două tipuri de C.I.T. (nedefinită matematic respectiv definită matematic) s-a desprins următoarea concluzie: în cazul piloților scurți executați pe loc realizați prin vibropresare, definirea matematică a C.I.T. respectiv a determinării încărcării de rupere pe această cale, se poate face cu exactitatea necesară în practica inginerescă.

Pentru evidențierea acestei concluzii s-au întocmit C.I.T. definite matematic pentru trei situații distincte de teren și de lucru în care se pot realiza respectiv afla piloții scurți executați pe loc realizați prin vibropresare (fig.4.29)(fig.4.30) (fig.4.31), curbe ce au fost comparate cu traseul materializat

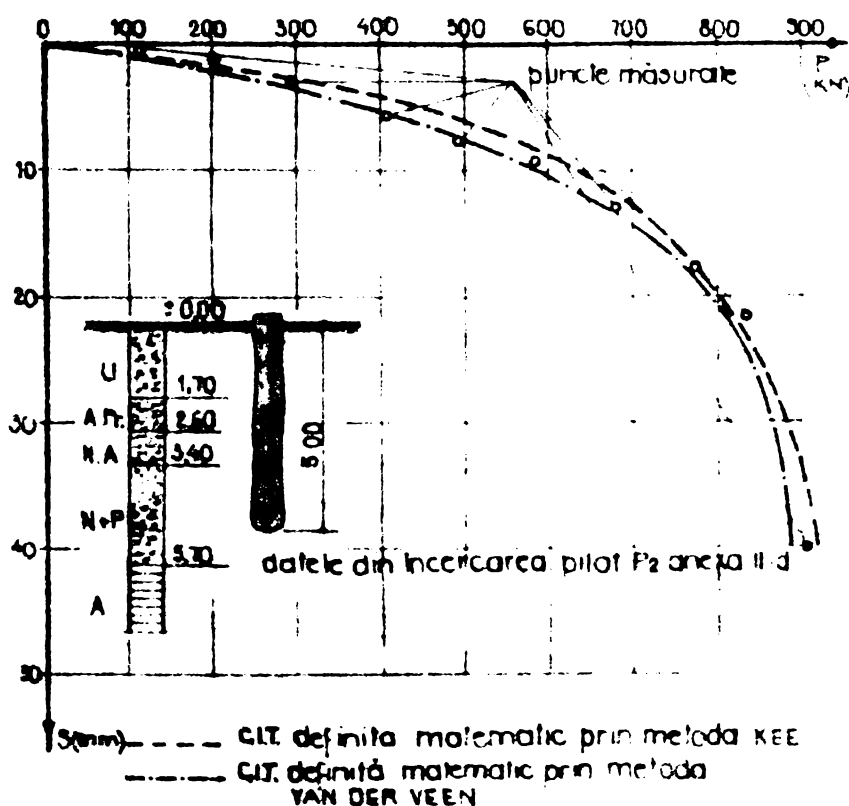
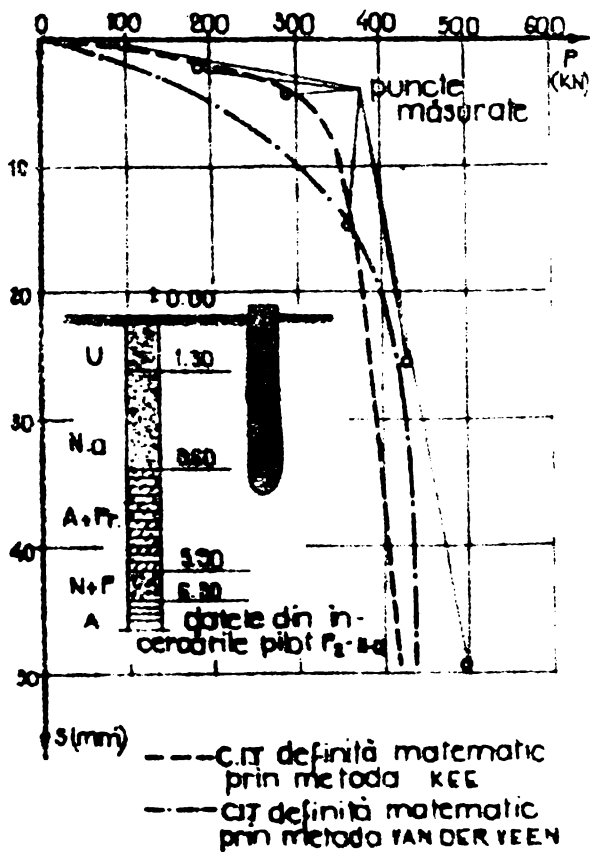


Fig. 4.29.

de către punctele măsurate definite de valorile $(P_n, s_{c,n})$ obținute din încercarea de probă. În figura 4.29 sînt prezentate C.I.T. definite matematic în raport cu punctele măsurate pentru piloții executați pe loc realizați prin vibropresare, purtători pe vîrf la care stratul portant este constituit din terenuri necoezive (nisipuri îndesate sau cu îndesare medie, nisip cu pietriș, pietrisuri etc).

Aliura C.I.T. definite matematic scot în evidență o bună corespondență cu punctele măsurate pe întregul domeniu de desfășurare pînă la atingerea sarcinii de rupere stabilită conform STAS 2561/3-76, din condiția de tasare a pilotului sub încărcare. Deci se poate afirma că în cazul piloților purtători pe vîrf realizați în terenuri necoezive, reprezentarea matematică a C.I.T. respectiv calculul încărcării de rupere a încărcării critice a piloților se poate face fără a se introduce erori care să influențeze asupra valorii finale a capacității portante.

În cazul piloților scurți executați pe loc realizați prin vibropresare, purtători pe vîrf, la care stratul portant este constituit din terenuri coezive (argile, argile-prăfoase, argile marnoase plastic consistente sau plastic tari) C.I.T. definite matematic prezintă o corespondență mai scăzută în raport cu punctele măsurate materializate pe baza valorilor ($P_n, s_{c,n}$) obținute din încercarea de probă. După cum rezultă din figura 4.30 C.I.T.



definită prin metoda Kee are o corespondență foarte bună cu punctele măsurate pentru partea de început a încercării pînă la frîntura din curbă, care marchează apariția tasărilor pilotului corespunzătoare domeniului viscos-plastic de deformare al terenului. Cu cît tasările pilotului cresc, abaterile C.I.T. în raport cu punctele măsurate cresc și ele ajungînd pentru valori ale tasării pilotului de 40-50 mm în jur de $-(15\% - 17\%)$ față de încărcarea corespunzătoare acestui interval de tasare. Această abatere apare deoarece dreapta de definiție a curbei a fost materializată prin neluarea în considerare a punctelor măsurate

Fig. 4.30. corespunzătoare tasărilor pilotului din domeniul viscos-plastic de deformare al pămîntului.

În cazul C.I.T. definită matematic prin metoda Van der Veen apare o neconcordanță între aceasta și curba definită prin punctele măsurate. Această neconcordanță este maximă în prima treime de dezvoltare a curbei pentru că în treimea mijlocie să existe o corespondență între C.I.T. definită matematic și punctele măsurate semnăindu-se în final o neconcordanță care este de 7-11%.

In această situație se poate afirma că aplicarea metodei de definire matematică a C.I.T. respectiv a determinării încărcării de rupere este dictată de anumite condiții limită impuse, legate de tasarea admisă pentru structura de rezistență a construcției. Ca și în primul caz este necesar ca determinarea parametrilor dreptelor de definiție a curbei să se facă pentru punctele corespunzătoare tasărilor pilotului din domeniul elasto-plastic de deformare al terenului, domeniu definit de C.I.T. până la punctul de frântură.

In cazul piloților scurți executați pe loc prin vibropresare flotantă curba de încărcare-tasare definită matematic prin ambele metode prezintă o corespondență relativ bună cu punctele măsurate definite cu ajutorul valorilor obținute din măsurătorile efectuate cu ocazia realizării încercărilor de probă.

Aceasta, corespondență este evidentă pentru tasări cumulate ale pilotului de până la 10 mm, extinzându-se în cazul C.I.T. definită prin metoda Van der Veen până la o tasare de 20 mm iar pentru C.I.T. definită prin metoda Kee până la o tasare de 35 mm (fig.4.31).

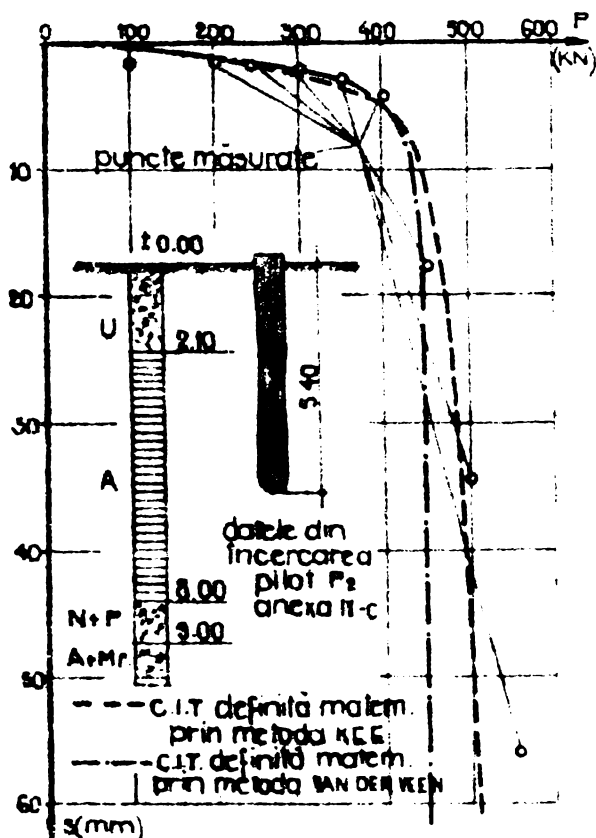


Fig.4.31.

Având în vedere faptul că în acest caz tasările pilotului înregistrate în domeniul de deformare viscos-plastic a terenului sînt cu mult mai mari decît cele înregistrate în domeniul elasto-plastic de deformare a terenului, se poate admite pentru acest tip de pilot că încărcarea de rupere a fost atinsă atunci cînd în C.I.T. apare o frîntură. Aceasta înseamnă că în acest caz nu se vor mai lua în considerare tasările pilotului din domeniul de deformării viscos-plastice indiferent dacă tasările au îndeplinit condiția de stabilizare sub o treaptă de încărcare. Se consideră că această condiție impusă pentru piloții scurți

executați pe loc realizați prin vibropresare, flotantă situație rar întâlnită în cazul acestui tip de pilot este acoperitoare satisfăcînd pe deplin condiția de stabilitate și siguranță a construcției.

4.3.3. Factorii care influențează capacitatea portantă a piloților scurți executați pe loc realizați prin vibropresare

Cu ocazia efectuării lucrărilor experimentale în cadrul celor patru zone de experimentare și aplicare s-a urmărit elucidarea unor aspecte privind factorii care influențează direct capacitatea portantă a piloților scurți executați pe loc realizați prin vibropresare.

Incercările experimentale efectuate în condiții diferite de teren au scos în evidență factorii care influențează în mod direct capacitatea portantă și anume:

- a) adâncimea de încastrare a pilotului în stratul portant;
- b) natura terenului și modul de transmitere a încărcării exterioare terenului în care este realizat pilotul;
- c) numărul de vibropresări efectuate pentru realizarea bulbului.

4.3.3.1 adâncimea de încastrare a pilotului în stratul portant

În ceea ce privește influența asupra capacității portante a adâncimii de încastrare a piloților în stratul portant, în cadrul mai multor amplasamente experimentale s-au efectuat încercări de probă pe piloți executați în aceleași condiții de teren cu lungimi diferite de încastrare în stratul portant.

Caracteristicile geometrice ale piloților, modul de realizare încărcarea critică cît și capacitatea portantă sînt prezentate în tabelul 4.3.

Tabelul 4.3

Denumirea zonei de experimentare și aplicare.	Denum. amplas. Experiment	Pilot de probă nr.	Tipul pilotului	Caracteristici geometrice ale pilotului		Adînc. de încastr. a pilotului (m)	Parametrii de portanță ai pilot			Sporul de lungim. de încastr. (m)	Spor de capacif. portan. înregs. (kN)
				diam. (cm)	fișa (m)		Pr (kN)	Pr (kN)	R (kN)		
Zona II-a de experiment și aplicare a tehnologiei	amplas. nr. 1 anexa II-a	P ₂	P _v	42	4,10	0,50	438	430	302	1,00	208
		P ₃	P _v	42	5,10	1,50	780	725	510		
	amplas. nr. 3 anexa II-d	P _{IV}	P _v	42	4,50	1,20	771	725	507	0,50	33
		P _I	P _v	42	5,00	1,60	816	771	540		
Zona III-a de experiment și aplicare	amplas. nr. 2 anexa III-c	P ₅	P _v	42	6,60	1,40	832	762	533	1,30	266
		P ₆	P _v	42	5,30	0,20	482	361	267		
Zona IV-a de experiment și aplicare	amplas. nr. 1 anexa IV-b	P ₃	P _v	43,5	6,00	2,50	762	685	450	2,00	106
		P ₄	P _v	43,5	8,00	4,50	885	838	586		

Studiul s-a făcut numai asupra piloților scurți executați pe loc realizați prin vibropresare, purtători pe vîrf la care stratul portant este constituit din terenuri necoezive cu îndesare medie spre îndesat.

Rezultatele obținute au scos în evidență faptul că adîncimea de încastrare influențează asupra mărimii capacității portante în mod substanțial pentru o lungime de încastrare de pînă la 1,50 m (fig.4.32) după care influența scade în mod vizibil. Din acest punct de vedere se desprinde o concluzie foarte importantă

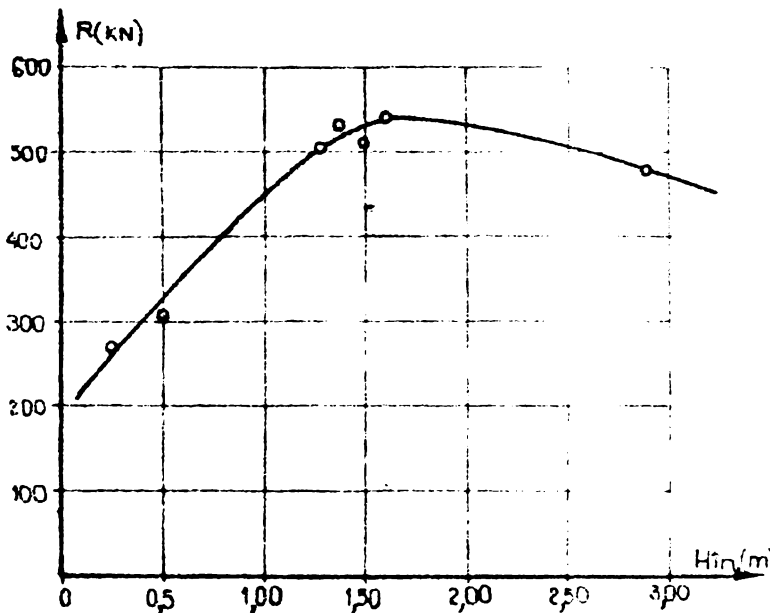


Fig.4.32.

cu implicații tehnice și economice evidente și anume: pentru a se obține capacitatea portantă scontată, a unui pilot executat pe loc realizat prin vibropresare, funcție de caracteristicile fizico-mecanice ale stratului portant este necesar ca încastrarea tubului metalic recuperabil respectiv al pilotului în stratul portant să se realizeze pe o

adîncime de cel puțin $0,70 \pm 1,50$ m. Încastrarea pilotului pe o lungime mai mare nu se justifică din punct de vedere tehnic și în deosebi economic deoarece durata de funcționare a vibroagregatului crește mult ducînd la mărirea duratei de execuție a unui pilot respectiv a consumului de energie (carburanți lubrefianți etc). Pentru a scoate și mai bine în evidență aspectul tehnic al problemei în fig.4.33 sînt prezentate rezultatele încercărilor făcute pe doi piloți

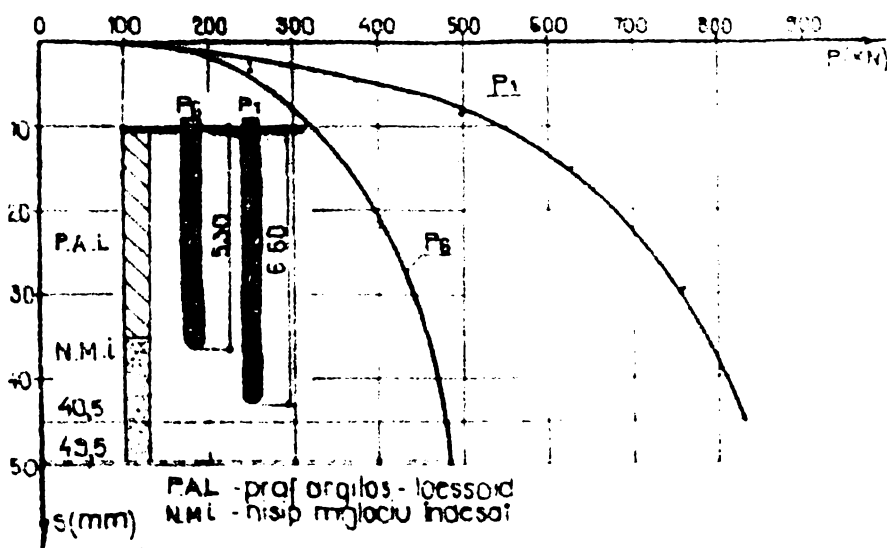


Fig.4.33.

experimentali executați în aceleași condiții de teren în cadrul zonei III de experimentare și aplicare amplasament nr.2 (anexa IIIc). După cum rezultă din figura 4.33. respectiv din tabelul 4.3 pilotul P1 este încastrat în stratul portant pe o lungime de 1,40 m

iar pilotul P_6 doar pe o lungime de 0,20 m. Acest lucru are o influență directă asupra alăturii C.I.T. respectiv a capacității portante înregistrate. După cum rezultă din analiza C.I.T. pentru una și aceeași încărcare de 381 KN pilotul P_1 a înregistrat o tasare stabilizată de 4,85 mm pe când pilotul P_6 a înregistrat o tasare stabilizată de 17,67 mm ceea ce reprezintă o tasare de patru ori mai mare decât cea înregistrată în cazul pilotului P_1 . În ceea ce privește capacitatea portantă, evident determinată conform STAS 2561/3-76, aceasta atinge în cazul pilotului P_1 o valoare dublă față de cea înregistrată în cazul pilotului P_6 despre care putem spune că doar reazemă pe stratul portant.

4.3.3.2 matura terenului și modul de transmitere a încărcării exterioare terenului în care este realizat pilotul.

În ceea ce privește influența modului de transmitere a sarcinii exterioare terenului în care este realizat pilotul asupra alăturii C.I.T., a încărcării de rupere respectiv asupra capacității portante, încercările experimentale au scos în evidență câteva aspecte interesante.

Aceste încercări au scos în evidență faptul că mărimea capacității portante, dar mai ales alătura C.I.T. pentru piloții realizați cu aceeași fișă și diametru este diferită.

Așa cum se observă și din figura 4.34 alăturile C.I.T. obținute pentru piloții P_6 și P_7 scot în evidență faptul că pentru primele

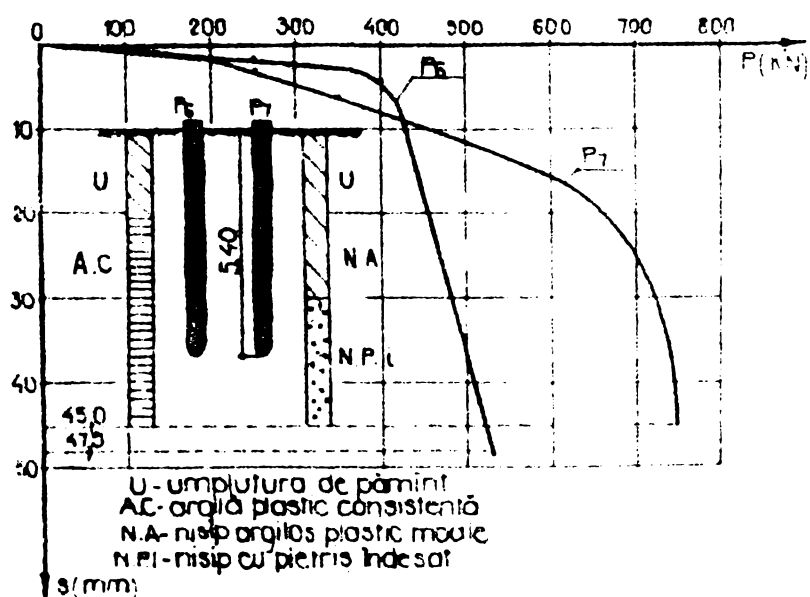


Fig.4.34.

evidență o foarte bună proporționalitate între încărcare și tasare alătura ce se păstrează pînă la încărcarea de 400 KN. De la această treaptă tasările pilotului P_6 cresc brusc și foarte rapid C.I.T. prezentînd în această zonă o puternică frîntură, atîngîndu-se încărcarea de rupere conform STAS 2561/3-74. În cazul alăturii de

două trepte de încărcare tasările sînt relativ apropiate. În continuare tasările pilotului P_7 cresc ca valoare față de cele ale pilotului P_6 pentru una și aceeași treaptă de încărcare, păstrîndu-se încă alătura C.I.T. în limita unei relative proporționalități între încărcare și tasare. În schimb C.I.T. a pilotului P_6 are o alătură care scade în

520 KN. C.I.T. a pilotului P_7 prezintă în schimb aceeași proporționalitate relativă între încărcare și tasare pînă la treapta de încărcare de 650 KN, atingîndu-se încărcarea de rupere la valoarea de 750 KN.

Procesul de tasare diferit al celor doi piloți sub aceleași trepte de încărcare, pînă la atingerea încărcării de rupere pentru pilotul P_6 , se datorește mecanismului diferit de transfer a încărcării de la pilot la teren, pilotul P_6 fiind un pilot flotant iar pilotul P_7 fiind un pilot purtător pe vîrf. Alături C.I.T. a celor doi piloți, pentru primele două trepte de încărcare indică că atât pilotul P_6 cît și pilotul P_7 predau încărcarea exterioară, terenului prin intermediul forțelor de frecare pe suprafața laterală la contactul între pilot și teren. Pentru următoarele trepte de încărcare cele două C.I.T. au alini diferite de dezvoltare, C.I.T. a pilotului P_6 urmînd traseul unei stricte proporționalități dintre încărcare și tasare pînă la punctul de frîntură din curbă, ceea ce dovedește că forța de frecare pe suprafața laterală a pilotului nu a fost încă total mobilizat.

În schimb C.I.T. a pilotului P_7 se caracterizează prin tasări din ce în ce mai mari, scoțînd în evidență faptul că forța de frecare pe suprafața laterală a fost mobilizată integral, încărcarea transmițîndu-se terenului prin secțiunea transversală a pilotului. Atingerea încărcării de rupere este semnalată pentru ambii piloți printr-o frîntură mai mult sau mai puțin accentuată după care tasările piloților sub încărcarea exterioară cresc foarte rapid pînă la atingerea încărcării de rupere.

Așa cum rezultă din figura 4.34 C.I.T. a pilotului P_6 este caracteristică pentru piloții flotanți iar C.I.T. a pilotului P_7 caracterizează piloții purtători pe vîrf.

În ceea ce privește încărcarea de rupere stabilită conform indicațiilor de la punctul 5.2.7. din STAS 2961/2-74 funcție de mărimea tasării respectiv a condițiilor de stabilizare a acesteia în decurs de 24 ore se consideră că aprecierea încărcării de rupere cel puțin pentru piloții flotanți nu se face în conformitate cu dezvoltarea reală a curbei de încărcare-tasare neținînd seama de momentul real de atingere a încărcării de rupere.

În acest sens se propune ca pentru piloții scurți executați pe loc realizați prin vibropresare flotanți, încărcarea de rupere să fie încărcarea pentru care în curba de încărcare-tasare apare o frîntură accentuată indiferent dacă tasarea corespunzătoare treptei de încărcare îndeplinește sau nu condițiile de stabilizare în

decurs de 24 ore, conform celor menționate în paragraful 4.3.1. Capacitatea portantă în acest caz urmînd să se calculeze cu relația:

$$R = m.k.P_r \quad [KN] \quad (4.48)$$

în care: k - coeficient de omogenitate, egal cu 0,7;
 m - coeficient al condițiilor de lucru, egal cu 1;
 P_r - încărcarea de rupere a pilotului, determinată prin încercări de teren conform cu condițiile menționate mai sus.

3.3.3 numărul de vibropresări efectuate pentru realizarea bulbului

Unul din dezideratele urmărite cu ocazia efectuării lucrărilor experimentale și care să scoată în evidență avantajele tehnice și economice ale noii tehnologii de fundare în raport cu alte soluții de fundare posibile de adoptat în aceleași condiții de teren a fost acela de a se mări capacitatea portantă a pilotului prin creerea unui bulb la partea inferioară a pilotului prin operații succesive de vibropresare (paragraful 3.2.2. și 3.2.3).

Pentru a scoate în evidență acest lucru în cadrul celor patru zone de experimentare și aplicare a tehnologiei s-au efectuat o serie de lucrări de experimentale (determinarea încărcării de rupere prin încercări statice de probă) asupra unor piloți executați în aceleași condiții de teren cu aceeași figă dar cu bulbul realizat cu una, două sau trei operații de vibropresare.

Rezultatele încercărilor experimentale, condițiile în care au fost realizați, caracteristicile geometrice ale piloților, capacitatea portantă obținută cît și sporul de capacitate portantă obținută datorită operațiilor de vibropresare sînt prezentate în tabelul 4.4.

Analizînd efectul numărului de vibropresări executate pentru realizarea bulbului, prin prisma capacității portante, se constată așa cum se vede și din tabelul 4.4. că fiecare operație de vibropresare aduce un spor de capacitate portantă, evident numai pe seama măririi ariei secțiunii transversale a pilotului.

Efectul operațiilor de vibropresare privind mărirea capacității portante a piloților scurți executați pe loc realizați prin vibropresare este funcție de natura terenului care constituie stratul portant în care se încastreză piloții cît și de gradul de îndesare respectiv starea de consistență a acestuia. Acest aspect reiese evident analizînd rezultatele din ultimile coloane

ale tabelului 4.4. din care rezultă că pentru terenuri necoezive cu îndesare medie spre îndesat aportul operațiilor de vibropresare este mai redus, ceea ce este scos în evidență prin sporul de capacitate portantă obținut. În acest caz sporul de capacitate portantă pentru prima operație de vibropresare este de circa 10%-11%, pentru a doua operație de vibropresare de circa 5%-8% ca pentru a treia operație de vibropresare sporul să fie practic negliabil.

Tabelul 4 4

Denumirea zonei de experiment și aplicare	Denum. amplas. experim.	Pilot de probă Nr.	Natura pământului din stratul de bază	Dimensiunile și modul de realizare			Capac. portantă calcul. conf. STAS 2561/3	Sporul de capacitate portantă deținută datorită operațiilor de vibropresare					
				dimensiuni		modul de realiz.		1 v.p.		2 v.p.		3 v.p.	
				diam. (cm)	fișa (m)			KN	%	KN	%	KN	%
Zona I-a de aplicare și experimentare	amplas. nr.1 anexa I-a	P ₁	nisip cu pietris îndesat	32,5	3,30	1 v.p.	536	48	9,8	-	-	-	-
		P ₂	nisip cu pietris îndesat	32,5	3,30	F.B.	488	-	-	-	-	-	-
	amplas. nr.5 anexa I-e	P ₁	nisip cu pietris îndesat	42	4,20	1 v.p.	603	-	-	32	5,3	-	-
		P ₂	nisip cu pietris îndesat	42	4,20	2 v.p.	635	-	-	-	-	-	-
	amplas. nr.6 anexa I-f	P ₁	nisip cu pietris îndesat	42	4,80	F.B.	540	-	-	79	14,6	-	-
		P ₂	nisip cu pietris îndesat	42	4,80	2 v.p.	619	-	-	-	-	-	-
Zona II-a de aplicare și experimentare	amplas. nr.1 anexa II-a	P ₃	argilă prăfoasă plastic consistent	32,5	5,10	2 v.p.	510	-	-	-	-	15	2,9
		P ₄	argilă prăfoasă plastic consistent	32,5	5,10	3 v.p.	525	-	-	-	-	-	-
	amplas. nr.3 anexa II-d	P ₁	nisip cu rar pietris cu indesare mijie spre îndesat	42	3,00	F.B.	539	48	10,7	-	-	-	-
		P ₂	nisip cu rar pietris cu indesare mijie spre îndesat	42	5,00	1 v.p.	587	-	-	48	8,2	-	-
		P ₃	nisip cu rar pietris cu indesare mijie spre îndesat	42	5,00	2 v.p.	635	-	-	-	-	-	-
	amplas. nr.3 anexa II-e	P ₁	argilă nisipoasă plastic consistent	42	5,95	F.B.	206	64	31	-	-	-	-
		P ₂	argilă nisipoasă plastic consistent	42	5,70	1 v.p.	270	-	-	-	-	-	-
	amplas. nr.4 anexa II-f	P ₁	argilă prăfoasă plastic consistent	42	6,20	F.B.	381	127	33	-	-	-	-
		P ₂	argilă prăfoasă plastic consistent	42	6,20	1 v.p.	508	-	-	63	12,4	-	-
		P ₃	argilă prăfoasă plastic consistent	42	6,20	2 v.p.	571	-	-	-	-	-	-
	amplas. nr.5 anexa II-h	P ₁	argilă nisipoasă plastic consistent	42	5,60	F.B.	222	-	-	-	-	159	7,6
		P ₂	argilă nisipoasă plastic consistent	42	5,60	3 v.p.	381	-	-	-	-	-	-
	amplas. nr.2 anexa II-k	P ₄	nisip mijlociu cu indesare medie	42	4,10	F.B.	381	55	24,6	-	-	-	-
		P ₅	nisip mijlociu cu indesare medie	42	4,10	1 v.p.	476	-	-	63	13,8	-	-
		P ₆	nisip mijlociu cu indesare medie	42	4,10	2 v.p.	539	-	-	-	-	-	-
Zona III-a de aplicare și experimentare	amplas. nr.3 anexa III-c	P ₁	nisip argilos cu indesare medie	42	6,60	F.B.	533	48	9,9	-	-	-	-
		P ₂	nisip argilos cu indesare medie	42	6,60	1 v.p.	582	-	-	75	12,8	-	-
		P ₃	nisip argilos cu indesare medie	42	6,60	2 v.p.	657	-	-	-	-	-	-

În cazul terenurilor necoezive cu îndesare medie sporul de capacitate portantă pentru prima operație de vibropresare este de circa 25% iar pentru a doua operație de vibropresare de circa 13%.

În ceea ce privește terenurile coezive sau slab coezive aportul operațiilor de vibropresare se manifestă în mod asemănător ca și în cazul terenurilor necoezive dar cu o intensitate mai mare pentru prima și a doua operație de vibropresare. Evident și în acest caz un aport substanțial asupra sporului de capacitate portantă obținută pe seama operațiilor de vibropresare, îl are starea de consistență a terenului coeziv.

În acest sens, în cazul terenurilor coezive plastic consistente spre plastic vîrtoase, sporul de capacitate portantă pentru prima operație de vibropresare este de circa 31%-33% pentru a doua operație de vibropresare este de circa 12% iar pentru a treia operație de circa 3%. Rezultă că în acest caz sporul de capacitate portantă obținut pentru trei operații de vibropresare este de circa 45%-50%. În schimb în cazul terenurilor coezive plastic consistente spre plastic moale sporul de capacitate portantă obținut prin efectuarea a trei operații de vibropresare este evident mai mare și anume în jur de 70%.

Avînd în vedere aceste concluzii desprinse din analiza rezultatelor lucrărilor experimentale, se pot stabili coeficienți de sporire a capacității portante pentru piloții scurți executați pe loc realizați prin vibropresare purtători pe vîrf, în cazul celor două categorii de teren (necoeziv și coeziv) corespunzător fiecărei operații de vibropresare.

În tabelul 4.5. sînt prezentați acești coeficienți de sporire a capacității portante pentru cele două categorii de teren funcție de gradul de îndesare, starea de consistență cît și numărul de vibropresări.

Acești coeficienți permit stabilirea cu destulă exactitate a capacității portante a piloților scurți executați pe loc prin vibropresare realizați cu bulb dacă se cunoaște capacitatea portantă a unui pilot executat pe loc realizat prin vibropresare în aceleași condiții de teren și fișă a pilotului, ne mai fiind necesară efectuarea de încercări în teren a piloților de probă realizați cu bulb. Calculul se poate face cu relația:

$$R_{vp} = m_5 \cdot R \quad [KN] \quad (4.49)$$

în care:

m_5 - coeficientul de sporire a capacității portante;

R - capacitatea portantă a unui pilot fără bulb cu același diametru nominal și fișă ca și al pilotului cu bulb, în KN.

Tinând seama de condițiile în care se realizează piloții executați pe loc realizați prin vibropresare de modificările structurale ce iau naștere în terenul străbătut de tubul metalic de inventar datorită energiei vibrațiilor cât și faptul că capacitatea portantă poate fi mărită prin realizarea unui bulb la partea inferioară a pilotului se propune completarea punctului 3.2.5. și 3.2.7. din STAS 2561/3-76.

TABELUL 4.5.

Natura terenului din stratul de bază	Gradul de îndesare respectiv starea de consistență	Coeficientul de sporire a capacității portante m_5		
		1 V.P.	2 V.P.	3 V.P.
Teren necoeziv	îndesate	1,10	1,15	1,18
	îndesare medie	1,25	1,40	1,50
Teren coeziv	$0,5 < I_c < 1,0$	1,30	1,45	1,55

În acest sens, în condițiile specificate la punctul 2.7.1. și 2.7.3. din STAS-ul 2561/3-76 capacitatea portantă la compresiune a unui pilot purtător pe vîrf executat pe loc realizat prin vibropresare, se propune să se calculeze cu relația:

$$R = k \cdot m_3 \cdot m_5 \cdot m_6 \cdot R^n \cdot A \quad (4.50)$$

în care:

m_3 -coeficient al condițiilor de lucru, dat în tabelul 8 din STAS 2561/3-76;

m_5 -coeficient de sporire a capacității portante pe seama realizării bulbului, dat în tabelul 4.5 propus de autor;

m_6 -coeficient al condițiilor de lucru dat în tabelul 4.6 propus de autor;

R^n -rezistența normală a pămîntului sub vîrfurile pilotului, dată în tabelul 6 din STAS 2561/3-76, în kPa;

A -aria secțiunii nominale a pilotului, în m^2 ;

Valorile coeficientului m_6 au fost stabiliți în baza rezultatelor experimentale efectuate pentru determinarea modificărilor structurale ce apar în teren cu ocazia înfîșierii dispozitivului de lucru sub efectul vibrării (vezi paragr. 3.3.2.2).

La baza stabilirii valorilor pentru coeficientul m_6 au stat diagramele de variație a indicatorului de modificări structurale (I_g) cât și diagramele de penetrare P.D.U. diferențiale. Admiterea acestor coeficienți supraunitari de către autor este întărită și de concluziile ce se desprind din lucrările experimentale [45], [70], [87], [106] efectuate și de alți cercetători și care au menționat

faptul că în special în cazul terenurilor necoezive, modificările structurale produse cu ocazia înfigerii în teren a tuburilor metalice recuperabile în special prin vibrare au o influență pozitivă asupra capacității portante a piloților executați pe loc.

TABELUL 4.6.

Modul de execuție a pilotului	Coeficientul condițiilor de lucru	
	m_6	m_7
Piloți executați pe loc realizați prin vibropresare:		
a) Terenuri necoezive		
-îndesate	1,20	1,10
-cu îndesare medie	1,30	1,20
b) Terenuri coezive		
-cu indicele de consistență $0,5 < I_c < 1,0$	1,00	1,05

În ceea ce privește capacitatea portantă la compresiune a unui pilot flotant executat pe loc realizat prin vibropresare, se propune să se calculeze cu relația:

$$R = k(m_3 \cdot m_5 \cdot m_6 \cdot R^n \cdot A + m_7 \cdot U \sum f_i^n \cdot l_i) \quad [\text{KN}] \quad (4.51)$$

în care: k, m_3, m_5, m_6, R^n, A , au semnificațiile prezentate anterior.

m_7 -coeficient al condițiilor de lucru dat în tabelul 4.7, propus de autor;

U -perimetrul secțiunii transversale nominale a pilotului, în m;

f_i^n -rezistența normată pe suprafața laterală a pilotului în dreptul stratului "i" conform tabelului 7 din STAS 2561/3-76, în kPa;

l_i -lungimea pilotului în contact cu stratul "i", în m.

Relațiile (4.50)(4.51) propuse pentru calculul capacității portante la compresiune a piloților scurți executați pe loc realizați prin vibropresare, țin seama de particularitățile tehnologiei de lucru, în ceea ce privește posibilitatea măririi capacității portante a piloților prin creierea bulbului la partea inferioară, cât și de modificările structurale care apar avînd în vedere energia folosită pentru înfigerea în teren a dispozitivului de lucru necesar executării piloților.

Luarea în considerare a acestor particularități ale tehnologiei de lucru, în calculul capacității portante, face la posibilitatea unei aprecieri mai juste a acesteia, prin obținerea unor valori mai ridicate, aspect care se reflectă în mod direct asupra eficienței tehnico-economice a tehnologiei de lucru în condiții și în special asupra eficienței investițiilor alocate pentru lucrările de infrastructură ce urmează să se execute în condiții dificile de teren.

CAPITOLUL 5

CONSTATARI SI CONSIDERATII ECONOMICE PRIVIND FUNDAREA
PE PILOTI SCURTI EXECUTATI PE LOC REALIZATI PRIN VI-
BROPRESARE

Este stiut faptul că munca de studiu și cercetare în orice domeniu de activitate tehnico-inginerească și în special al tehnologiilor de execuție, este recunoscută respectiv acceptată, dacă pe lângă avantaje tehnice, noua tehnologie elaborată, prezintă și avantaje economice evidente.

Acest deziderat trebuia să fie îndeplinit și în cazul tehnologiei de execuție care face obiectul prezentei teze de doctorat.

Ca urmare, preocupările autorului au fost axate și în această direcție, dorindu-se ca o modestă contribuție la activitatea de căutare a unor soluții economice și cu eficiență tehnică pentru lucrările din infrastructură, în marea diversitate de soluții și condiții de teren ce pot fi întâlnite în practică.

Interesul manifestat de cercurile de specialiști pentru procedeul de fundare pe piloți scurți executați pe loc, realizați prin vibropresare a fost sporit și de construcția pe plan național a utilajului conceput pentru realizarea acestei tehnologii (AVP-1) care permite obținerea unei productivități ridicate pe lângă o serie de avantaje tehnico-economice deloc neglijabile în raport cu alte soluții de fundare posibile de adoptat în aceleași condiții de teren.

În acest context soluțiile de fundare pe piloți care au fost considerate mult timp ca soluții speciale de fundare, la care criteriul economic avea o importanță secundară, sînt astăzi soluții, procedee de lucru aplicate în mod curent și cu eficiență tehnico-inginerească ridicată, evident în condițiile de teren unde se pretează.

Competitivitatea unui procedeu de fundare față de altul rezidă din compararea care se face între:

- procedeele de execuție;
- consumul de materiale;
- consumul de energie;
- productivitatea muncii;
- reducerea volumului de investiții aferente lucrărilor din infrastructură.

Acest lucru a făcut ca în prezent să existe o gamă foarte variată de tehnologii de realizare a fundațiilor, fiecare tehnologie fiind proprie unei anumite etape de dezvoltare tehnică a lumii contemporane, pretîndu-se în condițiile parametrilor economici cei mai favorabili numai în anumite situații caracteristice de teren.

Încă dela începutul lucrărilor experimentale de șantier făcute în vederea aplicării soluției de fundare pe piloți scurți executați pe loc, realizați prin vibrare s-a avut în considerare aspectul economic.

Pentru a putea ilustra eficiența economică a acestui nou procedeu de fundare, autorul a făcut o serie de studii economice comparative privind costurile globale, consumul de manoperă și materiale, durata de execuție și productivitatea muncii, costul unui KN capacitate portantă cât și asupra consumurilor de energie și carburant, între noua soluție de fundare adoptată și diverse soluții clasice preconizate inițial în virtutea condițiilor reale de teren. Analizele economice comparative s-au făcut asupra unor construcții executate în cadrul celor patru zone de experimentare și aplicare.

5.1. Asupra costului global al lucrărilor din infrastructură

În vederea elucidării acestui aspect pentru lucrările din zona I de experimentare și aplicare, încă din anul 1969 s-a făcut adaptarea proiectului tip IPCT nr. 1581/68 pentru un bloc de locuințe din penouri mari cu P+4 niveluri de la soluția de fundare directă la soluția de fundare pe piloți scurți executați pe loc realizați prin vibrare precum și în soluția de fundare pe piloți prefabricați [47].

Prin aceasta s-a urmărit stabilirea eficienței economice a noii soluții de fundare față de fundarea directă la cota de fundare de 4,0 m respectiv față de soluția de fundare pe piloți prefabricați de aceeași lungime și în aceleași condiții de teren.

Costul global al lucrărilor de infrastructură pentru cele trei variante în discuție a fost:

- | | |
|---|--------------|
| - fundarea directă | 228.000 lei. |
| - fundarea pe piloți prefabricați | 257.000 lei. |
| - fundarea pe piloți scurți executați
pe loc realizați prin vibropresare | 169.000 lei. |

După cum se observă din cifrele rezultate, din punct de vedere al costului global, se impune soluția de fundare pe piloți scurți executați pe loc realizați prin vibropresare, economia rezultată față de fundarea directă fiind de 59.000 lei, ceea ce reprezintă o reducere a costului cu 25,8%, iar față de fundarea pe piloți prefabricați economia este de 88.000 lei reprezentând o reducere a costului global 34,25%.

Analiza economică comparativă făcută cu ocazia realizării unor lucrări în zona II-a de experimentare și aplicare permite evidențierea unor concluzii asemănătoare.

Se precizează că în acest caz comparația costurilor globale s-a făcut între soluția de fundare pe piloți scurți executați pe loc și soluția de fundare directă a unor clădiri din cadrul grupului școlar UCECOM și MIA.

Amplasamentul destinat construcției celor două grupuri școlare compuse din 2 licee, 4 cămine, centrală termică și cantină, era caracterizat prin existența unor umpluturi generale neomogene cu grosimi de până la 2,80 m, iar stratificația terenului de sub umplutură se caracteriza printr-o neuniformitate accentuată atât pe verticală cât și pe orizontală fiind constituită din nisipuri afinate intercalate de strate din pământuri coezive cu caracteristici fizico-mecanice reduse.

Având în vedere condițiile de teren a fost adoptată soluția de fundare pe piloți scurți executați pe loc realizați prin vibropresare înlocuindu-se fundarea directă.

Analizele economice comparative privind costul global pentru fiecare obiect din zonă, au scos în evidență că soluția de fundare pe piloți scurți executați pe loc este mai economică.

În tabelul 5.1. sînt prezentate diferențele de cost dintre cele două soluții în discuție.

Tabelul 5.1.

Denumirea lucrării	COSTURI GLOBALE		Diferențe de cost	
	Soluția de fundare directă	Soluția de fundare pe piloți scurți	Lei	%
Liceu 16 clase MIA	832.000	701.900	130.100	15,60
Internat nr.1	452.100	375.000	77.100	17,10
Internat nr.2	550.200	376.500	173.700	31,60
Internat nr.3	465.000	376.300	88.700	19,10
Internat nr.4	452.000	381.300	70.700	15,60
Liceu UCECOM	710.000	603.000	107.000	15,10

Din datele prezentate rezultă o reducere a costului global a infrastructurii pentru toate obiectivele din zonă prin trecerea dela soluția de fundare directă la soluția de fundare pe piloți scurți executați pe loc prin vibropresare într-un procentaj cuprins între 15,1% - 31,6%.

În vederea evidențierii avantajelor economice în cazul lucrărilor executate în zona III-a de experimentare și aplicare s-a procedat încă în faza de început a lucrărilor la evidența cheltuielilor efectuate cu ocazia aplicării tehnologiei de fundare pe piloți scurți executați pe loc realizați prin vibropresare.

Analiza economică comparativă s-a făcut între soluția de fundare pe piloți prefabricați și soluția de fundare pe piloți executați pe loc, referindu-se numai la piloți, deoarece celelalte lucrări din infrastructură aveau același cost pentru ambele variante.

În tabelul 5.2 sînt prezentate costurile realizate pe categorii de cheltuieli pentru două lucrări realizate în zonă.

Tabelul 5.2.

Denumirea lucrării	Nr. piloți	CHELTUIELI TOTALE(mii lei)											
		Material			Manoperă			Utilaj			Total		
		A	B	dif.	A	B	Dif.	A	B	Dif.	A	B	Dif.
Bloc locuințe A ₅ -P+10 niv.	148	216	85	131	36	26	10	137	86	51	389	197	192
Bloc locuințe E ₄ -P+10 niv.	240	294	136	158	43	33	10	179	101	78	516	210	246
TOTAL	388	510	221	289	79	59	20	316	187	129	905	467	438

A - Soluția de fundare pe piloți prefabricați

B - Soluția de fundare pe piloți executați pe loc.

După cum se poate observa față de cheltuielile prevăzute a se efectua în cazul soluției de fundare pe piloți prefabricați, cheltuielile efectiv realizate cu ocazia executării aceluiași număr de piloți dar executați pe loc prin vibropresare sînt cu mult mai mici și anume:

- materiale: 221.000 lei, ceea ce reprezintă o reducere de 56,7 %;
- manoperă: 59.000 lei, ceea ce reprezintă o reducere a cheltuielilor cu 25,4 %;
- utilaj: 187.000 lei, ceea ce reprezintă o reducere a cheltuielilor cu 40,8%.

Pentru cei 388 de piloți realizați pentru fundarea celor două blocuri, costurile globale s-au ridicat la suma de 467.000 lei ceea ce reprezintă o reducere față de costurile în varianta piloți prefabricați cu 438.000 lei respectiv 48,4 %.

Pentru a scoate în evidență eficiența economică prin prisma costului global la lucrările de infrastructură și pentru lucrări din zona IV de experimentare și aplicare s-a făcut o analiză comparativă la un bloc de locuințe cu P+10 niveluri ce s-a construit în orașul Zalău, prevăzut a se funda în soluție de fundare directă de adâncime prin chesoane deschise.

În tabelul 5.3. se prezintă costurile prevăzute pentru ambele variante pe categorii de cheltuieli cât și economiile realizate.

Tabelul 5.3.

Denumirea lucrării	CHELTUIELI TOTALE (mii lei)											
	Material			Manoperă			Utilaj			Total		
	C	B	Dif.	C	B	Dif.	C	B	Dif.	C	B	Dif.
Bloc locuințe "SCALA" P + 10 niv.	520	218	-402	331	75	-256	54	186	+132	1005	479	526

C- Soluția de fundare pe chesoane deschise

B- Soluția de fundare pe piloți executați pe loc.

Ca și în cazurile precedente prin aplicarea soluției de fundare pe piloți scurți executați pe loc prin vibropresare se realizează economii. În acest caz economiile înregistrate apar la indicatorii cost materiale și cost manoperă, pe când la indicatorul cost utilaj apare o creștere a cheltuielilor cu 24 ori mai mult față de indicatorul cost utilaj din vechea variantă de fundare.

Economiile realizate la costul global se ridică la suma de 526.000 lei ceea ce reprezintă 52,3%.

Din cele prezentate rezultă în mod evident că în cazul adoptării soluției de fundare pe piloți executați pe loc realizați prin vibropresare, costurile globale ale lucrărilor de infrastructură sînt mai mici, în raport cu soluțiile clasice de fundare adoptate în aceleași condiții de teren. În graficul din fig.5.1 sînt prezentate procentual diferențele la costul global al lucrărilor de infrastructură, înregistrate la construcțiile realizate în soluția de fundare pe piloți scurți executați pe loc prin vibropresare în condițiile de teren caracteristice celor patru zone de experimentare și aplicare.

După cum se observă din grafic, indiferent de tipul de construcție, costul global al lucrărilor este mai **mare** în cazul fundării directe cu 26%-36% în cazul fundării pe piloți prefabricați cu 54% - 75%, și în cazul fundării pe puțuri deschise cu 91%-92% față de fundarea pe piloți scurți executați pe loc prin vibropresare.

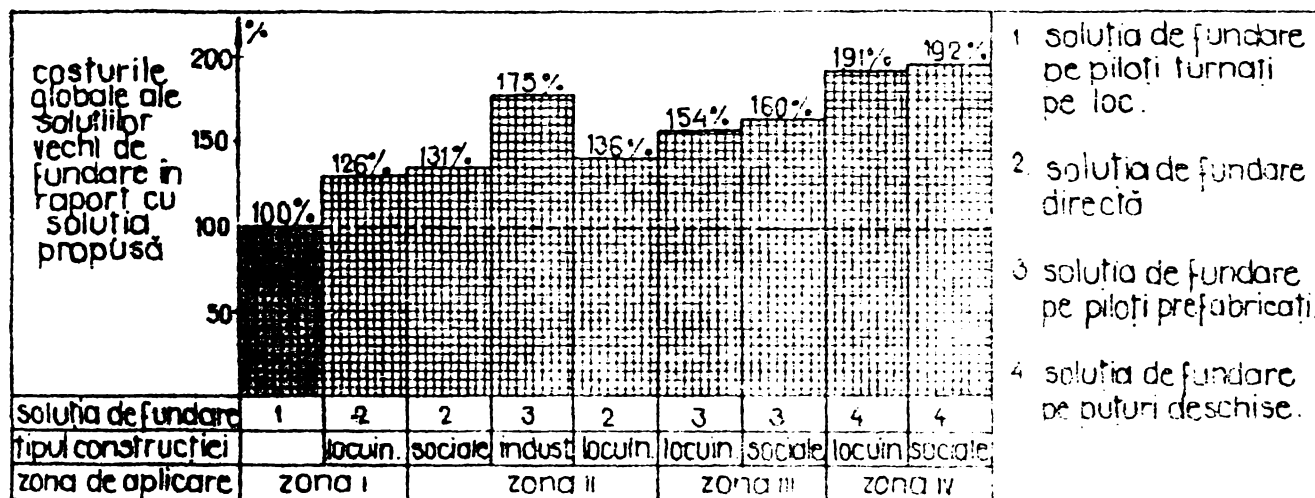


Fig.5.1.

Rezultă în mod evident că utilizarea tehnologiei de fundare pe piloți scurți executați pe loc realizați prin vibropresare, din punct de vedere al costului global al lucrărilor din infrastructură, este justificată în toate cazurile, datorită unei eficiențe economice ridicate față de soluțiile de fundare clasice adoptate în condiții similare de teren.

5.2. Asupra consumului de materiale, manoperă și utilaje la lucrările din infrastructură

Economiile înregistrate la indicatorul cost global sînt realizate pe baza reducerii substanțiale a unor lucrări, a consumului de materiale manoperă și utilaj.

Pentru evidențierea influenței acestora asupra reducerii costului global al lucrărilor de infrastructură în cazul folosirii piloților scurți executați pe loc prin vibropresare s-au întocmit analize comparative între diversele categorii de lucrări sau consumuri de materiale pentru cîteva obiective realizate în cele 4 zone de experimentare și aplicare.

În acest sens în cadrul zonei I de experimentare și aplicare s-a făcut o analiză comparativă între soluția de fundare directă soluția de fundare pe piloți prefabricați și soluția de fundare pe piloți executați pe loc realizați prin vibropresare [7].

Tabelul 5.4

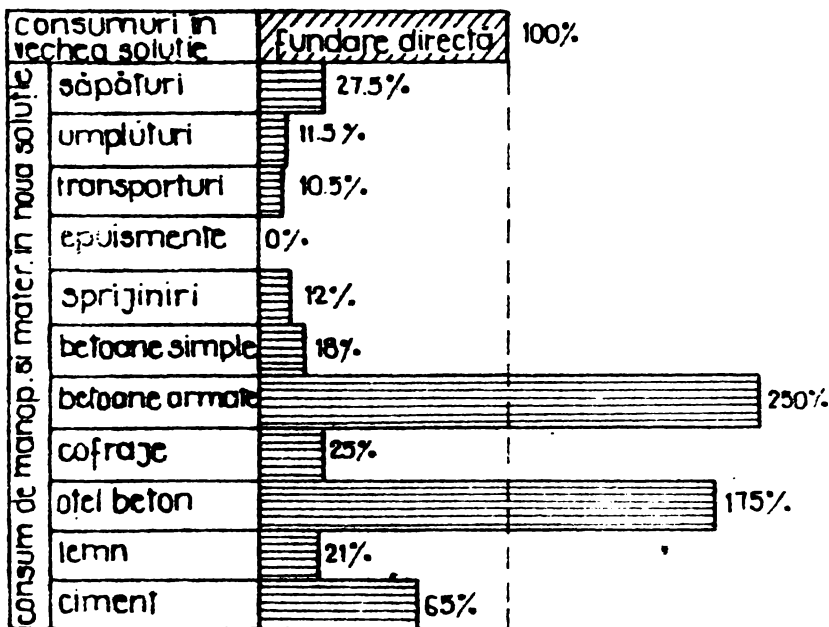
Denumirea lucrărilor	U M	Consumuri pe variante de fundare										
		Fundare directă D=4.00 m	Fundare pe piloți prefa- bricați 30x30 L=5.00 m				Fundare pe piloți executa- ți pe loc φ32.0cm L=5.00 m					
			consum	reduceri		depășiri		consum	reduceri		depășiri	
		cant.	%	cant.	%		cant.	%	cant.	%		
săpături	mc	1052	288	764	73	—	—	288	764	73	—	—
umpluturi	mc	703	69	634	90	—	—	69	634	90	—	—
transport auto	t	1995	215	1780	89	—	—	215	1780	89	—	—
epuizmente	ore	600	—	600	100	—	—	—	600	100	—	—
sprijiniri	mp.	1970	131	1839	93	—	—	131	1839	93	—	—
betoane simple	mc	424	76	348	82	—	—	76	348	82	—	—
betoane armate	mc	52	119	—	—	67	129	130	—	—	78	150
armătură	kg.	3360	13360	—	—	10600	317	5855	—	—	2435	74
cofraje	mp	2150	536	1614	75	—	—	536	1614	75	—	—

După cum rezultă din tabelul 5.4. consumurile de lucrări, materiale și implicit manopera sînt cele mai reduse pentru fundarea pe piloți scurți executați pe loc prin vibropresare, totuși se înregistrează o depășire față de fundarea directă la betoane armate de la 52 mc la 130 mc cît și la armătură de la 3360 kg la 5855 kg.

Aceste depășiri nu influențează în mod substanțial costul global al lucrărilor din infrastructură, deoarece consumul de beton pentru lucrările de infrastructură scade în total cu 270 mc ceea ce reprezintă o economie importantă de ciment și agregate în raport cu soluția de fundare directă.

În graficul din fig.5.2 sînt prezentate procentual consumurile de manoperă și materiale din cadrul principalelor lucrări ce se înregistrează cu ocazia aplicării soluției de fundare pe piloți scurți executați pe loc realizați prin vibropresare pentru un bloc de locuit construit pe un amplasament din cadrul zonei I de experimentare și aplicare raportate la cele din soluția de fundare directă posibil de aplicat în aceleași condiții de teren. După cum reiese din grafic noua soluție înregistrează un consum sporit de manoperă la betoane armate respectiv la oțel beton, depășiri ce sînt compensate de reducerile înregistrate la ceilalți indicatori, reducerea costului global fiind de 26% [80].

Pentru unele construcții realizate pe unul din amplasamentele de aplicare ale zonei II de experimentare și aplicare s-au făcut



cut analize comparative similare cu cele prezentate anterior. În acest caz s-a comparat soluția de fundare pe piloți scurți executați pe loc realizați prin vibrare, cu soluția de fundare directă la adâncimea de fundare, $D=2,5$ m.

În graficul din fig. 5.3. sînt prezentate procentual consumurile principalelor lucrări ce s-au efectuat cu ocazia apli-

Fig.5.2. Consum de manop. și mater. în noua soluție în raport cu soluția de fundare directă.

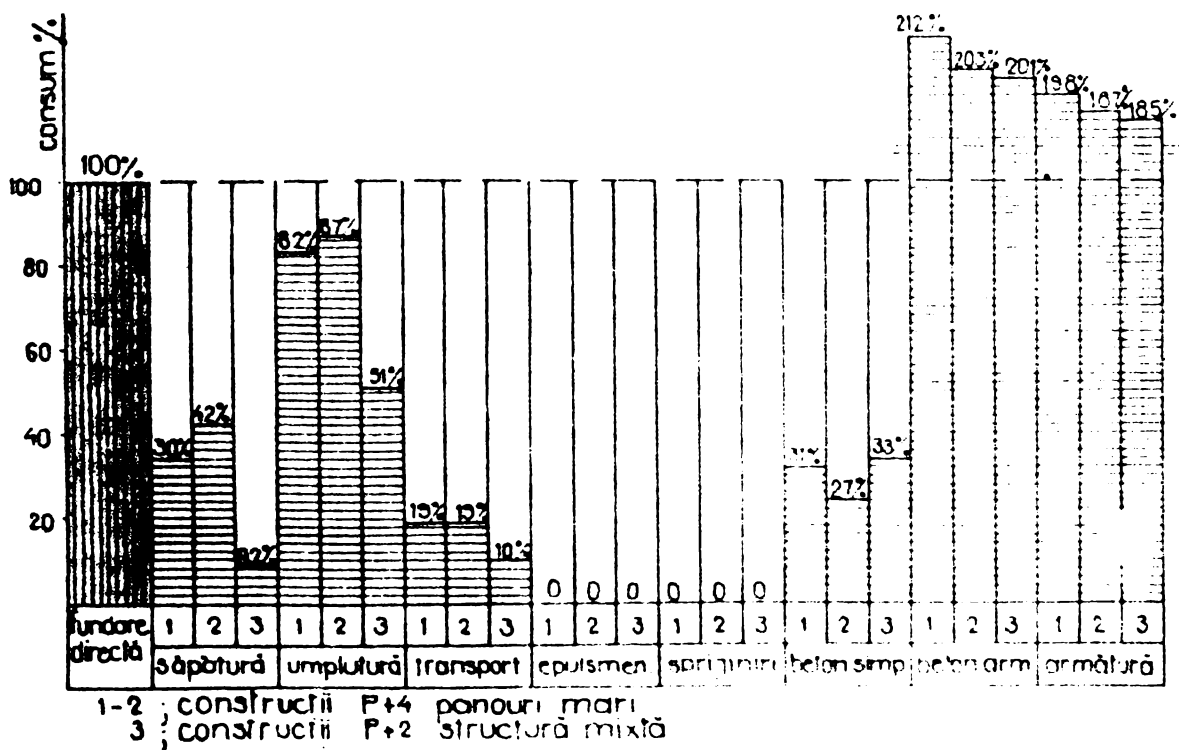


Fig.5.3.

Analizînd graficul din figura 5.3. se observă că în cazul soluției de fundare pe piloți scurți executați pe loc realizați prin vibropresare consumul principalelor lucrări este cu mult mai scăzut față de fundarea directă exceptînd lucrările de beton armat și consum de armătură care în general se dublează, depășiri care sînt compensate din punct de vedere valoric de reducerile înregistrate la ceilalți indicatori [83].

In graficul din figure 5.4. sînt prezentate costurile globale înregistrate pentru soluția de fundare pe piloți scurți executați pe loc, pentru construcțiile la care s-a analizat consumul

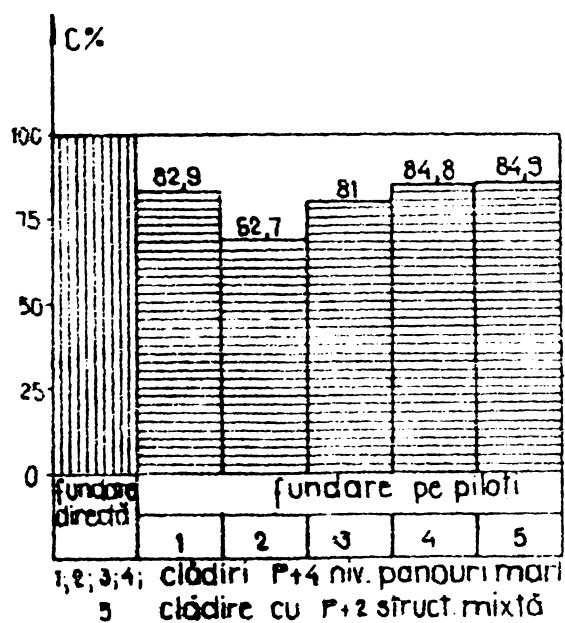


Fig.5.4.

principalelor lucrări prezentate în fig.5.3. După cum se poate observa din grafic costurile globale pentru fiecare clădire în parte sînt mai reduse cu 15,1%-31,3% față de costurile globale ale lucrărilor de infrastructură în soluția de fundare directă. Ecartul destul de mare al procentelor de reducere fiind dictat de condițiile de teren, respectiv de fundare, în soluția de fundare directă a fiecărei clădiri în parte.

In vederea elucidării unor aspecte definitorii, din punct de vedere economic a noii soluții de fundare s-a întocmit un studiu economic comparativ pentru lucrările de infrastructură a proiectelor tip T 770 - secțiunea Pa₂ analizîndu-se soluția de fundare directă de medie adîncime, adoptată în prezent de proiectanți, soluția de fundare pe piloți scurți executați pe loc realizați prin vibropresare. Studiul s-a făcut pentru condițiile de teren ale unui amplasament din zona I de experimentare și aplicare. In figura 5.5. este prezentată stratificarea din zona amplasamentului, soluția de fundare acceptată de proiectant (fig. 5.5.a) cît și soluția de fundare pe piloți scurți executați pe loc prin vibropresare (fig.5.5 b).

Stratul portant constituit din nisip cu pietriș cu îndesare medie apare la cota de 200,80 m, adîncimea de fundare stabilindu-se la cota de 200,50 m adică la -2,65 m de la C.T.N. Funcție de condițiile de teren, pentru fundarea indirectă pe piloți scurți executați pe loc prin vibropresare s-a considerat o încastrare a pilotului în stratul portant de 1,00 m, sub cota de 200,50 m, rezultînd fișa pilotului de 3,60 m.

Pentru fundarea indirectă pe piloți scurți executați pe loc prin vibropresare sînt necesari 110 piloți.

Numărul de piloți a rezultat din calculul de distribuție al acestora admițându-se o capacitate portantă rezultată din încercări de probă efectuate în zonă, de 30 KN pe pilot.

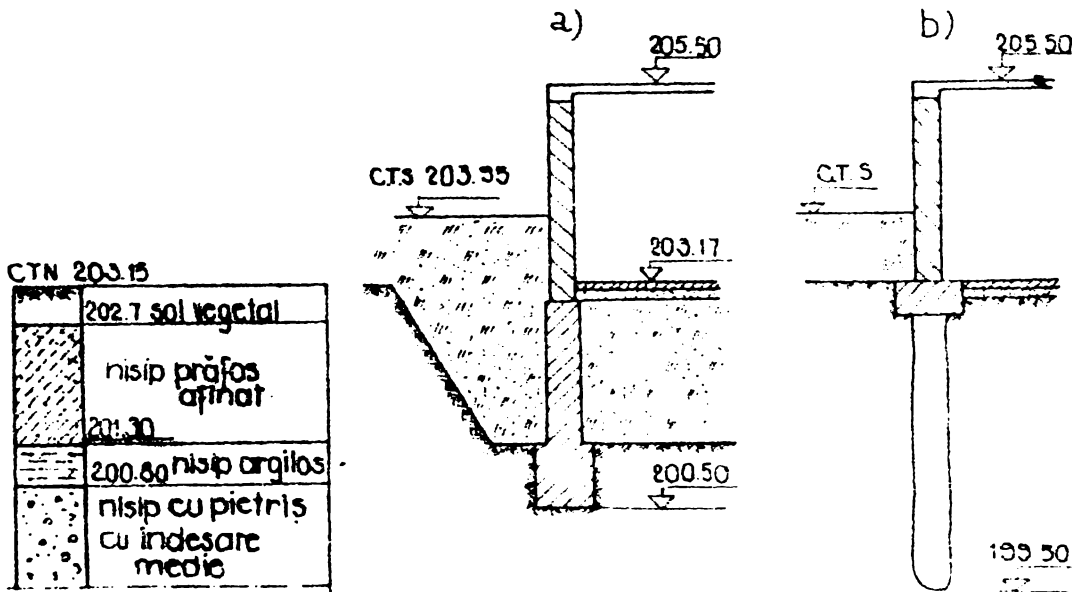


Fig. 5.5.

În graficul din figura 5.6. sînt prezentate cheltuielile directe la indicatorii material, mănoperă și utilaj pentru fiecare soluție de fundare luată în discuție, în condițiile

de teren ale amplasementului. Analizînd variația cheltuielilor

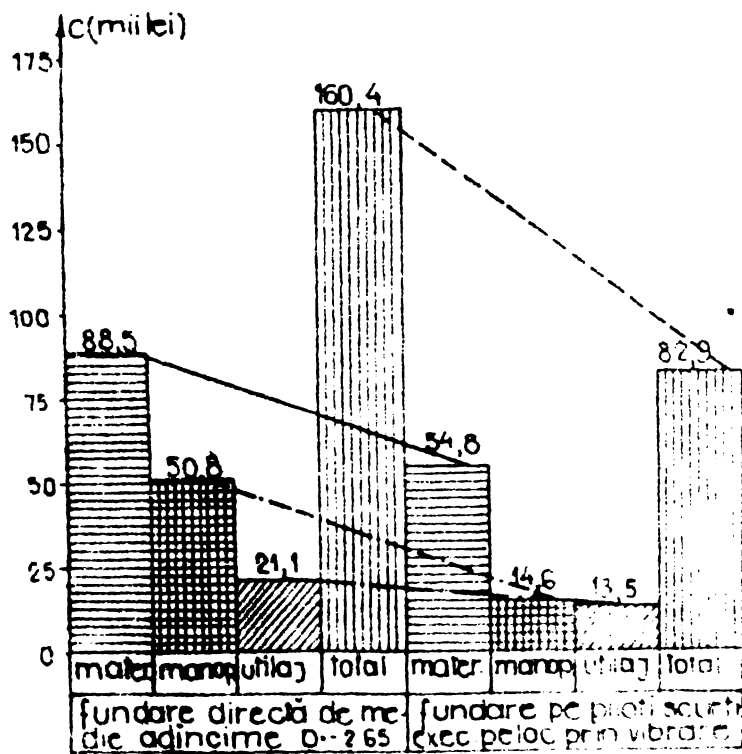


Fig. 5.6.

directe totale în cadrul celor două soluții de fundare în discuție se constată o scădere a cheltuielilor cu 48 % în cazul fundării pe piloți scurți executați pe loc prin vibropresare, față de fundarea directă de medie adîncime.

În ceea ce privește cheltuielile la indicatorii materiale ele prezintă, față de soluția de fundare directă de medie adîncime, o scădere de 30% dacă fundarea se face indirect pe piloți

scurți executați pe loc realizați prin vibropresare.

Variația cheltuielilor la indicatorii mănoperă, indică o scădere pronunțată în cazul fundării indirecte pe piloți scurți executați pe loc realizați prin vibropresare în raport cu fundarea directă de medie adîncime. Reducerile procentuale față de fundarea directă de medie adîncime fiind de 71%.

Indicatorul cheltuieli utilaje prezintă față de fundarea directă de medie adâncime, o scădere de 36% în cazul aplicării soluției de fundare pe piloți scurți executați pe loc realizați prin vibropresare.

Din cele prezentate rezultă că aplicarea soluției de fundare pe piloți scurți executați pe loc prin vibropresare, aduce economii importante privind principalii indicatori ai producției globale cât și la reduceri substanțiale ale consumurilor de energie carburanți etc, avînd repercusiuni directe asupra mărimii valorii producției nete realizate în cadrul lucrărilor de infrastructură.

Analizînd consumul de lucrări caracteristice pentru infrastructură la fiecare din cele două soluții posibile de adoptat se constată o reducere importantă de lucrări în favoarea soluției de fundare pe piloți scurți executați pe loc prin vibropresare. În figura 5.7 sînt prezentate diagramele de variație a consumului principalelor lucrări din infrastructură pentru cele două soluții de fundare în discuție.

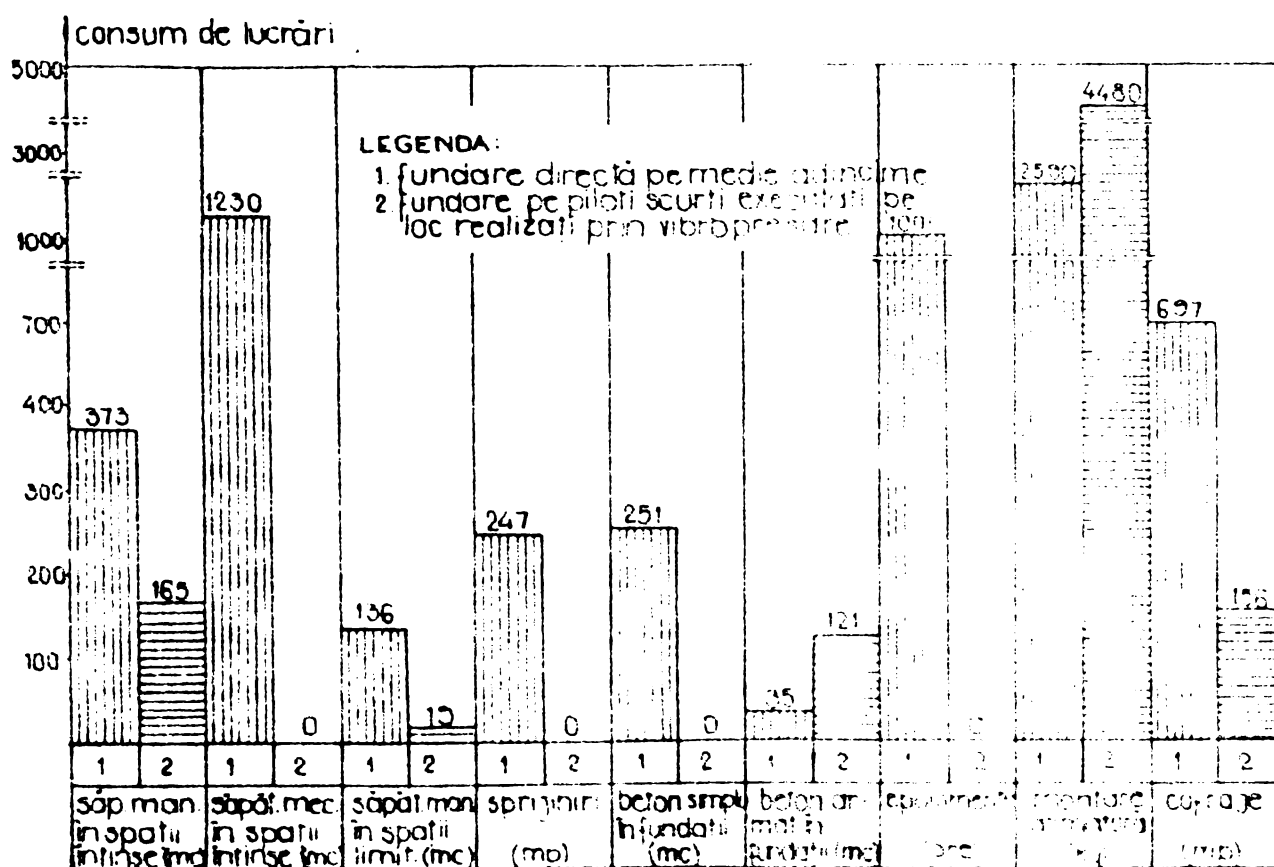


Fig.5.7.

Din analiza făcută asupra diagramei prezentate în Fig. 5.6. se observă că la articolul beton armat în fundatii respectiv armătură, soluția de fundare pe piloți scurți executați pe loc prin vibropresare prezintă un consum de aproximativ 3,5 ori mai mare la beton armat respectiv de aproximativ 3,0 ori la ar-

mătură față de fundarea directă de medie adâncime, consumul respectiv cheltuielile sînt compensate de reducerile la celelalte lucrări caracteristice din infrastructură (săpături manuale, săpături mecanizate, sprijiniri, epuizamente, betoane simple în fundații).

Acest lucru face ca soluția de fundare indirectă pe piloți scurți executați pe loc realizați prin vibropresare să constituie o soluție de fundare eficientă din punct de vedere economic.

Economiile efective ce se obțin prin aplicarea soluției de fundare pe piloți scurți executați pe loc rezultă și din compararea cheltuielilor pe apartament respectiv pe mp de suprafață construită înregistrate pentru lucrările de infrastructură a fiecărei soluții de fundare în discuție, evident în aceleași condiții de teren.

Tabelul 5.5.

Denumirea soluției de fundare	Valoarea producției globale (lei)	Număr de apartam. - al tronson analizat	Suprafața construită (mp)	Cheltuieli totale	
				raportate la un apart. (lei/ap)	raportate la 1 mp. supr. constr. (lei/mp)
Fundare directă de medie adâncime	189.000	20	386	9450	490
Fundare pe piloți scurți executați pe loc prin vibropresare	97.300	20	386	4865	252

Din analiza datelor cuprinse în tabelul 5.5. rezultă că economiile obținute la lucrările de infrastructură raportate pe un apartament, în cazul adoptării soluției de fundare pe piloți scurți executați pe loc prin vibropresare sînt de 4585 lei față de soluția de fundare de medie adâncime. În ceea ce privește cheltuielile raportate la 1,0 mp suprafață construită, acestea sînt mai mici cu 238 lei/mp față de soluția de fundare directă de medie adâncime [83].

Tinînd seama de numărul mare de apartamente ce urmează să se construiască în viitorul cincinal, pe amplasamente cu caracteristicile geotehnice și de stratificație similare cu cele prezentate în studiul comparativ și ținînd cont de reducerea cheltuielilor aferente lucrărilor de infrastructură raportate pe un apartament, rezultă posibilitatea realizării unor economii considerabile la fondurile de investiții alocate construcției de locuințe. Rezultă deci că tehnologia de execuție a piloților scurți executați pe loc prin vibropresare pentru fundarea indirectă a

construcțiilor se constituie ca o tehnologie inginerescă eficientă din punct de vedere economic în raport cu alte tehnologii de fundare posibile de acceptat în aceleași condiții de teren.

5.3. Asupra duratei de execuție și a productivității muncii

Plecând de la ideea că asupra eficienței economice a unui procedeu sau tehnologii de execuție acționează direct durata necesară realizării produsului finit, în cazul nostru al unui pilot respectiv a întregii infrastructuri, încă de la primele încercări experimentale s-a urmărit acest aspect important [30], [47], [51], [82].

În cadrul lucrărilor experimentale și în special la lucrările de realizare a piloților executați pe loc prin vibropresare în condiții de șantier s-a urmărit durata necesară realizării unui pilot cât și cauzele care influențează durata de execuție.

Măsurătorile s-au făcut numai pentru situații concrete de șantier, în condiții de teren diferite, pentru fiecare fază de lucru a tehnologiei de realizare a piloților. Făcând o medie a cronometrărilor realizate pentru diferite amplasamente din cadrul zonelor experimentale și de aplicare a tehnologiei s-au obținut rezultate interesante ce sînt prezentate în tabelul 5.6.

Tabelul 5.6.

Denumirea principalelor faze a tehnologiei de lucru	Durata de realizare a fazelor (minute)			
	zona de experimen-tare și aplicare Nr.I	zona de experimen-tare și aplicare Nr.II	zona de experimen-tare și aplicare Nr.III	zona de experimen-tare și aplicare Nr.IV
Infigere în teren a dispozitivului de lucru	8,0	8,0	12,0	10,0
Desprinderea vibratorului de dispoz.de lucru*	-	-	5,0	5,0
Introd.carcasei de armătură în disp.de lucru *	-	-	3,0	3,0
Turnarea betonului în dispozitivul de lucru	10,0	15,0	20,0	18,0
Frinderea vibratorului de dispozit.de lucru *	-	-	5,0	4,0
Extrag.dispozitivului de lucr.din teren și deplas.utilaj	4,0	4,0	5,0	5,0
Armarea pilotului la partea superioară	5,0	3,0	-	-
DURATA TOTALA / PILOT	27,0	30,0	50,0	45,0

Notă: Fazele notate cu asteric se referă la tehnologia de realizare a piloților executați pe loc prin vibropresare armați de întreaga lungime.

Durata reală de realizare a unui pilot executat pe loc prin vibropresare, în condiții de șantier, respectiv producția zilnică depinde de următorii factori:

- organizarea locului de muncă;
- însușirea corectă de către muncitori a fazelor din tehnologia de lucru;
- aprovizionarea ritmică cu beton;
- funcționarea continuă și corespunzătoare a utilajului.

Astfel pe șantierele unde s-a aplicat noua tehnologie de realizare a piloților scurți executați pe loc și s-au îndeplinit condițiile mai sus menționate s-au putut realiza producții zilnice ridicate. În tabelul 5.7 sînt prezentate duratele medii de execuție a unui pilot precum și producțiile maxime și medii zilnice înregistrate cu ocazia unor lucrări realizate în cadrul celor patru zone de experimentare și aplicare a tehnologiei.

Tabelul 5.7.

Nr. crt.	Denumirea zonei experimentale	Caracteristici pilot			Dura- ta medie de exec.	Produc- ția max realiz. piloți/ schimb	Produc- ția medie realiz. piloți/ schimb
		Diametru	Fișa	Armare			
1.	Zona experimen- tală nr.1.	Ø420	3,6-4,2	parțial	27	18	15
2.	Zona experimen- tală nr.II	Ø420	4,8-5,5	parțial	30	21	
3.	Zona experimen- tală nr.III	Ø420	7,0-9,0	total	50	13	10
4.	Zona experimen- tală nr.IV	Ø420	7,5-8,5	total	45	12	

În condițiile reale de organizare a activității din șantierele de construcții, producția medie realizată este prezentată în ultima coloană din tabelul 5.7.

Un alt aspect definitoriu al eficienței economice îl constituie productivitatea muncii. În acest sens cu ocazia realizării lucrărilor în condiții de șantier s-a urmărit stabilirea unei formații optime de lucru care să efectueze operațiile din cadrul tehnologiei de realizare a piloților scurți executați pe loc în condițiile unei producții medii zilnice cât mai ridicate. În ceea ce privește componența echipei ca număr și specializare, s-a ajuns la concluzia că formația de lucru trebuie să fie alcătuită din 7 persoane și anume:

- un mecanic utilaj AVP-1;
- un ajutor mecanic (profil electromecanic);
- cinci muncitori betonisti din care un muncitor betonist

calificat , cu sarcina de a conduce și ține evidența realizării piloților pe șantier.

In condițiile unei formații de lucru avînd componența ca număr și specializare conform cu cele mai sus menționate s-au realizat productivități foarte ridicate care depășesc cu mult media productivității din construcții la lucrările de infrastructură.

In vederea elucidării acestui aspect s-au făcut calcule pentru lucrări executate în soluția de fundare indirectă pe piloți scurți executați pe loc în cadrul zonelor II-III și IV de experimentare și aplicare.

Productivitatea muncii calculată se referă numai la realizarea propriu-zisă a piloților scurți executați pe loc prin vibropresare neincluzîndu-se în valoarea producției costurile ce se înregistrează pentru celelalte lucrări caracteristice realizării infrastructurii.

In tabelul 5.8. este prezentată productivitatea muncii realizată de un muncitor într-o zi, respectiv într-o lună.

Tabelul 5.8

Denumirea construcției	Zona de exper. și aplic.	Compo-nența formației de lucru	Durata de execuție a lucrării (zile)	Producția realizată		Productivitatea muncii realizată / muncitor	
				Nr. de piloți (buc)	Valoare (lei)	într-o zi (lei/munc)	într-o lună (lei/munc)
Internat Nr.1 P+4 nivel. Complex scolar MIA Timișoara	II-a	7	30	326	172 000	820	20 910
Internat Nr.2 P+4 niveluri Complex scolar MIA Timișoara	II-a	7	30	328	173 000	824	21 000
Internat Nr.3 P+4 niveluri Complex scolar UCECOM Timișoara	II-a	7	30	328	173 000	824	21 000
Internat Nr.4 P+4 niveluri Complex scolar UCECOM Timișoara	II-a	7	30	326	172 000	820	20 910
Bloc de locuințe A ₅ P+10 niveluri Brăila	III-a	7	18	148	134 640	1180	30 090
Bloc de locuințe E ₄ P+10 niveluri Brăila	III-a	7	28	240	283 200	1160	30 090
Bloc de locuințe Scala P+10 niveluri Brăila	IV-a	7	40	358	357 100	1275	32 521

NOTA: Pentru stabilirea productivității muncii lunare s-au considerat 255 zile lucrătoare

După cum se observă din tabel productivitatea muncii înregistrată la lucrările luate în considerare în prezenta analiză este cu mult mai mare decât productivitatea muncii ce se înregistrează de obicei în construcții la lucrările de infrastructură.

Dacă se ia în considerare productivitatea muncii medie înregistrată în întreprinderile de construcții pentru lucrările de infrastructură ca fiind de : 10.000 ÷ 12.000 lei/muncitor și lună se poate afirma că în condițiile aplicării noii tehnologii de realizare a piloților scurți, productivitatea muncii crește de două trei ori.

5.4. Asupra costului unui KN de capacitate portantă

Un aspect definitoriu din punct de vedere economic în raport cu soluția de fundare indirectă pe piloți scurți prefabricați în aceleași condiții de teren îl constituie costul unui KN de capacitate portantă asigurată.

În vederea elucidării acestui aspect s-au făcut studii comparative încă din faza de experimentare a tehnologiei [47], cât și în faza de aplicare și extindere a acesteia pe plan național [51].

Ca și în cazurile precedente, studiile se referă la construcții executate în soluția de fundare indirectă din zonele de experimentare și aplicare menționate în paragraful 3.3.1.

În tabelul 5.9 sînt prezentate elementele geometrice ale piloților cât și capacitățile portante obținute pentru fiecare pilot în discuție.

Tabelul 5.9.

Denumirea construcției	Zona de exp. și apl.	Caracteristici geometrice ale piloților				Capacitatea portantă obținută	
		prefabricați		executat pe loc prin vibropresare		pilot prefabr.	pilot exec. pe loc prin vibropr.
		Sect. (cm)	lungime (m)	sect. (cm)	lungime (m)	(KN)	(KN)
Bloc loc. P+4 Reșița-Găvondari	I	25x25	4,00	∅ 32,5	3,80	406	546
Cămin etevis- lic. ind. str. Ofița P+3 niv. Timișoara	II	25x25	6,00	∅ 32,5	6,00	150	225
		25x25	6,00	∅ 32,5	6,00	250	330
Bloc loc. A5 P+10 niv. Brăila	III	35x35	8,00	∅ 42,0	6,00	630	568

Analizând valorile capacității portante obținute pentru fiecare pilot în parte se constată că în primele trei cazuri capacitatea portantă a pilotului realizat pe loc este mai mare decât capacitatea portantă a piloților prefabricați puși în operă în aceleași condiții de teren. În schimb în ultimul caz capacitatea portantă a pilotului prefabricat este mai mare decât cea a pilotului executat pe loc și aceasta datorită lungimii de încastrare diferite în stratul portant.

Pentru a scoate în evidență costurile pe KN de capacitate portantă s-a luat în considerare costul efectiv al unui pilot prefabricat pus în operă respectiv al unui pilot executat pe loc prin vibropresare [47], [51], [65].

Aceste costuri au fost stabilite conform normelor de deviz pentru piloții prefabricați, respectiv a analizelor speciale întocmite pentru piloții executați pe loc realizați prin vibropresare. În tabelul 5.10, sînt prezentate elementele definitorii ale costului pe KN de capacitate portantă a piloților.

Tabelul 5.10.

Denumirea construcției	Capacitatea portantă obținută		Costul unui pilot pus în operă		Costul unui KN capacitate portantă		Diferență de cost	
	Pilot pref. (KN)	Pilot ex. pe loc (KN)	Pilot pref. (lei)	Pilot ex. pe loc (lei)	Pilot pref. (lei/KN)	Pilot ex. pe loc (lei/KN)	(lei/KN)	%
Bloc locuințe P+4 niv. Regița Găvondari	406	546	846	526	2,08	0,96	1,12	53,8
Cămin elevi lic. ind. textil str. Ofcea Timisoara	150	225	1123	760	7,52	3,37	4,15	55,2
Bloc locuințe A5 P+10 niv. Brăila	250	330	1123	760	4,50	2,30	2,20	49,0
	630	568	2550	1180	4,04	2,07	1,97	48,0

Analizând costurile pentru cele două variante de fundare indirectă pe piloți prin prisma costului piloților puși în operă și al capacității portante obținute pentru fiecare tip de pilot, rezultă în mod evident o diferență de cost în favoarea piloților executați pe loc realizați prin vibropresare.

Astfel prin înlocuirea fundațiilor pe piloți prefabricați cu fundații pe piloți executați pe loc prin vibropresare se obține un cost al unui KN de capacitate portantă cu 53,83 mai redus în cazul condițiilor de teren din zona I-a de experimentare și aplicare cu 49%-55,2% pentru zona II-a și cu 48% pentru zona III-a.

Din cele prezentate se desprinde o concluzie importantă în ceea ce privește aspectul economic al problemei și anume: în cazul când condițiile de teren impun fundarea indirectă pe piloți scurți se indică folosirea piloților scurți executați pe loc realizați prin vibropresare deoarece în toate cazurile analizate costul unui pilot executat pe loc este cu 33% - 53% mai ieftin decât al unui pilot prefabricat utilizat în aceleași condiții de teren iar capacitatea portantă obținută este mai mare cu 26%-34% situație care duce la costuri reduse ale unui KN de capacitate portantă în cazul utilizării piloților executați pe loc realizați prin vibropresare.

De asemenea utilizarea piloților scurți executați pe loc realizați prin vibropresare facilitează dezvoltarea unor tasări

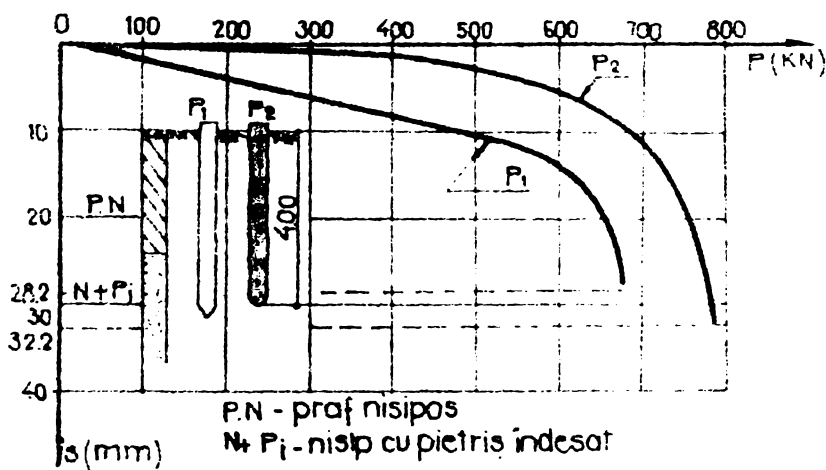


Fig.5.8.

cum rezultă din fig.5.8. pilotul executat pe loc în raport cu pilotul prefabricat, realizat în aceleași condiții de teren și având aria secțiunii transversale sensibil egală cu cea a pilotului prefabricat, înregistrează cel puțin pentru primele 4-5 trepte de încărcare tasări foarte reduse și acest lucru datorită unei bune aderențe ce se crează între pilotul executat pe loc și terenul față de pilotul prefabricat, la care frecarea laterală este foarte redusă sau chiar nulă, transmiterea încărcărilor exterioare terenului făcându-se numai prin intermediul secțiunii transversale a pilotului [80].

5.5. Asupra consumului de energie

Necesitatea utilizării judicioase a formelor și curselor de energie, respectiv a reducerii consumului de carburanți pe unitatea de produs, impune ca noile tehnologii de lucru din toate sectoarele de activitate ale economiei naționale și în special în sectorul de construcții să se desfășoare în condițiile unui consum energetic și de carburanți cât mai redus.

Pentru a scoate în evidență faptul dacă tehnologia de realizare a fundațiilor indirecte pe piloți scurți executați pe loc prin vibropresare satisface dezideratul mai sus menționat, s-au făcut studii comparative în raport cu soluțiile de fundare posibile de adoptat în aceleași condiții de teren.

În acest sens s-a considerat ca definitivă comparația dintre fundarea indirectă pe piloți scurți executați pe loc prin vibropresare și soluțiile de fundare posibile de adoptat în aceleași condiții de teren.

Studiul s-a făcut pentru construcții realizate în cadrul zonelor de experimentare și aplicare menționate în prezenta lucrare.

Se menționează că în acest caz s-au lăsat în considerare în cadrul analizei comparative, principalele lucrări din infrastructură consumatoare de energie.

Tabelul 5 11

Zona de experimentare și aplicare a tehnologiei de realizare a piloților scurți executați pe loc prin vibropresare	Denumirea construcției executate	Consum de energie în kg c.c.					Diferența de consum dintre varianta nouă de fundare (a) față de cele de comparație			
		Varianta de fundare					cantitativ		%	
		a	b	c	d	e	I	II	I	II
ZONA I-a Reșita Găvondari	bloc locuințe B20	23731	36115	-	-	44621	12304	20890	34	47
	bloc locuințe N9	16355	-	-	20357	-	3558	-	20	-
ZONA II-a Timișoara	internat Nr. 2 liceu MIA Timișoara	44568	45668	-	-	-	1100	-	2	-
ZONA III-a Brăila	bloc locuințe P + 10 niv. A5 și E4	74701	-	-	-	126200	51499	-	41	-
ZONA IV-a Zalău	bloc locuințe P + 10 niv. „SCALA”	163374	-	281151	-	-	111774	-	40	-

NOTA a - fundarea indirectă pe piloți executați pe loc prin vibropresare
 b - fundarea directă pe adâncime D ≈ 4,00 m
 c - fundarea directă pe adâncime prin cheșoane deschise
 d - fundarea directă pe medie adâncime D ≈ 2,50 m
 e - fundarea indirectă pe piloți prefabricați

Calculul consumului de energie s-a făcut în conformitate cu indicii de consum prezentați în lucrarea elaborată de către ICCPDC București intitulată: "Conținutul total de energie înglobată în

principalele materiale, semifabricate, prefabricate și operațiuni tehnologice folosite la lucrări de construcții" comunicată unităților în subordinea cu nr.2675/10.IV.1979.

În tabelul 5.11. sînt prezentate consumurile de energie pentru fiecare soluție de fundare posibilă de adoptat în aceleași condiții de teren pentru lucrări executate în cadrul zonelor de experimentare și aplicare în discuție.

Așa după cum rezultă din tabelul 5.11. consumurile de energie exprimate în kilograme de combustibil convențional pe unitatea de măsură (Kg.c.c/u.m) este cel mai redus în cazul aplicării soluției de fundare indirectă pe piloți scurți executați pe loc prin vibropresare, indiferent de zone de experimentare și aplicare cît și de soluțiile de fundare posibile de aplicat.

5.6. Alegerea variantei optime de fundare prin analiză multicriterială

Admiterea unei soluții de fundare în anumite condiții concrete de teren în defavoarea altei soluții de fundare posibilă de aplicat, numai pe baza analizelor economice comparative făcute pentru diverși indicatori economici, fără ține seama de legătura ce există între acești indicatori cît și de ponderea cu care intervin aceștia asupra eficienței economice reale, nu este corespunzătoare etapei actuale de dezvoltare economică a lumii contemporane.

În acest sens în literatura de specialitate sînt menționate o serie de procedee de analize economice comparative [73], [74], dintre care se remarcă analizele economice privind alegerea multicriterială a variantei optime. Se pare că dintre metodele de alegere multicriterială a variantei optime de fundare, "metoda K" este cea mai potrivită [74].

Admițîndu-se n variante posibile de aplicat în anumite condiții de teren, fiecare variantă j ($j=1, n$) avînd un număr de indicatori realizați R_{ij} ($i=1, m$), se construiește matricea de bază ca în figura 5.9.

Fie R_{ij} , valoarea realizată ai indicatorului i în varianta j . Se alege cea mai mică dintre valorile R_{ij} corespunzătoare unui indicator i , care devine valoare de comparație pentru indicatorul i la toate variantele j posibile de admie.

Varianta de fundare (j)	Indicatorul (i)					
	1	2	.....	l	.....	m
1	R ₁₁	R ₂₁	.....	R _{l1}	.....	R _{m1}
2	R ₁₂	R ₂₂	.....	R _{l2}	.....	R _{m2}
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
j	R _{1j}	R _{2j}	.....	R _{lj}	.....	R _{mj}
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
n	R _{1n}	R _{2n}	.....	R _{ln}	.....	R _{mn}

Fig.5.9.

$$Comp_i = \min_{j=1, \bar{n}} [R_{ij}], (i=1, m) \quad (5.1)$$

Se împart valorile R_{ij} la valorile Comp_i, obținându-se o matrice asemănătoare celei din figura 5.9.

$$a_{ij} = \frac{R_{ij}}{Comp_i}, \begin{matrix} [i=1, \bar{m}] \\ [j=1, \bar{n}] \end{matrix} \quad (5.2)$$

În continuare pentru fiecare indicator i se alege, prin procedeul Delphi

o pondere p_i, cu semnul (+) dacă indicatorul trebuie să tindă către valori cât mai mici (consumuri de materiale, costuri de producție etc) sau cu semnul (-) dacă indicatorul trebuie să tindă către valori cât mai mari (productivitatea muncii, grad de rentabilitate etc) în general condiția este ca:

$$\sum_{i=1}^m p_i = 1 \quad (5.3)$$

Cu valorile a_{ij} și p_i calculate ca mai sus se determină indicele de grup al variantei studiate, d_j cu relația

$$d_j = \sum_{i=1}^m a_{ij} \cdot p_i, (i = 1, m) \quad (5.4)$$

Dintre valorile d_j stabilite ca mai sus se alege valoarea minimă care indică varianta optimă de fundare din variantele j(j=1, n) posibile de adoptat în aceleași condiții de teren adică:

$$\Delta = \min_{j=1, n} [d_j] \quad (5.5)$$

Această metodă de alegere multicriterială a variantei optime de fundare a fost aplicată pentru cazurile concrete menționate în cadrul celor patru zone de experimentare și aplicare a tehnologiei de fundare pe piloți scurți executați pe loc realizați prin vibropresare. În acest caz ca indicatori economici au fost prevăzuți următorii indicatori:

- costul global al lucrărilor din infrastructură;
- productivitatea muncii;
- consumul de energie;
- consumul de ciment;
- consumul de oțel beton
- consumul de material lemnos.

Datele primare privind alegerea multicriterială a variantei optime de fundare sînt date în tabelul 5.12 pentru toate variantele de fundare luate în discuție adoptate conform condițiilor concrete de teren întîlnite în cadrul celor patru zone de experimentare și aplicare a tehnologiei de lucru.

Tabelul 5.12.

Varianta de fundare	ZONE DE EXPERIMENTARE SI APLICARE				
	ZONA I		ZONA II-a	ZONA III-a	ZONA IV-a
	Bloc locuințe B ₂₀ P+4 niv.	Bloc locuințe N9 P+4 niv.	Internat nr. 2 Lic.M.I.A. P+3 niv.	Bloc locuințe A5 și E4 P+10 niv.	Bloc locuințe "Scala" P + 10 niv.
1	2	3	4	5	6
INDICATOR 1 - Cost global - (lei)					
a	169.000	82.900	376.500	467.000	479.000
b	228.000	-	550.200	-	-
c	-	-	-	-	1.005.000
d	-	160.400	-	-	-
e	257.000	-	-	905.000	-
INDICATOR 2 - Productivitatea muncii - (lei/lună și om)					
a	16.307	14.092	15.195	16.150	16.466
b	5.630	-	6.242	-	-
c	-	-	-	-	5.367
d	-	7.866	-	-	-
e	10.485	-	-	11.638	-
INDICATOR 3 - Consum de energie - (Kg.c.c.)					
a	23.731	16.359	44.770	74.701	169.374
b	36.115	-	45.668	-	-
c	-	-	-	-	281.151
d	-	20.537	-	-	-
e	44.621	-	-	126.200	-
INDICATOR 4 - Consum de ciment - (Kg)					
a	80.660	30.000	186.000	113.270	254.000
b	93.770	-	297.000	-	-
c	-	-	-	-	323.000
d	-	58.000	-	-	-
e	77.780	-	-	177.810	-
INDICATOR 5 - Consum oțel beton - (Kg)					
a	5.855	4.480	12.946	27.750	80.764
b	3.360	-	3.471	-	-
c	-	-	-	-	-
d	-	2.590	-	-	95.000
e	13.960	-	-	72.900	-

1	2	3	4	5	6
INDICATOR 6 - Consum material lemnos (mc)					
a	4,970	0,500	26,000	-	27,000
b	23,650	-	34,500	-	-
c	-	-	-	-	-
d	-	2,500	-	-	41,000
e	4,970	-	-	-	-

Conform valorilor din tabelul 5.12 care reprezintă valorile realizate pentru indicatorul i în varianta j s-a întocmit matricea indicatorilor realizați R_{ij} pentru fiecare obiectiv în discuție.

Tabelul 5.13

Varianta de fundare (j)	Zona I-a de experimentare și aplicare											
	Bloc de locuințe B20 P+4 niveluri						Bloc locuințe N5 P+4 niveluri					
	Indicatorul (i)						Indicatorul (i)					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
a	169000	16307	23731	80660	5855	4,970	82000	14092	16359	30000	4480	0,500
b	228000	5630	36115	93770	3360	23,650	-	-	-	-	-	-
c	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
d	-	-	-	-	-	-	160400	7866	20537	58000	2590	2,500
e	257000	10485	44621	77780	13960	4,970	-	-	-	-	-	-

 - reprezintă valoarea admisă pentru Comp.

Tabelul 5.14

Varianta de fundare (j)	Zona II-a de experiment și aplicare						Zona III-a de experimentare și aplicare					
	Internat nr 2 liceu MIA. Timisoara						Bloc locuințe A5 și E4 P+10 niveluri					
	Indicatorul (i)						Indicatorul (i)					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
a	376500	15195	44770	186000	12346	26	467000	16180	74701	118230	27760	-
b	550200	6242	65668	287000	3471	47,5	-	-	-	-	-	-
c	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
d	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
e	-	-	-	-	-	-	90500	11683	13820	117040	82980	-

 - reprezintă valoarea aleasă pentru Comp.

Tabelul 5.15.

Varianta de fundare (j)	ZONA IV-A DE EXPERIMENTARE SI APLICARE					
	Bloc locuințe "Scala" P+10 niveluri					
	Indicatorul (i)					
	1	2	3	4	5	6
a	479.000	16.466	169.374	254.000	80.764	27,0
b	-	-	-	-	-	-
c	1005.000	5.367	281.151	323.000	95.000	41,0
d	-	-	-	-	-	-
e	-	-	-	-	-	-

Cunoscând valoarea de comparație $Comp_i$, pentru fiecare indicator i , se pot determina cu relația 5.2. elementele a_{ij} ale matricilor asociate, rezultatele obținute sînt prezentate în tabelele 5.16 și 5.17.

Tabelul 5.16

Varianta de fundare	Zona I-a de experimentare si aplicare											
	Bloc locuințe D20 P+4 niveluri						Bloc locuințe Nr 9 P+4 niveluri					
	Indicatorul (i)						Indicatorul (i)					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
a	1,0	2,9	1,0	1,0	1,74	1,0	1,0	1,79	1,0	1,0	3,90	1,00
b	1,35	1,00	1,52	1,21	1,0	4,76	-	-	-	-	-	-
c	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
d	-	-	-	-	-	-	1,96	1,0	1,26	1,93	2,25	5,0
e	1,52	1,86	1,88	1,0	4,15	1,0	-	-	-	-	-	-

Tabelul 5.17

Varianta de fundare	Zona II-a						Zona III-a						Zona IV-a					
	Internat nr. 2 liceul M.I.A. Timisoara						Bloc locuințe A ₃ , E ₄ P+10 niveluri						Bloc locuințe "Scala" P+10 niveluri					
	Indicatorul (i)						Indicatorul (i)						Indicatorul (i)					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	3	4	5	6	
a	1,0	2,43	1,0	1,0	3,73	1,0	1,0	1,38	1,0	1,0	1,0	-	1,0	1,07	1,0	1,0	1,0	
b	1,46	1,00	1,47	1,54	1,0	1,71	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
c	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,1	1,0	1,66	1,27	1,18	
d	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
e	-	-	-	-	-	-	1,94	1,0	1,69	1,50	1,1	-	-	-	-	-	-	

Tinînd seama de ponderile p_i stabilite prin procedeul

Delphi cît și de elementele a_{ij} ale matricilor asociate prezentate în tabelele 5.16 și 5.17 se calculează indicele de grup al variantelor de fundare admise d_j , cu relația 5.4. pentru fiecare obiectiv și zonă de aplicare și experimentare. Valoarea minimă a indicelui de grup Δ_j indică varianta optimă de fundare dintre variantele j luate în considerare.

Rezultatele acestui calcul cît și elementele de calcul sînt prezentate în tabelul 5.18.

Tabelul 5.18

Zona de experimentare și aplicare a tehnologiei de lucru.	Denumirea construcției executate	Indicele de grup d_j					Valoarea minimă a indicelui de grup d_j	Varianta optimă de fundare
		Varianta de fundare						
		a	b	c	d	e		
Zona I-a Reșița - Găvoardari	bloc locuințe B20 P+4 niv.	3,63	12,42	-	-	10,30	$\Delta_d = 3,65$	a
	bloc locuințe N3 P+4 niv.	8,13	-	-	15,55	-	$\Delta_d = 8,13$	a
Zona II-a Timișoara	internat nr. 2 liceu MIA	7,11	8,28	-	-	-	$\Delta_d = 1,11$	a
Zona III-a Brăila	bloc locuințe A3 și A4 P+10 niv.	3,37	-	-	-	6,74	$\Delta_d = 3,37$	a
Zona IV-a Zalău	bloc locuințe SCALA P+10 niv.	2,76	-	8,84	-	-	$\Delta_d = 2,76$	a

NOTA: Pentru calculul indicelui de grup d_j s-au utilizat următoarele valori: $p_1 = 1,0$; $p_2 = -1,25$; $p_3 = -1,60$; $p_4 = -1,20$; $p_5 = -1,30$; $p_6 = -1,70$

Analizînd rezultatele din tabelul 5.18 rezultă că soluția optimă de fundare pentru condițiile de teren caracteristice celor patru zone de experimentare și aplicare respectiv a construcțiilor analizate este soluția de fundare indirectă pe piloți executați pe loc prin vibropresare.

Referindu-ne la fiecare construcție în parte respectiv zona de aplicare și experimentare se poate afirma că în zona I-a soluția de fundare indirectă pe piloți scurți executați pe loc prin vibropresare s-a impus față de fundarea directă de medie și mare adîncime. În zonele II, III și IV soluția de fundare ce face obiectul prezentei teze de doctorat s-a impus, față de fundarea directă de medie adîncime, față de fundarea indirectă pe

piloți prefabricați respectiv față de fundarea directă de adâncime prin chesoane deschise.

Avînd în vedere faptul că eficiența economică este elementul definitoriu al oricărei activități din economia națională, considerăm că alegerea unei soluții de fundare pentru o construcție în anumite condiții concrete de teren, trebuie făcută numai pe baza unei analize multicriteriale a mai multor variante de fundare posibile de aplicat, variante care să cuprindă și fundarea indirectă pe piloți executați pe loc realizați prin vibropresare dacă condițiile de teren permit acest lucru.

Se consideră că soluția de fundare ce face obiectul prezentei teze, evident prin prisma rezultatelor prezentate în paragrafele prezentului capitol, constituie o soluție de fundare indirectă eficientă din punct de vedere tehnico-economic care poate înlocui fundarea indirectă pe piloți scurți prefabricați cît și fundarea directă de medie și mare adâncime.

x
x x

CONCLUZII FINALE

Dificultățile tehnico-economice ce apar cu ocazia realizării lucrărilor din infrastructura construcțiilor prin procedee clasice de fundare în condiții dificile de teren, impun specialiștilor din domeniu găsirea unor soluții de fundare care să elimine parțial sau total aceste dificultăți.

Dintre soluțiile de fundare capabile să înlăture dificultățile tehnice și economice generate de condiții necorespunzătoare de teren de fundare, soluția de fundare indirectă pe piloți scurți executați pe loc realizați prin vibropresare pare să întrunească o serie de calități care o recomandă cu prisosință ca o soluție cu avantaje tehnico-economice evidente.

Preocupările autorului în ceea ce privește elucidarea principalelor aspecte care definesc această nouă tehnologie de realizare a piloților executați pe loc realizați prin vibropresare cât și de fundare a construcțiilor sînt în concordanță cu preocupările pe plan mondial privind perfecționarea tehnologiilor existente cât și elaborarea unor noi tehnologii de execuție a piloților. Aceste preocupări se înscriu în obiectivele de bază ale etapei actuale de dezvoltare a tehnicii construcțiilor urmărindu-se îndeosebi reducerea consumului de manoperă, consumului de materiale deficitare și a consumului de energie pe lîngă o creștere marcantă a productivității muncii la lucrările din infrastructură.

Utilizarea energiei vibrațiilor la executarea unor lucrări de fundații în general cât și la elaborarea tehnologiei de realizare a piloților scurți executați pe loc prin vibropresare în special, a fost și este posibilă datorită studiilor și cercetărilor făcute în direcția elucidării unor aspecte esențiale ale comportării pămînturilor supuse acțiunii vibrațiilor cât și a factorilor care influențează înfigerea respectiv smulgerea din teren sub efectul vibrațiilor a tuburilor metalice recuperabile [1], [3], [4], [49], [53], [57], [58], [59].

Lucrările experimentale efectuate, activitatea depusă de autor s-a desfășurat în ideea încadrării acesteia în principalele direcții ale preocupărilor pe plan mondial în domeniul fundării pe piloți (paragr.1.1) cât și în ideea aplicării tehnicii vibrării la lucrările de fundații bazîndu-se în special pe datele obținute din prelucrarea sistematică și critică a materialului bibliografic consultat (cap.2) cât și din unele observații proprii făcute în această direcție.

Cercetările experimentale s-au efectuat numai în condiții concrete de teren la scara mare, ele încadrându-se într-un program de durată desfășurat în cadrul Catedrei de drumuri și fundații a Institutului politehnic "Traian Vuia" Timișoara, extins pe perioada anilor 1968-1975 și care au fost amorsate numai pe bază de contracte de cercetare, unele la nivel de plan de stat cât și în cadrul unor lucrări de colaborare cu producția efectuate în vederea aplicării și extinderii pe plan național a acestei noi tehnologii de lucru [47], [50], [51], [64], [65], [66].

Activitatea depusă cu ocazia efectuării cercetărilor și încercărilor experimentale privind tehnologia de realizare a piloților scurți executați pe loc prin vibropresare a avut drept scop definitivarea și elaborarea unei tehnologii de lucru cu care să se poată realiza piloți scurți executați pe loc, cu sau fără bulb, armați total sau parțial și care să asigure posibilitatea obținerii unor capacități portante mai mari în aceleași condiții de teren funcție de numărul de operații de vibropresare.

Rezultatele obținute în această direcție de către autor, sînt subliniate în mod sintetic ca și contribuții mai deosebite, în cadrul celor cinci subparagrafe prezentate în continuare.

6.1. Contribuții la elaborarea și definitivarea tehnologiei și echipamentelor de realizare a piloților scurți executați pe loc prin vibropresare

6.1.1. Prin cercetările experimentale efectuate de autor în condiții concrete de teren pe amplasamente cu caracteristici geotehnice și stratigrafice diferite (paragr. 3.3.1) cât și cu ocazia efectuării unor lucrări de execuție s-a definit domeniul de aplicabilitate a tehnologiei de realizare a piloților scurți executați pe loc prin vibropresare (paragr. 3.1.1.). Aplicabilitatea noii tehnologii de lucru a fost definită în ideea obținerii unor avantaje tehnico-economice, în raport cu soluții de fundare indirectă pe piloți prefabricați cât și fundarea directă cu adîncimea de fundare $D = 2,5-3,00$ m.

6.1.2. Studiile cât și cercetările experimentale efectuate în condiții de șantier cât și unele lucrări de producție privind aplicarea tehnicii vibrării la lucrările de fundații în general, respectiv a tehnologiei de realizare a piloților scurți executați pe loc prin vibropresare, în special, au fost realizate în vederea modelării fazelor, tehnologiei de execuție astfel încît să rezulte o tehnologie de lucru sigură, cu desfășurare rațională în timp cât și ușor de aplicat în condiții reale de șantier. Cercetările sînt

încercările efectuate cu caracter pur experimental, observațiile făcute cu ocazia aplicării în producție a tehnologiei de lucru, au permis evidențierea unor concluzii teoretice și practice referitoare la tehnologia propriu-zisă de lucru, la utilajele folosite, la alcătuirea constructivă și la lărgirea gamei de condiții ce facilitează aplicabilitatea tehnologiei de realizare a piloților scurți executați pe loc prin vibropresare [47], [51], [64], [82].

6.1.3. Principial procedeu tehnic de realizare a piloților scurți executați pe loc prin vibropresare studiat constă în introducerea în teren a unui tub metalic recuperabil (fig.3.2 și fig.3.3) prin vibroforare pînă la adîncimea prevăzută, operație care se poate realiza prin vibrare, vibropresare sau vibropercuție și care facilitează creerea în teren a spațiului necesar realizării pilotului. După realizarea operațiilor de turnare a betonului în tub, armare, vibropresare pentru realizarea bulbului se trece la extragerea din teren a tubului metalic operație ce se realizează numai sub efectul vibrațiilor (fig.3.4 a și fig.3.4 b).

6.1.4. Adîncimea de vibroforare, înțeleasă ca adîncimea atinsă de vârful tubului metalic recuperabil în condițiile respectării refuzului [67] este funcție de caracteristicile tehnice ale generatorului de vibrații cît și posibilitatea modificării parametrilor vibrației, caracteristicile de alcătuire constructivă și dimensiunile geometrice ale tubului metalic recuperabil precum și natura terenului cît și proprietățile fizico-mecanice ale acestuia.

6.1.5. Atît din datele oferite de literatura de specialitate privind înfigerea în teren prin vibrare vibropresare sau vibropercuție a tuburilor metalice recuperabile [45], [58], [59] cît și din observațiile proprii efectuate cu ocazia realizării unor lucrări experimentale destinate studiului tehnologiei [47], [51], a rezultat că dintre parametrii mișcării de vibrare amplitudinea oscilațiilor în condițiile unei valori constante a greutateii element-vibrator (G_{ev}) cît și pulsația acestora au un rol determinant în ceea ce privește adîncimea de vibroforare. Rezultatele lucrărilor experimentale efectuate cît și observațiile făcute cu ocazia executării unor lucrări pentru producție au confirmat pe deplin concluziile subliniate la punctul 2.2. și 2.3. în sensul că adîncimea de înfigere a tubului metalic recuperabil în terenuri necoezive se poate mări prin mărirea amplitudinii respectiv a pulsației oscilațiilor [45] (fig.2.11) pe cînd în cazul terenurilor coezive, adîncimea de înfigere poate fi mărită pe seama creșterii greutateii ansamblului element-vibrator (G_{ev}) dacă această mărire se face în condițiile menținerii unei accelerații

relative a oscilațiilor $\eta = 4-5\%$ [59].

6.1.6. Tipul de vibroagregat respectiv vibromecanism recomandat a fi folosit în condiții de eficiență tehnică maximă a rezultat din studiile și cercetările făcute cu ocazia abordării prin contract a unor teme de cercetare ce au făcut parte din planul de cercetare nominalizat și nenominalizat între anii 1971-1974. Experimentările realizate în condiții de șantier, respectiv observațiile făcute cu ocazia lucrărilor de colaborare cu producția au scos în evidență faptul că pentru buna desfășurare a tehnologiei de lucru în condiții reale de șantier este necesar să se folosească un vibroagregat cu o bună stabilitate generală, autonomie de deplasare respectiv cu sursă proprie de energie pentru punerea în funcțiune a vibromecanismului și subsansamblelor de manevrare. În ceea ce privește vibromecanismul elementul principal al vibroagregatului, acesta trebuie să prezinte condiții de dezvoltare a unor valori ai parametrilor oscilațiilor care să facă posibilă înfigerea în teren a tuburilor metalice recuperabile până la adâncimi de 9-10 m, respectiv a posibilității de modificare a parametrilor vibrației cât și a regimului de lucru al vibromecanismului (vibrare, vibropresare, vibropercuție). Toate aceste calități le prezintă agregatul de vibropresare AVP-1 (fig. 2.1 și paragraf 3.2.1), proiectat, realizat și experimentat și cu concursul direct al autorului [116], [51], [82].

6.1.7. Dispozitivul de lucru (tuburile metalice recuperabile) elemente ce definesc tipul tehnologiei de lucru, ca formă definitivă (fig. 3.2 și fig. 3.3) sînt rezultatul unor preocupări de durată ale autorului [50] și care au fost proiectate și executate cu concursul direct al acestuia.

Din punct de vedere al concepției aceste dispozitive de lucru sînt asemănătoare, deosebirea constînd în realizarea și plasarea în cadrul dispozitivului al subsansamblului ce facilitează realizarea bulbului.

În principiu aceste dispozitive (fig. 3.2 și fig. 3.3) sînt alcătuite dintr-o țevă metalică de 419x9 mm cu lungimea cuprinsă între 6500-8500 mm, avînd la partea inferioară un vîrf ascuțit realizat din două clapete prinse articulat de țeva metalică. La partea superioară tubul metalic este prevăzut cu o flanșă de prindere ce permite fixarea rigidă a acestuia de vibromecanism. Subsansamblul din cadrul dispozitivului de lucru care facilitează realizarea bulbului este plasat în interiorul sau la partea superioară a tubului metalic și aceasta funcție de direcția de utilizare și anume în primul caz pentru piloți scurți executați pe loc parțial armați și

în al doilea caz pentru piloți scurți executați pe loc, armați pe întreaga lungime (paragr. 3.2.1) [47], [69].

6.1.8. Cercetările experimentale efectuate în condiții de șantier, în vederea definitivării modului de alcătuire constructivă a dispozitivelor de lucru cât și observațiile făcute cu ocazia executării unor lucrări pentru producție au permis evidențierea unor aspecte ce au influențat direct asupra formei finale a dispozitivelor. Astfel pentru a mări adâncimea de înfigere a dispozitivului de lucru în teren pe seama reducerii rezistenței specifice de frecare pe suprafața laterală în condițiile unor valori constante ale parametrilor de oscilație la partea inferioară a tubului metalic s-a prevăzut un inel metalic realizat din platbandă de 150 x 15 mm (poziția 11 fig. 3.2) a cărui prezență a facilitat sporirea adâncimii de înfigere.

6.1.9. Forma, modul de realizare și funcționalitatea clapetelor de închidere a tubului metalic recuperabil (fig. 3.2 și fig. 3.3 poz. 2) au fost definitivare din punct de vedere al alcătuirii constructive cu ocazia lucrărilor experimentale cât și a lucrărilor de aplicare a tehnologiei în producție.

Datorită neajunsurilor care au apărut la clapetela de închidere în special în condiții de exploatare varianta primară de alcătuire constructivă adoptată (fig. 3.10 a) a suferit modificări esențiale modificări dictate de ridicarea gradului de funcționalitate și exploatare în timp cât și de asigurare a unei secțiuni utile a tubului cât mai mare în vederea scurgerii facile a betonului în cavitatea vibroforată.

Neajunsurile care au dictat modificarea totală a primei variante de alcătuire constructivă, au fost corect semnalate de autor (paragr. 3.3.2.1.) ceea ce a dus la conceperea constructivă a variantei prezentate în fig. 3.10 c, variantă ce satisface și condițiile impuse de tehnologia de realizare a piloților executați pe loc armați pe întreaga lungime.

6.1.10. Concepția constructivă a sistemului de obturare a secțiunii utile a tubului metalic recuperabil în vederea creerii condițiilor de realizare a bulbului a fost diferită funcție de varianta tehnologică de realizare a piloților executați pe loc prin vibropresare (fig. 3.11 și fig. 3.12). Forma definitivă a sistemului de obturare (fig. 3.2 și fig. 3.3) a rezultat ca urmare a observațiilor făcute de autor asupra funcționalității elementelor constituente ale sistemelor de obturare în timpul lucrărilor experimentale cât și în timpul activității de aplicare a tehnologiei în condiții de producție. Deficiențele semnalate, modificările aduse sistemelor de obturare care sînt semnalate în paragr. 3.3.2.1. și fig. 3.11,

s-au dovedit corecte, lucru scos în evidență de robustețea ultimei variante constructive adoptate cât și de dezvelirile totale ale piloților de probă, dezveliri care au confirmat posibilitatea de realizare a bulbului la partea inferioară a pilotului.

6.1.11. Ținând seama de tendințele ce se manifestă pe plan mondial privind fundarea indirectă pe piloți în general și fundarea indirectă pe piloți scurți în particular (paragr.1.2) de direcțiile principale a preocupărilor specialiștilor în domeniul fundării indirecte (paragr.1.1) cât și de noile tendințe ce se manifestă în activitatea de elaborare a tehnologiilor de realizare a piloților executați pe loc (paragr.3.1.1.) autorul sub îndrumarea competentă a conducătorului științific, a desfășurat o activitate deosebită, extinsă pe un interval relativ mare de timp (1968-1975) privind definitivarea și elaborarea unui nou procedeu tehnologic de realizare a piloților executați pe loc [69].

Noul procedeu tehnologic de realizare a piloților scurți executați pe loc ce face obiectul prezentei teze de doctorat se caracterizează prin aceea că elimină realizarea spațiului de turnare a corpului pilotului și bulbului prin forare la uscat sau cu noroi de foraj, nemai punând problema evacuării materialului, armarea, betonarea și formarea bulbului făcându-se prin intermediul dispozitivului de lucru (tub metalic recuperabil) care se introduce în teren prin vibrare, vibropresare sau vibropercție.

6.1.12. În vederea acoperirii întregii game de posibilități de realizare a piloților scurți executați pe loc prin vibropresare, funcție de structura de rezistență a construcțiilor, natura, mărimea și direcția de acționare a acțiunilor în construcții cât și de condițiile geomorfologice și stratigrafice ale terenului de fundare au fost definitivare cu concursul direct al autorului, două tehnologii de lucru.

- tehnologia de realizare a piloților scurți executați pe loc cu sau fără bulb, parțial armați (paragr.3.2.2 și fig.3.4 a);

- tehnologia de realizare a piloților executați pe loc cu sau fără bulb armați pe întreaga lungime (paragraful 3.2.3 și fig.3.4 b) tehnologie ce constituie obiectul brevetului de invenție înregistrat la OSIM cu nr.70695/1977 [69].

6.1.13. Studiile și cercetările proprii efectuate în vederea elucidării unor aspecte tehnice și tehnologice ale realizării piloților scurți executați pe loc prin vibropresare desfășurate în cadrul celor 22 de amplasamente experimentale, unde au fost testați un număr de 72 piloți în diferite condiții de teren (paragr.3.3.1) au permis să

se tragă o serie de concluzii, să se obțină o serie de date privind:

- continuitatea și calitatea betonului din corpul pilotului;
- formarea bulbului la partea inferioară a pilotului;
- posibilitatea formării unor proeminente la diferite niveluri ale pilotului;
- modificările structurale în terenul din jurul pilotului.

Aceste date, concluziile obținute au făcut ca tehnologia de realizare a piloților executați pe loc să obțină un "certificat de valabilitate" respectiv credit din partea constructorului.

6.1.14. Continuitatea pilotului calitatea betonului pus în operă cât și posibilitatea de formare a bulbului au fost verificate de ajutor prin dezveliri totale sau parțiale ale piloților experimentali cât și a unor piloți realizați pe diverse amplasamente de aplicare a tehnologiei de lucru.

Cu această ocazie s-a constatat că piloții, executați în condițiile respectării operațiilor din cadrul fazelor tehnologice de lucru, nu prezintă discontinuități sau gătuiri, betonul ocupând integral spațiul creat în teren cu ajutorul tubului metalic recuperabil (fig.3.13, fig.3.14, fig.3.15, fig.3.19).

6.1.15. Referitor la posibilitatea formării bulbului la partea inferioară a pilotului, dezvoltarea acestuia în spațiu cât și mărimea la care poate fi realizat, dezvelirile totale ale piloților cât și releveele efectuate au scos în evidență o serie de elemente ce au permis reliefarea unor concluzii interesante (par. gr.3.3.2.2).

Mărimea bulbului cât și forma de dezvoltare în spațiu depind de natura terenului, numărul operațiilor de vibropresare cât și de gradul de indesare respectiv consistența terenului din zona de formare a bulbului. În cazul terenurilor coezive cu consistență relativ ridicată $I_c > 0,5$ operațiile de vibropresare nu duc la creerea propriu-zisă a unui bulb la partea inferioară a pilotului, ci la o îngroșare a corpului pilotului pe o înălțime de 1,4 ÷ 1,8 m de la vîrf (fig.3.13). Forma bulbului, dezvoltarea sa pe verticală este explicabilă prin prisma caracteristicilor fizico-mecanice ale terenului, teren care permite o refulare redusă a betonului după direcție orizontală pe lângă o refulare relativ mare după direcția verticală de-a lungul peretelui exterior al tubului metalic recuperabil.

6.1.16. Dezvelirile efectuate asupra unor piloți experimentali executați în terenuri necoezive au permis evidențierea faptului că forma bulbului depinde și de adîncimea de încastrare a tubului me-

talie recuperabil în stratul portant (fig.3.14). În acest sens rezultă în mod evident că forma bulbului (fig.3.14 a) este asemănătoare cu cel din cazul terenurilor coezive, aceasta deoarece adâncimea de încăstrare în stratul portant este suficient de mare iar stratul portant are o îndesare ridicată fapt ce a permis formarea unei îngroșări a corpului pilotului pe o înălțime de cca 1,20 m.

În schimb atunci când încăstrarea în stratul portant al tubului recuperabil respectiv al pilotului nu se face pe o adâncime suficient de mare apar condiții de formare al bulbului la dimensiuni mari (fig.3.14 b) și aceasta datorită posibilității de refulare accentuată a stratului situat deasupra stratului portant.

6.1.17. În ceea ce privește stabilirea aportului operațiilor de vibropresare asupra formării respectiv mărimii bulbului, lucrările experimentale efectuate, dezvelirile piloților cât și releveele acestora (fig.3.13) și (fig.3.15) au permis evidențierea unor concluzii importante, confirmate și de lucrările experimentale privind determinarea capacității portante a piloților de probă și anume: sporul în diametru al bazei pilotului datorită operațiilor de vibropresare are o valoare maximă pentru prima operație de vibropresare sporul pentru următoarele operații de vibropresare este din ce în ce mai mic, operația a treia respectiv a patra de vibropresare, în anumite condiții de teren, nemai fiind justificat din punct de vedere tehnic.

6.1.18. Calitatea betonului din pilot, după realizarea acestuia a fost verificată din punct de vedere al compactității prin observații directe efectuate în diverse secțiuni rezultate din secționarea unor piloți dezveliți și extrași din teren, ocazie cu care s-a constatat că betonul este bine compactat pe întreaga lungime a pilotului, nesemnălându-se fenomene de segregare, caracterizându-se printr-o distribuție uniformă a pietrei de ciment respectiv a agregatelor în masa de beton (fig.3.15). Realizarea unei bune compactități a betonului din pilot este condiționată de respectarea rețetei betonului respectiv a consistenței sale [67], cât și a condițiilor de punere în operă. Experimentările făcute în acest sens au permis reliefarea unor indicații importante prezentate în extenso în paragraful 3.3.2.2.

6.2. Contribuții privind evidențierea calitativă și cantitativă a extinderii zonei de modificări structurale a terenului din jurul pilotului executat prin vibropresare

6.2.1. Un aspect esențial al aplicării tehnicii vibrării la lucrările de fundații, analizat atât prin prisma prelucrării terenurilor

oferite de literatura de specialitate consultată [70], [116], cât și prin cea a cercetărilor și studiilor proprii [81] parag.3.3.2.2. El constituie modificările structurale ce apar în terenul din zona adiacentă a elementului înfipt în teren. Concluzia generală rezultată este că atât în cazul pământurilor coezive cât și în special în cazul terenurilor necoezive sau slab coezive, vibrațiile transmise terenului prin intermediul unui element (tub metalic recuperabil, pilot etc) introdus prin batera, vibrație, vibropresare sau vibropercute, produc modificări structurale importante care au o influență directă asupra mărimii capacității portante.

6.2.2. Modificările structurale survenite în jurul tubului metalic recuperabil introdus în teren sub efectul vibrațiilor cât și modul cum se produc aceste modificări depind de parametrii de oscilație, de natura terenului și proprietățile fizico-mecanice ale acestuia cât și de presiunea de îndesare laterală condiționată de diametrul tubului metalic recuperabil respectiv de volumul de pământ dislocat. În cazul pământurilor necoezive, în baza datelor din literatura de specialitate [70] cât și pe baza rezultatelor experimentărilor proprii (fig.2.22, fig.3.21, fig.3.22, fig.3.25) rezultă că în jurul pilotului cât și sub vârful acestuia se formează zone îndesate care se extind pe o distanță de $(2\div 4)d_p$ de la marginea pilotului respectiv $(3\div 3,5)d_p$ sub vârful pilotului, extinderea zonei de modificări structurale fiind funcție de densitatea inițială a terenului. În cazul pământurilor coezive modificările structurale demne de luat în considerare se extind până la $(1\div 1,5)d_p$ atât lateral cât și sub vârful pilotului ele manifestându-se prin refularea laterală a volumului de teren dislocat din care cea $1/3$ suferă o refulare verticală, combinată cu o scădere pregnantă a rezistenței la tăiere a pământului, din jurul pilotului, efect ce depinde de valoarea sensibilității pământului coeziv cât și de vîrsta acestuia.

6.2.3. Studiile și cercetările experimentale proprii [81] (paragr. 3.3.2.2) privind determinarea calitativă și cantitativă a extinderii zonei de modificări structurale, funcție de natura terenului, au evidențiat faptul că acest fenomen depinde și de alternanțe straturilor interceptate cât și de proprietățile fizico-mecanice ale acestora. După cum rezultă și din cercetările proprii efectuate și prezentate în detaliu în ultima parte a subparagrafului 3.3.2.2, modificările structurale, în cazul terenurilor necoezive, reliefează fenomene de îndesare ce se manifestă pe întreaga lungime a pilotului și chiar sub vârful acestuia. Intensitatea maximă a modificări-

lor structurale producându-se în zona vârfului pilotului, unde curbele de egală rezistență la penetrare definesc conturul unui bulb de teren consolidat care se extinde pe o anumită zonă deasupra și sub vârful pilotului. Această concluzie prezintă importanță teoretică cât și utilitate practică în special la stabilirea de către autor a relațiilor de calcul propuse pentru determinarea capacității portante a piloților scurți executați pe loc prin vibropresare (relațiile 4.50 și 4.51), prin luarea în considerare a acestor modificări structurale și din punct de vedere cantitativ prin coeficienții m_6 și m_7 dați în tabelul 4.6.

6.2.4. Studiile experimentale efectuate pe o serie de amplasamente în vederea determinării calitative și cantitative privind extinderea zonelor de modificări structurale făcute prin penetrări dinamice cu con efectuate la anumite distanțe prestabilite (fig. 3.21, fig. 3.22, fig. 3.25) au dovedit prin rezultatele obținute, eficiența metodei în ceea ce privește verificarea comodă a extinderii zonei de modificări structurale atât în jurul pilotului realizat cât și sub vârful acestuia. Evidențierea calitativă a modificărilor structurale a fost făcută cu ajutorul diagramelor de penetrare dinamică diferențială, cu care s-au reliefat destul de exact, modificările structurale produse chiar pentru fiecare strat constituant al stratificației interceptate de tubul metalic recuperabil.

6.2.5. În ceea ce privește evidențierea extinderii zonei de modificări structurale, ce se produc în jurul dispozitivului de lucru în procesul de înfigere, rezultatele penetrărilor dinamice de control cât și martor reprezentate în diagrame de penetrare dinamică diferențială au fost prelucrate construindu-se diagrama de variație a indicatorului de modificări structurale ($I_S = N'_{101} - N_{10m}$) pe adâncimea testată (fig. 3.23, 3.25). Acest mod de prelucrare a datelor penetrării dinamice respectiv de reprezentare, constituie un element de noutate fiind utilizat pentru prima dată de către autor, permițându-i prin acest mod o evidențiere a extinderii acestor modificări în mod simplu și totodată clar, atât calitativ cât și ca intensitate pentru fiecare strat component al stratificației.

6.2.6. Evidențierea modificărilor structurale atât ca extindere, formă în spațiu cât și intensitate, s-a făcut prin prelucrarea diagramelor de variație a indicatorului de modificări structurale, admitând o creștere respectiv o scădere liniară a indicatorului de modificări structurale pe adâncimea prospectată cât și o variație liniară descrescătoare pe orizontală între punctele

de aceeași cotă ce definesc poziția de realizare a penetrărilor. Unind punctele de egală valoare a indicatorului de modificări structurale se obține o curbă de egală rezistență la penetrare dinamică. Acest mod de reprezentare respectiv trasarea unor curbe de egală rezistență la penetrare dinamică, care constituie o contribuție a autorului, permite definirea în mod clar și din punct de vedere cantitativ extinderea zonei de modificări structurale (fig. 3.24, fig. 3.26).

6.2.7. Pe baza celor reliefate anterior cât mai ales din analiza critică a rezultatelor obținute ca urmare a materializării curbelor de egală rezistență la penetrare s-au putut trage o serie de concluzii care vin să întărească unele constatări semnalate în această direcție și de alți cercetători [70]. Terenurile necoezive străbătute de tubul metalic recuperabil, introdus în teren prin vibrare suferă modificări structurale pozitive (proces de îndesare) care au implicații asupra capacității portante a pilotului, modificări care se manifestă începând de la aproximativ 1 - 1,2 m de la suprafața terenului. În adâncime aceste fenomene de îndesare se accentuează manifestându-se la intensitatea maximă în jurul vârfului pilotului (fig. 3.24, fig. 3.26) extinzându-se pe verticală cu (2-2,5) dp deasupra vârfului, iar sub vîrf cu circa (3-3,5) dp iar după direcția orizontală această zonă se extinde pe o rază (3-3,75) dp. Forma în spațiu a zonei de modificări structurale este de regulă dictată de starea de îndesare a terenului necoeziv străbătut de dispozitivul de lucru.

6.2.8. Corelarea rezultatelor cercetărilor proprii cu datele oferite de literatura de specialitate [70], [99], [115], referitoare la modificările structurale ce apar în terenul din jurul elementelor înfipte prin vibrare a făcut posibilă sublinierea unor noi concluzii și observații menite să contribuie la elucidarea complexității acestui fenomen ce are loc în structura pământului. Totodată concluziile rezultate din studiile proprii au clarificat unele aspecte ale problemei, semnalate de literatura de specialitate și prin prisma influenței acestor fenomene asupra capacității portante a piloților executați pe loc prin vibropresare, element definitoriu al acestora.

6.3. Contribuții la studiul determinării capacității portante a piloților scurți executați pe loc prin vibropresare

6.3.1. Prelucrarea datelor oferite de literatura de specialitate consultată, studiile și cercetările proprii efectuate pe diverse amplasamente caracterizate prin condiții de teren diferite, au per-

mis evidențierea clară și totodată critică a unor concluzii (dezvoltate pe larg în paragr. 1.1, 4.2, 4.3 și în special în subparagr. 4.3.1 și 4.3.2) asupra complexului de probleme pe care le ridică una din cele mai vechi teme din domeniul fundării indirecte și anume capacitatea portantă a piloților. Concluzia generală care se desprinde în ceea ce privește metoda de determinare a capacității portante, este aceea că în prezent există o mare diversitate de procedee de determinare a capacității portante a piloților, fiecare procedeu fiind posibil de aplicat în anumite condiții concrete de teren fiind aplicabil funcție de metoda de realizare a piloților, etapa de proiectare a construcției, importanța construcției cât și gradul de încredere pe care îl reprezintă procedeu. Dintre toate procedeele cunoscute, ca sigură, rămâne încercarea statică în teren a piloților de probă, ale cărei rezultate permit stabilirea corectă și cât mai aproape de realitate a valorii capacității portante a pilotului încercat.

6.3.2. Pe baza celor reliefate anterior cât și a faptului că terenul din jurul pilotului suferă puternice modificări structurale (subparagr. 3.3.2.2) autorul a adoptat ca procedeu de determinare a capacității portante a piloților experimentali procedeu static de încărcare în trepte a piloților de probă (subparagr. 4.2.3.a) conform indicațiilor din STAS 2561/2-74. Prelucrarea datelor primare obținute din încercările experimentale de probă a fost făcută în ideea reprezentării curbei tasare-timp (C.T.T) și a curbei de încărcare-tasare (C.I.T.) ținând seama de interdependența care există între aceste două curbe, respectiv a influenței parametrului timp (timpul de menținere a unei trepte de încărcare) asupra tasării finale corespunzătoare unei trepte de încărcare (subparagr. 4.2.4).

6.3.3. Studiile și cercetările experimentale proprii au reliefat faptul că durata de menținere a unei trepte de încărcare influențează direct asupra alurii curbei de încărcare-tasare. Neinvestigarea condiției de stabilizare a tasării pilotului sub o treaptă de încărcare, duce la obținerea unei valori eronate a capacității portante de regulă mai mare decât cea reală ceea ce poate constitui un pericol pentru integritatea și viabilitatea construcției fundate indirect. În schimb menținerea unei trepte de încărcare mai mult decât timpul necesar înregistrării tasării finale sau puțin 90%-95% din această valoare, nu este justificată atât din punct de vedere economic cât și tehnic, deoarece prelungirea duratei de acționare a treptelor de încărcare, prelungeste durata totală a încercării, iar avantajul tehnic obținut este nul deoarece poziția

punctului de pe traseul curbei de încărcare-tasare practic nu-și schimbă poziția.

6.3.4. Avînd în vedere aspectele subliniate mai sus cît și necesitatea determinării unor elemente caracteristice ale C.T.T. aceasta a fost definită matematic printr-o hiperbolă (relația 4.38 și fig.4.17 a) care din punct de vedere fizic exprimă cu destulă exactitate procesul de tasare al pilotului sub acțiunea unei trepte de încărcare. Tasarea finală pentru fiecare treaptă de încărcare, definită în subparag.4.2.4.1, se determină în acest caz foarte simplu prin calcularea inversului tangentei unghiulare a dreptei de definiție a curbei de tasare-timp (fig.4.17 b). Acest mod de prelucrare a datelor primare permite materializarea C.I.T. prin puncte definite de tasarea cumulată corespunzătoare unei trepte de încărcare determinată conform relației 4.10, puncte a căror poziție nu mai este influențată de parametrul timp.

6.3.5. Elementele caracteristice care definesc C.T.T. și anume coeficientul de corelație a tasării (β_0) durata de producere a semitasării limită (t'_0) cît și viteza corespunzătoare momentului ultimei înregistrări a fiecărei trepte (v_g) determinate pe baza prelucrării unui număr de 245 de trepte de încărcare, au permis evidențierea unor concluzii caracteristice pentru piloții scurți executați pe loc prin vibropresare. Prelucrarea statistică a rezultatelor (fig.4.18, fig.4.19, fig.4.20) respectiv centralizarea lor funcție de natura terenului (tab.4.1) a făcut posibilă luarea în discuție și a influenței terenului asupra modului de dezvoltare a C.T.T. cît și a elementelor caracteristice ce o definesc.

6.3.6. Ca urmare a analizei rezultatelor materializate în tabelul 4.1. rezultă, evident prin prisma valorii coeficientului (β_0) ($\beta_0 = 0,95 \sim 0,99$) că practic la toate treptele de încărcare luate în discuție a fost atinsă tasarea limită. O influență pregnantă a naturii terenului asupra valorii coeficientului β_0 nu apare în mod evident, concluzie care se desprinde în mod special datorită diferenței mici dintre coeficienții (β_0), stabiliți pentru cele două categorii de teren. În schimb valorile duratei de producere a semitasării limită (t'_0) reflectă în mod clar influența naturii terenului asupra mărimii acesteia (subparagr.4.3.1). Alina curbei tasare-timp depinde, cel puțin pentru faza de început, de valoarea acestui element, alina acesteia prezentînd o pantă accentuată în cazul valorilor mici respectiv o pantă mai redusă în cazul valorilor mai mari, după care pentru restul intervalului de timp de menținere a trepte de încărcare panta scade din ce în ce mai mult tin-

zînd asimptotic la orizontala ce definește tasarea limită.

Viteza de tasare (v_s) corespunzătoare timpului total de acționare a treptei de încărcare este dependentă de natura terenului cît și de modul de transmitere a încărcării exterioare terenului, fiind cuprinsă între 0,00016 mm/min și 0,00031 mm/min, situație pentru care tasarea pilotului sub o treaptă de încărcare a atins 95%-99% din tasarea limită.

6.3.7. Pe baza celor reliefate anterior privind elementele definiției ale curbei tasare-timp definită matematic și ținînd seama de condiția de stabilizare a tasării sub o treaptă de încărcare conform STAS 2561/2-74 din care reiese ca viteză de tasare $V_s \leq 0,0033$ mm/min, rezultă pe bază de calcul, folosind relația 4.47, că durata maximă de timp pentru care se înregistrează această condiție este de 40-60 minute. În această situație coeficientul de corelație a tasării (β_0) va avea valori cuprinse între 0,85 - 0,95 ceea ce înseamnă că din tasarea limită posibilă de înregistrat s-a produs circa 85% - 95%.

În baza celor constatate, autorul va propune următoarea completare la artic.5.2.6. din STAS 2561/2-74:

"În cazul piloților scurți executați pe loc prin vibropresare pentru fiecare treaptă de încărcare se fac citiri la toate dispozitivele de măsurare, la următoarele intervale de timp după aplicarea încărcării:

- la fiecare 5 minute, pentru primele 20 minute;
- la fiecare 10 minute pentru restul intervalului de timp pînă la o oră;
- la fiecare 20 minute în continuare pînă la stabilizarea tasării pilotului.

Se consideră atinsă faza de stabilizare a tasării cînd diferența tasărilor medii înregistrate în trei intervale de citiri consecutive la 20 minute să nu depășească 0,2 mm condiție care corespunde cu o viteză de tasare de 0,01 mm/min viteză acceptată și de alți cercetători [85], [107].

Admiterea acestei completări, duce, după părerea autorului, la reducerea timpului de menținere a unei trepte de încărcare pînă la 40 minute, iar durata totală maximă a unei încercări se reduce cel puțin la jumătate față de durata impusă prin indicațiile actuale din STAS 1256/2-74.

6.3.8. Parametrii de portanță ai unui pilot (încărcarea de rupe-re, încărcarea critică, respectiv capacitatea portanță) se determină din curba de încărcare-tasare (CIT) materializată în sistemul de

axe adoptat (fig.4.8) funcție de treapta de încărcare cât și de tasarea cumulată corespunzătoare treptei de încărcare considerată. Deoarece în cele mai multe cazuri punctele materializate în sistemul de axe adoptat nu definesc o curbă continuă care să reflecte o anumită lege de corelare între încărcare și tasare, unirea punctelor definind o linie frântă sau o curbă care conține parțial punctele, autorul, pe baza studiilor proprii cât și a datelor bibliografice propune ca reprezentarea C.I.T. să se facă pe care matematică (subparagr.4.2.4.2) pornind de la o dreaptă de definiție a curbei adoptate materializată prin datele primare ale încercării statice de probă. Acest lucru este justificat prin aceea că permite materializarea curbei cât mai aproape de traseul real, permite determinarea parametrilor de portanță prin extrapolare deoarece legea de variație a curbei este aceeași până la atingerea teoretică a încărcării de rupere, de asemenea permite compararea în mod unitar a curbei încărcare-tasare materializată pentru condiții diferite în ceea ce privește geometria pilotului cât și natura terenului. Un avantaj evident al reprezentării C.I.T. definite matematic este acela că prelucrarea datelor primare se poate face pe calculator, ceea ce permite o interpretare unitară și exactă a rezultatelor încercării statice de probă.

6.3.9. În ceea ce privește determinarea capacității portante, ca fracțiune a încărcării critice a pilotului, se poate sublinia evident în baza datelor obținute, din prelucrarea sistematică și totodată critică a materialului bibliografic, faptul că modul de apreciere a încărcării critice pe baza C.I.T. (fig.4.13) influențează direct asupra mărimii capacității portante.

Modalitățile de apreciere a încărcării critice pe baza C.I.T. sînt diferite de la țară la țară, neexistînd un mod unitar de apreciere unanim recunoscut (fig.4.13, fig.4.14). De asemenea acestea sînt relativ rigide nereușind să cuprindă toți factorii ce intervin în cazul fundării indirecte a construcțiilor (subpar. 4.2.5.2)

Curba de încărcare-tasare definită matematic permite stabilirea rapidă și comodă a încărcării critice a piloților prin simpla înlocuire sau introducerea unei instrucțiuni în cadrul programului de calcul elaborat.

6.3.10. În baza aspectelor reliefate anterior cât și a celor prezentate detaliat în subparagr.4.2.4.2 privind posibilitățile de reprezentare a C.I.T. definite matematic, datele elementare obținute la cele 45 de încercări de probă efectuate pe diverse amplamente (tabelul 4.2) au fost prelucrate folosind programele de

calcul TESTCAPP-1 și TESTCAPP-2 (fig.4.21 și fig.4.22) elaborate de autor. Compararea curbelor de încărcare-țesare trasate pe baza rezultatelor obținute prin calcul cu cele trasate pe baza datelor elementare rezultate din încercările statice de probă scoate în evidență faptul că pentru piloții realizați în condiții în care aceștia lucrează ca purtători pe vîrf, există o bună corespondență între alierea curbelor de încărcare-țesare stabilite pe bază de măsurători și cele stabilite pe bază de calcul (fig.4.22, fig.4.23, fig.4.25, fig.4.26) indiferent dacă stratul portant este constituit din terenuri necoezive sau coezive.

În schimb în cazul piloților flotați curba de încărcare-țesare definită matematic prin cele două procedee prezintă abateri față de traseul definit prin punctele materializate pe bază de măsurători directe și acestea în special în domeniul dezvoltării deformațiilor viscos-plastice (fig.4.27, fig.4.28). Se apreciază că de regulă în zona țășărilor mici ale pilotului corespunzătoare deformațiilor elastico-plastice ale terenului există o corespondență bună și chiar foarte bună între C.I.T. definită matematic și C.T.T. materializată pe baza punctelor măsurate. Abaterile care apar evidențiază faptul că măsurătorile făcute în partea finală a încercării, pînă la atingerea încărcării de rupere, influențează cu mult mai puternic parametrii dreptei de definiție a curbei respectiv a C.I.T. definită matematic, față de C.I.T. materializată prin punctele măsurate. În acest caz pentru a mări gradul de aplicabilitate al C.I.T. definită matematic și în cazul piloților flotați în ideea stabilirii sarcinii de rupere este necesar ca parametrii dreptei de definiție a C.I.T. să fie determinați neluînd în considerare toate punctele măsurate pentru partea finală a încercării corespunzătoare domeniului deformațiilor viscos-plastice, ci numai primul punct din acest domeniu.

6.3.11. Studiile respectiv cercetările efectuate de autor privind elucidarea aspectelor legate de materializarea curbei de încărcare-țesare definite matematic prin cele două metode respectiv analizele comparative a alierii celor două tipuri de C.I.T. definite matematic cu alierea C.I.T. definită de punctele măsurate (fig. 4.29, fig.4.30, fig.4.31) au permis evidențierea următoarei concluzii: în cazul piloților scurți executați pe loc prin vibropresare, estimarea parametrilor de portanță (încărcarea de rupere, încărcarea critică, capacitatea portanță) din curba de încărcare-țesare definită matematic prin datele elementare ale încercării de probă, se poate face folosind programele de calcul întocmite, rezultatele încadrîndu-se în nivelul de încredere cerut de practica inginerescă.

6.4. Contribuții privind studiul factorilor ce influențează capacitatea portantă a piloților scurți executați pe loc realizați prin vibropresare

6.4.1. Studiile și încercările experimentale efectuate pe emplașamente din cadrul celor patru zone de experimentare și aplicare (paragr.3.3.1) în scopul stabilirii capacității portante în anumite condiții concrete de teren, geometrie și mod de realizare a pilotului au scos în evidență o serie de aspecte privind factorii care influențează capacitatea portantă a piloților scurți executați pe loc prin vibropresare, aspecte prezentate detaliat în subparagraful 4.3.2.4.

Factorii care influențează, după părerea autorului, în mod direct asupra capacității portante a piloților scurți executați pe loc prin vibropresare sînt:

- adîncimea de încastrare a pilotului în stratul portant;
- natura terenului și modul de transmitere a încărcării exterioare terenului în care este realizat pilotul.

- numărul de vibropresări efectuate pentru realizarea bulbului, modificările structurale ce apar în terenul din jurul pilotului, (aspecte prezentate în detaliu în subparagr.6.2).

Pentru evidențierea influenței adîncimii de încastrare a pilotului în stratul portant asupra capacității portante, autorul a efectuat încercări experimentale pe piloți executați în aceleași condiții de teren și geometrie a pilotului dar pentru lungimi diferite de încastrare(fig.4.3).

Rezultatele obținute au scos în evidență faptul că adîncimea de încastrare influențează asupra mărimii capacității portante în mod substanțial pentru o lungime de încastrare de pînă la 1,5~1,6 m (fig.4.32) după care influența scade în mod vizibil. Din acest punct de vedere se desprinde o concluzie foarte importantă cu implicații tehnice și economice evidente și anume: pentru a se obține capacitatea portantă scontată a unui pilot executat pe loc realizat prin vibropresare, funcție de caracteristicile fizico-mecanice, geometrie a pilotului și mod de realizare, adîncimea de încastrare a acestuia în stratul portant trebuie să fie de 0,7~1,5 m.

Incastrarea pilotului pe o lungime mai mare nu se justifică din punct de vedere tehnic (fig.4.32) și îndeosebi economic deoarece durata de funcționare a vibroagregatului crește mult, ducînd la mărirea duratei de execuție a unui pilot respectiv a consumului de energie.

6.4.3. În ceea ce privește influența naturii terenului respectiv a modului de transmitere a încărcării exterioare terenului în

care este realizat pilotul, asupra aliorii C.I.T., a încărcării de rupere respectiv asupra capacității portante încercările experimentale efectuate au scos în evidență faptul că mărimea capacității portante dar mai ales C.I.T., pentru piloți realizați cu aceleași condiții geometrice, este diferită (fig.4.34).

Din punct de vedere al C.I.T. se poate afirma că aliura acesteia caracterizează faptul dacă pilotul încercat lucrează ca un pilot purtător pe vîrf sau flotant, aceasta datorită dezvoltării caracteristice a procesului de tasare al pilotului care se datorește mecanismului diferit de transfer al încărcării dela pilot la terenul înconjurător.

6.4.4. In privința piloților flotanți se consideră că aprecierea încărcării de rupere în baza indicațiilor de la punctul 5.2.7. din STAS 2561/2-74, funcție de mărimea tasării cumulate, respectiv a condițiilor de stabilizare a acesteia în decurs de 24 ore, nu se face în conformitate cu dezvoltarea reală și caracteristică a C.I.T. reținîndu-se seama de momentul real de atingere a încărcării de rupere. Ca urmare se propune ca pentru piloții scurți flotanți executați pe loc prin vibropresare încărcarea de rupere să fie încărcarea pentru care în C.I.T. apare o frîntură accentuată indiferent dacă tasarea corespunzătoare treptei de încărcare îndeplinește sau nu condițiile de stabilizare, în decurs de 24 ore, conform cu cele menționate la subparagr.4.3.1. capacitatea portantă urmînd să se calculeze cu relația:

$$R = m.k.Pr \quad [KN] \quad (4.48)$$

care pare mai rațională din punct de vedere al mecanismului de tasare al pilotului flotant.

6.4.5. Studiile cît și cercetările experimentale privind influența operațiilor de vibropresare asupra capacității portante efectuate pe piloți experimentali (tab.4.4) au permis evidențierea unor observații deosebite prezentate în detaliu în subparagr.4.3.2.4.c, rezultînd că fiecare operație de vibropresare aduce un spor de capacitate portantă și aceasta evident numai pe seama măririi ariei secțiunii transversale a pilotului. Efectul operațiilor de vibropresare privit prin prisma sporirii capacității portante a piloților este funcție de natura terenului din stratul portant cît și de gradul de îndesare respectiv starea de consistență a acestuia.

Indiferent de natura terenului și a proprietăților sale fizico-mecanice, aportul operațiilor de vibropresare asupra capacității portante a pilotului este maxim pentru prima operație de vibropresare, mai redus pentru operația a doua și foarte mic sau chiar negli-

jabil pentru a treia operație de vibropresare.

6.4.6. Avînd în vedere aceste observații, desprinse din analiza lucrărilor experimentale ale căror rezultate sînt prezentate în tabelul 4.4. autorul a stabilit niște coeficienți de sporire a capacității portante pentru piloții scurți executați pe loc prin vibropresare purtători pe vîrf, corespunzători celor două categorii de teren (necoeziv și coeziv) funcție de numărul de operații de vibropresare efectuate (tab.4.5). Acești coeficienți permit stabilirea cu destulă exactitate a capacității portante a piloților scurți executați pe loc prin vibropresare, realizați cu bulb dacă se cunoaște capacitatea portantă a unui pilot executat pe loc realizat în aceleași condiții de teren, și fișă a pilotului. Calculul se face în acest caz cu relația:

$$R_{vp} = m_5 \cdot R \quad [KN] \quad (4.49)$$

6.4.7. Pe baza aspectelor reliefate anterior privind modificările structurale ce apar în terenul străbătut de tubul metalic recuperabil datorită energiei vibrațiilor (subparagr.3.3.22.) care au permis evidențierea unor coeficienți și condițiilor de lucru caracteristici condițiilor de aplicare a tehnicii vibrării prezentați în tabelul 4.6, cît și faptul că tehnologia permite sporirea capacității portante pe seama realizării unui bulb, la baza pilotului prin operații de vibropresare, autorul propune completarea punctului 3.2.5 și 3.2.7. din STAS 2561/2-74. În acest sens, în condițiile specificate la punctul 2.7.1 și 2,7,3. din STAS 2561/2-76, capacitatea portantă a unui pilot purtător pe vîrf executat pe loc realizat prin vibropresare, se propune să se calculeze cu relația

$$R = k \cdot m_3 \cdot m_5 \cdot m_6 \cdot R^n \cdot A \quad [KN] \quad (4.50)$$

iar capacitatea portantă a unui pilot flotant executat pe loc realizat prin vibropresare se propune să se calculeze cu relația:

$$R = k(m_3 \cdot m_5 \cdot m_6 \cdot R^n \cdot A + m_7 \cdot U \sum f_1^n \cdot l_1) \quad [KN] \quad (4.51)$$

Relațiile (4.50) și (4.51) propuse de autor tin seama de particularitățile tehnologiei de execuție, în ceea ce privește posibilitatea măririi capacității portante a piloților prin creerea bulbului la partea inferioară cît și de modificările structurale care apar în terenul din jurul pilotului executat pe loc prin vibropresare.

6.5. Contribuții privind aplicarea și valorificarea cercetărilor pe plan național și perspective de viitor

6.5.1. Așa cum s-a mai amintit studiile și cercetările efectuate privind elaborarea tehnologiei de realizare a piloților scurți executați pe loc prin vibropresare s-au desfășurat pe o perioadă

relativ lungă între anii 1968-1975 caracterizată prin aceea că lucrările experimentale s-au efectuat în paralel cu aplicarea tehnologiei la lucrări de fundare a unor obiective, lucrări amorsate pe bază de contracte ale Catedrei de drumuri și fundații încheiate cu întreprinderi de construcții montaj din țară la realizarea cărora autorul a contribuit direct [47], [64], [51], [82]. Cu această ocazie cu concursul său direct s-au rezolvat aspecte legate de introducerea tehnologiei de lucru în practica inginerescă de realizare a lucrărilor de infrastructură, extinderea și generalizarea acesteia pe baza unor studii economice întocmite pentru fiecare situație concretă întâlnită. Realizările mai deosebite în direcția aplicării în producție a tehnologiei de lucru în perioada 1969-1978 sînt prezentate în tabelul 3.1. defalcat pe zone de experimentare și aplicare, tipul construcției cît și regimul de înălțime al acestora, realizîndu-se circa 22.000 piloți pentru un număr de peste 100 construcții. Se menționează că de regulă lucrările executate au fost realizate sub directă îndrumare a autorului prin asistența tehnică acordată atît la proiectare cît și la executarea fundațiilor pe piloți scurți executați pe loc prin vibropresare.

6.5.2. În vederea acoperirii unei game cît mai mari de construcții ca tip și regim de înălțime preocupările autorului s-au axat în direcția elaborării tehnologiei de execuție a piloților scurți executați pe loc realizați prin vibropresare, armați pe întreaga lungime descrisă în subparagraful 3.2.3 și care a făcut obiectul brevetului de invenție nr.70695/1977 [69].

Tehnologia de lucru a fost aplicată cu rezultate foarte bune cu ocazia fundării chiar și a unor blocuri de locuit cu P+10 niveluri din orașele Brăila și Zalău [51], [82].

6.5.3. În paralel cu activitatea depusă privind aplicarea și generalizarea noii tehnologii de lucru pe plan național, autorul a desfășurat o activitate asiduă privind evidențierea eficienței economice prin studii economice comparative între noua soluție de fundare și diverse soluții clasice de fundare preconizate inițial în virtutea condițiilor reale de teren, privind costurile globale, consumul de manoperă și materiale deficitare, durata de execuție și productivitatea muncii, costul unui KN de capacitate portantă cît și consumul de energie și carburanți [47], [51], [61], [80], [82]. Esența acestor studii întocmite în decursul anilor de aplicare a tehnologiei este prezentată în capitolul 5. Se menționează că studiile economice comparative s-au făcut asupra unor construcții executate în cadrul celor patru zone de experimentare și aplicare menționate în subp. regr.3.3.1.

6.5.4. Prin prisma rezultatelor obținute cu ocazia efectuării acestor studii cât și a rezultatelor la care s-a ajuns privind alegerea variantei optime de fundare prin analiză multicriterială (paragr.5.6) autorul consideră că alegerea unei soluții de fundare pentru o construcție în anumite condiții concrete de teren trebuie făcută numai pe baza unei analize multicriteriale a mai multor variante de fundare posibile de aplicat în anumite condiții concrete de teren. De asemenea se consideră că soluția de fundare ce face obiectul prezentei teze constituie o soluție de fundare indirectă eficientă din punct de vedere tehnico-economic care poate înlocui fundarea indirectă pe piloți scurți prefabricați cât și fundarea directă de medie și mare adâncime.

6.5.5. Pe baza studiilor și cercetărilor întreprinse de autor, în condiții de teren, cât și a observațiilor obținute cu ocazia lucrărilor executate pentru producție pe bază de contracte încheiate cu MCInd. autorul în calitate de responsabil de temă a elaborat în colectiv "Instrucțiunile tehnice pentru proiectarea, executarea și recepționarea lucrărilor de fundații pe piloți scurți executați pe loc prin vibrare" Indicativ C-161 publicate în Buletinul construcțiilor nr.1/1974.

Prin apariția acestor instrucțiuni, s-a pus la dispoziția specialiștilor un material util ce face posibilă aplicarea noii tehnologii de fundare indirectă într-un cadru unitar pentru obținerea eficienței tehnico-economice scontate.

6.5.6. Pe lângă aplicarea directă în practică, rezultatele obținute cu ocazia efectuării cercetărilor au devenit cunoscute în țară și străinătate și prin publicarea lor pe parcurs în diverse reviste de specialitate, sau prin prezentarea la unele manifestări științifice interne și internaționale sub formă de lucrări științifice elaborate în colectiv sau personal [61], [64], [65], [66], [80], [82].

6.5.7. Aplicabilitatea metodei, avantajele tehnico-economice obținute ca urmare a folosirii tehnologiilor prezentate, au stimulat realizarea utilajelor de vibropresare, ajungându-se astfel ca în catedră să se proiecteze agregatul de vibropresare AVP-1 realizat pentru prima oară de către A.S.P.M. Facultatea de mecanică a Institutului Politehnic "Traian Vuia" Timișoara pentru IJCM Câmp-Severin. De asemenea s-au executat asemenea utilaje pentru IJCM Brăila și ICMJ Sălaj-Zelău. Testarea acestora în condiții de producție cât și rezultatele obținute au permis asimilarea acestui vibroagregat executându-se de către M.C.Ind. și Electromontaj București un număr de circa 20 de vibroagregate.

6.5.8. Studiile și cercetările efectuate de autor, privind elucidarea problematicii abordate, au reliefat unele aspecte și idei ce deschid noi perspective în activitatea de cercetare viitoare, dintre care autorul își permite să nominalizeze:

- Studiul și cercetarea unor metode mai rapide și mai economice în ceea ce privește determinarea capacității portante pe baza energiei consumate de vibrogenerator.

- Studiul și perfecționarea tehnologiilor elaborate în vederea lărgirii domeniului de aplicabilitate ca și condiții de teren și geometrie a pilotului în strânsă dependență cu preocupări legate de perfecționarea și proiectarea unui nou vibroagregat cu parametri superiori celui folosit pentru realizarea tehnologiilor ce fac obiectul prezentei teze.

- Studiul și cercetarea posibilităților de stabilizare a unor relații corelative dintre parametri tehnici ai vibrogeneratorului de vibrații dimensiunile geometrice ale dispozitivului de lucru modificările structurale ale terenului cu posibilitatea de apreciere a capacității portante a piloților executați pe loc prin vibropresare.

- Studii privind determinarea capacității portante a piloților pe seama refuzului înregistrat, în corelație cu atingerea unor parametri de oscilație ai vibrogeneratorului în strânsă legătură cu natura și caracteristicile fizico-mecanice ale terenului ce constituie stratul portant.

- Studii privind aprecierea capacității portante a piloților scurți executați pe loc prin vibropresare pe seama datelor furnizate de lucrările de vibrosondare și stabilirea unor relații de calcul a capacității portante pentru cazurile de teren și geometrie a pilotului posibilă de realizat.

- Studii privind comportarea piloților, respectiv al betonului din pilot la acțiunea agresivității naturale a terenului și apelor subterane în special când viteza de filtrație depășește 1 m/zi cât și posibilitatea de aplicare a acestor piloți în medii puternic agresive.

x
x x

BIBLIOGRAFIE

1. BARKAN, D.D. - Foundation Engineering and Drilling by the Vibration Method. La Construction de Foundations et la Forage par la Methode de Vibration. Proc. of the Fourth intern. Conf. on Soil. mech. and Found. Eng. Vol. II. London 1957, p. 3-7.
2. BARKAN, D.D. - Itogi sovesçania po primeneniû vibratcii pri istoistve osnovanii soorujenii. Osnov. fundam. i mech. gruntov. nr. 4/1960.
3. BARKAN, D.D. - Primeneniia vibroburenia pri iziçsceniih na stroitelnih plosciadah. Osnov. fundamenti i mech. gruntov nr. 5/1960.
4. BARKAN D.D. - Dinamica Osnovanii i fundamentov. Moskva, Stroinvemorizdat, 1948.
5. BARKAN, D.D. - Vibrometod vi stroitelstve, Gostroizdat Moskva 1959.
6. BEREZANTEV, V. - Determination of the limiting resistance of sand soil: under the point of a pile by means of static penetration. Mechanics and Foundation Engineering, 1966, p. 229.
7. BEREZANTEV, V., KRISTOFOROV, V., GOLUBKOV, V. - Load Bearing Capacity and deformation of Piles Foundation. Al. V-lea Congres Intern. de Geotehnicã, Paris 1961.
8. BERGDAHL, U., WENNERSTRAND, I. - Die Tragfãhigkeit von Rammpfãhlen in lockeren Sand. A VI-a Conf. Europ. de mecanica pãm. și fundații, Viena 1976.
9. BOIAN, M., ABRAMESCU, T., STOICA, R., MARCU, A. - Tragfãhigkeitsbestimmung der Stahlbeton Fertipfãhle durch statische penetration. A IV-a Conf. Europ. de mec. pãm. și fundații, Viena, 1976.
10. BOROWICKA, H. - Uber die zulãssige belastung von Grossechrfpfãhlen A VI-a Conf. europ. de mec. pãmînturilor și fundații, Viena 1976.
11. BOULON, M., CHAMBON, R., DARVE, F., MARELOT, F. - Setzungen und zulãssige Tragfãhigkeit von Pfãhlen im Sand. A VI-a Conf. europ. de mecanica pãmînturilor și fundații, Viena 1976.
12. CAMBERFORD, H., CHADEISSON, R. - Critere pour l'evaluation de la force portante d'un pieu. A V-lea Congres International de geoteci fundații, Paris, 1961.
13. CAQUOT, A., KERISEL, J. - Traitã de mecanique des sols. Edit. Gauthier Villars, Paris, 1966.
14. COMBERPONT, H. - Prospectarea pãmînturilor și fundații speciale. Edit. Eyrolles, Paris, 1966.
15. COOKE, R.W., PRICE, G. - Strains and displacements around friction Piles. Al VIII-lea Congr. de geot. și fundații Moskove 1973. Vol. 2.1 p. 53-59.
16. CRUTOV, V.I., RAFOLZUC, V.L., VLASOV, I.V. - Fundamentii vi vitrambovanih cotlovanah s uçiennim osnovaniem. Osnov. fundam. i mech. gruntov. nr. 3 1978.
17. DIMA, GH. - Fundații, metode moderne pentru cercetarea în situ a terenurilor de fundare. Noi sisteme și procedee de fundare construcțiilor industriale și civile. Red. publicațiilor pentru construcții CDCAS, 1973.
18. DIMA, GH. - Studii asupra modificãrilor caracteristicilor maselor de pãmînt supuse vibrațiilor. Inst. de constr. București (titlu de doctorat).
19. DIETRICH, TH. - Uber die kritische Penetrationsgeschwindigkeit von Pfãhlen in rolligem Boden. A VI-a Conf. europ. mec. pãm. fundații Viena 1976.

20. DIHOVICHII, I.A., -Sovershenstvovanie constructii fundamentov jilii i grajdenschih zdani povisenoi etajnosti. Osnov. i fundamenti i mechanica gruntov. nr.2/1970.
21. EIDE, O., HUTCHINSON, N., LONDVA, A., - Short and long-term. Test Loading of a Friction Pile in Clay. Al V-lea Congres International de geotehnică și fundații, Paris 1961.
22. ERMOSENKO, P.M., -Sposobi prohodci scvajinih pod nabivnie svai bez viemki grunta. Osnov.fund.i mech.gruntov.nr.4/1976.
23. FEDA, I., -Mantelreibung von Pfählen. A VI-a Conf.europ.de mecanica pământurilor și fundații, Viena 1976.
24. GAMAL EL., DIN, A.K., -The Bearing Capacity of Piles in Relation on the Properties of Clay. Al V-lea Congr.Intern.de geotehnică Paris 1961.
25. GRIGORIAN, A.A., -Kî voprosu o dalneisem razvitii mechanichi gruntov. Osnov.fundamenti i mechanica gruntov nr.6/1968.
26. HAIDA, V., -Contribuții la studiul comportării pământurilor solici-tate dinamic și folosirea tehnicii vibrării în geotehnică. Vibrofo-raje. I.P."Traian Vuia" Timișoara, 1979 (teză de doctorat).
27. HOADLEY, P.J., FRANCIS, A.I., STEVENS L.K., -Load Testing of Sleder Steel Piles in soft Clay. Al.VII-lea Congres de mecanica pământu-rilor și fundații, Mexico, 1969, Vol.II, p.123.
28. HOUSEL, W.S., -Pile Load Capacity. Estimates and test Results. Proc.of the Americ.Society of.Civil Engineers 92, Pop.4861, 1966.
29. JAMBU, N., -Statische Tragfähigkeit von Reibungspfählen. A VI-a Conf.europeană de mec.pământurilor și fundații, Viena 1976.
30. KANAKOV, G.V., -O rezultatah sravitelnih ispitanii mobilnih mașini dlia progujenie svai. Osnov.fundamenti i mech.gruntov.nr.1/1964
31. KAROLOV, M.N., -Piloți bătuți cu vîrf lărgit. Transp.stroitelstvo nr.2/1969.
32. KEE, - Estimation of the Ultimate Load of Piles from test not ca-ried to failure. Proc.5 Southeast Asian Conf.Soil Engineers, Singapur, p.81, 1970.
33. KEZDI, A.-Bodenmechanik, VEB Verlag für Bauwesen, Berlin, Bd.2, p.276 1964.
34. K.I.Lo., -Induced Pore Pressures during pile Driving Operations A VI-lea Congr.de mec.păm.și fundații Canada 1965, vol.II, p.285-289
35. LERMAN, V.M., -Efektivnosti primenenia svainih fundamentov v jilisnom stroitelstve Tiumeni. Osnov.fund.i mech.gruntov nr.4/1977.
36. LERNER, V.I., CIUMAKOV, I.S., -Opît ustroistva buronabivnih svai i usi-renoï piatoi na Ukraine. Osnov.fund.i mech.gruntov.nr.4/1970.
37. MAIOR, N., PAUNESCU, M., -Despre compactarea pământurilor nisipoase cu ajutorul vibrațiilor. Rev.Transp.nr.10/1973, p.170-475.
38. MANOLIU, I., -Fundații și procedee de fundații. Edit.didactică și pedagogică. București 1977.
39. MASLOV, N.N., -Uslovia ustoičnosti vodonasîceniñ peskov u glinîh. Gosenergoizdat, 1959, Leningrad.
40. MEYERHOP, G.G., -Bearing Capacity and Settlement of Pile Foundations. Proc.of the American Society of Civ.Engineers. Journal Geotechni-cal Engineers Division. Vol.102 nr.GP3, p.127, 1976.

41. MEYERHOF, G.G., MURDOCK, L.J. - An investigation of the Bearing Capacity of some bored and driven Piles in London Clay. *Geotechnique* nr.7 vol.3, 1973.
42. MEYERHOF, G.G. - The ultimate Bearing Capacity of Foundations. *Geotechnique* 2 p.301, 1951.
43. MIHUL, A., ș.a. - Fundații pe piloți bătuti, precomprimați cu secțiunea transversală sub formă de stea. *Rev. Construcțiilor și a materialelor de construcții* nr.6/1968.
44. MOGAMI, T., KISHIDA, H., - Some Piling Problems. Al V-lea Congres internațional de geotehnică, Paris, 1969.
45. OKLRICH, - Die Vibrationsrammung mit einfacher längsschwingwirkung. *Veröff. des Instit. für Maschinenwesen im Baubetrieb der Universität (T.H) Karlsruhe*. Reihe F Heft 8, 1974.
46. PATALAEV, A.V. - Rascet svoi i svainh osnovanii, Moskva, 1949.
47. PAUNESCU, M., SCHEIN, T., HAIDA, V. - Studiu privind tehnologia de execuție a piloților scurți realizați cu ajutorul utilajelor vibratoare. Plan INCERC Poz.30(plan de stat)contr.35/1971(nepubl.).
48. PAUNESCU, M., MATEESCU, G. - Study of the Behaviour of piles thrust in to soil by means of vibratory equipment. *The Institution of Civil Engineers, London* p.121-127/1972.
49. PAUNESCU, M., GRUIA, A., - Unele aspecte privind determinarea capacității portante a piloților prin metoda penetrării. A III-a Conf. de geotehnică și fundații, Timișoara 1975.
50. PAUNESCU, M., SCHEIN T., GELLERT, F. - Cercetări privind tehnologia de execuție a piloților scurți realizați pe loc cu ajutorul utilajelor vibratoare. Utilaj și echipamente. Referat cu concluzii. *Contr. nr.971/1972(nepublicat)*.
51. PAUNESCU, M., SCHEIN, T., BUTUMAN, V. - Studiu asupra posibilităților fundării clădirilor cu P+10 nivele pe piloți turnați la fața locului executați prin vibropresare. Referat cu concluzii asupra lucrărilor experimentale. *Contr.18596/73(nepublicat)*.
52. PAUNESCU, M., - Lucrări experimentale pentru aplicarea vibrațiilor la executarea unor lucrări de fundații. *Hidrotehnica* nr.1, 1961, vol.7. pag.173-183.
53. PAUNESCU, M., - Cercetări experimentale asupra procesului de înfigere a piloților și palplășelor cu ajutorul vibrațiilor. *Buletin de studii și cercet. științif. al Acad. RSR, Baza Timișoara*, 1962 fasc.3-4
54. PAUNESCU, M., HAIDA, V., VELCU, G. - Executarea piloților de nisip prin vibrare în scopul desecării unei zone mlăștinoasă. *Rev. Transporturilor* nr.5/1965.
55. PAUNESCU, M., SCHEIN, T. - Consolidarea unor terasamente cu ajutorul piloților din var realizați prin vibropresare. A II-a Conf. de geotehnică și fundații 3-5 iunie București, 1971.
56. PAUNESCU, M., - Folosirea vibrațiilor la executarea unor lucrări de fundații. *Editura Tehnică București*, 1966.
57. PAUNESCU, M., - Înfigerea piloților și palplășelor prin vibrare, cercetări asupra rezistenței de frecare dintre element și teren. *Rev. Hidrotehnica* nr.5/1962, vol.6.p.148-158.
58. PAUNESCU, M., - Înfigerea piloților și palplășelor prin vibrare. Stabilirea parametrilor și domeniul de folosire al vibratorului. *Hidrotehnica* nr.5/1963, vol.8 pag.166-173.
59. PAUNESCU, M., - Înfigerea piloților și palplășelor prin vibrare. Cercetări asupra adâncimii și vitezei de înfigere. *Bulet. șt. tehn. IPT* 1963, tom.8, febr. 2.

60. PAUNESCU, M., - Experimentalnîie issledovania po izvlečeniu svai i spuntov vibrometodami. Proc. of the Semin. on Soil. mech. and Found. Eng. Lodz, iunie 1964, p. 73-75.
61. PAUNESCU, M., SCHEIN T., - Piloți executați pe loc realizați prin vibrare în terenuri de loes pentru clădiri cu P+10 niv. Lucrările ses. științifice I.P. Cluj-Napoca 28-29 Oct. 1978, vol. I.
62. PAUNESCU, M., SCHEIN T., - Consolidarea unor terenuri slabe de fundare constituite din steril de mină cu ajutorul piloților din bălăst. Lucr. ses. științifice, I.P. Cluj-Napoca 28-29 oct. 1978, vol. I.
63. PAUNESCU, M., SCHEIN T., - Procedee de consolidare a terenurilor de fundare slabe. Referat cu concluzii privind tehnologia de consolidare cu coloane din bălăst. Plan de stat 8-A-46, 1977. Ref. ICCPDC (nepubl).
64. PAUNESCU, M., HAIDA, V., SCHEIN, T., GRUIA, A., - Lucrările de fundare a complexului școlar "Balta Verde" din Timișoara. Rev. Santierul 10/1972.
65. PAUNESCU, M., SCHEIN T., - Cercetări privind executarea piloților scurți turnați la fața locului prin vibrare. Bulet. șt. IPT tom 15 (29), 1970.
66. PAUNESCU, M., SCHEIN, T., GIDEA, A., ROGNA, M., - Fundații pe piloți turnați la fața locului, A II-a Conf. de geot. și fundații 3-5 iunie Buc. 1971.
67. PAUNESCU, M., SCHEIN, T., - Instrucțiuni tehnice pentru proiectarea, executarea și recepționarea fundațiilor pe piloți scurți turnați pe loc prin vibrare. Bulet. construcțiilor nr. 1/1974.
68. PAUNESCU, M., - Tehnica vibrării în realizarea fundațiilor. Editura Facla, 1979, Timișoara.
69. PAUNESCU, M., MARCUS, L., SCHEIN, T., GELLERT, F., - Procedeu și dispozitiv pentru executarea piloților turnați pe loc armați, realizați cu bulb. Brevet de invenție nr. 70695/1977.
70. PETRASOVITS, D., - Forming of densified zones around Piles Driven in sand and its Effects on Bearing Capacity. Al VIII-lea Congres de geotehnică și fundații. Moscova 1973.
71. POP, V., PAUNESCU, M., - Folosirea piloților scurți la fundarea clădirilor de locuit. Rev. Constr. și mater. de constr. 2/1964, p. 57-59.
72. POP, V., GHOLAMREZA, M., FOSTI, V., - Calculul piloților la forțe orizont. și verticale prin met. diferențelor finite. Bul. șt. I.P. Cluj 13/1970.
73. RAFIROIU, M., - Modele de cercetări operaționale în construcții. Edit. tehnică, 1980. București.
74. RAFIROIU, M., - Organizarea și conducerea întreprinderilor de îmbunătățiri funciare. Centr. de multiplic. IPTVT, 1979.
75. RATKEVICI, K. N., - Economiceskaia effektivosti primeneniia melcozaglublenih buron bivnih svai vî Bielorusii. Osnov. fundamenti i mekhanika gruntov nr. 6/1975, pag. 13
76. REBRIK, B. M., - Vibrationnoe burenie scvajin. Izdateliatvo "Nedra", Moskva, 1974.
77. RODIN, CORBETT, SHERWOOD, THORBURN, - Penetration testing in United Kingdom Stat of the art report. European Symposium on Penetration Testing, 1974, Stockholm, Sweden, vol. 1. pag. 139.
78. SAVCENKO, I. A., - Vlienie vibratii ne vnutrenie vî peskah. Sb. NII Osnov. fund. dinam. gruntov. nr. 32. Gosstroizdat 1958, Moskva.
79. SCHAFFNER, - Tragfähigkeit von Bohrpfehlen. Grossversuche und Ihre Auswertung. Bauplanung- Bautechnik, 22 Heft 9, pag. 444-, 1968.
80. SCHEIN, T., - Considerații tehnico-economice privind aplicarea tehnologiei de execuție a fundațiilor realizate prin vibropresare. Rev. Construcții nr. 6/1973, p. 28-35.
81. SCHEIN, T., GRUIA, A., PAISANU, V., - Studii și cercetări privind compactarea nisipului de pe platforma C.P. Năvodari. Referat cu concluzii. Contract 8104/1976 (nepublicat).

82. SCHEIN, T., - Studii și asistență tehnică privind fundarea pe piloți scurți turnați pe loc cu ajutorul utilajelor vibratoare a unor clădiri de locuit din zona orașului Zalău. Contr.cercetare nr.9/1975. Benef.IJCM Zalău-Sălaj(nepublicat).
83. SCHEIN, T., - Unele aspecte tehnico-economice ale aplicării tehnologiei de fundare pe piloți scurți turnați pe loc realizați prin vibrare la clădiri de locuit. A IV-a Conf.de geotehnică și fundații 3-5 sept.1979, Iași.
84. SCHENK, D., - Bericht über die Tätigkeit des Arbeitskreis 5 Bauart und Tragfähigkeit der Pfähle. DGEG. Baumasch. und Bautechn. 3H5 pag.135.
85. SCHULTZE, F., ROLLBERG, D., - Bestimmung der Verhaltens von Pfählen aus sondier- und rammergebnissen. Forschungsberichte aus Bodenmechanik und Grundbau. Heft 4, Aachen, 1976.
86. SEIN, V.M., MATAHOV, B.M., - Execuția fundațiilor pe piloți la construcția Combinatului de la Seleghinsk. Promislenoe Stroitelstve nr.11 1968, p.23.
87. SHARMAN, F.A., HALCROW, W., - The Anticipated and observed Penetration Resistance of some Friction Piles Entirely in Clay. Al V-lea Congres internațional de geotehnică Paris, 1961.
88. SHERIF, G., - Setzungsmessungen an Industrie- und Hochbauten und ihre Anwendung. Mitteilungen V.G.B.57, Aachen, 1973.
89. SHERMAN, W.C., - Instrumented Piles test in a Stiff Clay. Al VII-lea Congres de mec.păm.și fundații, Mexico, 1969, vol.II, p.227.
90. SILION, T., CIUBOTARU, V., APOSTOLESCU, V., - Geotehnică și fundații, partea II-a. Editura didactică și pedagogică, București, 1967.
91. SOWERS, G., MARTIN, B., - The Bearing Capacity from Model Studies. Al V-lea Congres de Geotehnică și fundații, Paris 1961.
92. STERMAC, A.G., SELBY, K.G., DEVATA, M., - Behaviour of various types of Piles in Stiff Clay. Al VII-lea Congres de mecanica păm.și fundații, Mexico 1969, vol.II.p.239.
93. SZEKY, K., - The effects of vibration and Driving upon the Voides in Granular Soils, Surrounding a Pile. Al V-lea Congres de geotehnică și fundații, Paris, 1961.
94. SVETINSKI - Organizarea și mecanizarea lucrărilor la execuția fundațiilor pe piloți scurți la construcții de locuit. ISCFCS Moscova, 1966.
95. TASSIOS, ANAGNOSTPOULOS - Penetration testing in Greece. State of the art report. Europ.Symp.on Penetr.Testing, Stockholm, 1974, vol.I.p.65.
96. TERZAGHI, K. - Theoretical soil mechanics. John Wiley, New York, 1943.
97. TERZAGHI, K., PECK, D.K., - Die Bodenmechanik in der Baupraxis. Springer Verlag, Berlin/Göttingen/Heidelberg.
98. TOMLINSON, M.I., - The adhesion of Piles Driven in Clay Spils. Proc.IV Int.Conf.soil.mech.and.Found.Eng. vol.II, Londra 1957.
99. TOMLINSON, M.J., - Proiectarea și executarea fundațiilor. Editura Tehn. 1974, București (traducere din lb. engleză).
100. TROFIMENKOV, I., - Penetration testing in USSR, State of the art report. Europ.Symp.on Penetr.Testing, Stockholm, 1974, vol.I.p.147
101. TROFIMENKOV, I., OBODOVSKI, A.A., - Oblasti effektivno primeneniya buronabivnih svai. Osnov.fund.i mech.gruntov. nr.6/1972.
102. VAN DER WEEN, BOERNSMA, - The Bearing Capacity of a Pile Predetermined by a Cone Penetration Test. International Conf. Soil Mechanics and Foundation Engineering, Londra 1957, pag.72.

103. VALEEV, R.H.-Evaluarea tehnico-economică a fundațiilor prefabricate în raport cu fundațiile turnate monolit sub stâlpii construcțiilor industriale. Osnov.fund.i mech.gruntov.nr.5/1969.
104. VALEEV, R.H.-Ob efectivnosti primeneniia fundamentov iz nabivnîh svai. Osnov.fund.i.mech.gruntov.nr.1/1978.
105. VOLKOVA, A.E.-Mehanizația rabot nulevo țicla vî zimneie vremia. Osnov.fund.i mech.gruntov.nr.5/1978.
106. WHITAKER, T., GOOK, W.,-A New Approach to Pile Testing. Al V-lea Congres de geotehnică și fundații, Paris 1961.
107. WHITAKER, T.,-Experiments with model piles in group. Geotechnique 7/1957, p.147.
108. WITTKÉ, W., SEMPRICH, W., ROLLBERG, D.,-Nachrechnung von lottrecht und horizontal belasteten Grossbohrpfählen nach der Methode Finiter Elemente. Vorträge der Baugrundtagung, Frankfurt 1974.
109. WOODWARD R., BOITANO, J.- Pile Loading Tests in Stiff Clay. Al V-lea Congres de geotehnică și fundații, Paris, 1961.
110. ZAHARESCU, E.-Contribuții la studiul capacității portante a fundațiilor. Ed.tehnică, București, 1961.
111. ZIROW, E.- Fundații pe piloți scurți în construcții industriale Bauplanung-Bautechnik nr.9/1968.
112. x^x x - Piloty V.U.I.S. Pozemne stavstelstvo generalnoe risitelstvo, Bratislava, (prospect).
113. x^x x - Piloți în construcții. Buletin Stroitelnoi tehniki. nr.5/1968, p.5.
114. x^x x - Congresul al VIII-lea de geotehnică și fundații, Moscova 1973. Report general Secția de fundații de adâncime inclusiv fundații pe piloți.
115. x^x x - Congresul al V-lea de geotehnică și fundații. Paris, 1961 Sect.3 b. Fundații pe piloți. Report general.
116. x^x x - Proiect de execuție al agregatului de vibropresare AVP-1 Contract nr.583/1973. Contr.16770/1974. Beneficiar MCInd-CMCI București.
117. x^x x - STAS 2561/2-74. Fundații pe piloți. Incercarea în teren a piloților de probă.
118. x^x x - DIN 1054/1969. Baugrund. Zulässige Belastung des Baugrundes. Beuth Vertrieb GmbH, Berlin und Köln.
119. x^x x - STAS 2561/4-74. Piloți forși de diametru mare. Prescripții generale de proiectare, execuție și recepție.

x
x x

C U P R I N S

Cap.1.INTRODUCERE.STADIUL ACTUAL AL PROBLEMEI	1
1.1.Preocupări ale specialiștilor în problema fundării indirecte pe piloți	1
1.2.Considerații generale privind folosirea piloților scurți la fundarea construcțiilor	6
1.2.1.Considerații tehnice	7
1.2.2.Considerații economice	9
1.3.Procedee și tehnologii folosite la executarea fundațiilor pe piloți scurți	13
1.3.1.Tipuri de piloți folosiți la executarea fundațiilor	13
1.3.2.Tehnologii de realizare a piloților executați pe loc	15
1.3.2.1.Piloți executați pe loc cu tuburi metalice recuperabile	15
1.3.3.Tendințe noi în tehnologiile de realizare a piloților scurți executați pe loc	22
Cap.2.CONSIDERATII PRIVIND INFLUENTA VIBRATIILOR ASUPRA COMPORTARII TERENULUI LA INFIGEREA ELEMENTELOR PRIN VIBRARE	
2.1.Elemente generale privind procesul de înfigere prin vibrare	27
2.2.Influența vibrațiilor asupra rezistenței la înfigerea și smulgerea tuburilor metalice recuperabile	28
2.3.Factorii care influențează adâncimea și viteza de înfigere a tuburilor metalice recuperabile	37
2.4.Influența vibrațiilor asupra modificărilor structurale și caracteristicilor fizico-mecanice ale pământurilor	39
2.4.1.Influența vibrațiilor asupra rezistenței la forfecare a pământurilor necoezive	41
2.4.2.Influența vibrațiilor asupra rezistenței la forfecare a pământurilor coezive	45
2.4.3.Influența vibrațiilor asupra indicilor de structură a pământurilor	49
Cap.3.STUDII PRIVIND ELABORAREA SI APLICAREA TEHNOLOGIEI LA REALIZARE A PILOTELOR SCURTI EXECUTATI PE LOC PRIN VIBROPRESARE	55
3.1.Introducere	55
3.1.1.Domeniul de aplicare	56

3.2.Tehnologia de execuție	57
3.2.1.Utilaj și dispozitive de execuție	58
3.2.2.Tehnologia de realizare a piloților scurți executați pe pe loc cu sau fără bulb, parțial armați.	64
3.2.3.Tehnologia de realizare a piloților executați pe loc cu sau fără bulb, armați pe întreaga lungime	65
3.3.Lucrări experimentale, privind elaborarea și aplicarea tehnologiei de execuție	67
3.3.1.Amplasamente experimentale	67
3.3.1.1.Zona de experimentare și aplicare Reșița-Găvondari	68
3.3.1.2.Zona de experimentare și aplicare Timișoara	70
3.3.1.3.Zona de experimentare și aplicare Brăila	73
3.3.1.4.Zona de experimentare și aplicare Zalău - Sălaș	75
3.3.2.Scopul și rezultatele lucrărilor experimentale	77
3.3.2.1.Experimentări preliminare	77
3.3.2.2.Experimentări tehnice, definiții ale tehnologiei de lucru	81
Cap.4.STUDII PRIVIND DETERMINAREA CAPACITĂȚII PORTANTE A PI- LOTILOR EXECUTAȚI PE LOC PRIN VIBROPRESARE	95
4.1.Generalități	95
4.2.Considerații teoretice privind determinarea încărcă- rii de rupere	96
4.2.1.Metode teoretice de calcul	104
4.2.2.Metode empirice de calcul	105
4.2.3.Incercarea în teren a piloților de probă	105
4.2.4.Metode de prelucrare a rezultatelor încercărilor în teren a piloților	108
4.2.4.1.Curba de tasare-timp	108
4.2.4.2.Curba încărcare-tasare	109
4.2.5.Capacitatea portantă a piloților	112
4.2.5.1.Încărcarea de rupere	113
4.2.5.2.Încărcarea critică	113
4.2.5.3.Încărcarea admisă	116
4.2.5.4.Încărcarea pe vîrf și încărcarea pe suprafața laterală a pilotului	117
4.3.Prelucrarea și interpretarea rezultatelor încercă- rilor de probă	120
4.3.1.Curba tasare-timp (C.T.T.)	120
4.3.2.Curba de încărcare tasare (C.I.T)	127

4.3.2.1. Materializarea C.I.T. conform STAS 2561/2-74	127
4.3.2.2. Materializarea C.I.T. conform procedeului Van der Veen [85]	128
4.3.2.3. Materializarea C.I.T. conform procedeului lui Kee (hiperbolei) [32]	129
4.3.3. Factorii care influențează capacitatea portantă a piloților scurți executați pe loc realizați prin vibropresare	138
4.3.3.1. Adâncimea de încastrare a pilotului în stratul portant	138
4.3.3.2. Natura terenului și modul de transmitere a încăr- cării exterioare terenului în care este realizat pilo- tul	140
4.3.3.3. Numărul de vibropresări efectuate pentru reali- zarea bulbului	142
Cap. 5. CONSTANTARI SI CONSIDERATII ECONOMICE PRIVIND FUNDAREA PE PILOTI SCURTI EXECUTATI PE LOC REALIZATI PRIN VIBROPRESARE	147
5.1. Asupra costului global al lucrărilor din infra- structură	148
5.2. Asupra consumului de materiale, manoperă și utilaje la lucrările de infrastructură	152
5.3. Asupra duratei de execuție și a productivității mun- cii	159
5.4. Asupra costului unui KN de capacitate portantă	162
5.5. Asupra consumului de energie	163
5.6. Alegerea variantei optime de fundare prin analiză multicriterială	165
Cap. 6. CONCLUZII FINALE	172
BIBLIOGRAFIE	
CUPRINS	