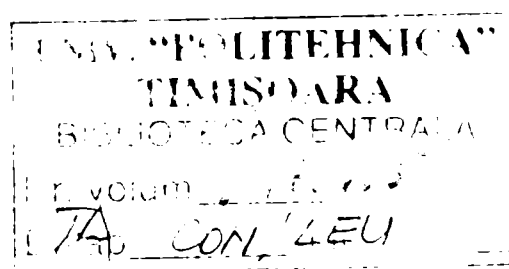


UNIVERSITATEA **POLITEHNICA** DIN TIMIȘOARA  
FACULTATEA DE CONSTRUCȚII ȘI ARHITECTURĂ

**Ing. LEUCUȚA GHEORGHE**

CONTRIBUȚII LA REALIZAREA UNOR SISTEME DE  
FUNDARE INDIRECTĂ

**TEZĂ DE DOCTORAT**



**Conducător științific**  
**Prof. Dr. Ing. MARIN MARIN**

**2005**

# PREFAȚĂ

Realizarea fundațiilor clădirilor de locuit, social-culturale, industriale sau speciale a fost o preocupare constantă a cercetătorilor, proiectanților și executanților lucrărilor de construcții de-a lungul istoriei, deoarece fundația este un subansamblu structural al cădirii aflată în contact direct cu terenul bun de fundare la care intervențiile ulterioare sunt greoaie și costisitoare.

Tendința de creștere a volumului lucrărilor de construcții amplasate pe terenuri dificile, manifestată cu precădere în ultimul timp, a impus ca necesară realizarea fundațiilor indirecte în condiții tehnico-economice avantajoase.

Datorită acestui fapt există preocupări diverse ale specialiștilor din întreaga lume pentru găsirea de soluții noi, moderne și eficiente care să răspundă problematicii diverse ridicată de fundarea indirectă.

Una dintre soluțiile propuse pentru rezolvarea dificultăților ridicate de fundarea la medie adâncime este fundarea pe piloți scurți forăți executați pe loc.

Dorind să vină în întâmpinarea acestui deziderat, lucrarea de față își propune să aducă o contribuție la realizarea fundațiilor indirecte în condiții tehnico-economice avantajoase, de o calitate deosebită, într-un timp scurt și cu economii substanțiale.

Deoarece autorul a fost implicat în ultimii ani în execuția unor hale industriale cu structură metalică ușoară de diverse deschideri și înălțimi, cu durată de realizare foarte mică (3-6 luni), una din soluțiile aplicate a fost realizarea fundațiilor izolate sub stâlpi pe piloți din beton armat executați pe loc, prin forare, cu o foreză montată pe tractorul universal TIH – 445 DH, de fabricație românească.

Căutările, frământările permanente, răspunsurile la întrebările ivite pe parcursul execuției fundațiilor cu această metodă la patru lucrări aflate în prezent în exploatare, îmbunătățirile aduse echipamentului de lucru, încercarea experimentală efectuată sunt, în principal, rezumatul activității autorului, contribuția sa la realizarea fundațiilor pe piloți scurți forăți executați pe loc cu tractorul universal TIH – 445 DH .

Autorul aduce pe această cale sincere mulțumiri conducătorului științific – Domnul profesor doctor inginer MARIN MARIN – pentru atenta și competența îndrumare, pentru exigența calitativă cerută, pentru ajutorul acordat la pregătirea și elaborarea lucrărilor teoretice și practice.

Mulțumesc, de asemenea, întregului colectiv de la Departamentul de inginerie geotehnică și căi de comunicații terestre de la Facultatea de Construcții și Arhitectură din Timișoara pentru sprijinul acordat la realizarea laturii experimentale a lucrării și pentru materialul bibliografic pus la dispoziție.

Sincere mulțumiri conducerii și colaboratorilor de la S.C. CONAR S.A. Arad pentru baza materială și umană pusă la dispoziție în realizarea și încercarea piloților scurți forajă executați pe loc.

Aș vrea să mulțumesc- nu în ultimul rând- familiei mele pentru răbdarea, înțelegerea și sprijinul acordat pe parcursul anilor de documentare și realizare a acestei lucrări.

AUTORUL

## GENERALITĂȚI. CADRUL GENERAL AL PROBLEMEI

### 1.1. Incursiune în problematica fundării pe piloți

Fundațiile sunt elemente structurale ale clădirilor aflate în contact direct cu terenul și transmit acestuia încărcările date de construcție.

Fundațiile sunt dimensionate printr-un calcul static astfel încât să nu pună în pericol stabilitatea și siguranța în exploatare a clădirii; ele sunt amplasate la suprafața scoarței terestre într-o zonă aflată în permanentă transformare datorită acțiunilor multiple executate de către om.

Fundațiile trebuie realizate astfel încât încărcările transmise terenului de fundare să nu depășească capacitatea portantă a acestuia, iar deformațiile terenului și ale suprastructurii să nu compromită stabilitatea clădirii sau să creeze dificultăți în exploatarea normală a acesteia.

Rezolvarea acestor cerințe impune ca talpa fundației să fie dimensionată astfel încât să nu se producă ruperea terenului de fundare sau deformarea peste limita considerată compatibilă cu structura construcției; corpul fundației trebuie dimensionat astfel ca materialul din care este alcătuit să reziste la solicitările la care este supus.

Analizând cele două părți importante ale unei construcții – infrastructura și suprastructura – putem aprecia că soluțiile folosite pentru realizarea suprastructurii conduc la indici tehnico– economici foarte buni în comparație cu cei de la lucrările de infrastructură.

Cauzele care concură la realizarea celor de mai sus sunt multiple, esențiale fiind caracteristicile terenului de fundare.

Caracteristicile noii construcții sunt dictate de amplasamentul pe care aceasta se realizează, amplasament care poate fi optim sau nu, verdict dat după *cercetarea terenului de fundare* care precizează următoarele date [14]:

- calitatea terenului de fundare (stratificația, caracteristicile geotehnice);

- influența proceselor geologice de adâncime (fenomenul carstic, zone tectonice, pământuri lichefiabile, vechi exploatări miniere, etc);
- stabilitatea generală (alunecări, prăbușiri);
- gradul de seismicitate al zonei ;
- surse artificiale de producere a vibrațiilor și șocurilor;
- nivelul și calitatea apelor subterane;
- posibilitatea inundării amplasamentului în timpul execuției și exploatării construcției;
- comportarea fundațiilor construcțiilor din zonă în condiții similare de fundare;
- influența apelor exterioare de suprafață și agresivitatea acestora.

Analizând toate datele menționate anterior, se întocmesc hărți și secțiuni geologice ale amplasamentului, se definitivează programul de prospectare a terenului prin sondaje deschise și foraje, penetrări statice și dinamice. De regulă, terenul de fundare se prospectează cel puțin până la limita inferioară a zonei de sub fundații.

Datorită unicității fundației la fiecare clădire realizată, execuția acestora trebuie făcută în condiții de calitate deosebită și cu respectarea unor parametrii de eficiență tehnico-economică.

Pentru a *proiecta și executa* o fundație este necesar a cunoaște [14]; [29]; [30]; [36]:

- ❖ dimensiunile și gabaritele prescrise ale construcției ;
- ❖ acțiunile asupra construcției, natura lor și combinațiile cele mai defavorabile dintre ele;
- ❖ reacțiunile care se produc la suprafața de contact dintre construcție și terenul de fundare (reazeme);
- ❖ structura terenului de fundare de pe amplasamentul construcției din punct de vedere geologic pe adâncimea zonei active (natura straturilor, caracteristicile fizico-mecanice ale pământurilor din care sunt alcătuite, natura și variația nivelului apelor subterane);

❖ distribuția tensiunilor pe talpa fundației, solicitările ce se dezvoltă în elementele de construcție din care este alcătuită fundația, caracteristicile mecanice ale materialelor din fundație;

❖ factorii externi ce pot influența stabilitatea fundației prin schimbarea caracteristicilor terenului de fundare sau prin apariția unor solicitări suplimentare.

O dată cunoscute aceste date se poate realiza *proiectarea fundațiilor* cu parcurgerea următoarelor etape [14]:

- alegerea cotei de fundare;
- evaluarea condițiilor de stabilitate a terenului și determinarea capacității lui portante ;

- alegerea sistemului de fundare;
- dimensionarea fundației.

Dacă terenul de fundare permite realizarea fundațiilor directe, volumul investițiilor alocat infrastructurii poate fi de 15 – 20 % din valoarea totală, situându-se între 20 – 30 % în cazul unor terenuri de fundare dificile.

Uneori terenul bun de fundare se găsește la adâncimi mari și nivelul apelor subterane este ridicat ceea ce face ca fundarea directă să devină scumpă, atât din punct de vedere tehnic cât și economic. În această situație se recomandă fundarea indirectă.

În țara noastră, fundațiile pe piloți se folosesc pentru construcțiile de locuințe, social-culturale, industriale și agricole doar dacă acestea sunt mai avantajoase din punct de vedere tehnico - economic decât fundațiile directe.

Soluția de fundare pe piloți și coloane este răspândită la poduri și viaducte, la cheiuri portuare, la platformele de foraj marin.

Utilizarea fundațiilor pe piloți scurți este astăzi o soluție aplicată în mod curent și cu eficiență tehnico-economică ridicată la construcții de locuințe, social-culturale, hidrotehnice și industriale, în condiții de teren care permit acest lucru.

La proiectarea fundațiilor pe piloți sau coloane se iau în considerare criteriile de bază pentru condițiile de teren și lucrarea respectivă datorită posibilităților și limitării utilizării acestora.

În literatura de specialitate [14] se arată că prin actualele metode de calcul a fundațiilor pe piloți, tasarea și eforturile calculate sunt de 1,5 – 1,8 ori mai mari decât cele obișnuite pe teren, ceea ce impune alegerea acelor metode de calcul care să reflecte comportarea **in situ** a acestor fundații.

Din datele obținute pe încercări în teren se poate trage concluzia că încărcările ce acționează asupra piloților pot fi mărite cu până la 50 % față de calculele teoretice, iar dacă radierul este în contact direct cu terenul încărcarea se poate dubla.

Se poate afirma că în momentul de față preocupările specialiștilor din domeniul geotehnicii și fundațiilor se îndreaptă spre utilizarea fundațiilor de adâncime și în special a fundațiilor pe piloți.

Dacă analizăm fundațiile pe piloți observăm preocupări ale specialiștilor în următoarele direcții:

- îmbunătățirea metodicii de calcul a capacității portante a piloților și a fundațiilor pe piloți; în acest sens se pot vedea precizările aduse de EUROCODE 7;
- îmbunătățirea tehnologiilor existente și elaborarea altora noi;
- îmbunătățirea utilajelor existente și găsirea altora noi, mai fiabile, mai performante.

Pentru fiecare din direcțiile enunțate mai sus există foarte mult material documentar pe care nu-mi propun să-l analizez aici.

În cuprinsul acestei lucrări se vor găsi referiri la aceste preocupări. **Această lucrare este o contribuție la dezvoltarea unei noi tehnologii de execuție și la adaptarea unui utilaj existent, tractorul universal TIH – 445 DH, pentru realizarea de piloți scurți forajați.**

Există o preocupare permanentă a specialiștilor din domeniul tehnologiilor de realizare a piloților concretizată prin elaborarea de noi tehnologii, de diversificare a celor existente astfel încât să poată fi acoperit întregul spectru al problemelor date de condițiile concrete din teren.

Toate aceste tehnologii urmăresc reducerea consumurilor de energie, materiale, manoperă, utilizarea energiilor neconvenționale, reducerea duratelor de execuție și a prețului de cost, mărirea productivității muncii, creșterea calității lucrărilor executate.

În momentul actual există o gamă diversificată de realizare a fundațiilor pe piloți caracterizată de nivelul dezvoltării tehnologiilor la momentul aplicării, de anumite caracteristici tehnico-economice și de o anumită fiabilitate, influențată decisiv de caracteristicile terenului.

Ca urmare a perfecționării tehnologiilor existente, a apariției altora noi, tipurile de piloți și materialele din care se execută s-au diversificat și adaptat la condițiile concrete de teren.

Din acest punct de vedere există o mare diversitate de tipuri de piloți ca formă, materiale din care se execută, tehnologii de realizare etc.

Pentru a se realiza industrializarea lucrărilor de infrastructură în condiții dificile de teren, specialiștii din domeniu au creat utilaje cu funcțiuni multiple, cu echipamente de lucru specializate pe diferite operațiuni, cu adaptare pe același utilaj de bază, care să conducă la obținerea acestui deziderat.

## **1.2. Folosirea piloților scurți la clădiri civile**

Datorită perfecționării tehnologiilor de execuție a fundațiilor pe piloți, a productivității ridicate și a economiilor obținute, utilizarea piloților la clădirile de locuit și social-culturale, la construcțiile industriale de tip hală, la consolidarea lucrărilor de artă, este astăzi o soluție frecvent întâlnită, deși terenurile pe care aceste clădiri se amplasează ar permite folosirea fundațiilor directe de medie adâncime.

Acest lucru este posibil deoarece fundațiile pe piloți au o siguranță ridicată în exploatare, o execuție curată și rapidă, un bun control al execuției piloților și un anumit grad de industrializare.

Așa cum arată diverși autori [53], industrializarea lucrărilor de fundații, având la bază în primul rând criteriul economic, este cel mai bine reliefată în cazul piloților



scurți, soluție care permite înlocuirea fundării directe de mică și medie adâncime (dacă adâncimea de fundare este mai mare de 1,5–2,0 m).

O altă utilizare a piloților scurți, a minipiloților este la consolidarea fundațiilor de poduri sau la fundațiile cetăților medievale de la Sibiu și Sighișoara [13].

Piloții scurți, minipiloții sau piconii sunt piloți cu diametrul de 20 – 50 cm și lungimi până la 6,0 m.

Folosirea piloților scurți la clădirile civile sau la cele industriale trebuie să respecte câteva criterii tehnico - economice care să justifice folosirea fundării indirecte în detrimentul fundării directe.

Dintre criteriile tehnice care justifică fundarea indirectă, amintim [53]:

- utilajul principal să aibă un grad ridicat de mobilitate, o manevrabilitate deosebită, ușurință și simplitate;
- accesoriile necesare diverselor faze ale execuției să se manipuleze ușor și direct de mecanicul deservent;
- procedeul de lucru să aibă un înalt grad de tehnicitate, tehnologiile folosite să permită o mecanizare integrală a procesului de lucru;
- posibilitatea controlului permanent al fiecărei faze de lucrări, ceea ce conduce la un produs de calitate;
- creșterea gradului de industrializare a infrastructurii.

În cazul utilizării piloților scurți la clădirile de locuit din elemente prefabricate se mărește rigiditatea generală a infrastructurii clădirii și se micșorează posibilitatea apariției tasărilor inegale.

Dintre criteriile economice favorabile fundării pe piloți, amintim:

- reducerea duratei de execuție a infrastructurii;
- reducerea consumului de material și manoperă;
- creșterea productivității muncii;
- posibilitatea execuției lucrărilor de fundații în tot timpul anului;
- scăderea prețului de cost.

În literatura de specialitate [30], [14], [36] sunt prezentate diverse comparații privitoare la economiile care se obțin folosind fundațiile pe piloți scurți în locul fundațiilor directe și anume: 50 – 80 % la lucrările de terasamente, 25 – 50 % la beton, 30 – 60 % la manoperă și economie la prețul de cost de 15 – 30 %.

Toate cele prezentate credem că sunt suficiente argumente pentru folosirea pe scară largă a piloților scurți, indiferent de tipul de clădire, când condițiile de teren o permit.

### 1.3. Tipuri de piloți folosiți la executarea fundațiilor

Piloții sunt elemente de construcție relativ lungi și subțiri folosite pentru a transmite încărcările fundațiilor, care străbat straturile de pământ cu capacitate portantă redusă și ajung la straturi mai adânci cu capacitate portantă ridicată. La baza piloților se pot întâlni roci stâncoase care sunt practic incompresibile.

Acest tip de fundații este folosit din cele mai vechi timpuri, preponderent la fundarea lucrărilor aflate pe apă (pile de pod, cheiuri etc.) sau în zonele unde nivelul apelor subterane este ridicat și terenul de fundare nu corespunde.

În momentul actual se constată o preocupare constantă a specialiștilor de extindere a soluției de fundare pe piloți la construcțiile ce transmit încărcări mari terenului de fundare și la care se foloseau până acum soluțiile clasice de fundare.

Această preocupare se justifică prin avantajele economice pe care le oferă și prin utilizarea unor tehnologii noi și eficiente.

În general, este unanim recunoscut faptul că terenul pe care-l străbate pilotul și cel în care se înfige vârful acestuia au o influență deosebită asupra capacității portante preluate de pilot.

Dacă stratul de pământ în care se înfige vârful pilotului este alcătuit din stâncă, nisip îndesat sau pietriș, ceea ce în literatura de specialitate se numește teren **practic incompresibil**, cea mai mare parte din capacitatea portantă a pilotului se datorează rezistenței stratului în care a pătruns vârful pilotului, iar pilotul se numește ***pilot purtător pe vârf*** sau ***pilot de rezistență*** (fig.1.1.a).

Analog, dacă piloții nu ating un strat incompresibil, ci sunt înfiți pe o anumită lungime într-un strat penetrabil, capacitatea lor portantă se datorează atât rezistenței lor la vârf cât și frecării dintre aria laterală a pilotului și pământul din jurul acestuia, iar pilotul se numește *pilot purtător pe manta* sau *pilot flotant* (fig.1.1.b).

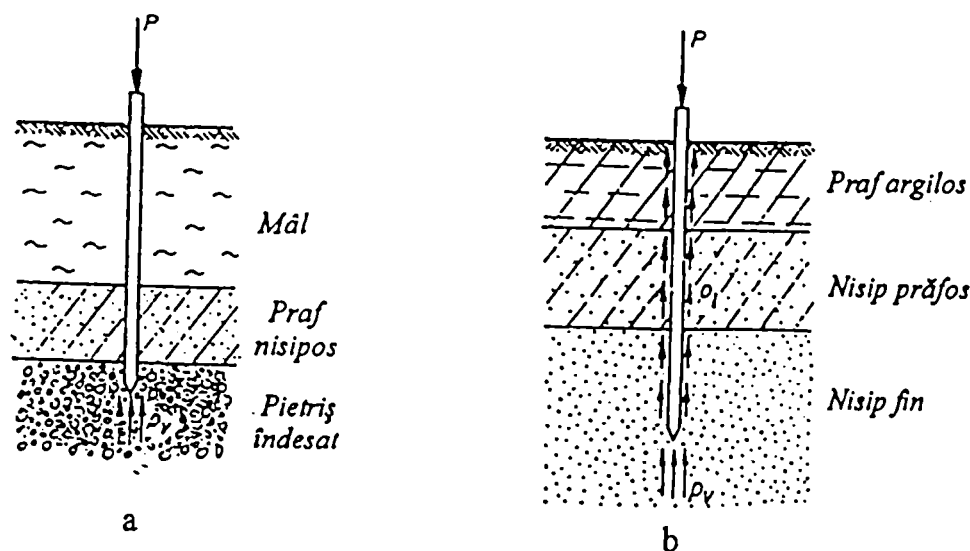


Fig.1.1. Transmiterea încărcărilor axiale de către pilot la terenul de fundare:

a – piloți purtători pe vârf; b – piloți flotanți.

Așa cum sunt prezentați în literatura de specialitate [14]; [24]; [29]; [30]; [31]; [36]; [53]; [56], piloții sunt elemente de construcții caracterizați prin zveltețe foarte mare, raportul dintre fișa pilotului (porțiunea îngropată) și latura secțiunii transversale sau diametrul fiind mai mare de 15 (după unii autori 20).

Micropiloții sunt elemente structurale la care diametrul sau latura secțiunii transversale este mai mică de 25 cm.

În această categorie pot fi cuprinși și piconii, care sunt utilizați ca micropiloți sau ca elemente de ameliorare a terenului de sub fundații de mică adâncime, caz în care latura sau diametrul este mai mare de 25 cm.

Prin forma lor piloții sunt capabili să transmită mai ales forțe axiale. Piloții pot prelua și forțe transversale sau momente numai în măsura în care secțiunea lor prezintă rezistență la încovoiere și pământul înconjurător rezistă la deplasare laterală.

Din acest considerent, grupa de piloți se compune, în general, din piloți verticali, pentru transmiterea încărcărilor verticale și piloți înclinați, pentru transmiterea, prin forțe axiale, a încărcărilor cu o componentă orizontală.

Rezultanta forțelor exterioare transmise de construcție condiționează mărimea unghiului format de verticală și piloți înclinați, a cărei valoare este cuprinsă între 15 – 20°.

Piloții se introduc în pământ prin înfigere forțată, vertical sau înclinat.

Ca sistem de fundare, piloții sunt folosiți în grupe de piloți alcătuite din mai mulți piloți verticali și înclinați legați între ei printr-un radier din beton (sistem rigid) sau radier din beton armat (sistem elastic) care are rolul de a repartiza sarcinile asupra tuturor piloților și asigură conlucrarea dintre ei ca o unitate statică.

Cota radierului împarte grupa de piloți în două categorii [14]; [29]; [30]; [36]:

- grupa de **piloți adânci** (fig.1.2.a) este grupa de piloți la care cota inferioară a radierului se află la o adâncime de 2,0 m sau mai mult față de nivelul terenului. Acest tip se folosește atât pentru fundații izolate cât și pentru fundații continue sub ziduri, fundații de stâlpi, radiere, pile și culee de poduri; în general se folosesc acolo unde straturile de suprafață au consistență slabă.

- grupa de **piloți înalți** (fig.1.2.b) este grupa de piloți la care radierul se găsește deasupra nivelului terenului natural. Piloții acestei grupe trec la partea superioară prin apă, spațiu liber sau umplutură.

În general acest tip de piloți este utilizat la ziduri de chei sau lucrări maritime.

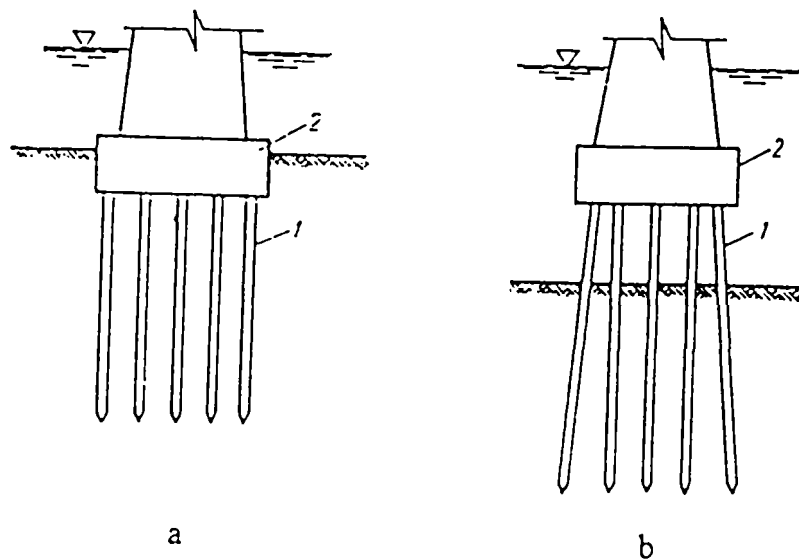


Fig.1.2. Fundații pe piloți:  
a – adânci; b – înalți  
1 – pilot; 2 – radier

### 1.3.1. Clasificarea piloților

Tehnologiile de realizare a piloților s-au perfecționat continuu și au condus la utilizarea acestora și în terenurile care nu impuneau în mod expres acest lucru.

În momentul actual există o mare diversitate de tipuri de piloți care pot fi clasificați, conform STAS 2561/1-83, funcție de:

- materialul din care sunt executați;
- efectul pe care procedeul de realizare a găurii îl are asupra terenului din jur;
- secțiune;
- modul de execuție;
- direcția solicitării față de axa longitudinală;
- modul de transmitere a încărcărilor axiale la teren.

O altă clasificare a piloților ține seama de diametru, forma secțiunii transversale etc.

Tipurile de piloți folosiți în mod curent se pot încadra în următoarele grupe [36] (tabelul 1.1):

- piloți prefabricați;

- piloți executați pe loc;
- piloți compuși.

Diversitatea bogată de piloți prezentați în *tabelul 1.1* a fost posibilă atât datorită preocupărilor specialiștilor din domeniu cât și dezvoltării galopante a tehnicii mondiale în general și a tehnicii construcțiilor în special.

O contribuție importantă la pătrunderea pe piață a fundațiilor pe piloți au avut-o perfecționarea metodelor de calcul, descifrarea mecanismului de conlucrare dintre pilot –teren – fundație și nu în ultimul rând avantajele tehnico-economice pe care le aduc fundațiile pe piloți.

Lucrarea de față își propune o analiză mai atentă asupra piloților executați în uscat, prin forare, fără tubaj și fără bulb la baza pilotului.

## Clasificarea piloților – Tabelul 1.1

PILOȚI PREFABRICAȚI (clasificarea după modul de înfigere, materialul din care sunt executați, caracteristici de formă a secțiunii transversale și longitudinale)						
Introduși prin batere subspălare sau folosind cele două procedee				Introduși prin înșurubare	Introduși prin vibrație vibropercucie sau vibropresare	Introduși prin presare
Piloți din lemn	Piloți din beton armat	Piloți din beton precomprimat	Piloți din metal	Piloți prefabricați introduși în teren prin înșurubare	Cu secțiune plină	Piloți prefabricați introduși în teren prin presare
Cu secțiune simplă	Cu secțiune plină	Cu secțiune plină	Cu secțiune transversală chesonată		Cu gol în secțiune transversală	
Cu secțiune compusă	Cu gol în secțiunea transversală	Cu gol în secțiunea transversală	Realizat prin profile laminate		Tubulari	
	Tubulari	Tubulari	Cu secț. transvers. circulară (tuburi)			
	Cu diferite forme ale bulbului	Din segmente îmbinate în secț. longitudinală	Cu forme speciale de realizare a bulbului			
	Din segmente îmbinabile în secț. longitudinală		Din segmente îmbinabile în secț. longitudinală			
	Cu forme speciale în secțiune transversală și longitudinală (cu secț. în stea, tronconic piramidal etc).		Cu forme speciale în secț. transv. și longitud. (secț. triunghiulară, hexagon, cu proeminente etc).			

PILOȚI EXECUTAȚI PE LOC (clasificarea după modul de executare a cavității în teren, caracteristici de formă a secțiunii transversale și longitudinale)					
Prin batere la partea superioară sau inferioară a tubajului, cu tubaj recuperabil sau nerecuperabil	Prin presare cu tubaj nerecuperabil	Prin vibrație sau vibropresare cu tubaj recuperabil	Prin forare		
			În uscat, fără tubaj	Sub protecția noroiului bentonitic	Cu tub recuperabil sau nerecuperabil
Cu bulb la partea inferioară		Cu bulb la baza pilotului	Cu bulb la baza pilotului	Cu bulb la baza pilotului	Turnați simplu fără bulb la bază
Fără bulb la partea inferioară		Fără bulb la baza pilotului	Fără bulb la baza pilotului	Fără bulb la baza pilotului	Turnați sub presiune fără bulb la bază
Cu bulb la partea inferioară și proeminente pe manta		Cu bulb la bază și proeminente pe manta			
		Fără bulb, realizați sub protecția aerului comprimat			Cu diferite moduri de realizare a bulbului

PILOȚI COMPUȘI (realizați prin combinarea celor două categorii anterioare)

### **1.3.2. Soluții constructive și tehnologii de realizare a piloților**

Așa cum rezultă din clasificarea piloților există o mare diversitate de tehnologii de execuție pentru fiecare categorie de piloți.

În cele ce urmează vom prezenta câteva aspecte legate de execuția piloților scurți. Din literatura de specialitate se observă că nu sunt diferențe foarte mari între tehnologia de execuție a piloților obișnuiți, cu lungime mare și cea a piloților scurți, ceea ce face ca același tip de utilaje și procedee de execuție să poată fi folosite în ambele cazuri.

Datorită complexității utilajelor folosite la executarea piloților lungi și din considerente economice, nu este întodeauna justificată utilizarea acestora la realizarea piloților scurți.

Acesta a fost unul dintre considerentele care au stat la baza activității de studiu și elaborare a unor tehnologii și utilaje pentru realizarea piloților scurți executați pe loc cu costuri reduse față de fundarea clasică.

**În lucrarea de față se prezintă o nouă tehnologie de realizare a piloților scurți executați pe loc, prin forare, fără tub de protecție, prin adaptarea echipamentului de lucru de la tractorul universal TIH 445 – DH (capitolul 3).**



#### **1.4. Tehnologia de realizare a piloților executați pe loc**

Tehnologia de realizare a unui pilot executat pe loc constă din crearea în teren a unui gol de dimensiunile pilotului ce urmează a se executa printr-o anumită tehnologie și umplerea acestuia cu beton. Armarea pilotului se realizează cu o carcasă din oțel-beton preasamblată și introdusă în beton înainte de întărirea acestuia.

În general, piloții turnați pe loc se pot grupa astfel: [36]; [14]:

- piloți executați fără tub metalic de protecție ;
- piloți executați cu tub metalic de protecție pierdut;
- piloți executați cu tub metalic de protecție recuperat;
- piloți executați pe loc prin forare–poansonare.

##### **1.4.1. Piloți executați pe loc fără tub metalic de protecție**

Piloții executați pe loc fără tub metalic de protecție sunt realizați prin turnarea betonului într-o concavitate creată cu ajutorul unei piese conice de 15 – 22 kN și diametrul de circa 80 cm [36] (fig.1.3.a). Piesa conică este lăsată să cadă liber de la o înălțime de până la 10,0m găurind astfel terenul. După ce s-a executat gaura până la o adâncime de 5,0 - 6,0m se toarnă betonul în straturi de 40 – 50 cm, compactarea acestuia făcându-se cu piese speciale (fig.1.3.b,c). Loviturile succesive aplicate betonului duc la realizarea unui bulb de beton la vârful pilotului, ceea ce-i conferă acestuia rezistențe sporite prin mărirea suprafeței de contact de la baza pilotului. Odată realizat bulbul, se continuă betonarea corpului pilotului.

Datorită căderilor repetate ale pieselor speciale se produc trepidații care au ca efect îndesarea (compactarea) betonului și a pământului, ceea ce face ca rezistențele mecanice ale pământului aflat la baza și în jurul pilotului să crească.

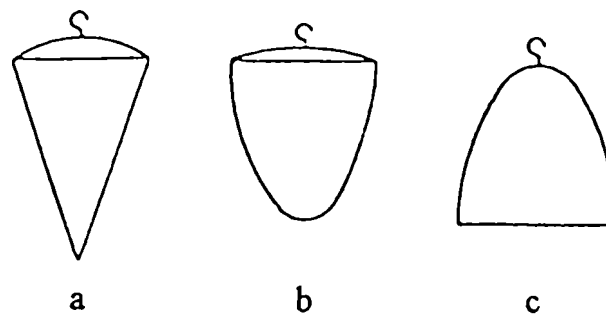


Fig.1.3. Piese metalice utilizate pentru executarea piloților turnați:

a – conică; b – cu convexități; c – cu baza plană

Vibrațiile care se produc datorită căderii pieselor metalice de la diverse înălțimi, fac ca această metodă să poată fi folosită cu rezultate bune în pământuri nisipoase și în loessuri, neputând fi aplicată la executarea piloților în nisipuri sau sub nivelul apelor subterane, în pământuri cu coeziune mare.

În situațiile în care apa subterană se infiltrează în gaura creată, aceasta se căptușește cu argilă moale care duce la impermeabilizarea găurii.

#### 1.4.2. Piloți executați pe loc cu tub pierdut

Pentru executarea acestor piloți forajați se introduce în pământ un tub metalic cilindric sau puțin conic. Tubul formează protecția contra presiunii laterale a pământului și servește drept cofraj pentru betonul turnat în golul lui. Tubul se execută din tablă de oțel de 1 – 3 mm grosime .

Cămașa de tablă se termină la partea inferioară cu un vârf care îmbracă un dop ascuțit din lemn.

Prin loviturile unei mandrine vârful se înfige în pământ și trage după el cămașa de oțel .

Vârful poate fi lăsat în pământ sau extras cu ajutorul unei tije montate în prealabil.

La fel se poate executa un pilot folosind un vârf din beton armat care trage după el un tub metalic.

Acest tip de pilot se impune la piloții flotanți care nu pot fi duși la un strat mai consistent și la care forma conică prezintă condiții bune de preluare a forțelor pe suprafețele laterale.

O altă variantă de introducere a tubului metalic este prin forare. În timpul forării se pot examina stratificația terenului și se pot lua decizii de continuare sau sistare a lucrărilor. După ce tubul a ajuns la adâncimea din proiect se continuă forarea fără a coborî și tubul pe o adâncime de 30 – 40 cm. Prin tubul de foraj se introduce un burghiu special care se poate deschide și săpa o secțiune mai mare decât cea a tubului.

După terminarea forării și curățirea săpăturii, se introduce betonul. Dacă nivelul apei este ridicat, betonul se toarnă cu ajutorul unui tub, sub apă, pentru a nu altera calitatea betonului.

Dacă se consideră necesar sau dacă proiectul o impune, înainte de betonare se introduce armătura în tub.

Prin realizarea bulbului (fig.1.4.) se mărește suprafața în contact cu terenul ceea ce permite transmiterea de sarcini mai mari conferind pilotului o rezistență mai mare la vârf. Tubul rămas în pământ mărește rezistența pilotului la solicitări orizontale și la încovoiere. Din aceste motive piloții de acest fel pot fi folosiți pentru stabilizarea construcțiilor care au tendința de a se deplasa orizontal în urma unor împingeri laterale importante.

Pierderea tubului împiedică amestecarea betonului cu pământul înconjurător ceea ce asigură continuitatea și calitatea betonului pe toată lungimea pilotului.

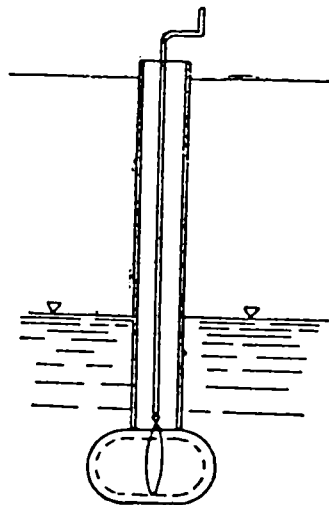


Fig.1.4. Realizarea bulbului

### 1.4.3. Piloți executați pe loc cu tub recuperat

Această metodă are avantajul recuperării și reutilizării tubului. Este o metodă utilizată cu numeroase aplicații din care amintim:

#### 1.4.3.1. Piloți Franki

Au fost inventați [14] de Belge M. Frankignoul în anul 1908 și au fost perfecționați de firma **Franki Pile Co** în anul 1920 având azi o largă răspândire mondială.

Ei sunt realizați în tuburi metalice de inventar cu diametre cuprinse între 30 și 60 cm [36] care se pot înnădi prin mufe, după următoarea tehnologie (fig.1.5.):

- se fixează tubul metalic de inventar într-o mică excavație și se introduce un dop din pietriș peste care se toarnă cca. 1,0 m înălțime de beton uscat în două reprize care se compactează cu un berbec interior (mandrină) ce cade de la 1,0 – 2,2 m;

- datorită formei rotunjite a mandrinei, betonul se îndeasă , crește presiunea laterală asupra tubului și rezistența la frecare dintre tub și dopul de beton, tubul se înfige în pământ;

- se continuă baterea, cu lovituri de berbec de la o înălțime mai mare, până la atingerea cotei din proiect;

- la atingerea cotei din proiect, tubul se fixează de sonetă prin intermediul unor cabluri și se continuă baterea dopului din beton până la dislocarea sa în teren și formarea bulbului. O atenție deosebită trebuie acordată betonului din tub, care nu trebuie să scadă sub 30 cm înălțime pentru a nu periclita calitatea pilotului și a opri pătrunderea apelor subterane;

- se introduce carcasa de armătură în tub și se continuă betonarea simultan cu ridicarea tubului cu ajutorul cablurilor fixate de sonetă.

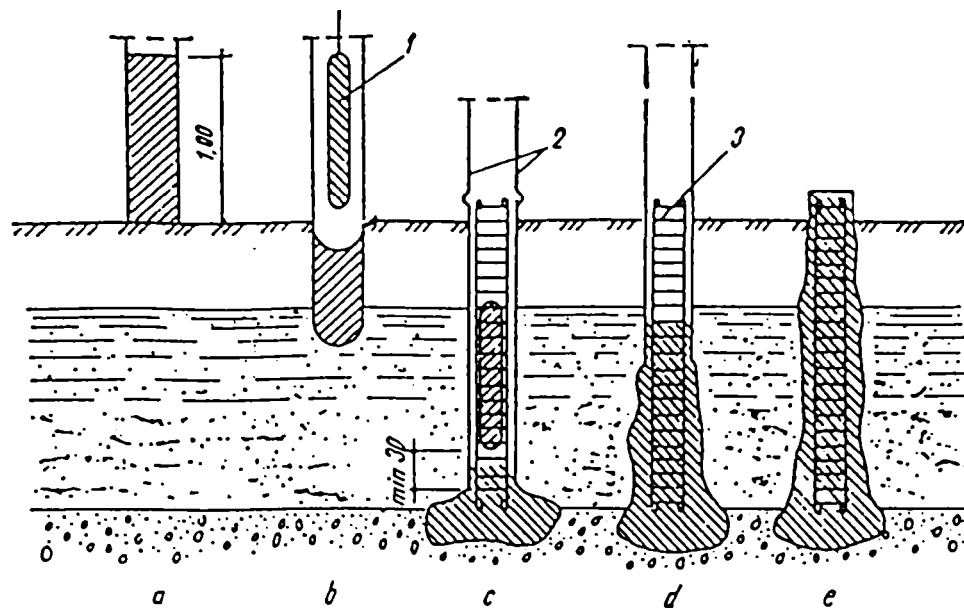


Fig.1.5. Fazele de execuție a piloților Franki:

- a – poziționarea tubului și turnarea dopului; b – baterea dopului și înfigerea tubului;  
 c – atingerea cotei de fundare și realizarea bulbului; introducerea carcasei de armătură;  
 d – betonarea și extragerea tubului; e – pilot betonat.

1 – mandrină; 2 – cabluri de susținere a tubului; 3 – carcasă de armătură.

În urma aplicării unei astfel de tehnologii se obține un pilot cu bulb mare la capăt, cu o suprafață laterală (manta) destul de rugoasă și având pământul înconjurător bine compactat.

Acești piloți au următoarele avantaje [56]:

- bulbul asigură o rezistență mărită la bază față de pilotul obișnuit cu secțiunea constantă;
- baterea betonului cu mandrina conduce la îndesarea terenului lateral și sub pilot, pe o distanță egală cu câteva diametre ale bulbului, măbind astfel rezistența pe vârf (cazul terenului nisipos);
- în cazul terenurilor argiloase, apa din argilă este absorbită de betonul uscat din bulb ceea ce conduce la consolidarea argilei din jurul bulbului;
- pilonarea betonului duce la presarea pământului în timpul betonării pilotului și mărește frecarea laterală și adeziunea;

- dopul de beton uscat este impermeabil și păstrează interiorul tubului curat;
- dopul de beton amortizează vibrațiile date de berbec și transmite la suprafața pământului vibrații mai mici decât cele de la piloții bătuți obișnuiți.

Dezavantajele piloților Franki sunt următoarele:

- în cazul grupurilor de piloți, rezistența betonului parțial întărit din piloții anteriori poate fi slăbită prin umflarea sau deplasarea laterală a terenului datorită baterii piloților vecini;

- în cazul argilelor moi sau a turbei, secțiunea piloților se poate îngusta (gâtui) dacă nu se acordă suficientă atenție betonării;

- umflările care apar în terenul argilos pot duce la ruperea prin întindere a piloților deja bătuți;

- apa sub presiune poate aflaia pereții găurii pilotului și subspălările betonului neîntărit pot duce la reduceri de diametru.

Piloții Franki pot prelua încărcări de la 400 ÷ 2000 kN funcție de diametru (35 ÷ 65 cm).

#### **1.4.3.2. Piloți Wolfholtz**

Se realizează prin introducerea într-o gaură forată a unui tub metalic cu diametrul de 30 – 40 cm, pe capul căruia se montează etanș o ecluză [36] (fig.1.6.). Apa din tub se evacuează prin introducerea unei presiuni de 1 – 2 bari în ecluza goală și este presată afară printr-un tub și un robinet de golire. După epuizarea apei din tub se închide ventilul și se introduce beton plastic vârtos prin capacul ecluzei (până la 150 l beton/șarjă). Se închide capacul și se mărește treptat presiunea ceea ce duce la comprimarea betonului și a terenului de la capătul tubului. Simultan cu comprimarea terenului are loc ridicarea tubului datorită presiunii sporite treptat în tub. O atenție deosebită trebuie acordată manevrării robinetelor prin care se introduce aerul și se evacuează apa pentru a evita smulgerea tubului din teren.

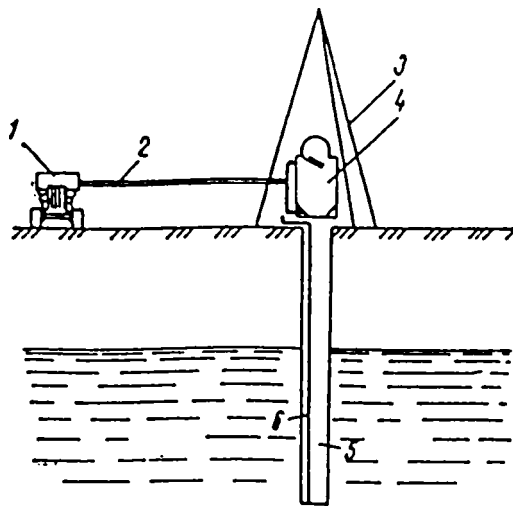


Fig.1.6. Schema instalației pentru executarea piloților Wolfholtz:

- 1 – compresor; 2 – tub de legătură; 3 – trepied; 4 – ecluză;  
5 – tub pentru turnare; 6 – tub pentru evacuarea apei.

### 1.4.3.3. Piloți Benoto

Au o largă aplicație în țara noastră și se caracterizează prin aceea că tubul de protecție se introduce simultan cu forarea [36]. Tubul este prevăzut la partea inferioară cu o freză de tăiere a pământului, fiind supus la o mișcare de rotire alternativă printr-un sistem hidraulic (fig. 1.7.).

În interiorul tubului se sapă cu un graifer de formă specială.

Betonarea pilotului se face concomitent cu extragerea tubului metalic.

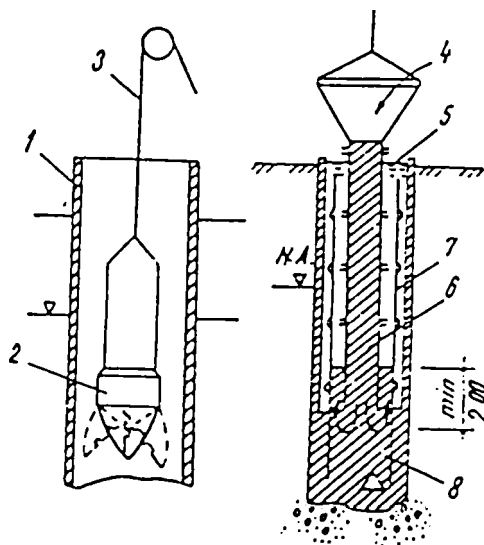


Fig.1.7. Dispozitiv de săpare și betonare Benoto:

- 1 – tub metalic; 2 – cupă de săpat; 3 – cablu pentru manevrarea cupei de săpat;  
4 – alimentare beton; 5 – deversarea apei; 6 – tub de betonare; 7 – carcasă metalică; 8 – beton.

#### 1.4.3.4. Piloți de tip Alfa

Se realizează prin intermediul tuburilor metalice recuperabile prevăzute cu un vârf metalic detașabil [14]; [30]; [36] în următoarele etape (fig.1.8.):

a) se introduce tubul metalic echipat cu un vârf detașabil, în teren, prin batere. În tubul metalic se introduce un tub mandrină de diametru mai mic prevăzut la capătul inferior cu o flanșă cu mai multe găuri prin care trece armătura pilotului. La capătul superior al tubului mandrină este fixată o căciulă de batere care reazemă și pe tubul recuperabil. Introducerea tubului metalic recuperabil în teren se execută prin batere cu berbecul, loviturile fiind parțial preluate și de tubul mandrină umplut cu beton;

b) se introduce tubul metalic până la cota din proiect; se ridică tubul mandrină și betonul umple golul creat la capătul tubului;

c) se umple tubul mandrină cu beton și se bate în jos simultan cu ridicarea tubului metalic exterior pentru realizarea bulbului;

d) o dată realizat bulbul, tubul mandrină se reumple cu beton care se presează prin greutatea proprie a berbecului sau cu ușoare lovituri. Operația se repetă până la realizarea pilotului;

e) după realizarea pilotului se extrag atât tubul mandrină cât și tubul exterior de protecție; acești piloți au diametre cuprinse între 35 - 50 cm și lungimi de până la 15 m.

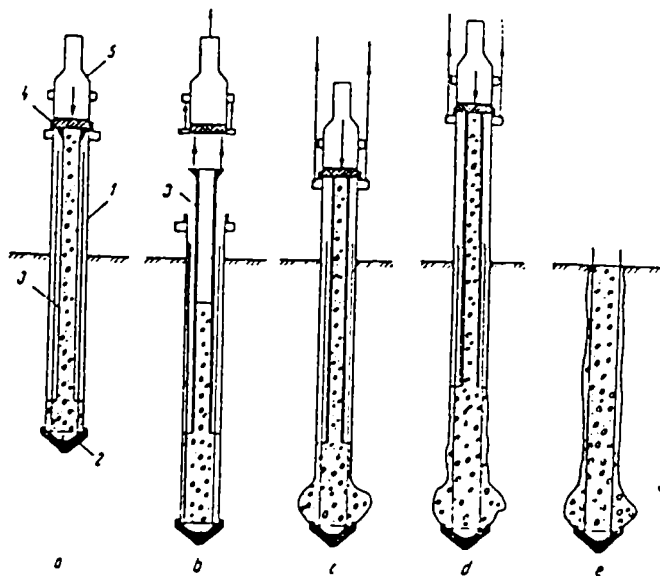


Fig.1.8. Etapele de realizare a piloților Alfa

1 – tub metalic; 2 – vârf detașabil din fontă;

3 – tub mandrină; 4 – căciulă de batere;

5 – berbec;



#### 1.4.3.5. Piloți Western

Se realizează cu sau fără bulb în funcție de natura terenului de fundare și de mărimea încărcării exterioare [14]; [36].

Acest tip de pilot se realizează pe loc, prin batere, în următoarea succesiune a fazelor tehnologice de execuție:

- se pozează în teren vârful pierdut de beton precomprimat cu diametrul mai mare decât diametrul exterior al tubului metalic recuperabil care reazemă pe acesta și se montează capul de batere;

- înfigerea în teren, prin batere, a tubului metalic recuperabil împreună cu vârful din beton precomprimat situat la partea inferioară a acestuia;

- la atingerea cotei de fundare se îndepărtează berbecul și căciula de batere și se introduce în tubul metalic recuperabil o cămășuială din tablă cu caneluri în spirală fixate printr-un știft de vârful pierdut;

- dacă este necesară, se montează carcasa de armătură în interiorul cămășuiei și se toarnă beton simultan cu extragerea tubului metalic.

Cu toate că folosirea cămășuiei cu caneluri spiralate este avantajoasă în terenurile moi cu tendința de refulare [14], aceasta preia și eforturi de întindere datorită refulării laterale a terenului și ridicării acestuia spre suprafață. În cazul grupei de piloți se mărește frecarea laterală și deci capacitatea sa portantă. Pilotul se consideră purtător pe vârf (fig.1.9.).

Realizarea piloților cu bulb este asemănătoare cu cea fără bulb cu deosebirea că bulbul se execută dintr-o cantitate de beton turnată în tubul metalic recuperabil și care este bătută cu o mandrină – berbec pentru a refula betonul în exterior după ce tubul metalic a fost ridicat atât cât să nu permită alterarea betonului din tub.

Piloții Western cu bulb au rezistențe sporite față de cei fără bulb.

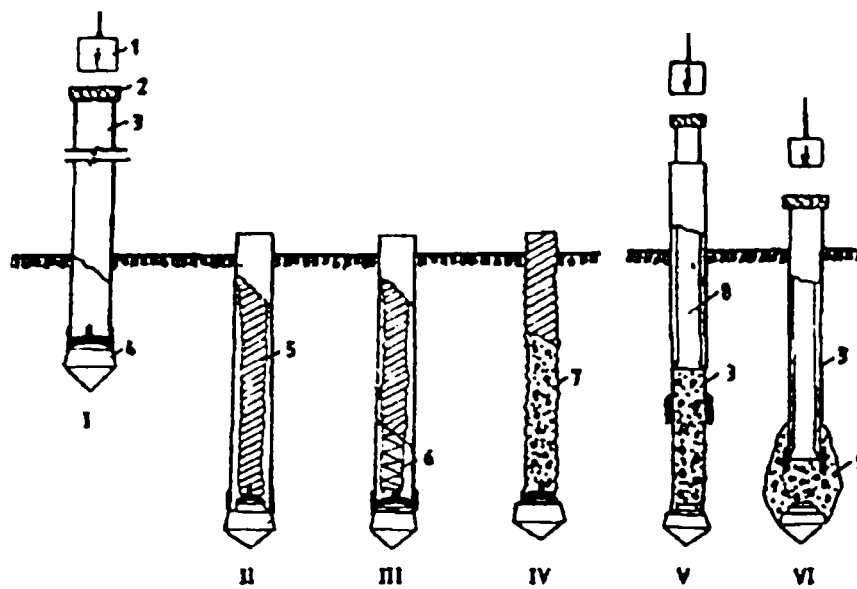


Fig.1.9. Execuția piloților Western cu sau fără bulb:

I; II; III; IV – etapele de execuție a pilotului fără bulb

I; V; VI; II; III; IV – etapele de execuție a piloților cu bulb

1 – berbec; 2 – cap de batere; 3 – tub metalic recuperabil; 4 – vârf din beton precomprimat;

5 – cilindru din tablă cu caneluri spiralate, nerecuperabil; 6 – carcasă de armătură;

7 – pilot betonat; 8 – mandrină; 9 – bulb.

#### 1.4.4. Piloți executați pe loc prin forare – poansonare

##### 1.4.4.1. Piloți executați pe loc prin poansonare

Acest tip de piloți este recomandat în terenuri coezive și unde prezența apei freatică este interceptată la adâncimi relativ mari. Se pot realiza cu adâncimi de [36] până la 12,5 m și diametre de 50 – 60 cm.

Etapele de realizare ale acestui tip de pilot sunt următoarele [36] (fig.1.10.):

a. se forează o gaură cu un burghiu, cu diametrul mai mic decât diametrul exterior al mandrinei, pe o adâncime de 2/3 din fișa pilotului;

b. cu ajutorul mandrinei se execută, prin batere, restul găurii până la atingerea cotei din proiect;

c. se toarnă, în cavitatea realizată, beton vârtos pentru formarea bulbului;

d. se compactează betonul turnat cu ajutorul mandrinei și se completează până la realizarea bulbului;

e. se introduce carcasa de armătură într-un tub de protecție și, cu ajutorul unei pâlnii fixată pe capătul superior al tubului, se toarnă betonul în corpul pilotului; armarea pilotului poate fi parțială sau totală funcție de solicitările la care este supus;

f. se extrage tubul de protecție.

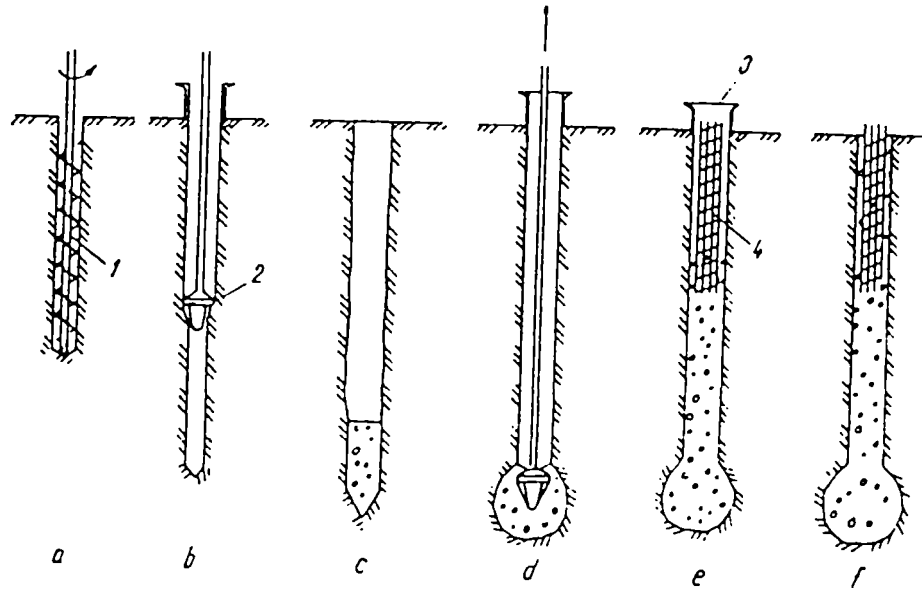


Fig. 1.10. Fazele de execuție ale piloților prin poansonare:

1 – burghiu; 2 – mandrină; 3 – tub de protecție; 4 – carcasa de armătură.

#### 1.4.4.2. Piloți executați pe loc prin forare

Tehnologiile de realizare a piloților executați pe loc prin forare trebuie să țină seama de o serie de aspecte și anume:

- menținerea formei și dimensiunii găurii;
- susținerea pereților găurii;
- păstrarea rezistențelor naturale ale terenurilor;
- realizarea compactării terenului în jurul pilotului;
- realizarea unui beton de calitate în corpul pilotului, bine compactat și nealterat;
- obținerea unor piloți cu capacitate portantă ridicată;
- posibilitatea de realizare a piloților cu sau fără bulb și respectarea distribuției acestora în plan conform proiectului;

- creșterea gradului de mecanizare (integral, dacă este posibil) a procesului tehnologic;

- creșterea gradului de industrializare.

În general, tehnologiile de execuție a piloților forți se deosebesc prin modul de realizare a fazelor separate de lucru, prin echipamentele de forat și utilajele folosite.

Caracteristica principală a piloților executați pe loc prin forare o constituie montarea pe loc a armăturii și turnarea betonului direct în gaura forată care se realizează cu ajutorul utilajelor de forat, iar realizarea bulbului se poate face cu lărgitorul mecanic, cu greifere, cu prese pneumatice sau prin explozii.

Pământul rezultat din săpătură se transportă ciclic prin diverse metode și cu diverse utilaje.

În situația piloților forți executați pe loc în terenuri necoezive cu apă freatică la suprafață, pereții găurii forate se pot prăbuși. Pentru a elimina acest inconvenient, pereții găurii se pot proteja cu tuburi metalice de inventar sau cu noroi argilos (bentonitic). În cazul folosirii noroiului argilos, nivelul apei în gaura forată trebuie să depășească nivelul apei subterane pentru a crea o suprapresiune pe pereții găurii forate.

Dacă terenul de fundare este coeziv și forarea se execută peste nivelul apei subterane, atunci nu sunt necesare tuburile metalice de inventar sau noroiul argilos. O atenție deosebită trebuie acordată betonării pilotului și aceasta se face cu ajutorul unui furtun flexibil introdus în gaură, cu ajutorul pompei de beton sau cu instalația de betonare sub apă (metoda Contractor).

Betonul turnat se compactează cu vibratoare de adâncime sau prin presare pneumatică. Pe durata întregului proces de execuție a piloților forți executați pe loc se verifică forma pilotului, compactarea betonului și calitatea execuției.

În cele ce urmează voi prezenta, din literatura de specialitate, două tehnologii de execuție a piloților forți [14]:

*a) Piloți executați prin forare în uscat*

*b) Piloți executați prin forare sub noroi*

### ***a) Piloți executați prin forare în uscat***

Dacă terenul în care se execută forajul este coeziv și pânza freatică este sub nivelul inferior al vârfului pilotului, pereții găurii nu trebuie protejați împotriva surpărilor.

Forarea găurii se poate face cu ajutorul burghiilor sau a greiferelor monocablu. Secțiunea găurii este circulară și constantă pe întreaga lungime a pilotului. Dacă piloții au diametrul sub 65cm – de obicei – nu se face lărgirea bazei, operație ce se execută în cazul piloților adânci atunci când pilotul se oprește într-un strat cu coeziune și rezistențe mari. Această lărgire poate fi de 2 – 3 diametre.

Principalele etape în realizarea piloților forati fără tub de protecție sunt următoarele (fig.1.11.)

- I - se execută forajul cu utilajul de forare;  
- se execută lărgirea bazei (bulbul) în funcție de natura terenului și încărcările exterioare (dacă este prevăzut în proiect);
- II - se curăță și se compactează fundul găurii;
- III - se montează carcasa de armătură la cota din proiect; dacă pilotul nu se înglobează într-un radier din beton armat, se execută cofrajul pentru partea superioară;
- IV - se betonează corpul pilotului printr-o metodă cunoscută: cu ajutorul tubului cu pâlnie (metoda Contractor), cu bena cu furtun flexibil sau cu pompa de beton. Oricare din metodele folosite va acorda atenție deosebită calității betonului și tratării acestuia după turnare;
- V - se decofrează partea superioară a pilotului

Lărgirea bazei pilotului – bulbul – se poate realiza folosind un dispozitiv mecanic de lărgire (fig.1.4.) sau prin explozie (fig.1.12.) astfel:

- I - se montează tubul de protecție în gaura forată, astfel încât capătul inferior să fie deasupra fundului gropii cu 1,50 m;
- II - se poziționează pe fundul găurii forate o încărcătură de explozibil de putere calculată;

- III - se umple tubul de protecție recuperabil cu beton de consistență ridicată (16 – 20 cm) și se declanșează explozia;
- IV - energia generată de explozie crează o bază lărgită, sferică, în care pătrunde imediat betonul aflat în tub;
- V - se completează cu beton și se extrage tubul pe măsura umplerii secțiunii pilotului, având grijă ca betonul să fie uniform și nealterat.

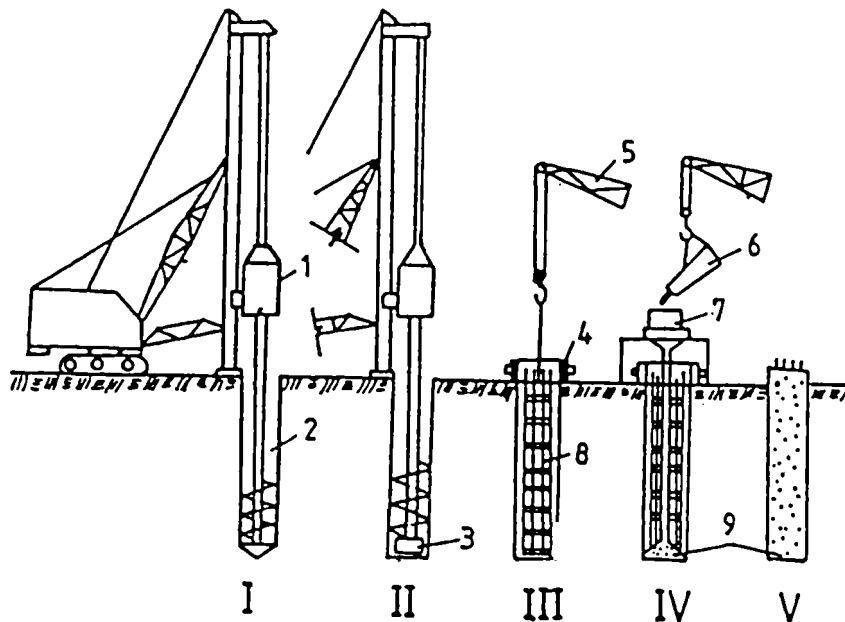


Fig.1.11.Etapele tehnologice de realizare a piloților forți fără tubaj în uscat:

- 1 – dispozitivul de forat; 2 – gaura forată; 3 – dispozitivul de curățat și compactat fundul găurii;
- 4 – cofraj; 5 – automacara; 6 – benă; 7 – pâlnie (Contractor); 8 – carcasa de armătură; 9 – beton.

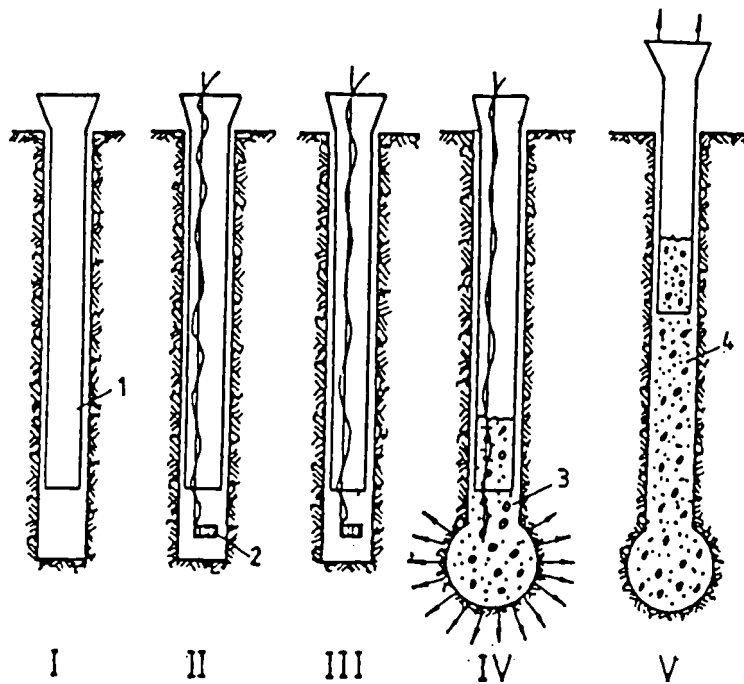


Fig.1.12.Etapele de realizare a bulbului prin explozii:

- 1 – tub de protecție; 2 – explozibil; 3 – beton pentru bulb; 4 – beton turnat în pilot.

### ***b) Piloți executați prin forare sub noroi de foraj***

În cazul terenurilor necoezive, slab coezive sau acolo unde terenul bun de fundare este acoperit de umpluturi din pământ slab coeziv amestecat cu noroi, praf nisipos, prafuri argiloase consolidate și nivelul apelor subterane este ridicat, pereții forajului se pot surpa. Pentru a proteja pereții găurii împotriva surpării, se utilizează metoda de săpare sub protecția noroiului argilos, de foraj (bentonitic).

Noroiul pentru susținerea găurii forate este un amestec de bentonită și apă, preparat într-o instalație specială, care umple gaura forată pe durata excavării. Noroiul de foraj trebuie să fie un noroi gelitic cu componenți bentonitici care să-i confere proprietăți tixotropice ridicate. Principalele funcțiuni ale noroiului bentonitic sunt:

- realizarea unei pelicule de noroi puțin permeabile, aderentă pe pereții găurii forate;
- realizarea unei contrapresiuni pe pereții găurii, care să împiedice surparea acestora;
- menținerea în suspensie a fracțiunilor fine rezultate din excavarea găurii;
- în timp și în stare de repaus se transformă în gel cu vâscozitate foarte mare, iar dacă este agitat mecanic, se transformă într-un lichid vâscos – sol.

Prepararea noroiului bentonitic se face cu agitatoare de noroi (manuale sau electromecanice) sau cu malaxoare speciale direct în batal (habe), amestecul făcându-se până la omogenizarea suspensiei și crearea sistemului coloidal. Timpul de amestecare este în funcție de proprietățile tixotropice ale materialelor și de utilajele folosite:

- 5 minute pentru utilajel de viteză mare (500 ture/min);
- 4 – 24 h pentru agitatoarele manuale.

Ordinea de introducere a componentelor este apă – bentonită.

Bentonita trebuie să îndeplinească condițiile generale din STAS 2640-82 și STAS 9305-81. Pincipalele caracteristici ale noroiului de foraj sunt următoarele:

- |   |                                |
|---|--------------------------------|
| - densitatea                            | 1,04 – 1,06 kg/dm <sup>3</sup> |
| - vâscozitatea                          | 34 – 36 sec – pâlnia Marsch    |
| - stabilitate după 2ore de la preparare | minim 98%                      |

- conținutul de nisip	2%
- indicele pH	6 – 9,5
- grosimea turtei	3 mm
- filtrarea apei după 30 min	18–22 cm <sup>3</sup>

Periodic noroiul se curăță de detritus recirculându-se tot timpul; noroiul contaminat se îndepărtează.

Dacă nivelul apelor freatice este ridicat, presiunea suspensiei de noroi bentonitic introdus în gaura de forat nu poate echilibra presiunea apei și presiunea activă a pământului. Stabilitatea este asigurată datorită efectului de boltă și colmatării pe o adâncime de câțiva centimetrii a porilor peretelui de pământ al găurii forate, care formează o peliculă impermeabilă pe suprafața pereților.

Forarea găurii se poate efectua cu sau fără circulația noroiului, în funcție de tipul utilajului de forat.

Tehnologia de execuție a piloților forați sub protecția noroiului bentonitic este următoarea (fig.1.13.):

a – se execută forarea găurii. Această operațiune se poate face în două feluri:

I – cu circulația directă a noroiului. Noroiul este absorbit dintr-o habă și trimis prin tija instalației de forat la baza găurii. O dată cu forarea se introduce noroiul bentonitic și pământul dislocat este împins împreună cu noroiul spre suprafață unde este curățat și reintrodus în circulație;

I' – cu circulație inversă a noroiului; acesta pătrunde în gaura forată prin cădere gravitațională din bazinul (haba) în care este depozitat și apoi este absorbit prin tija instalației cu ajutorul unei pompe împreună cu pământul dislocat prin săpare (detritus);

b – se curăță talpa săpăturii prin recircularea puternică a noroiului bentonitic până când suspensia ajunge la densitate constantă (cca 15 min). Se montează carcasa de armătură la cota prevăzută în proiect;

c – se betonează corpul pilotului prin una din metodele cunoscute în funcție de dotarea șantierului;



d – se transferă utilajele de pe amplasamentul pilotului realizat la un nou amplasament.

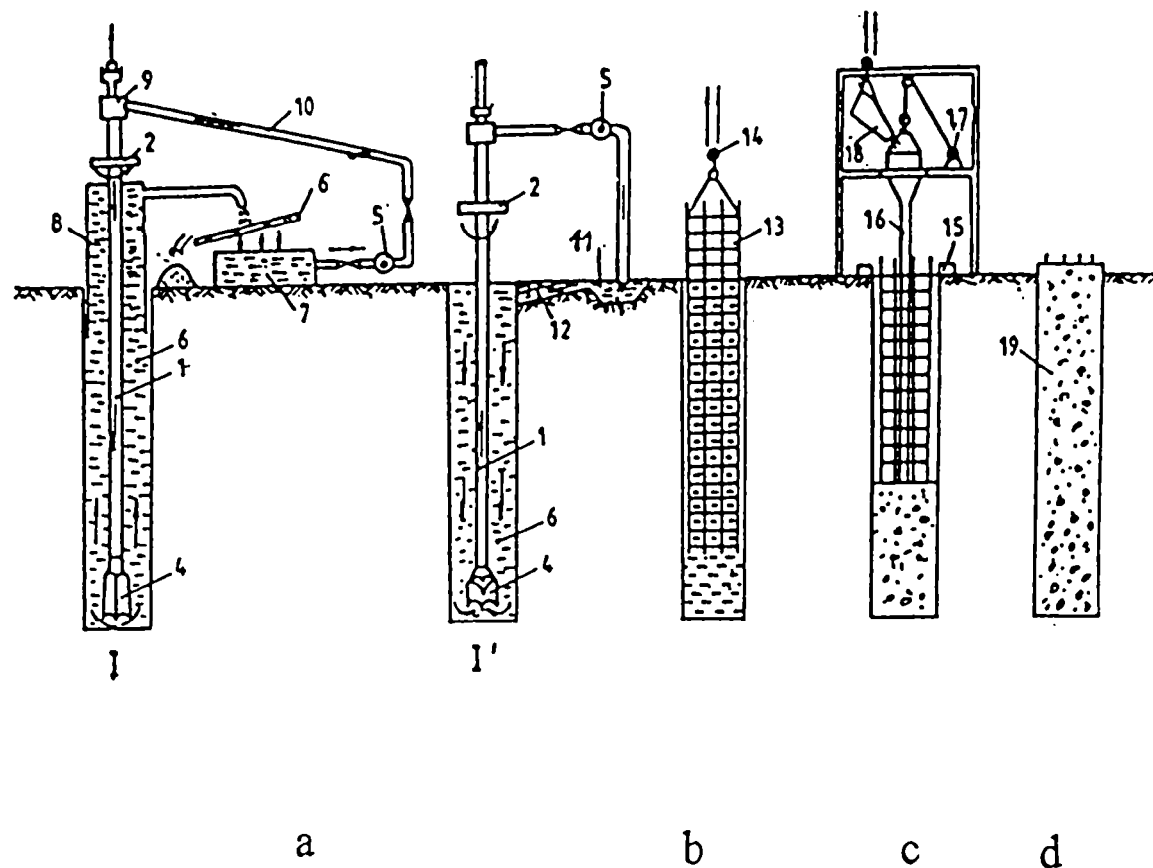


Fig.1.13 Etapele realizării piloților forăți cu ajutorul noroiului bentonitic:

a – forarea găurii pilotului; b – curățirea tălpii și montarea armăturii;  
c – betonarea pilotului; d – pilot betonat.

- 1 – tijă; 2 – masă rotativă; 3 – cap de injecție; 4 – sapa de forat; 5 – pompa de noroi; 6 – noroi de foraj;  
7 – habă; 8 – tubaj pentru dirijarea noroiului cu detritus; 9 – sită; 10 – conductă pentru noroi;  
11 – bazin de evacuare gravitațională a noroiului; 12 – canal de scurgere; 13 – carcasa de armătură;  
14 – macara; 15 – cofraj; 16 – tub cu pâlnie; 17 – troliu; 18 – benă;

Avantajele folosirii piloților forăți sunt următoarele:

- datorită absenței șocurilor și vibrațiilor, se pot folosi în apropierea construcțiilor existente;
- posibilitatea comparării straturilor străbătute cu cele din studiul geotehnic, ceea ce conduce la o apreciere corectă a capacității portante a pilotului;
- se pot traversa obstacolele întâlnite în teren: blocuri de fundații vechi, zidării, terenuri dure;

- posibilitatea realizării de piloți de diametru și adâncimi mari;
- posibilitatea preluării eforturilor orizontale și a tensiunilor de încovoiere sau tracțiune printr-o armare corespunzătoare.

### **1.5. Piloți scurți executați pe loc**

Piloții executați pe loc sunt de mai multe tipuri și elimină o serie de neajunsuri întâlnite la piloții din alte categorii.

Piloții scurți (piconi) sunt realizați prin tehnologii moderne, cu lungimi între 3,5 – 6,0 m și diametre cuprinse între 30 – 50cm. La fel ca și în cazul celorlalți piloți, există și la această categorie de piloți diverse tehnologii de execuție.

În ultima vreme se constată o preocupare permanentă a cercetătorilor și executanților de a folosi metode și utilaje cât mai simple, cât mai eficiente pentru realizarea piloților scurți.

Principalele metode de realizare a piloților scurți folosite în momentul actual sunt:

- piloți scurți (piconi) ștanțați;
- piloți scurți vibroformați;
- piloți scurți turnați pe loc prin vibropresare.

#### **1.5.1. Piloți scurți (piconi) ștanțați**

Piloții scurți (piconi) ștanțați constituie un procedeu relativ nou de fundare utilizat în terenuri sensibile la umezire, cu formațiuni loessoide și pot avea două funcțiuni diferite și anume [14]:

- piloți scurți de mare capacitate portantă;
- îmbunătățirea caracteristicilor geotehnice ale terenului de fundare de sub fundațiile de mică adâncime.

Piloții scurți (piconii) se realizează în gropi executate anterior cu ajutorul unui mai tronconic ce cade liber de la o anumită înălțime. Sub acțiunea șocurilor produse la căderea maiului, pământul se îndeasă în adâncime și în lateral concomitent cu realizarea

gropii, obținându-se în jurul piconului un teren cu caracteristici geotehnice îmbunătățite și care asigură preluarea unor sarcini verticale și orizontale mai mari.

Maiurile folosite pentru realizarea gropilor poligonale pot avea diverse forme și dimensiuni, alese în funcție de [14] tipul de picon ce urmează a se realiza, încărcarea transmisă de clădire, natura terenului de fundare și adâncimea de fundare.

Maiurile pot avea greutatea de 20 – 70 kN, lungimi de 0,8 ÷ 4,5 m și pot cădea de la o înălțime de 4,0 ÷ 8,0 m. Folosirea acestei metode permite realizarea piloților scurți cu diametrul de 15 – 40 cm și lungimi de până la 6,0 m.

Maiurile se confecționează din tablă groasă de 10 – 20 cm și sunt lestate pentru a li se spori eficiența. Pentru a împiedica refularea pământului la partea superioară a găurii, maiul se prevede la partea superioară cu o placă sau o supralărgire.

În literatura de specialitate se fac diverse clasificări ale piloților scurți, una dintre ele fiind și cea prezentată mai jos și preluată din **Fundații de adâncime în condiții de teren dificile**, vol. I, pag. 151, autori V. Dianu și V. Gheorghiu:

Criteriile după care se clasifică piloții scurți sunt:

- în funcție de mărimea lor:
  - scurți, la care  $h/b_{med} \leq 1,5$  (fig. 1.14.a);
  - lungi, la care  $h/b_{med} > 1,5$  (fig. 1.14.b);
- în funcție de forma lor:
  - în formă de trunchi de piramidă:
    - cu secțiune pătrată în plan (fig. 1.15.a);
    - cu secțiune hexagonală în plan (fig. 1.15.b);
  - cu forme compuse (fig. 1.15.c,d,e,f);
- după modul de transmitere a încărcărilor în vârf:
  - cu transmitere directă (fig. 1.14.a,b);
  - cu transmitere prin intermediul unui bulb (fig. 1.16.);
- după modul de amplasare:
  - piloți scurți izolați (fig. 1.14.);
  - piloți scurți în grup (fig. 1.17.);

- piloți scurți în șiruri sub tălpi continue sau sub soclul construcției  
(fig.1.18.).

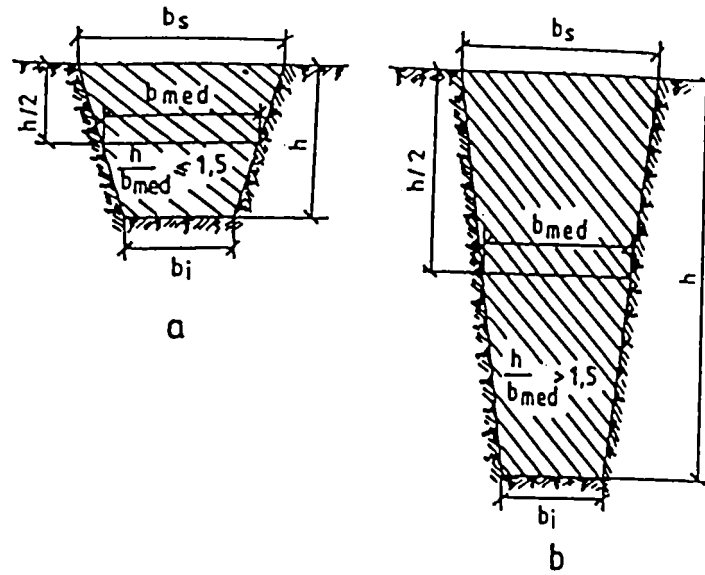


Fig. 1.14. Clasificarea piloților scurți (piconi) după lungime:

a – piconi scurți; b – piconi lungi.

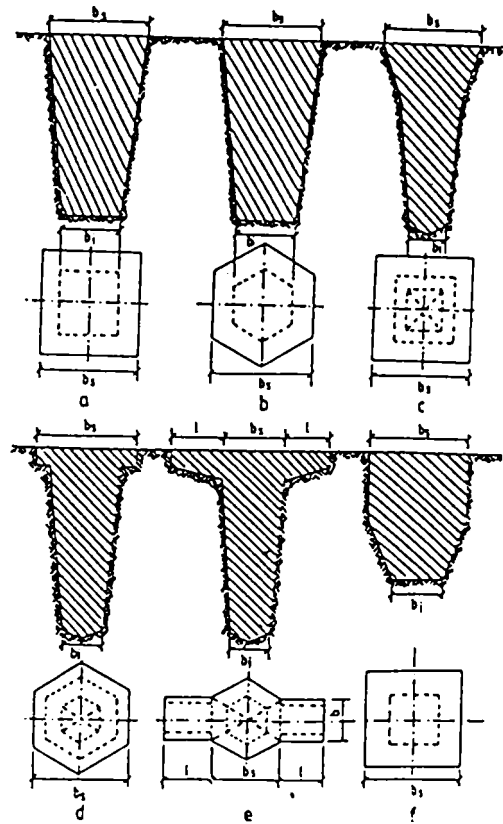


Fig. 1.15. Clasificarea piloților scurți după formă:

a – cu secțiune pătrată; b – cu secțiune longitudinală; c – cu capul lărgit;  
d – hexagonali cu placă contra refulării terenului; e – cu cap fâșie; f – cu formă compusă.

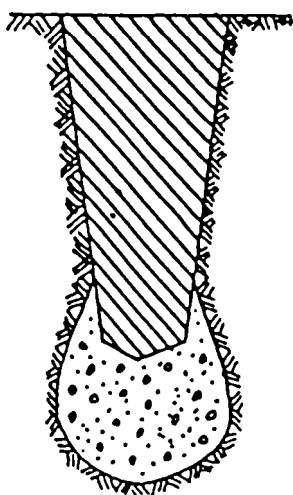


Fig.1.16.Pilot scurt cu bulb din anrocamente

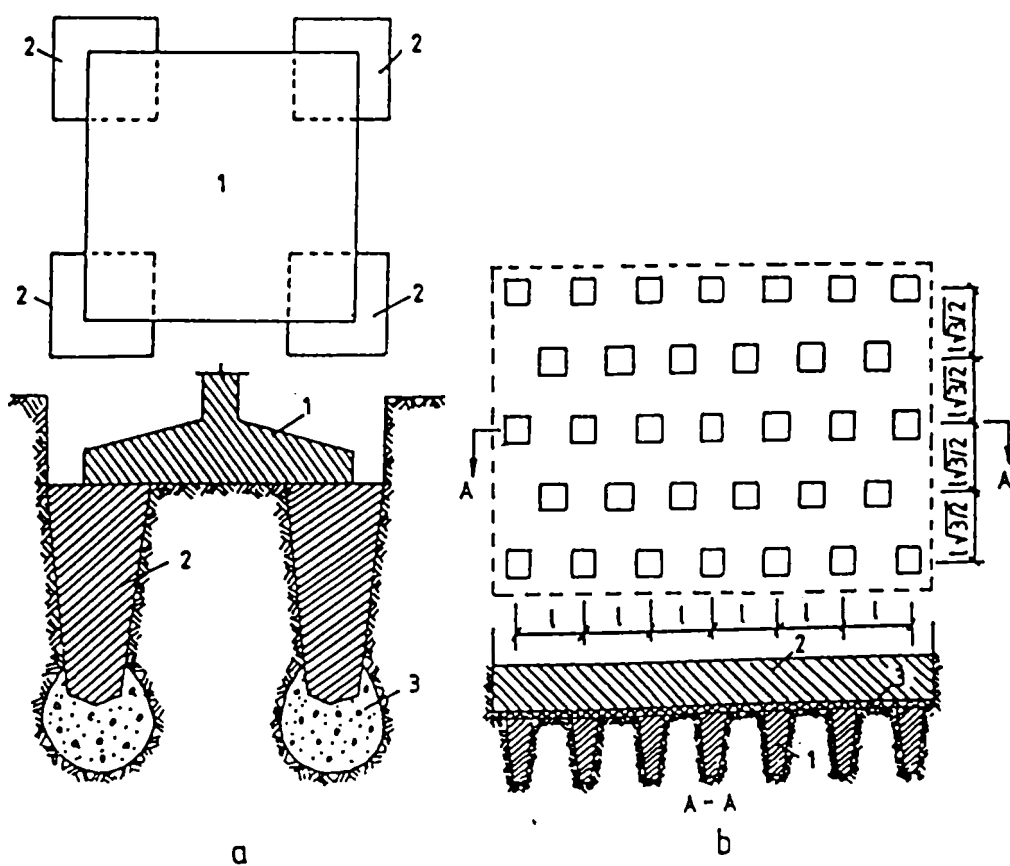


Fig.1.17.Piloți scurți în grup sub tălpi sau radier:  
 a – fundație izolată pe un grup de piloți scurți; b – radier general pe piloți scurți.

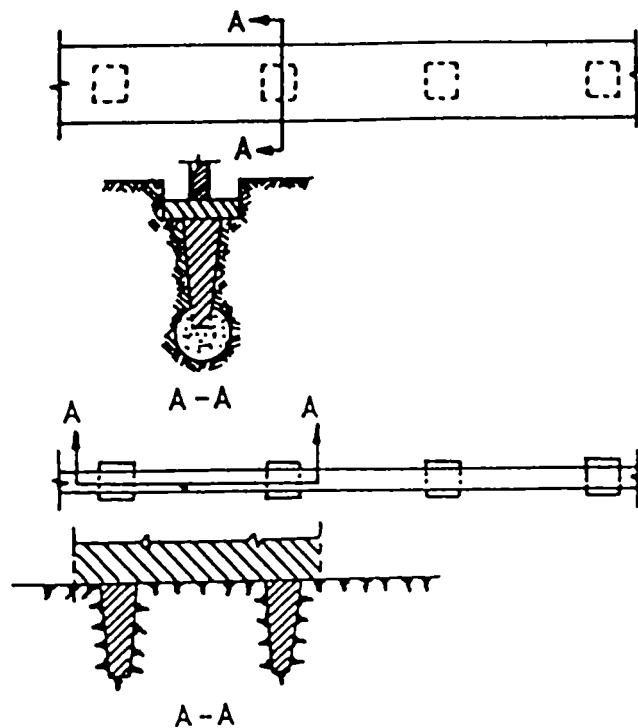


Fig.1.18.Piloți scurți în șir:

a – cu bulb sub fundația continuă sub talpă; b – fără bulb sub socul clădirii.

Tehnologia de realizarea a piloților scurți (piconi) ștanțați cuprinde următoarele etape [14]; [36]; (fig.1.19.):

- se trasează pe teren axele fundației și se materializează cu un șablon forma pilotului (fig.1.19.a);
- se începe ștanțarea cu ajutorul maiului; după conturarea formei pilotului se înlătură șablonul și se continuă ștanțarea (fig.1.19.b);
- la baza cavității create se introduce o porție de beton vârtos sau anrocamente (piatră spartă, balast, pietriș) pe o înălțime de până la 1,2 m (fig.1.19.c);
- se compactează cu maiul betonul vârtos sau anrocamentele pentru realizarea bulbului; consecința imediată a acestei compactări, pe lângă obținerea unui bulb de înaltă rezistență, o constituie obținerea unui teren bine compactat la baza pilotului atât pe direcție verticală cât și orizontală (fig.1.19.d);
- o dată realizat bulbul, se trece la umplerea cu beton a cavității create, la montarea carcusei de armătură – parțial sau total dacă este cazul – și la compactarea betonului, fie cu maiul cu lovituri ușoare, fie cu vibratoare de adâncime (fig.1.19.e,f).

O atenție deosebită pe durata execuției piloților scurți ștanțați trebuie acordată umidității pământului care trebuie să permită realizarea unei gropi cu pereți netezi.

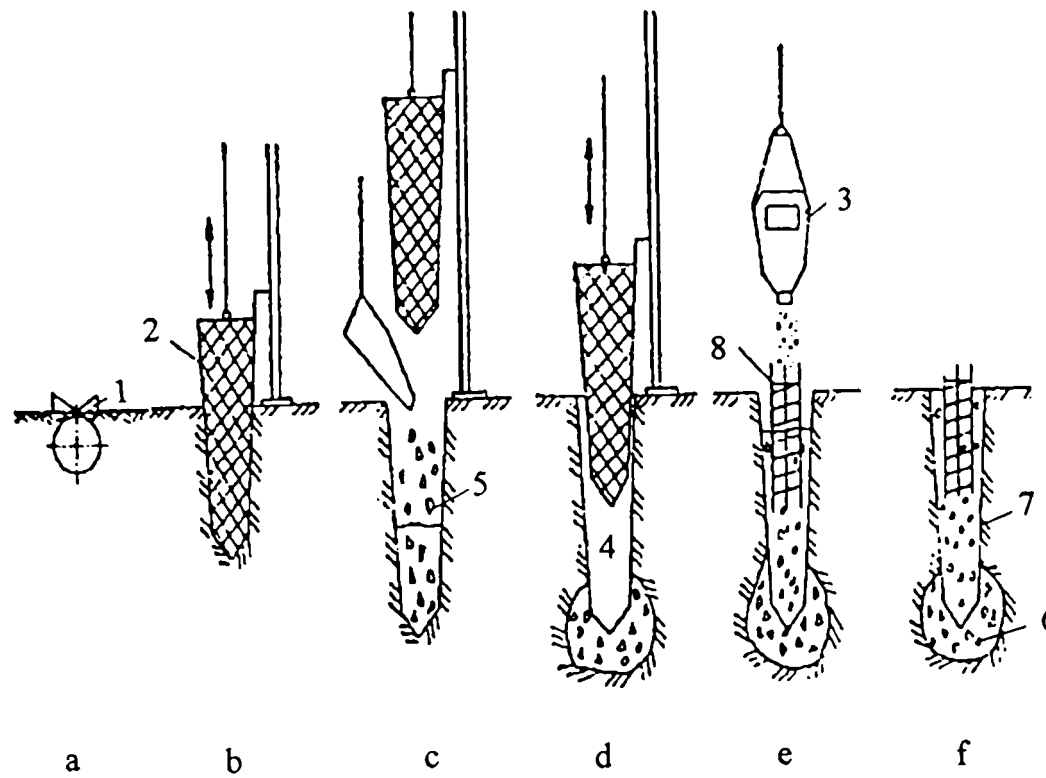


Fig.1.19.Fazele de execuție ale piloților scurți ștanțați:

a – trasarea axelor și pozarea șablonului; b – începerea ștanțării și îndepărtarea șablonului; c – turnarea primei porții pentru realizarea bulbului; d – realizarea bulbului; e – turnarea betonului, montarea armăturii; f – pilot scurt cu bulb.

1 – șablon; 2 – maiul; 3 – bena cu beton sau pietriș; 4 – gaura ștanțată; 5 – beton sau anrocamente; 6 – bulb; 7 – corpul pilotului scurt din beton; 8 – carcasa de armătură.

Piloții scurți realizați pe loc prin poansonare – ștanțare cu bulb au capacități portante cuprinse între 2.500 și 3.000 kN și pot fi utilizați ca fundații izolate pentru stâlpii unor hale industriale cu structura în cadre.

În literatura de specialitate [14] sunt prezentate comparativ câteva aspecte legate de efectele produse asupra pământului la piloții scurți cu bulb și anume:

- terenul este îndesat în jurul găurii ștanțate eliminându-se porii și sporind masa volumică a scheletului mineral;
- grosimea zonei compactate sub gaura ștanțată este de 1,5 ori lățimea maiului la partea inferioară ;

- forma bulbului realizat prin compactarea pietrei sparte este diferită în funcție de natura terenului și poate fi sferică la pământurile compactate cu umiditate redusă și elipsoidală la pământurile loessoide umede.

### **1.5.2. Piloți scurți vibroformați**

Acest tip de piloți se execută pe loc fără evacuarea terenului din gaura de foraj [36] (fig.1.20.).

Esența tehnologiei de execuție a acestor piloți scurți o constituie introducerea în teren, sub efectul vibrării, a unei tije prevăzute la partea inferioară cu un tronson de țeavă echipat cu două clapete prinse articulat de țeavă. Pe măsură ce tija înaintează în teren, cavitatea creată se umple cu beton.

După atingerea fișei prevăzute în proiect, prin vibrare se extrage tija, efect care produce deschiderea clapetelor, fapt ce face ca betonul să rămână în cavitatea vibroforată.

Etapele tehnologice de lucru sunt următoarele:

- se trasează axul pilotului și se pichetează; peste acesta se așează buncărul de primire a betonului prevăzut cu un orificiu la partea inferioară care se plasează în dreptul pichetului (fig.1.20.a);

- tija de forare cu clapetele de la bază închise se poziționează în dreptul pichetului (fig.1.20.b), se alimentează buncărul cu beton;

- prin vibrare, tija de forare înaintează în teren simultan cu umplerea gravitațională a cavității create cu betonul din buncărul de primire (fig.1.20.c);

- o dată atinsă cota din proiect, tija de forare este extrasă sub efectul vibrării. Sub efectul greutatei betonului și a vibrațiilor, clapetele de la baza tije se deschid și ușurează rămânerea betonului în gaura vibroforată (fig.1.20.d);

- după extragerea tije de forare se montează carcasa de armătură – dacă este cazul – în betonul proaspăt (fig.1.20.c).

Prin acest procedeu se pot obține piloți executați pe loc cu diametrul de 40 – 50 cm și lungimi de 7,0– 8,0m.



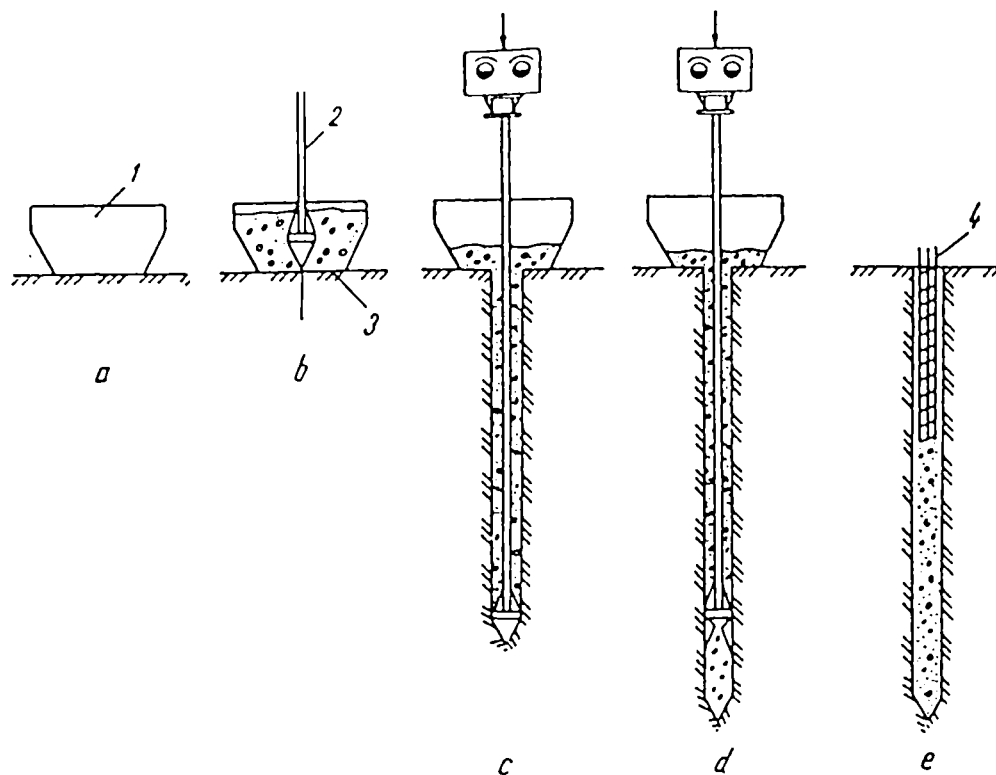


Fig.1.20.Etapele de execuție a piloților scurți vibroformați:

1 – buncăr de primire; 2 – tijă de forare; 3 – clapete prinse articulat; 4 – carcasă de armătură.

### 1.5.3. Piloți turnați pe loc prin vibropresare

Procedeele existente la executarea piloților cu bulb turnați pe loc se caracterizează prin faptul că spațiul (cavitatea) propriu-zis în care se toarnă pilotul se realizează prin forare.

Acest mod de realizare a găurii impune utilaje cu productivitate ridicată, cu viteză mare de execuție a forajului și de evacuare a materialului forat.

Realizarea bulbului ridică probleme datorită diversității procedeeleor și utilajelor existente pentru acest scop. La realizarea piloților scurți turnați pe loc, cu sau fără bulb, se folosesc vibromecanismele utilizate la înfigerea piloților și a palplanselor [36];[53]:

- agregatul de vibropresare AVP-1 de producție românească;
- vibroagregatul de producție sovietică VVPS 20/11.

Dispozitivul de lucru pentru realizarea piloților, cu sau fără bulb, parțial armați (fig.1.21.), este alcătuit dintr-o țevă metalică 1 cu dimensiunile de 325×8 mm sau 419×9,5 mm și lungimea impusă de necesitățile din teren și lungimea lumânării de ghidaj (gabaritul utilajului). La partea inferioară dispozitivul este prevăzut cu două

clapete „cioc de rață” 2 care sunt prinse articulat de țeava metalică prin intermediul unor balamale speciale 3 și limitatoare de deschidere 4. Balamalele speciale și limitatoarele permit apropierea celor două clapete, care formează la partea inferioară a dispozitivului un vârf ascuțit, sau permit deschiderea celor două clapete în prelungirea generatoarei țevii metalice. La aproximativ 1,5 m de la partea inferioară a dispozitivului (țevii), în interiorul acesteia, se află prinse articulat două clapete de formă semieliptică 5 a căror închidere și deschidere este limitată de distanțierii 6 și 7, astfel încât să permită trecerea betonului în timpul turnării. Aceste clapete au o funcționare simplă, care permite deschiderea lor, la turnarea betonului, sub greutatea proprie, iar în procesul de presare pentru creerea bulbului se închid și nu permit ridicarea betonului în tub. La partea superioară dispozitivul este prevăzut cu o flanșă 8, prinsă de acesta prin sudură, flanșă ce permite fixarea rigidă prin buloane a dispozitivului de lucru de vibrogenerator.

Turnarea betonului în dispozitivul de lucru se face prin intermediul unei ferestre 9 de 200×300 mm practicată la cca. 400 mm sub flanșa de prindere și care este prevăzută cu o pâlnie de turnare 10.

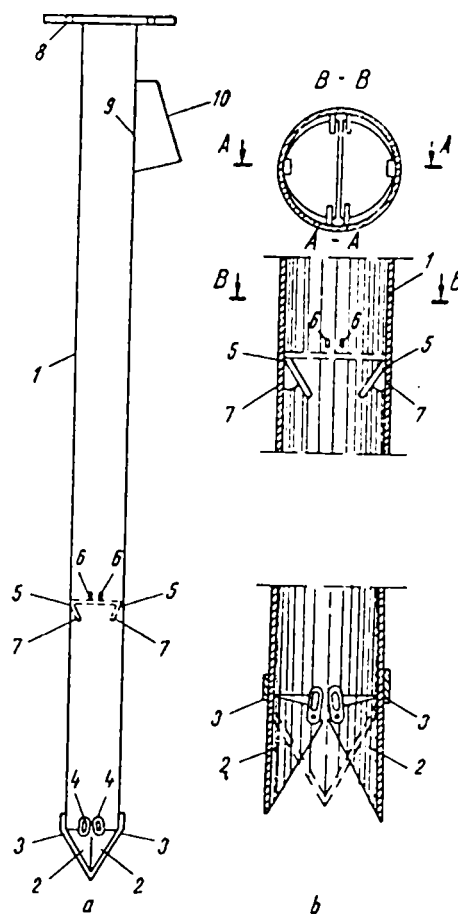


Fig.1.21. Dispozitiv pentru realizarea piloților vibropresați

Tehnologia de realizare a piloților executați pe loc, cu sau fără bulb, parțial armați, se desfășoară în două sau trei faze de lucru (fig.1.22.).

După ce dispozitivul de lucru a fost introdus în teren cu ajutorul agregatului de vibropresare AVP-1, până la cota din proiect, se trece la realizarea pilotului printr-o succesiune de operațiuni prestabilite astfel:

- se introduce o anumită cantitate de beton în dispozitivul de lucru – aproximativ o treime din înălțimea acestuia (fig.1.22.a);

- se extrage, din teren, dispozitivul de lucru cu cca. 1,20 ÷ 1,30 m prin vibrație, efect ce facilitează deschiderea clapetelor și scurgerea betonului în gaura de foraj (fig.1.22.b);

- se reînfige în teren dispozitivul de lucru prin vibropresare, clapetele semieliptice se închid, masa de beton aflată sub ele este presată în teren, ceea ce conduce la realizarea bulbului, datorită refulării terenului (fig.1.22.c). Se reumple țeava metalică pe cca. 2/3 din înălțime (fig.1.22.d) cu beton, se ridică dispozitivul prin vibrație cu 1,70 ÷ 2,00 m (fig.1.22.e) și se reia procesul de vibropresare, țeava oprindu-se cu cca. 0,50 m mai sus ca prima dată. Această nouă vibropresare, respectiv vibrație, are ca efect mărirea bulbului inițial (fig.1.22.f). 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 vibrație;

- pilotul proaspăt turnat se armează la partea superioară pe 1,60 ÷ 2,00 m cu o carcasă de armătură fretată introdusă manual prin presare și rotire; operația este ușurată dacă se utilizează un pervibrator (fig.1.22.g).

Tehnologia de lucru permite realizarea de piloți cu bulb la partea inferioară și proeminențe pe manta, realizate prin efectuarea operației de vibropresare mai sus de bulbul pilotului creat inițial.

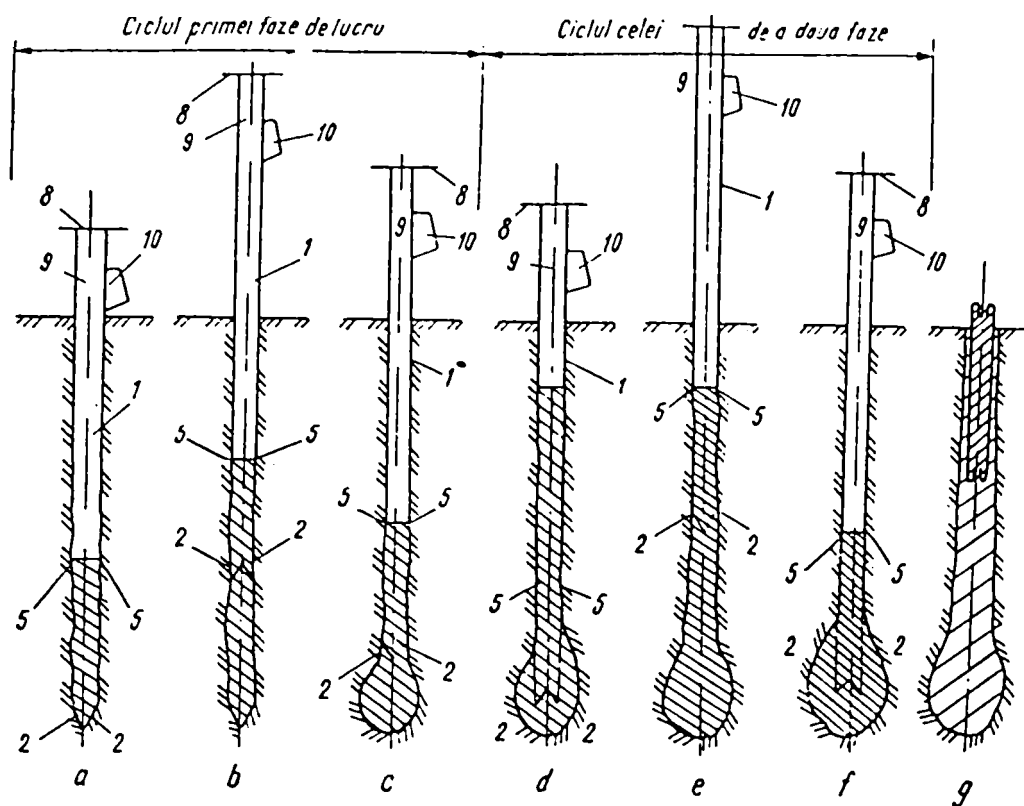


Fig.1.22. Fazele de execuție a piloților vibropresați:

1—dispozitiv de lucru; 2—clapete „cioc de rață”; 3—balamale; 4—limitatoare; 5—clapete semieliptice;  
6,7—distanțiere; 8—flanșă; 9—fereastră pentru beton; 10—pâlnie de turnare.

### Concluzii:

În literatura de specialitate sunt prezentate diverse tipuri și tehnologii de realizare a fundațiilor indirecte. Fundarea indirectă se face numai în cazuri bine justificate tehnico-economic și după o analiză temeinică a tuturor variantelor de fundare, deoarece tehnologiile de fundare indirectă sunt scumpe și necesită utilaje speciale.

Fiecare dintre soluțiile de fundare indirectă au avantaje și dezavantaje care trebuie atent cântărite înainte de impunerea soluției de fundare.

Factorul hotărâtor în alegerea soluției de fundare este terenul pe care se amplasează construcția.

### CAPACITATEA PORTANTĂ A PILOȚILOR

#### 2.1. Generalități

Tasarea fundațiilor pe piloți introduși în terenuri omogene și necompresibile se datorează – în principal – alegerii greșite a modului de calcul și neomogenității pământului de pe amplasamentul clădirii.

La calculul piloților trebuie rezolvate două probleme [14]; [29]; [30], o problemă de deformare și o problemă de capacitate portantă. Problema alegerii unui model de calcul care să reflecte cât mai fidel modul de conlucrare dintre pilot și terenul de fundare este relativ simplă în cazul piloților purtători pe vârf, de rezistență și se complică în cazul piloților purtători pe manta, flotanți, când, pe lângă calculele teoretice, se fac și încercări de probă, ceea ce conduce la o comparație între rezultatele teoretice și cele experimentale.

La introducerea pilotului în terenul de fundare, prin batere sau vibrare, pământul din jurul său suferă o îndesare pe o anumită zonă și o refulare spre suprafață. Sub vârful pilotului se produce o îndesare a pământului care influențează modul de comportare al pilotului în momentul încărcării.

La baterea pilotului în terenuri umede se realizează o compactare prin comprimarea apei din pori; intensitatea migrării apei din pori este în funcție de permeabilitatea pământului care alcătuiește terenul de fundare.

În cazul *argilelor sau a nisipurilor argiloase umezite*, evacuarea apei se face mai greu, iar compactarea pământului datorită încărcării pilotului este neglijabilă. Cel mai important fenomen este deplasarea particulelor de pământ lateral sau în sus ceea ce conduce la ridicarea fundului săpăturii în fundație. Această refulare a pământului conduce la distrugerea structurii sale interne și duce la micșorarea rezistenței sale. Deplasarea pământului în sus poate duce la ridicarea piloților bătuți anterior și deci la reducerea capacității portante a acestora. Din acest motiv este nevoie de o rebatere a tuturor piloților, la cota din proiect, după înfigerea ultimului pilot.

În cazul *terenurilor nisipoase și argiloase uscate*, deplasarea pilotului prin batere întâmpină o rezistență mai mare iar refuzul se tot micșorează; dacă aceste terenuri se saturează, refuzul crește ceea ce ne conduce la concluzia că cu cât refuzul va fi mai mic cu atât va fi mai mare capacitatea de încărcare a pilotului. Refuzul reprezintă înfigerea pilotului – în cm – sub o lovitură de berbec.

Mărimea refuzului este influențată de mai mulți factori, unul dintre aceștia fiind întreruperea baterii sau odihna pilotului.

În cazul *nisipurilor curate puțin umede, a pietrișurilor de compactitate medie*, baterea neîntreruptă duce la o micșorare rapidă a refuzului care uneori devine nul; pilotul nu se mai înfige. După odihnă, reluând baterea, refuzul crește. Explicația acestui fenomen este următoarea: sarcina dinamică datorată loviturilor dese ale berbecului provoacă o compactare locală pronunțată a pământului sub vârful pilotului; zona compactată sub formă de pană este un obstacol la înfigerea pilotului; dacă se întrerupe baterea, se înlătură acțiunea dinamică și se creează condiții de revenire a zonei pană, respectiv de micșorare a compactării, ceea ce face ca după **odihnă** refuzul să crească.

În cazul *pământurilor plastic – argiloase curgătoare*, odihna piloților influențează refuzul diferit față de nisipuri.

Acțiunea dinamică a berbecului produce o fluidificare a pământului apărând fenomenul de tixotropie, adică distrugerea structurii argilei și trecerea sa în sol. Din această cauză, la batere, refuzul scade mai încet, iar după odihnă, se reface structura pământului în jurul pilotului și refuzul scade de 4 – 6 ori.

Refuzul dinaintea odihnei se numește refuz fictiv, iar cel după odihnă, refuz real care este folosit la stabilirea capacității portante a piloților. Pentru a stabili refuzul real se lasă pilotul înfipt la cotă câteva zile și apoi se execută o batere suplimentară a pilotului prin loviri izolate rare (5 – 10) date la intervale de 2 – 5 minute.

Din experiență s-a stabilit că la pământurile nisipoase și pietrișuri, odihna trebuie să fie de 2 – 3 zile, la cele argiloase 7 – 10 zile, iar pentru argile consolidate 15-20 zile.

## 2.2. Încărcări asupra pilotului

Încărcările care acționează asupra pilotului se transmit terenului de fundare astfel încât acesta să nu sufere tasări incompatibile cu scopurile funcționale ale construcției.

Determinarea capacității portante a piloților a constituit și constituie o preocupare permanentă a specialiștilor în dorința de a stabili metode de calcul cu care să se obțină rezultate cât mai apropiate de realitate.

Dintre toate procedeele cunoscute rămâne ca sigură încercarea statică în teren a piloților de probă, ale cărei rezultate permit stabilirea cât mai corectă și apropiată de realitate a valorii capacității portante a pilotului încercat. Și această metodă are dezavantajul că rezultatele obținute nu sunt întodeauna reprezentative pentru întreg amplasamentul viitoarei construcții.

Principala dificultate în determinarea capacității portante a pilotului o reprezintă faptul că nu se cunoaște exact modul în care piloții transmit încărcările terenului de fundare. Dacă admitem clasificarea piloților în purtători pe vârf și pe manta, atunci putem spune că transmiterea forțelor se face prin frecare laterală și prin vârful pilotului adică, capacitatea portantă [36]:

$$P = P_l + P_v \quad (2.1.)$$

unde  $P_l$  reprezintă partea din încărcare preluată prin frecarea laterală,  $P_v$  cea preluată de vârful pilotului (fig.2.1.).

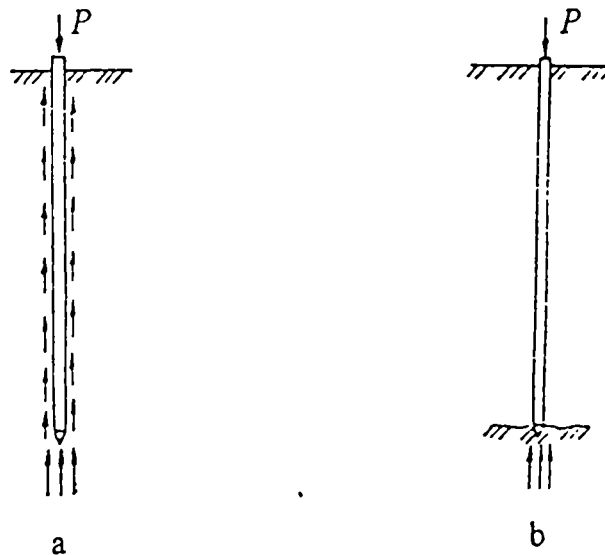


Fig.2.1. Repartizarea capacității portante pe pilot:

a – purtător pe manta; b – purtător pe vârf

Pentru evaluarea forțelor  $P_l$  și  $P_v$  există o serie de formule teoretice și empirice precum și determinări experimentale.

Unii autori [24] presupun că forța de frecare care se dezvoltă între pământ și pilot de-a lungul suprafeței laterale este egală cu forța de coeziune a pământului determinată prin încercări de laborator. Astfel Terzaghi propune ca luând valorile limită pentru forțele de coeziune din tabelul de mai jos și înmulțindu-le cu suprafața laterală, se obține valoarea limită a forței  $P_l$ , urmând ca diferența până la forța totală  $P$  să fie preluată de rezistența pe vârf  $P_v$ .

Efortul specific de frecare între pilot și pământ

Natura pământului	Efortul specific de frecare dintre pilot și pământ
Argilă moale și praf argilos	1,00 – 3,00
Argilă nisipoasă	2,00 – 5,00
Argilă vârtoasă	4,00 – 10,00

Această evaluare a lui  $P_l$  are rol orientativ pentru calcule preliminare deoarece nu ține seama nici de modul de repartizare a eforturilor tangențiale în lungul pilotului și nici de variația rezistențelor tangențiale în procesul de batere și în timp, ca urmare a procesului de consolidare a pământului în jurul pilotului.

Dacă ținem seama de clasificarea piloților în purtători pe vârf și purtători pe manta, repartizarea solicitărilor, respectiv a capacității portante a piloților pe manta sau pe vârf, depinde de raportul dintre indicii de compresibilitate ai pământului de la vârful pilotului și cei ai straturilor străpunse de acesta.

Dacă pământul de sub vârful pilotului are o compresibilitate apropiată de cea a pământului din jurul său, vârful acestuia va transmite o încărcare mai mică decât cea preluată de manta adică  $P_l > P_v$ .

În cazul pământurilor mai puțin compresibile de sub vârful pilotului,  $P_v > P_l$ , iar dacă acesta este un teren stâncos practic întreaga încărcare se transmite prin vârful pilotului.



### 2.2.1. Determinarea capacității portante a piloților izolați la încărcări verticale

Stabilirea capacității portante a unui pilot se face ținând seama de rezistența materialului din care este alcătuit pilotul și de natura pământului în care acesta se introduce.

Capacitatea portantă în raport cu materialul din care este alcătuit pilotul se calculează în conformitate cu prevederile din standardele și normativele specifice materialului respectiv.

În această ipoteză, pilotul se consideră ca o bară flexibilă ce lucrează la compresiune la care nu apare pericolul pierderii stabilității deoarece terenul înconjurător opune rezistență la deformația transversală. Astfel se determină:

$$P_{\text{pilot}} = P_{\text{comp}} m \varphi_{\text{comp}} \quad (2.2.)$$

în care:

$P_{\text{comp}}$  = rezistența de calcul a pilotului la compresiune, ținând cont de materialul din care este alcătuit pilotul;

$m$  = coeficientul condițiilor de lucru ;

$\varphi_{\text{comp}}$  = coeficientul de flambaj; se determină funcție de modul de lucru al pilotului, de încastrarea lui în teren.

Capacitatea portantă în raport cu rezistența terenului este influențată de mai mulți factori și anume [30]: proprietățile mecanice (rezistența la forfecare și compresibilitatea) ale straturilor de pământ aflate în jurul și la baza pilotului, forma și dimensiunile pilotului (în special raportul dintre fișă și diametru), procedeul de execuție folosit și tipul de pilot care rezultă – de îndesare sau de dislocuire, timpul scurs de la punerea în operă a pilotului.

Metodele folosite pentru calculul capacității portante a piloților la încărcări verticale, în raport cu terenul, se bazează pe rezultatele încercărilor experimentale dintre care cele mai edificatoare sunt cele realizate pe piloți la scară naturală.

Dacă analizăm alura diagramei încărcare – tasare a unui pilot flotant și cea a unui pilot purtător pe vârf, vom constata următoarele:

- în cazul pilotului purtător pe vârf ancorat într-un strat puțin compresibil (pietriș cu nisip îndesat) acoperit de pământuri deformabile, diagrama încărcare – tasare reflectă cedarea completă sau generală produsă în stratul de bază, punând în evidență mărimea încărcării limită (fig. 2.2).

- în cazul pilotului flotant care străbate un strat omogen, diagrama încărcare – tasare este specifică unei cedări prin poansonare. După epuizarea portanței dată de frecarea pe manta (evidențiată de schimbarea de pantă din diagrama încărcare – tasare) intră progresiv în lucru baza pilotului (fig.2.3)

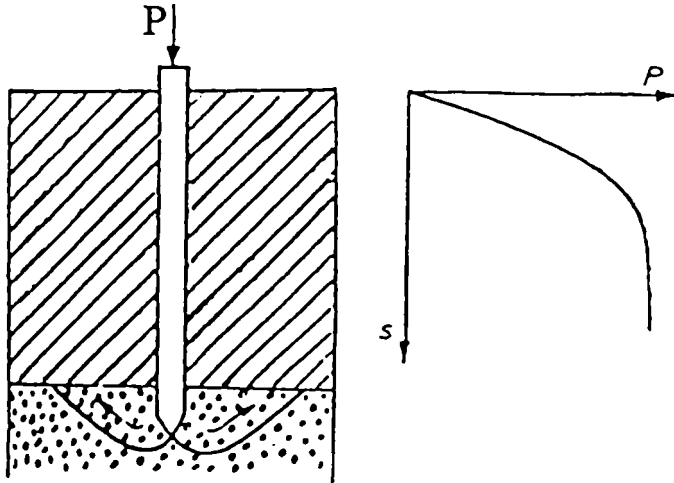


Fig.2.2. Diagrama încărcare-tasare caracteristică unui pilot purtător pe vârf (de rezistență)

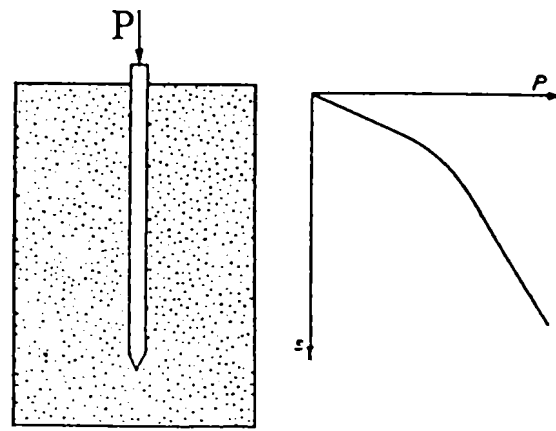


Fig.2.3. Diagrama încărcare-tasare caracteristică unui pilot flotant

Analizele efectuate pe piloți încercați în teren folosind metodele din STAS 2561/3-90, au permis stabilirea sub fiecare încărcare  $P$  a cotei ce revine vârfului  $P_v$  și celei care revine mantalei (suprafeței laterale)  $P_l$  și construirea diagramelor de variație cu tasarea a fiecăreia din cele două componente  $P_v$  și  $P_l$  (fig.2.4).

Determinarea încărcării limită pe pilot se face doar convențional deoarece nu este evidențiată cu claritate natura tasării ce îi corespunde; mulțimea cercetărilor și propunerilor pentru determinarea încărcării limită pe piloți se referă mai ales la aceste diagrame (fig. 2.4.).

În practica inginerescă [58], situațiile de fundare indirectă cu piloți flotanti sunt mai frecvente decât cele pe piloți de rezistență.

O dată cu aplicarea primelor trepte de încărcare în corpul pilotului de probă iau naștere tensiuni de compresiune care tind să-i scurteze lungimea și, deci, să-i deplaseze secțiunile orizontale față de terenul din jur. Această deplasare este posibilă numai atunci când tensiunile tangențiale de forfecare, care se dezvoltă pe suprafața laterală a pilotului, depășesc rezistența la forfecare a legăturilor dintre materialul din pilot și teren.

Pentru că mărimea tensiunilor rezistenței la forfecare din suprafața laterală a pilotului depinde de cea a deplasărilor relative a secțiunilor orizontale ale acestuia față de teren, tensiunile rezistente vor fi mai mari acolo unde deplasarea este mai mare. Cea mai mare rezistență la pătrunderea pilotului în teren se observă la primele trepte de încărcare.

Reducerea pe adâncime a tensiunilor din corpul pilotului determină și reducerea corespunzătoare a tensiunilor rezistenței pe suprafața laterală a acestuia. Se poate considera că sub primele trepte de încărcare, de la o cotă oarecare din cuprinsul fișei pilotului, tensiunile din corpul acestuia sunt nule și vârful nu transmite încărcări pe teren. Pe măsură ce încărcarea crește, secțiunea în care se consideră că tensiunea de compresiune este zero se află tot mai aproape de vârful pilotului. În momentul când această secțiune atinge vârful, pe întreaga suprafață laterală a pilotului acționează numai rezistența pe manta, nu se transmite încărcare prin vârf. Creșterea încărcării pe pilotul de probă va face ca o parte a compresiunii să fie transmisă terenului prin vârf; această situație nu corespunde mobilizării integrale a rezistenței pământului pe mantaua pilotului deoarece nu are loc desprinderea lui de masivul de pământ din jur. Sporirea încărcării pe pilot este însoțită de tasări din ce în ce mai mari. Când o astfel de tasare a elementului conduce la mobilizarea integrală a rezistenței la forfecare a legăturilor dintre suprafața laterală și terenul din jur, vom spune că s – a atins valoarea „tasării de forfecare  $s_f$ ”. Începând cu tasarea  $s_f$  tensiunile tangențiale pe manta încetează practic să mai crească, încărcarea se transmite numai prin vârf.

Pe baza acestor date s-a stabilit că deplasarea pe verticală a pilotului, necesară pentru mobilizarea integrală a frecării pe suprafața laterală este redusă (sub 20 mm) indiferent de forma și dimensiunile pilotului și de natura terenului. Deplasarea necesară

pentru mobilizarea rezistenței vârfului pilotului este mult mai mare (de ordinul centimetrilor) atingând, în cazul pământurilor coezive, 8 – 10 % din latura piloților bătuți și peste 25 % din diametrul piloților forți.

Pentru trasarea acestor curbe se folosesc diverse metode și formule matematice.

Unii autori [53]; [58] propun aproximarea matematică a curbei încărcare – tasare prin două funcții, prima pentru tasări mai mici sau egale cu tasarea de forfecare  $s_f$  și a doua pentru tasări ale pilotului mai mari ca  $s_f$ .

În conformitate cu STAS 2561/2 – 81 pentru trasarea diagramei încărcare – tasare a unui element de probă, supuse la compresiune axială, se folosesc perechi de valori ( $P_i$ ,  $s_i$ ) corespunzătoare treptei de încărcare  $P_i$  și respectiv tasării medii stabilizate  $s_i$ ; prin urmare, în prelucrarea matematică a rezultatelor unei încercări de probă se vor folosi aceste perechi de valori.

Constatând că prin reprezentarea grafică, dublu logaritmică, a variabilelor  $P_i$ ,  $s_i$ , punctele tind a se distribui de – a lungul a două drepte concurente, se consideră că relația

$P = f(s)$  poate fi exprimată prin două funcții putere de forma:

$$P(s) = a_1 s^{b_1} \quad (\text{pentru } s \leq s_f);$$

$$P(s) = a_2 s^{b_2} \quad (\text{pentru } s > s_f), \text{ în care: } a_1, b_1 \text{ și } a_2, b_2 \text{ sunt parametrii primei funcții}$$

și respectiv a doua.

În concordanță cu mecanismul de transmitere al încărcării de la element la teren, prima funcție putere descrie procesul pentru tasări mai mici și egale cu  $s_f$ , iar a doua funcție putere caracterizează transferul de încărcare prin vârful elementului după mobilizarea integrală a rezistenței de frecare pe suprafața laterală.

Formele liniarizate ale relațiilor de mai sus se obțin prin logaritmare:

$$\lg P = \lg a_1 + b_1 \lg s; \quad \lg P = \lg a_2 + b_2 \lg s.$$

Pe baza relațiilor de mai sus se pot trasa curbele încărcare – tasare de mai jos.

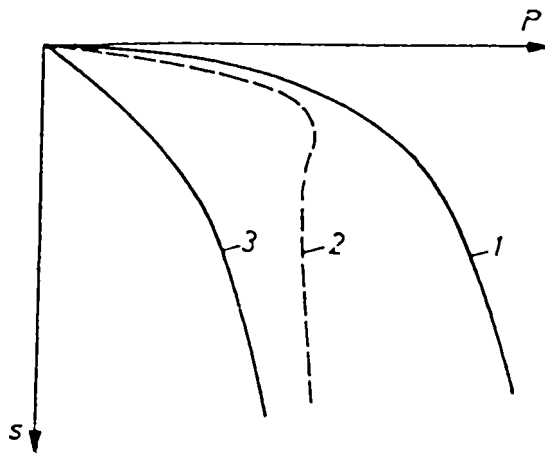


Fig.2.4. Diagrame încărcare-tasare obținute pe cale experimentală:

1 – diagrama ( $P, s$ ); 2 – diagrama ( $P_l, s$ ); 3- diagrama ( $P_v, s$ )

### 2.3. Calculul capacității portante a pilotului în conformitate cu STAS 2561/3-90

În conformitate cu prevederile STAS 2561/3-90, capacitatea portantă a piloților se stabilește astfel [74]:

- *în fazele preliminare de proiectare se pot folosi la toate tipurile de construcții formule empirice de calcul.* La construcțiile încadrate conform STAS 10100/0-75 în clase de importanță III, IV, V – adică obișnuite – se pot folosi tot formule empirice de calcul pentru determinarea capacității portante și în faza finală de proiectare, dacă sub vârful piloților se găsesc terenuri practic incompresibile și dacă numărul total al piloților de pe acel amplasament nu este mai mare de 100.

Excepție de la aceste prevederi fac piloții forajți de diametrul mare pentru care se aplică prevederile STAS 2561/4-90.

De asemenea nu se aplică această prevedere în cazul când sub vârful piloților se găsește teren stâncos puternic fisurat sau intercalații nestâncoase când este obligatorie verificarea capacității portante prin încercări statice pe piloți de probă.

- *în faza finală de proiectare, capacitatea portantă a piloților se determină pe baza rezultatelor încercărilor în teren a piloților de probă executați în aceleași condiții și cu aceleași utilaje ca și cei care vor rămâne în lucrare.* La construcțiile de importanță deosebită – clasele I și II și ori de câte ori este posibil se recomandă ca încercările și

determinarea capacității portante a piloților să se facă în faze anterioare fazei finale de proiectare.

La toate clădirile se efectuează încercarea statică a piloților de probă conform STAS 2561/2-81, numărul acestora fiind stabilit de proiectant în raport cu numărul total de piloți, cu mărimea suprafeței pe care se execută piloți, cu gradul de uniformitate al stratificației și cu gradul de cunoaștere al amplasamentului. Dacă nu se prevăd și alte tipuri de încercări în teren, numărul minim al piloților încercați în teren va fi cel din tabelul 2.1.

Tabelul 2.1.

Numărul piloților din lucrare	sub 100	100÷500	501÷1000	1001÷2000
Numărul piloților de probă încercați	2	3	5	6

În cazul lucrărilor cu un număr redus de piloți (min.20) se admite ca piloții pe care s-a efectuat încercarea statică de probă să rămână în lucrare. În această situație sarcina maximă aplicată pilotului în timpul încercării trebuie să atingă valoarea efortului provenit din încărcările de calcul în gruparea cea mai defavorabilă.

Calculul piloților izolați și al grupului de piloți se face la:

- starea limită de capacitate portantă pentru toate tipurile de piloți;
- starea limită de deformație pentru piloții flotanți.

Starea limită de deformație și starea limită de capacitate portantă se consideră conform STAS 3300/1-85.

*La starea limită de capacitate portantă trebuie îndeplinită condiția:*

$$S \leq R \quad (2.3.)$$

în care:

S = efortul de calcul ce acționează într-un pilot din fundație stabilit conform metodologiei din STAS 2561/3-90

R = capacitatea portantă a pilotului, stabilită conform STAS 2561/3-90.

*La starea limită de deformații trebuie îndeplinită condiția:*

$$\Delta \leq \bar{\Delta} \quad (2.4.)$$

$\Delta$  = deformația probabilă calculată a fundației pe piloți;

$\bar{\Delta}$  = deformația admisibilă a construcției stabilită conform STAS 3300/1-85 și STAS 3300/2-85

### 2.3.1. Calculul capacității portante a piloților

2.3.1.1. *Secțiunile pilotului se dimensionează și se verifică la solicitările maxime ce pot apare în diferite tronsoane ale acestuia ținând seama de rezistența de calcul a materialelor ce alcătuiesc pilotul în conformitate cu reglementările tehnice specifice.*

La fundațiile pe piloți cu radier înalt trebuie făcută verificarea individuală la flambaj a piloților, considerând pilotul încastrat la o adâncime  $l_o$  sub nivelul terenului stabil;  $l_o$  este lungimea convențională de încastrare măsurată de la talpa radierului (tabelul 2.2.) în funcție de categoria pământului de sub radier și diametrul pilotului

Tabelul 2.2.

Categoria pământului	$l_o$
Nisipuri afânate și pământuri coezive având $I_c \leq 0,5$	4 d
Nisip de îndesare medie și pământuri coezive având $0,5 < I_c \leq 0,75$	3 d
Nisipuri și pietrișuri îndesate, pământuri coezive având $0,75 < I_c \leq 1,00$	2 d
Pământuri coezive tari având $I_c > 1,00$	1,5 d

În cazul piloților prefabricați se va verifica pilotul la solicitările ce pot apare datorită transportului și manipulării.

La piloții executați pe loc, valorile rezistențelor corespunzătoare clasei betonului se reduc cu următorii coeficienți:

- la betoane în uscat                      0,95
- la betoane sub apă                        0,85
- la betoane sub noroi                      0,75

Acești coeficienți sunt suplimentari față de coeficienții condițiilor de lucru.

### 2.3.1.2. Capacitatea portantă a unui pilot solicitat la compresiune

Se determină cu ajutorul relației:

$$R = k \cdot m \cdot P_{cr} \quad [\text{kN}] \quad (2.5.)$$

în care:

$k$  = coeficient de omogenitate, egal cu 0,7;

$m$  = coeficient al condițiilor de lucru, egal cu 1;

$P_{cr}$  = încărcare critică a pilotului, determinată pe baza încercărilor statice sau dinamice în teren, în [kN].

Valoarea încărcării critice prin încercarea statică la compresiune se determină conform STAS 2561/2-81.

În cazul încercărilor dinamice, conform aceluiași STAS 2561/2-81, încărcarea critică pentru un pilot prefabricat introdus prin batere se poate stabili cu relația:

$$P_{cr} = -\frac{aA}{2} + \sqrt{\left(\frac{aA}{2}\right)^2 + \frac{aA}{e} \cdot \frac{Q_0 + 0,2q}{Q_0 + q} \cdot Q_0 \cdot H_0} \quad [\text{kN}] \quad (2.6.)$$

în care:

$P_{cr}$  = încărcarea critică a pilotului, în [kN];

$a$  = factor ce depinde de tipul pilotului și de condițiile de batere, tabelul 2.3., [kPa];

$A$  = aria secțiunii pilotului, în [m<sup>2</sup>]; la piloții tubulari se consideră suprafața secțiunii inelare;

$e$  = refuzul pilotului, în [cm];

$Q_0$  = greutatea berbecului, în [kN];

$q$  = greutatea pilotului (inclusiv a căciulii), în [kN];

$H_0$  = înălțimea de cădere a berbecului (tabelul 2.4.), în [cm];

$H_1$  = înălțimea cursei părții berbecului care lovește, în [cm];

$E_0$  = energia de lovire a berbecului, în [kJ].

Tabelul 2.3.

Tipul pilotului și condițiile de batere	$a$ [kPa]
Pilot din beton armat (cu căciula de protecție )	1500
Pilot din lemn (fără căciulă de protecție )	1000



Tabelul 2.4.

Tipul de berbec	Piloți verticali	Piloți înclinați cu 3:1
Berbec cu cădere liberă sau cu acțiune simplă	$H_0 = H_1$	$H_0 = 0,8 H_1$
Berbec diesel sau cu acțiune dublă	$H_0 = \frac{100E_0}{Q_0}$	$H_0 = \frac{80E_0}{Q_0}$

Încărcarea critică pe piloți prefabricați introduși prin batere – în cazul *încercării de penetrare statică* efectuată conform STAS 1242/6-76 – se poate stabili cu relația:

$$P_{cr} = \frac{R_p}{2} A + F_1 \frac{U}{u_p} \quad [\text{kN}] \quad (2.7.)$$

în care:

$R_p$  = rezistența convențională pe vârful penetrometrului, calculată cu relația:

$$R_p = \frac{R_{p1} + R_{p2}}{2} \quad [\text{kPa}]$$

$R_{p1}$  = media rezistențelor pe vârful penetrometrului înregistrate în straturile situate de la nivelul vârfului pilotului până la o adâncime egală cu  $4d$  sub acest nivel, în [kPa];

$R_{p2}$  = media rezistențelor pe vârful penetrometrului înregistrate de la nivelul vârfului până la o înălțime egală cu  $\beta d$  deasupra acestui nivel, în [kPa];

$d$  = diametrul sau dimensiunea maximă a secțiunii dreptunghiulare a pilotului, în [cm];

$\beta$  = coeficient conform tabelului 2.5.

Tabelul 2.5.

Stratul în care se execută penetrarea	$\beta$
Pământuri coezive, nisipuri afânate	3
Nisipuri de îndesare medie	8
Nisipuri îndesate și nisip cu pietriș	15

$A$  = aria secțiunii transversale a pilotului, în [m<sup>2</sup>];

$F_1$  = forța de frecare pe suprafața laterală a penetrometrului, introdus până la nivelul vârfului pilotului, în [kN];

$U$  = perimetrul secțiunii transversale a pilotului, în [m];

$u_p$  = perimetrul secțiunii coloanei penetrometrului, în [m].

Dacă pe un amplasament s-au executat numai încercări statice și au rezultat mai multe valori  $P_{cr}$  care nu se pot corela cu modificarea în plan a condițiilor geotehnice, pentru calcule se ia media valorilor obținute.

Dacă pe un amplasament se obțin mai multe valori  $P_{cr}$ , determinate prin diverse metode, pentru calculul capacității portante a piloților pe amplasamentul respectiv se ia în considerare ca valoare  $P_{cr}$ :

- media valorilor rezultate, când valorile individuale nu diferă cu mai mult de  $\pm 10\%$  față de această medie;

- valoarea medie din încercările statice când valorile individuale se abat cu  $\pm 10\ldots\pm 40\%$  de la această medie.

Dacă valorile  $P_{cr}$  stabilite prin încercări dinamice sau prin penetrare statică diferă cu mai mult de  $\pm 40\%$  față de media rezultatelor încercărilor statice, stabilirea capacității portante se face numai pe baza încercărilor statice efectuate pe un număr de piloți de probă conform tabelului 2.1.

### 2.3.2. Calculul capacității portante a unui pilot sollicitat la smulgere

Această capacitate portantă se determină cu relația:

$$R_{sm} = k \cdot m \cdot P_{cr\ sm} \quad [\text{kN}] \quad (2.8.)$$

în care:

$$k = 0,7; m = 0,6;$$

$P_{cr\ sm}$  = forța critică de smulgere determinată prin încercări de smulgere în teren conform STAS 2561/2 – 81, în [kN].

### 2.3.3. Calculul capacității portante a piloților verticali sollicitați la forțe orizontale

Se determină folosind relația:

$$R_{cr} = k \cdot m \cdot R_{cr\ or} \quad [\text{kN}] \quad (2.9.)$$

în care:

$$k = 0,7; m = 0,7;$$

$R_{cr\ or}$  = forța critică orizontală determinată prin încercări în teren conform STAS 2561/2 – 81, în [kN]

#### 2.3.4. Calculul capacității portante la compresiune a piloților purtători pe vârf

Fundarea pe piloți purtători pe vârf se adoptă atunci când terenul de fundare este alcătuit din straturi practic incompresibile ce pot fi atinse de piloții utilizați.

În general aceste straturi sunt alcătuite din roci stâncoase sau semistâncoase, din pământuri macrogranulare (blocuri, bolovănișuri, pietrișuri ) caracterizate prin modulul de deformație lineară  $E > 100.000$  kPa.

Dacă în cuprinsul zonei active sub aceste straturi se află o lentilă compresibilă care poate produce tasarea întregii fundații, piloții se consideră flotanți.

Relația de calcul este următoarea:

$$R = k \cdot m \cdot p_v \cdot A \quad [\text{kN}] \quad (2.10.)$$

în care:

$k$  = coeficientul de omogenitate, egal cu 0,7;

$m$  = coeficientul condițiilor de lucru, egal cu 1;

$p_v$  = rezistența de calcul a terenului sub vârful pilotului, în [kPa], luată astfel:

- pentru piloții de îndesare care reazemă cu vârful pe rocă stâncoasă sau semistâncoasă sau pe straturi necoezive macrogranulare (bolovăniș, blocuri)  $p_v = 20.000$  kPa;

- pentru piloții de îndesare care reazemă cu vârful în straturi de pietriș, conform tabelului 2.6.;

- pentru piloții de dislocuire care reazemă cu baza pe rocă stâncoasă sau semistâncoasă.

$$p_v = \sigma_{cs} \left( \frac{t}{d} + 1,5 \right)$$

$\sigma_{cs}$  = rezistența medie la compresiune a rocii determinată conform STAS 6200/5-

71, pe epruvete cubice în stare naturală, în [kPa];

t = adâncimea de încastrare în stâncă a bazei pilotului, în [m];

d = diametrul pilotului în planul bazei, în [m].

- pentru piloții de dislocuire care reazemă cu baza în straturi necoezive macrogranulare (bolovăniș, blocuri, pietriș) valoarea  $p_v$  se calculează cu relația:

$$p_v = \alpha ( \gamma d_b N_\gamma + \gamma_1 D_c N_q ) \quad [\text{kPa}] \quad (2.11.)$$

în care:

$\alpha$  = coeficientul dat în tabelul 2.7.;

$\gamma$  = valoarea de calcul a greutății volumice a pământului de sub baza pilotului, în [kN/m<sup>3</sup>];

$\gamma_1$  = media ponderată prin grosimile straturilor a valorilor de calcul ale greutăților volumice ale straturilor străbătute de pilot, în [kN/m<sup>3</sup>];

$d_b$  = diametrul pilotului la nivelul bazei, în [m];

$D_c$  = fișa de calcul a pilotului, în [m], stabilită astfel:

- dacă  $D \geq \beta d_b$ , se consideră  $D_c = \beta d$ ;
- dacă  $D > \beta d_b$ , se consideră  $D_c = D$ .

D = fișa reală a pilotului (adâncimea la care se găsește baza pilotului), măsurată de la nivelul terenului natural, în [m];

$\beta$  = coeficient în funcție de gradul de îndesare  $I_p$  al pământului de la baza pilotului, conform tabelului 2.7.

$N_\gamma, N_q$  = factori de capacitate portantă dați în tabelul 2.8., în funcție de valoarea de calcul a unghiului de frecare interioară  $\Phi'$  al stratului de la baza pilotului.

Dacă terenul necoeziv macrogranular în care pătrunde vârful pilotului este acoperit de o umplutură recentă, necompactată sau de un pământ coeziv plastic moale sau curgător, fișa pilotului D se va considera doar porțiunea pe care pătrunde pilotul în stratul portant, iar la relația de calcul (2.11) se va adăuga termenul  $\gamma_2 \cdot h$  unde:

$\gamma_2$  = valoarea de calcul a greutății volumice a stratului slab, în [kN/m<sup>3</sup>];

$h =$  grosimea stratului slab, în [m].

Tabelul 2.6.

Adâncime de înfigere [m]	Pământuri necoezive				Nisip prăfos	Pământuri coezive cu $I_c$						
	Pietriș	Nisipuri				$\geq 1,0$	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4
		mari	medii	fine								
	$p_v$ [kPa]											
3	7500	6500	2900	1800	1200	7000	4000	3000	2000	1200	1000	600
4	8300	6600	3000	1900	1250	8300	5100	3800	2500	1600	1200	700
5	8800	6700	3100	2000	1300	8800	6200	4000	2800	2000	1300	800
7	9700	6900	3300	2200	1400	9700	6900	4300	3300	2200	1400	850
10	10500	7300	3500	2400	1500	10500	7300	5000	3500	2400	1500	900
15	11700	7500	4000	2800	1600	11700	7500	5600	4000	2800	1600	1000
20	12600	8200	4500	3100	1700	12600	8200	6200	4500	3100	1700	1100
25	13400	8800	5000	3400	1800	13400	8800	6800	5000	3400	1800	1200
30	14200	9400	5500	3700	1900	14200	9400	7400	5500	3700	1900	1300
35	15000	10000	6000	4000	2000	15000	10000	8000	6000	4000	2000	1400

Tabelul 2.7.

$I_p$	$\alpha$	$\beta$
0,00 ... 0,33	0,5	10
0,34 ... 0,66	0,4	15
0,67 ... 1,00	0,3	20

Tabelul 2.8.

$\Phi'$	26°	28°	30°	32°	34°	36°	38°	40°
$N_\gamma$	9,5	12,6	17,3	24,4	34,6	48,6	71,3	108,0
$N_q$	18,6	24,8	32,8	45,5	64,0	87,6	127,0	185,0

$A =$  aria secțiunii maxime în planul bazei pilotului, în [m<sup>2</sup>], determinată astfel:

- în cazul piloților executați pe loc se consideră:

$$A = \frac{\pi d^2}{4} \text{ la piloții cu secțiunea circulară constantă cu diametrul } d;$$

$$A = 0,9 \frac{\pi d_b^2}{4} \text{ la piloții cu baza lărgită, } d_b \text{ fiind diametrul bazei lărgite.}$$

- în cazul piloților tubulari,  $A$  se ia egală cu aria totală a secțiunii circulare cu diametrul exterior  $d$  numai dacă golul a fost umplut cu beton pe o înălțime de cel puțin  $3d$  de la nivelul vârfului. În caz contrar  $A$  se consideră aria netă a secțiunii inelare de beton.

Adâncimea de înfigere a pilotului se măsoară de la nivelul terenului natural până la nivelul vârfului pilotului dacă umplutura sau decapările prevăzute nu depășesc 3 m. În caz contrar, adâncimea de înfigere se măsoară de la un nivel superior, respectiv inferior, cu 3 m nivelului terenului natural.

Valorile  $p_v$  din tabelul 2.6. se pot folosi dacă pilotul pătrunde cel puțin 4 m în terenul stabil în cazul podurilor și 3 m în cazul celorlalte construcții.

Valorile  $p_v$  din tabel sunt valabile pentru pământuri îndesate sau cu îndesare medie ( $I_p > 0,33$ ).

În cazul nisipurilor mari și a pietrișurilor, valorile  $p_v$  se pot folosi numai dacă încastrarea relativă a vârfului pilotului în strat este  $l/d \geq 15$ .

Pentru valori  $l/d < 15$  se calculează rezistența corectată cu formula:

$$p_{v \text{ cor}} = p_v (0,7 + 0,03 l/d) \quad [\text{kPa}]$$

unde:

$l$  = adâncimea de încastrare în stratul de nisip sau pietriș a vârfului pilotului în [m];

$d$  = diametrul pilotului în planul bazei, în [m].

Pentru pământuri nisipoase și pământuri coezive, valorile din tabel se pot folosi cu condiția pătrunderii vârfului pilotului pe o adâncime  $l/d \geq 4$ . Pentru valori  $l/d < 4$  se calculează rezistența normată corectată:

$$p_{v \text{ cor}} = p_v (0,5 + 0,125 l/d) \quad [\text{kPa}]$$

Pentru valori intermediare ale adâncimilor sau consistenței, se folosește interpolarea liniară la determinarea lui  $p_v$ .

### **2.3.5. Calculul capacității portante la compresiune a unui pilot flotant prefabricat**

În fazele preliminare de proiectare se poate folosi relația:

$$R = k(m_1 p_v A + U \sum m_2 f_i l_i) \quad [\text{kN}] \quad (2.12.)$$

$k = 0,7$ ;

$m_1, m_2$  = coeficienți ai condițiilor de lucru dați în tabelul 2.9.;

$A$  = aria secțiunii maxime determinate ca la pct. 2.3.4.;

$U$  = perimetrul secțiunii transversale a pilotului, în [m];

$p_v$  = rezistența convențională a pământului sub vârful pilotului, în [kPa], dată în tabelul 2.6.;

$f_i$  = rezistența convențională pe suprafața laterală a pilotului în dreptul stratului  $i$  conform tabelului 2.10., în [kPa];

$l_i$  = lungimea pilotului în contact cu stratul  $i$ , în [m].

Tabelul 2.9.

Modul de execuție a pilotului	$m_1$	$m_2$
1. Piloți bătuți	1,0	1,0
2. Piloți introduși cu subspălare în pământuri nisipoase cu condiția baterii pe ultimul metru fără subspălare	1,0	0,6
3. Piloți introduși prin vibrare în pământuri:		
a. nisipoase saturate de îndesare medie:		
- mijlocii și mari	1,2	1,0
- fine	1,1	1,0
- prăfoase	1,0	1,0
b. argiloase cu indicele de consistență $0,5 < I_c \leq 1$		
- prafuri nisipoase	0,9	0,9
- argile nisipoase sau prăfoase	0,8	0,9
- argile	0,7	0,9
c. argiloase cu indicele de consistență $I_c > 1$	1,0	1,0

Tabel 2.10.

Adâncimea medie a stratului $m$	Pământuri necoezive			Pământuri coezive cu $I_c$					
	mari și medii	fine	prăfoase	$\geq 0,8$	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3
$f_i$ [kPa]									
1	35	23	15	35	23	15	12	5	2
2	42	30	20	42	30	20	17	7	3
3	48	35	25	48	35	25	20	8	4
4	53	38	27	53	38	27	22	9	5
5	56	40	29	56	40	29	24	10	6
7	60	43	32	60	43	32	25	11	7
10	65	46	34	65	46	34	26	12	8
15	72	51	38	72	51	38	28	14	10
20	79	56	41	79	56	41	30	16	12
25	86	61	44	86	61	44	32	18	-
30	93	66	47	93	66	47	34	20	-
35	100	70	50	100	71	50	36	22	-

Valorile „ $f$ ” se adoptă pentru adâncimile medii corespunzătoare distanței de la mijlocul stratului „ $i$ ” până la suprafața terenului. Dacă straturile au grosimi mai mari de 2,0 m acestea se împart în orizonturi mai mici de 2,0 m.

Valorile intermediare se determină prin interpolare liniară.

Dacă în limitele lungimii pilotului există o intercalație de pământ puternic compresibil de consistență redusă (mâl, turbă, nămol) de cel puțin 30 cm grosime iar suprafața terenului urmează a se încărca din diverse motive, valorile  $f$  pentru stratul puternic compresibil și pentru cele de deasupra lui se calculează astfel:

- când supraîncărcarea este până la 30 kPa (aproximativ 2,0 m înălțime) pentru toate straturile situate până la limita inferioară a stratului puternic compresibil (inclusiv umpluturi) se ia  $f = 0$ ;
- dacă supraîncărcarea este cuprinsă între 30 și 80 kPa (2,0 – 5,0 m înălțime) pentru straturile situate deasupra stratului foarte compresibil (inclusiv umpluturile) se ia  $f$  din tabelul 2.10 multiplicat cu 0,4 și semn negativ, iar pentru stratul puternic compresibil se ia  $f = - 5$  kPa;
- când supraîncărcarea este peste 80 kPa (peste 5,0 m înălțime) pentru straturile aflate deasupra stratului puternic compresibil se ia  $f$  din tabel cu semn negativ, iar pentru stratul puternic compresibil se ia  $f = - 5$  kPa;

Dacă pilotul străbate umpluturi neconsolidate, straturi argiloase în curs de consolidare sau straturi macroporice sensibile la umezire, cu grosimi mai mari de 5,0 m, valorile lui  $f$  sunt cele din tabel dar cu semn negativ.

### **2.3.6. Calculul capacității portante la compresiune a unui pilot flotant executat pe loc**

În fazele preliminare de proiectare se poate utiliza relația:

$$R = k(m_3 p_v A + U \sum m_4 f_i l_i) \quad [\text{kN}] \quad (2.13.)$$

în care:

$k$ ,  $A$ ,  $U$ ,  $f_i$ ,  $l_i$ , se determină ca la punctul 2.3.5.



$m_3$  = coeficient al condițiilor de lucru dat în tabelul 2.11. care depinde de tehnologia de betonare a pilotului;

$m_4$  = coeficient al condițiilor de lucru care depinde de modul de execuție al pilotului, tabelul 2.12.

Tabelul 2.11.

Tehnologia de betonare a pilotului	Categoria pământului de la baza pilotului	
	coezivă	necoezivă
	$m_3$	
Betonare în uscat	1,0	1,0
Betonare sub apă:		
- cu injecție la bază	0,9	1,0
- fără injecție la bază	0,8	0,9
Betonare sub noroi:		
- cu injecție la bază	0,8	0,9
- fără injecție la bază	0,6	0,8

Tabelul 2.12.

Modul de execuție a pilotului	Categorია pământului din jurul pilotului	
	coezivă	necoezivă
	$m_4$	
Pilot cu mantaua introdusă prin batere și betonul compactat prin batere	1,0	1,0
Pilot cu mantaua introdusă prin vibrare și betonul compactat prin vibrare (la extragerea coloanei)	0,7	0,6
Pilot forat în uscat și netubat	0,6	0,7
Pilot forat sub noroi	0,5	0,6
Pilot forat cu tubaj recuperabil	0,6	0,7
Pilot forat cu tubaj nerecuperabil	0,6	0,8

$p_v$  = rezistența de calcul a pământului sub nivelul vârfului pilotului, în [kPa].

Această rezistență are diferite valori și moduri de calcul în funcție de tipul piloților.

Modul de calcul în cazul piloților de dislocuire care reazemă cu baza pe straturi necoezive a fost tratată în paragraful 2.3.4.

În cazul piloților de îndesare executați prin batere sau vibropresare, valoarea  $p_v$  se ia din tabelul 2.6.

Pentru piloții de dislocuire care reazemă cu baza pe pământuri coezive, valoarea  $p_v$  se calculează cu relația:

$$p_v = N_c \cdot c_u + \gamma_1 \cdot D \quad [\text{kPa}] \quad (2.14.)$$

în care:

$N_c = 9$ , factor de capacitate portantă;

$c_u$  = valoarea de calcul a coeziunii, determinată în condiții de nedrenare a stratului, în [kPa];

$\gamma_1$  = media ponderată, prin grosimile straturilor, a valorilor de calcul ale greutateților volumice ale straturilor străbătute de pilot, în [kN/m<sup>3</sup>];

$D$  = fișa reală a pilotului, în [m];

Dacă lipsesc date privind rezistența la forfecare a stratului de la baza pilotului, la terenurile coezive se pot utiliza valorile  $p_v$  din tabelul 2.13.

Tabelul 2.13.

Adâncimea bazei pilotului m	$I_c$						
	$\geq 1$	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4
	$p_v$ [kPa]						
3	850	750	650	500	400	300	250
5	1.000	850	750	650	500	400	350
7	1.150	1.000	850	750	600	500	450
10	1.350	1.200	1.050	950	800	700	600
12	1.550	1.400	1.250	1.100	950	800	700
15	1.800	1.650	1.500	1.300	1.100	1.000	800
18	2.100	1.900	1.700	1.500	1.300	1.150	950
20	2.300	2.100	1.900	1.650	1.450	1.250	1.050
30	3.300	3.000	2.600	2.300	2.000	-	-
40	4.500	4.000	3.500	3.000	2.500	-	-

La terenuri coezive cu indicele porilor  $e > 0,5$  se utilizează valorile  $p_{v \text{ cor}}$  determinate cu relația:

$$p_{v \text{ cor}} = p_v \left( 1 - 0,5 \frac{e - 0,5}{0,6} \right)$$

În cazul valorilor intermediare ale indicelui de consistență  $I_c$  și ale adâncimii, valorile  $p_v$  se determină prin interpolare liniară.

### 2.3.7. Calculul capacității portante a unui pilot solicitat la compresiune în grup

Capacitatea portantă a unui pilot solicitat la compresiune care lucrează în grup, se determină cu relația:

$$R_g = m_u \cdot R \quad [\text{kN}] \quad (2.15)$$

unde:

$R$  = capacitatea portantă a pilotului izolat, în [kN];

$m_u$  = coeficient al condițiilor de lucru al piloților în grup (coeficient de utilizare) determinat astfel:

- la piloții purtători pe vârf,  $m_u = 1$ ;
- la fundații cu radier îngropat și piloți flotanți,  $m_u = 1$ ;
- la fundații cu radier înalt și piloți flotanți,  $m_u$  se stabilește conform tabelului 2.14. cu excepția piloților de îndesare cu fișa integral în pământuri necoezive, la care  $m_u = 1$ .

Tabelul 2.14.

$r/r_0$	$\geq 2$	1,8	1,6	1,4	1,2	1,0	0,8
$m_u$	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,70	0,60

$r$  = distanța minimă între fețele alăturate (lumina) ale piloților învecinați, în [m];

$r_0$  = raza de influență a pilotului izolat, în planul vârfului, în [m]:

$$r_0 = \sum \cdot l_i \cdot \text{tg} : \varepsilon_i$$

$l_i$  = grosimea stratului  $i$  prin care trece pilotul, în [m]:

$$\varepsilon_i = \frac{\Phi_i}{4}$$

$\Phi_i$  = valoarea de calcul a unghiului de frecare interioară al stratului.

#### **2.4. Calculul piloților forați conform STAS 2561/4 – 90[75]**

Piloții forați sunt realizați prin forarea unei găuri de un anumit diametru, introducerea unei carcase de armătură și umplerea cu beton.

După efectul pe care forarea o are asupra terenului de fundare, piloții forați sunt piloți de dislocuire.

Piloții scurți forați, cu tractorul universal TIH – 445 DH sunt piloți flotanți netubați cu transmiterea axială a sarcinilor date de suprastructură.

Principalele date necesare pentru proiectarea fundațiilor pe piloți scurți forați sunt [75]:

- *datele privind amplasamentul* se referă la lucrări de cercetare și examinare a terenului pentru evidențierea gospodăriei subterane: canalizări, gaze, electricitate, telefonie, etc.;

- *datele privind terenul de fundare* sunt cele care dau informații despre stratificația terenului, caracteristicile geotehnice, nivelul apei subterane, agresivitatea acesteia, stabilitatea amplasamentului și sunt cuprinse în studiul geotehnic;

- *datele privind acțiunile asupra piloților* sunt date prin tema de proiectare și calculate de inginerul proiectant de rezistență;

- *datele privind capacitatea portantă a piloților* sunt stabilite pe baza rezultatelor încercărilor asupra piloților de probă executați pe amplasament cu aceeași tehnologie și cu aceleași utilaje.

În fazele preliminare de proiectare, capacitatea portantă a piloților se stabilește prin calcul utilizând formule empirice, iar proiectul de execuție se definitivează numai după obținerea rezultatelor încercărilor pe piloți de probă.

Încercarea în teren a piloților de probă pentru determinarea capacității portante reale se face conform STAS 2561/2-81 pe baza unui proiect întocmit fie de proiectantul fie de executantul lucrării.

Conținutul proiectului de încercare a piloților de probă trebuie să respecte prevederile anexei A din STAS 2561/4-90.

Numărul minim al piloților de probă în funcție de numărul total al piloților și modul de solicitare este cel din tabelul 2.15.

Tabelul 2.15.

Numărul de piloți din lucrare sau zonă	Modul de solicitare		
	Compresiune	Smulgere	Forțe orizontale
1... 20	1	1	1
21... 100	2	2	2
101... 200	3	2	2
$\geq 201$	3 + câte un pilot pentru fiecare sută de piloți în plus peste 200	2	2

Încercarea piloților de probă trebuie să se facă înainte de începerea execuției piloților pentru lucrare; acest lucru se poate întâmpla și simultan cu execuția în cazuri justificate tehnico – economic.

**Calculul piloților foraj** se efectuează:

- la starea limită de capacitate portantă, pentru toate categoriile de piloți;
- la starea limită de deformații, pentru piloții flotanți și dacă:
  - nu se atinge  $P_{cr}$ , iar valoarea încărcării este superioară valorii R calculată, atunci capacitatea portantă se ia egală cu R calculată respectând condiția ca deformația probabilă a fundației pe piloți calculată conform STAS 2561/3 – 90 să fie mai mică decât deformația admisibilă a construcției stabilită conform STAS 3300/1-85 (relația 2.4.);
  - nu se atinge  $P_{cr}$  până la valoarea estimată R calculată, atunci capacitatea portantă se ia egală cu R calculată, verificând încadrarea deformației conform relației 2.4.

Considerarea stărilor limită de capacitate portantă și de deformații se face conform STAS 3300/1-85.

### 2.4.1. Determinarea capacității portante a piloților pe baza rezultatelor încercărilor piloților de probă

Capacitatea portantă a unui pilot izolat pe baza încărcării critice stabilită pe baza încercării piloților de probă, se determină cu relația:

$$\bar{R} = km\bar{P}_{cr} \quad [\text{kN}] \quad (2.16.)$$

în care:

$k$  = coeficient de omogenitate egal cu 0,7;

$m$  = coeficient al condițiilor de lucru cu valorile din tabelul 2.16., în funcție de modul de solicitare;

$\bar{P}_{cr}$  = încărcarea critică a pilotului, în [kN ], determinată prin încercări pe teren.

Tabelul 2.16.

Modul de solicitare	Compresiune	Smulgere	Forțe orizontale
$m$	1,00	0,60	0,70

Funcție de modul de solicitare a pilotului,  $R$  și  $P_{cr}$  se înlocuiesc în relația (2.16.) cu:

$R$  = capacitatea portantă a unui pilot izolat solicitat la compresiune;

$R_{sm}$  = capacitatea portantă a pilotului solicitat la smulgere;

$R_{or}$  = capacitatea portantă a pilotului solicitat la forțe orizontale;

$P_{cr}$  = încărcarea critică la compresiune;

$P_{cr sm}$  = încărcarea critică la smulgere ;

$P_{cr or}$  = forța critică orizontală.

Capacitatea portantă la compresiune  $R$  a piloților flotanți se calculează cu relația:

$$R = k (m_1 \cdot p_v \cdot A + U \cdot \Sigma \cdot m_2 \cdot f_i \cdot l_i) \quad [\text{kN}] \quad (2.17.)$$

în care:

$k = 0,7$ ;

$m_1$  = coeficient ce depinde de tehnologia de betonare a pilotului, tabelul 2.17.;

$m_2$  = coeficient ce depinde de modul de susținere a pereților găurii, tabelul 2.18.;

$A$  = aria secțiunii maxime în planul bazei pilotului, în  $m^2$ , determinată conform punctului 2.3.4.;

$p_v$  = rezistența de calcul a pământului sub vârful pilotului, în [kPa], care se adoptă astfel:

- pentru piloții care reazemă cu baza pe pământuri coezive, valoarea  $p_v$  se calculează cu relația 2.14., cu condiția asigurării pătrunderii bazei pilotului în stratul respectiv pe o adâncime egală cu cel puțin diametrul pilotului sau al tubului (vezi pag. 53);

- pentru piloții care reazemă cu baza în straturi necoezive, macrogranulare (blocuri, bolovăniș, pietriș), valoarea  $p_v$  se calculează cu relația 2.11.

Tabelul 2.17.

Tehnologia de betonare a pilotului	Categorია pământului de la baza pilotului	
	coeziv	necoeziv
	$m_1$	
Betonare în uscat	1,0	1,0
Betonare sub apă:		
- cu injecție la bază	0,9	1,0
- fără injecție la bază	0,8	0,9
Betonare sub noroi		
- cu injecție la bază	0,8	0,9
- fără injecție la bază	0,6	0,8

Tabelul 2.18.

Modul de susținere a pereților găurii	Categorია pământului din jurul pilotului	
	coeziv	necoeziv
	$m_2$	
Pilot forat în uscat și netubat	0,6	0,7
Pilot forat sub noroi	0,5	0,6
Pilot forat cu tubaj recuperabil	0,6	0,7
Pilot forat cu tubaj nerecuperabil	0,6	0,8

În general, calculul capacității portante a piloților forați este asemănător cu cele descrise la punctele 2.3.4. și 2.3.5., din STAS 2561/3-90.

În practica de zi cu zi a proiectanților de fundații, relația (2.17.) se transformă în relația:

$$R = k(m_1 P_1 + m_2 P_v) \quad [\text{kN}] \quad (2.18.)$$

în care:

$$k = 0,7;$$

$m_1, m_2$  = coeficienți ai condițiilor de lucru în funcție de tipul pilotului, tehnologia de execuție și natura pământului (tabelul 2.20.);

$P_1$  = partea din capacitatea portantă limită realizată prin frecare pe suprafața laterală, în [kN];

$P_v$  = partea din capacitatea portantă limită realizată în planul bazei pilotului în [kN];

Determinarea *valorii*  $P_1$  se face cu relația:

$$P_1 = U \cdot \sum \cdot f_i^n \cdot l_i \quad [\text{kN}] \quad (2.19.)$$

în care:

$U$  = perimetrul secțiunii transversale a pilotului, în [m];

$f_i^n$  = rezistența normată pe suprafața laterală a pilotului, corespunzătoare stratului  $i$ , în [kN/m<sup>2</sup>], conform tabelului 2.10.;

$l_i$  = lungimea pilotului în contact cu stratul  $i$ , în [m].

Determinarea *valorii*  $P_v$  se face cu relația:

$$P_v = A_{\text{pilot}} \cdot R^n \quad [\text{kN}] \quad (2.20.)$$

$A$  = aria în planul bazei pilotului sau secțiunea pilotului executat pe loc, în [m<sup>2</sup>];

$R^n$  = rezistența normată a terenului la baza pilotului, în [kN/m<sup>2</sup>], dată în tabelul 2.19. în funcție de tipul pământului și adâncimea de înfigere a pilotului.

Tabelul 2.19.

Adâncime de înfigere [m]	Pământuri necoezive				Nisip prăfos	Pământuri coezive cu $I_c$						
	Pietriș	Nisipuri				$\geq 1,0$	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4
mari		medii	fine									
	$R^n$ [kN/m <sup>2</sup> ]											
3	7500	6500	2900	1800	1200	7000	4000	3000	2000	1200	1000	600
4	8300	6600	3000	1900	1250	8300	5100	3800	2500	1600	1200	700
5	8800	6700	3100	2000	1300	8800	6200	4000	2800	2000	1300	800
7	9700	6900	3300	2200	1400	9700	6900	4300	3300	2200	1400	850
10	10500	7300	3500	2400	1500	10500	7300	5000	3500	2400	1500	900
15	11700	7500	4000	2800	1600	11700	7500	5600	4000	2800	1600	1000
20	12600	8200	4500	3100	1700	12600	8200	6200	4500	3100	1700	1100
25	13400	8800	5000	3400	1800	13400	8800	6800	5000	3400	1800	1200
30	14200	9400	5500	3700	1900	14200	9400	7400	5500	3700	1900	1300
35	15000	10000	6000	4000	2000	15000	10000	8000	6000	4000	2000	1400



Tabelul 2.20.

Valorile coeficienților condițiilor de lucru  $m_1, m_2$ 

Tipul pilotului și tehnologia de execuție	$m_1$		$m_2$		
<b>I. Piloți prefabricați</b>					
1. Piloți bătuți	1,0		1,0		
2. Piloți introduși prin spălare în pământuri nisipoase, cu condiția baterii pe ultimul metru, fără spălare	1,0		0,9		
3. Piloți introduși prin vibrare, în pământuri:					
a. nisipoase saturate de îndesare medie:	1,2		1,0		
- mijlocii și mari	1,1		1,0		
- fine	1,0		1,0		
- prăfoase					
b. argiloase cu indicele de consistență:					
$0,5 < I_c < 1$	0,9		0,9		
- prafuri nisipoase	0,8		0,9		
- argile nisipoase sau prăfoase	0,7		0,9		
- argile					
c. argiloase cu indicele de consistență $I_c > 1$	1,0		1,0		
<b>II. Piloți executați pe loc</b>					
	Betonare în uscat sau sub apă	Betonare sub noroi	Pământuri necoezive	Pământuri coezive	
1. Pilot cu mantaua introdusă prin batere și betonul compactat prin vibrare	1,0	0,8	0,7	0,6	
2. Pilot cu mantaua introdusă prin batere și betonul compactat prin batere			0,7	0,6	
3. Pilot executat prin vibropresare			1,0	1,0	
4. Pilot forat cu diametrul $< 600$ mm			1,0	1,0	
5. Pilot forat cu diametrul $> 600$ mm					
a. betonat în uscat			0,6	0,5	
b. betonat sub apă			1,0	1,0	
- cu injecție la bază			0,9	1,0	
- fără injecție la bază			0,8	0,9	
c. Betonare sub noroi:					
- cu injecție la bază	0,7	0,9			
- fără injecție la bază	0,6	0,8			

Odată determinată valoarea capacității portante a unui pilot se trece la calculul eforturilor în piloții fundației.

## 2.5. Calculul eforturilor în piloții fundației

Ipoteza fundamentală de calcul este că încărcările date de construcție se transmit integral terenului de fundare prin intermediul piloților.

Efortul într-un pilot al unei fundații cu radier jos și piloți verticali, sollicitată la încărcări verticale și momente, poate fi determinat cu relația:

$$S = \frac{N}{n} + G_p \pm \frac{M_x \cdot y}{\sum_{i=1}^n y_i^2} \pm \frac{M_y \cdot x}{\sum_{i=1}^n x_i^2} \quad [\text{kN}] \quad (2.21.)$$

în care:

$N$  = efortul axial de calcul, în [kN];

$M_x, M_y$  = momentele de calcul față de axele principale ale grupului de piloți, în [kNm];

$x_i, y_i$  = distanțele de la axa pilotului  $i$  din grup la axele principale ale grupului de piloți,

în [m];

$x, y$  = distanța de la axa pilotului considerat la axele principale ale grupului de piloți, în [m];

$n$  = numărul piloților din grup;

$G_p$  = greutatea pilotului, în [kN];

$N, M_x, M_y$  se iau cu valorile rezultate din încărcările în gruparea specială – STAS 10101/OA-77; STAS 10101/OB-87.

În cazul fundațiilor cu radiere joase pe piloți verticali și înclinați, eforturile din piloții verticali și componenta verticală din piloții înclinați se determină cu relația 2.21.

Componenta orizontală a efortului într-un pilot înclinat  $H_{in}$  se determină cu relația:

$$H_{in} = V_{in} \text{tg} \delta \quad [\text{kN}]$$

în care:

$V_{in}$  = componenta verticală a efortului în același pilot, în [kN];

$\delta$  = unghiul față de verticală al axei pilotului considerat.

## 2.6. Calculul la deformații a fundațiilor pe piloți

Tasarea fundației pe piloți flotanți se verifică cu relația:

$$s \leq S_{adm} \quad (2.22.)$$

în care:

$s$  = tasarea probabilă a fundației pe piloți;

$S_{adm}$  = tasarea admisibilă a construcției conform STAS 3300/2-85.

Calculul tasării probabile se face cu metode care să permită o concordanță între valoarea estimată și cea măsurată a fundației pe piloți.

## 2.7. Calculul capacității portante a pilotului izolat supus la încărcări axiale prin încercări pe teren

În general, o încărcare axială  $P$  care acționează asupra unui pilot este preluată prin mobilizarea rezistenței de frecare  $p_l$  pe mantaua pilotului  $A_l$  și prin presiunea  $p_v$  exercitată pe suprafața  $A_v$  dintre vârful pilotului și teren [30]:

$$P = p_l \cdot A_l + p_v \cdot A_v = P_l + P_v \quad (2.23.)$$

Deoarece mărimile  $A_l$  și  $A_v$  sunt caracteristici cunoscute ale pilotului, studiul capacității portante se reduce la aflarea mărimilor  $p_l$  și  $p_v$ .

Determinarea acestor mărimi se poate face prin calcul – cum s-a arătat anterior – și prin încercări pe teren care pot fi:

- încercări în condiții statice: încărcarea de probă;
- încercări dinamice: baterea de probă.

### 2.7.1. Încercări pe teren în condiții statice

Încărcare statică de probă este metoda cea mai sigură pentru stabilirea capacității portante a piloților [30]; [36].

Această încărcare se poate efectua pe piloții situați în cuprinsul fundației pe piloți sau în afara amplasamentului acesteia. Condițiile de efectuare a încercării statice de probă sunt precizate în STAS 2561/2-81.

Principiul metodei constă din încărcarea pilotului și observarea tasărilor care apar sub fiecare treaptă de încărcare; acestea reprezintă 1/15 la 1/10 din valoarea încărcării critice prezumate sau se ia de la 50 la 500 kN. După fiecare treaptă de încărcare se stabilește tasarea pilotului. În cazul pământurilor nisipoase, tasarea se produce imediat după aplicarea încărcării, în timp ce la pământurile argiloase durează mai mult.

În conformitate cu standardele în vigoare, pentru fiecare treaptă de încărcare se efectuează citiri astfel:

- la fiecare 15 min pentru prima oră;
- la fiecare 30 min până la stabilizarea tasării pilotului care se consideră atinsă când sporul de tasare pe parcursul a 4 citiri consecutive la intervale de 30 min este mai mic decât 0,1 mm.

După consumarea unei trepte de încărcare se trece la alta până la atingerea încărcării limită care se consideră atunci când este îndeplinită una din următoarele condiții:

- tasarea medie este mai mare de 1/10 din diametrul (latura) pilotului;
- în decurs de 24 ore de la aplicarea încărcării nu s-a obținut stabilizarea deformațiilor.

Încercarea se poate executa folosind prese hidraulice sau prin lestare directă.

Rezultatele încercării se reprezintă grafic sub forma a trei diagrame (fig.2.5):

- curba încărcare – tasare (tasarea  $s$  în funcție de încărcarea  $P$ );
- tasarea  $s$  în funcție de timp;
- încărcarea  $P$  în funcție de timp.

Pe baza curbei de încărcare – tasare se definește drept forță critică  $P_{cr}$ , forța premergătoare încărcării limită.

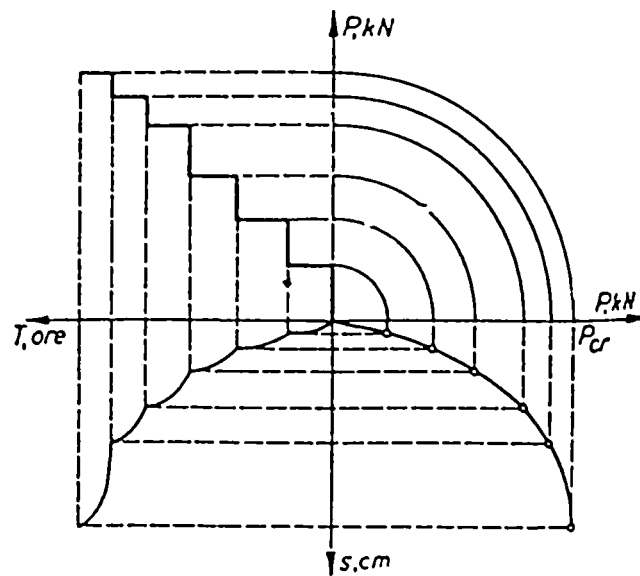


Fig.2.5. Reprezentarea grafică a rezultatelor încărcării de probă a unui pilot

### 2.7.2. Încercări pe teren în condiții dinamice

Determinarea capacității portante a pilotului prin metoda dinamică folosește legătura care există între refuzul pilotului bătut și capacitatea lui portantă.

Bateria de probă este o metodă curentă de încercare în teren a piloților prefabricați care se poate aplica piloților instrumentați și neinstrumentați.

Această metodă de calcul se aplică încă din secolul XVIII și folosește [36] transformarea energiei potențiale a berbecului de greutate  $G_H$  în lucru mecanic pe care-l dezvoltă reacțiunea terenului  $Q_d$  în timpul unei pătrunderi „e” a pilotului (fig.2.6.).

$$G_H H = Q_d e + E \quad (2.24.)$$

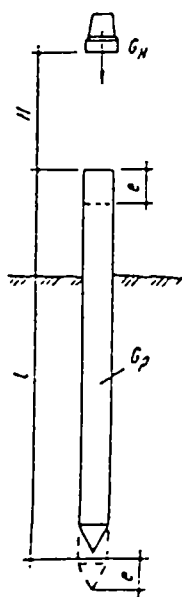


Fig.2.6. Schemă de calcul a capacității portante a pilotului prin metoda dinamică

Din energia potențială a berbecului o parte se transformă în lucru mecanic pentru pătrunderea pilotului în teren și cealaltă parte se transformă în lucru mecanic al deformației elastice a pilotului și terenului în căldură, trepidații în teren. Aceste transformări se notează cu E. Deplasarea verticală a pilotului, pătrunderea lui în teren se notează cu „e”.

Pe baza acestui principiu s-au stabilit foarte multe formule care se deosebesc între ele [36] prin modul cum se calculează pierderea de energie E din relația (2.24.).

Acestea se pot împărți în patru grupe, cele mai complete fiind cele din grupa a patra care pentru stabilirea energiei pierdute țin seama atât de deformația elastică a pilotului cât și de teoria impactului. Una dintre formulele cele mai utilizate la noi în țară este cea stabilită de Ghersevanov:

$$Q_{adm} = \frac{1}{\eta} \left[ -\frac{nA}{2} + \sqrt{\left(\frac{nA}{2}\right)^2 + \frac{nA}{e} G_H \cdot H \frac{G_H + \varepsilon^2(q + q_1)}{G_H + q + q_1}} \right] = \frac{P_{cr}}{\eta} [\text{kN}] \quad (2.25)$$

unde:

$\eta$  = coeficient de siguranță:

$\eta = 1,5$  pentru lucrări provizorii;

$\eta = 2,0$  pentru lucrări definitive;

A = suprafața secțiunii pilotului în  $[\text{cm}^2]$ ;

e = pătrunderea medie a pilotului sub 10 lovituri, în  $[\text{cm}]$ ;

$G_H$  = greutatea berbecului, în  $[\text{kN}]$ ;

q = greutatea pilotului, în  $[\text{kN}]$ ;

$q_1$  = greutatea **fetiței**, în  $[\text{kN}]$ ;

H = înălțimea de cădere a berbecului, în  $[\text{cm}]$ ;

$\varepsilon$  = caracteristică elastică de restabilire a șocului (se ia  $\varepsilon^2 = 0,2$ );

n = coeficient determinat experimental care are următoarele valori:

$n = 1000 \text{ kN/m}^2$  pentru piloții de lemn bătuți fără **fetiță**;

$n = 800 \text{ kN/m}^2$  pentru piloții de lemn bătuți cu **fetiță**;

$n = 1500 \text{ kN/m}^2$  pentru piloții prefabricați bătuți cu căciulă;

$P_{cr}$  = încărcare critică a pilotului (STAS 2561/3-90).

Formulele de batere se folosesc doar în cazul piloților bătuți în terenuri necoezive – nisipuri medii și mari, pietrișuri. În cazul pământurilor prăfoase și argiloase, a nisipurilor fine și fine prăfoase, în timpul baterii apar presiuni suplimentare datorită apei din teren.

În acest caz capacitatea portantă statică poate fi sensibil redusă față de cea dinamică.

În cazul terenurilor argiloase, baterea este însoțită de modificări de natură tixotropică a structurii pământului.

Determinarea încărcării critice la compresiune în conformitate cu STAS 2561/3-90 a fost tratată la punctul 2.3.

În practică [30], o formulă de batere este rațional utilizată astfel:

- se înregistrează datele de la baterea unui pilot de probă supus ulterior la încărcări statice conduse până la rupere;

- se compară capacitatea portantă în condiții statice cu cea obținută prin aplicarea formulei de batere care este „etalonată” pe această bază;

- se bat ceilalți piloți și datele obținute se compară cu cele de la pilotul de probă;

- se reprezintă grafic, sub forma unor diagrame de batere, rezultatele obținute;

- se reprezintă grafic (pe aceeași figură) fig. 2.7.:

1. numărul de lovituri pentru înfigerea pe 50 cm;
2. înfigerea în cm la seria de 10 lovituri;
3. numărul total de lovituri.

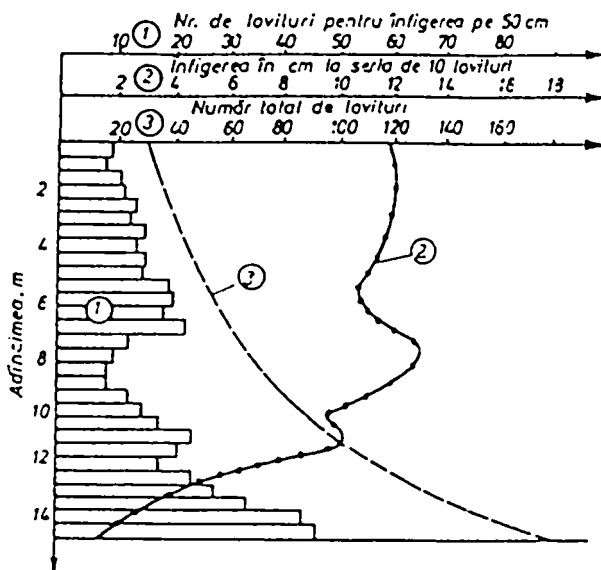


Fig.2.7. Diagrame de batere

### 2.7.3. Încercări de penetrare

Este acceptat că un penetrometru static poate fi privit ca un pilot la scară redusă [30]; [36], la care se măsoară separat – pe măsura înfigerii în pământ – rezistențele  $p_v$  și  $p_l$ , din relația (2.23.).

O problemă neelucidată pe deplin este în ce măsură valorile rezistenței la penetrare pe vârful conic și ale frecării pe suprafața laterală a coloanei de penetrare pot fi extrapolate de la dimensiunile penetrometrului la cele ale pilotului real.

Această teorie se consideră posibil de aplicat în cazul piloților prefabricați introduși prin batere.

Încercarea de penetrare dinamică standard poate fi folosită pentru determinarea prin relații empirice a rezistențelor  $p_v$  și  $p_l$ , în funcție de numărul de lovituri  $N$ .

Toate metodele de calcul a capacității portante a pilotului izolat supus la încărcări axiale prin încercări pe teren sunt descrise în detaliu în literatura de specialitate.



### **Concluzii:**

Formulele teoretice nu dau valori bune, dar totuși sunt răspândite deoarece sunt simple, iar pentru aplicarea lor nu sunt necesare decât datele oferite de profilul geologic și caracteristicile mecanice ale terenului. O eroare principală, pe care o conțin aceste formule, este capacitatea portantă prea mică atribuită vârfului pilotului.

Cele mai bune rezultate pentru determinarea capacității portante se obțin prin încercări statice de probă; au dezavantajul că sunt costisitoare și din această cauză se aplică unui număr redus de piloți.

### PILOȚI SCURȚI EXECUTAȚI PE LOC PRIN FORARE CU TRACTORUL UNIVERSAL TIH –445 DH

#### 3.1. Generalități

Piloții scurți executați pe loc prin forare se pot realiza în două moduri: prin forare manuală și mecanică.

Alegerea tehnologiei de forare optime ține seama de mai multe criterii și anume: de posibilitatea obținerii de piloți cu capacitate portantă ridicată, de posibilitatea păstrării formei și dimensiunii găurii, de păstrarea pereților, de păstrarea rezistenței naturale a terenului, de realizarea compactării pământului în jurul pilotului, etc.

Tehnologiile de execuție ale piloților forati se deosebesc unele de altele prin modul de realizare a fazelor separate ale procesului de execuție.

Caracteristica esențială a piloților realizați pe loc prin forare este că betonul și armătura (carcasa de armătură) folosită la realizarea trunchiului pilotului se execută pe șantier, la fața locului.

Cavitatea forată se execută cu ajutorul mașinilor de forat, iar lărgirea acesteia la bază pentru execuția bulbului se poate face cu diverse tehnici și echipamente.

Evacuarea pământului dislocat din gaura forată se face ciclic cu ajutorul utilajelor de încărcat și a mijloacelor de transport sau se poate transporta continuu prin intermediul șnecurilor, a curenților de noroi de foraj introdus în gaura forată prin spălare directă sau indirectă și cu ajutorul aerului.

Dacă piloții forati se execută în terenuri nestabile, unde există pericolul de prăbușire a pereților găurii forate, este necesar ca aceasta să fie protejată cu tuburi de inventar sau cu noroi argilos.

În cazul forajelor executate în terenuri coezive deasupra apelor freatice, peretele găurii nu se mai protejează deoarece își menține stabilitatea.

Pentru a asigura calitatea pilotului este necesară turnarea betonului cu ajutorul unui tub care să protejeze pereții găurii forate. Acest lucru se realizează cu ajutorul unor

tuburi flexibile introduse în gaură sau folosind instalația de betonare sub apă (metoda Contractor) [14].

Vibrarea betonului se realizează cu ajutorul vibratoarelor de adâncime sau cu metode pneumatice.

Dacă se combină mai multe metode de execuție pot rezulta tehnologii mai sigure și mai productive, cu mecanizare aproape completă.

### **3.2. Piloți scurți forăți manual**

Piloții scurți forăți și turnați pe loc [56] se execută cu o lingură sau un burghiu până la cota din proiect după care se betonează. De obicei nu au armătură decât la partea superioară pentru a se lega cu radierul sau grinda de solidarizare de pe capul piloților.

Acești piloți simpli sunt folosiți în cazul încărcărilor reduse transmise de fundațiile caselor sau stâlpii clădirilor parter. Armarea se folosește doar în cazul piloților scurți ce trebuie să preia momentele încovoietoare sau forțe laterale și în situații excepționale date de umflarea pământului.

Forarea manuală a piloților scurți este recomandată pentru diametre de maxim 35 cm și lungimi de 4,0 m ale pilotului în terenuri coezive (argile și prafuri consistente și vârtoase, nisipuri coezive, pietrișuri argiloase) situate deasupra nivelului apelor subterane.

### **3.3. Piloți scurți forăți mecanic**

Executarea mecanizată a piloților scurți forăți pe loc se poate face în terenuri coezive peste și sub nivelul apelor subterane. Forajul se execută cu ajutorul burghiilor și a greiferelor. Secțiunea forajului este de obicei circulară și doar în cazuri excepționale are formă poligonală.

Dacă baza pilotului se oprește într-un teren rezistent, aceasta poate fi lărgită pe o lățime [14] de 2 – 3 ori diametrul pilotului conferindu-i astfel un spor de capacitate portantă.

Principalele metode și tehnologii de realizare a piloților executați pe loc au fost descrise în cap. 1. În cele ce urmează vom încerca să prezentăm o metodă nouă de realizare a piloților scurți executați pe loc, prin forare, fără tub de protecție, cu ajutorul tractorului universal TIH – 445 DH.

### **3.4. Piloți scurți executați pe loc - prin forare - fără tub metalic de protecție cu tractorul universal TIH – 445 DH.**

#### **3.4.1. Scurt istoric**

Autorul își desfășoară activitatea de peste 20 de ani în domeniul construcțiilor industriale, cu preponderență și, în ultimul timp și în construcții civile. Pe parcursul activității a adunat o serie de date și observații legate de terenurile de fundare existente în județele Arad și Timiș, în special, și a căutat să le folosească în vederea realizării de fundații mai ieftine, mai ușor de executat și într-un timp relativ scurt.

Diversificarea pieței construcțiilor după Revoluția din Decembrie '89 a făcut ca pe lângă explozia din domeniul materialelor de construcții să apară și un alt tip de clădiri foarte solicitate – hale parter, în cadre, cu structură metalică din profile ușoare.

Costurile cele mai însemnate și cel mai mare timp consumat sunt date la acest gen de clădiri de realizarea infrastructurii, respectiv executarea fundațiilor.

În general, aceste hale se amplasează în vecinătatea aglomerărilor urbane pe terenuri care până mai ieri erau fie teren arabil, fie pășuni, fie bălți sau gropi de gunoi, fie foste depozite sau având diverse destinații anterioare.

Așa cum rezultă din prezentarea de mai sus, realizarea infrastructurii este cheia problemei și partea din proiect cu costurile cele mai ridicate.

Primele lucrări executate au folosit metodele tradiționale de fundare directă, rezultând fundații izolate sub stâlpi de mari dimensiuni și cu costuri însemnate.

Dorind a scurta timpul de execuție a fundațiilor și a reduce costurile, **autorul a încercat înlocuirea fundării directe cu fundarea pe piloți scurți forajți eliminând o serie de lucrări costisitoare cum ar fi:**

- epuizarea apelor subterane ;

- săpătura fundațiilor izolate;
- sprijinirea săpăturilor;
- cofrarea blocului de fundare;
- executarea și compactarea umpluturilor;

Dacă primele hale ușoare executate la Ineu (900 m<sup>2</sup>) și la Curtici (1000 m<sup>2</sup>) au fost executate pe fundații directe, ultimele aflate în execuție sau recent finalizate Hala Globus Internațional Arad – 1000 m<sup>2</sup>, Hala DELPHI Ineu – 18000 m<sup>2</sup>, Showroom și service auto OPEL, Calea Timișorii, Arad, folosesc fundarea pe piloți scurți forăți cu tractorul universal TIH – 445 DH, înlocuind soluțiile de fundare directă pe terenuri normale.

### **3.4.2. Utilajul de forat – tractorul universal TIH – 445 DH**

Tractorul hidraulic TIH – 445 DH este un utilaj specializat dotat cu un echipament complex de lucru folosit la diverse lucrări și anume [59]:

- *în domeniul construcțiilor* la săparea șanțurilor, fundațiilor, gropilor, lucrări de excavații, transportul și manipularea diferitelor materiale;
- *în domeniul agriculturii* pentru diverse lucrări în sol, în economia forestieră la manipularea și stivuirea lemnului;
- *în industria metalurgică* la transportul, manipularea și stivuirea lingourilor;
- *la lucrări de montaj stâlpi electrici și de telecomunicații, la canale de irigații și altele.*

### **3.4.3. Principalele caracteristici ale tractorului universal TIH – 445 DH [59]**

Datele tehnice generale ale utilajului sunt următoarele (fig. 3.1.; fig. 3.2.; fig. 3.3.):

- tipul tractorului: TIH – 445 DH
- masa tractorului:
  - de exploatare 5025 kg;
  - pe puntea din față 3609 kg;
  - pe puntea din spate 1416 kg;

- raza minimă de viraj stânga 5700 mm;
- raza minimă de viraj dreapta 6320 mm;
- panta maximă de lucru 20 %;
- lungimea brațului 5450 mm ;

Încărcătorul (echipamentul standard) are următoarele caracteristici:

- momentul sarcinii, admisibil 3136 kgf;
- sarcina de ridicare funcție de poziția brațului 600... 1800 kg;
- înălțimea maximă de ridicare cu cârlig 5600 mm;
- raza de lucru a brațului 1800... 5300 mm;
- unghiul de rotire al brațului  $230^{\circ} \pm 5^{\circ}$ ;
- viteza medie de rotire 30 °/s;
- durata de deschidere a cupei 1,5 s;
- durata de închidere a cupei 1,8 s ;
- viteza medie de ridicare 0,8 m/s;
- viteza medie de coborâre 1,0 m/s;
- înălțimea în poziție de transport 4000 mm.

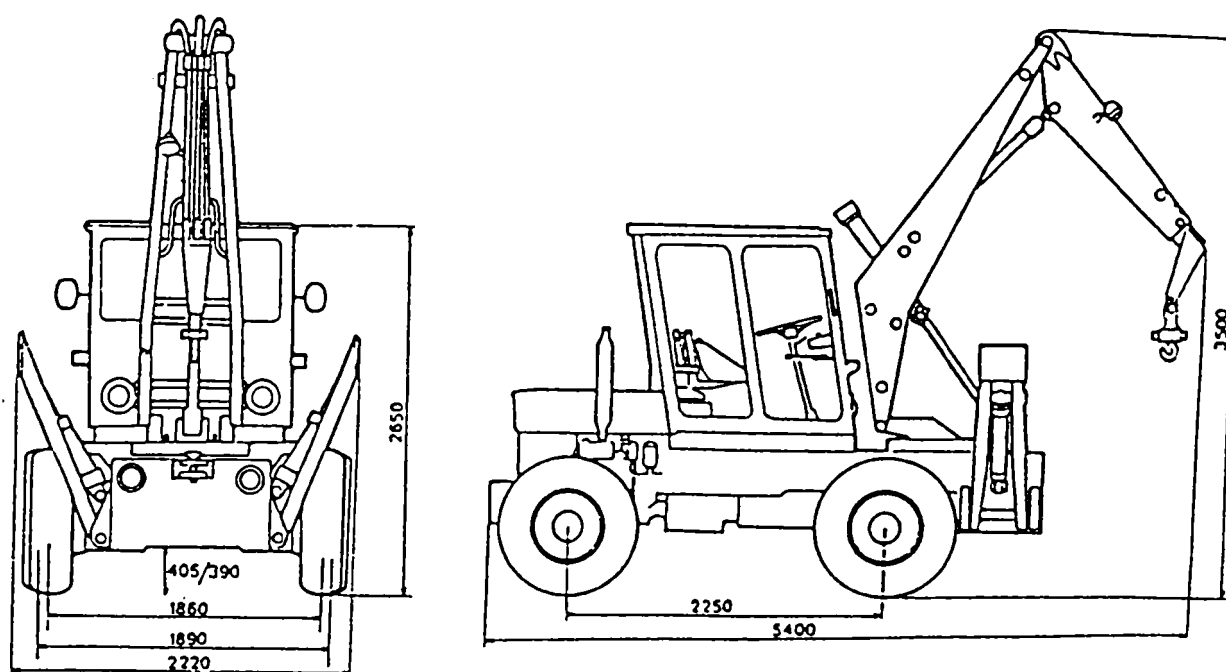


Fig. 3.1. Dimensiuni de gabarit ale tractorului.

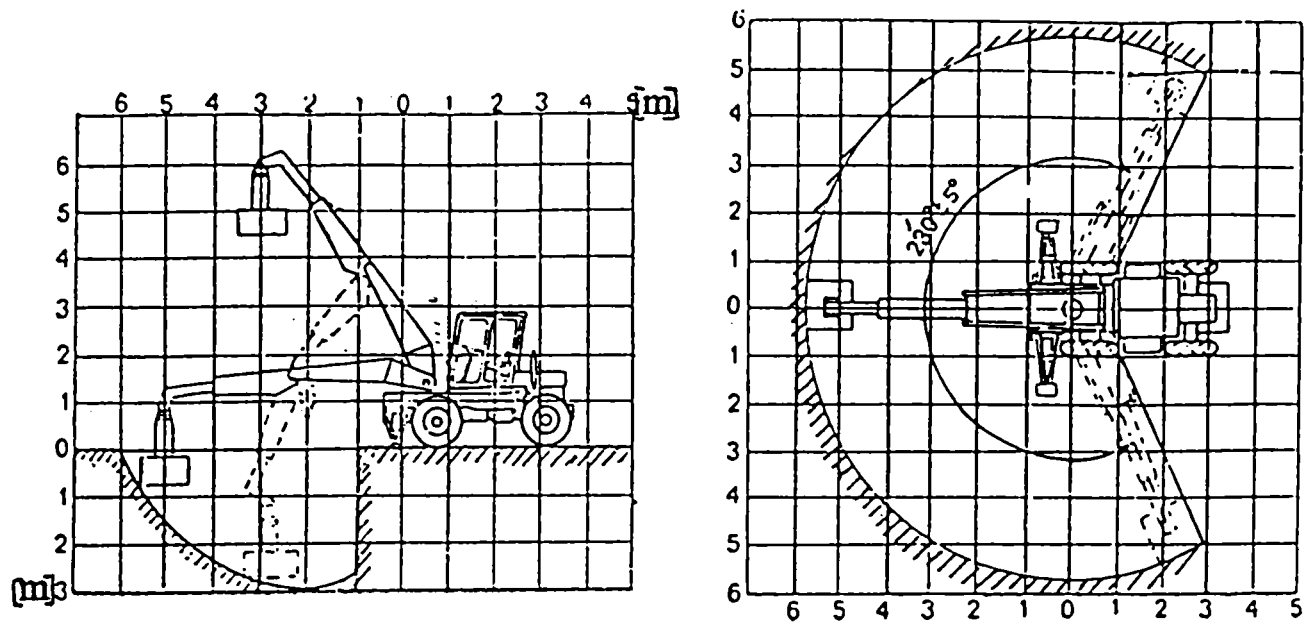


Fig-3.2. Poziții de lucru ale tractorului: înălțime de ridicare, adâncimea de săpare, câmpul de rotire al brațului

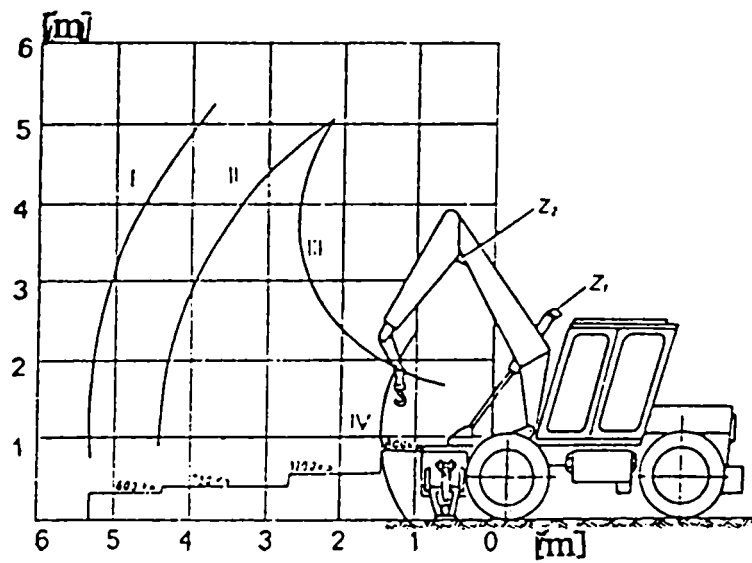


Fig.3.3. Diagrama de lucru:

- I.  $Z_1$  și  $Z_2$  în poziție oarecare cu brațul prelungit.
- II.  $Z_1$  și  $Z_2$  în poziție oarecare.
- III.  $Z_1$  extins și  $Z_2$  oarecare.
- IV.  $Z_2$  retras și  $Z_1$  oarecare.

*Tractorul este propulsat de un motor Diesel în 4 timpi cu injecție directă, 3 cilindri verticali în linie având ordinea de injecție 1 – 2 – 3. Puterea motorului este de 33,1 KW (45 CP) la 2400 rot/min. Capacitatea cilindrică este de 2340 cm<sup>3</sup>, alezaj/cursă 95/110 mm, raport de compresie 17:1, răcire cu apă, ungere sub presiune și prin stropire, alimentare prin pompă de injecție rotativă.*

*Transmisia se face printr-un ambreiaj de fricțiune, uscat, dublu – unul pentru cutia de viteze și unul pentru pompa hidraulică, montat pe volantul motorului.*

*Transmisia intermediară se face cu grup conic 10/47 cu dantură Gleason și diferențial cu 2 sateliți, blocabil, iar cea finală cu angrenaj cilindric cu roți dințate cu dinți drepiți.*

*Cutia de viteze este mecanică cu 6 trepte de mers înainte și 2 de mers înapoi.*

*Vitezele 2 – 3 – lent și rapid – sunt sincronizate. Vitezele de deplasare sunt cuprinse între 2 și 21 km/h.*

*Sistemul de rulare are puntea față motoare și puntea spate de direcție.*

*Direcția este mecanică cu servomecanism hidraulic de tip Laverda.*

*Comanda direcției este mecanică cu ajutorul volanului.*

*Frânele de serviciu se acționează prin pedală, sunt cu saboți pe cele 4 roți acționate hidraulic, cu 2 circuite independente – separat roțile din față de cele din spate – cu un cilindru principal și 4 cilindri receptori, unul pe fiecare roată, un distribuitor și un rezervor pentru lichid de frână.*

*Frânele de parcare sunt acționate prin manetă ce se poate bloca într-o anumită poziție. Sunt uscate cu bandă și acționează pe tamburii plasați pe arborii planetari ai punții motoare față.*

*Instalația electrică are o tensiune nominală de 12 V, alternator de 500 W, demaror 4 CP și o baterie de 153 Ah.*

*Se compune din instalația pentru demaraj, de luminare și semnalizare.*

*Instalația hidraulică acționează echipamentele de lucru; este formată din două circuite hidraulice independente. Circuitul hidraulic I acționează cilindrii de lucru de la brațul principal, brațul secundar, piciorul de sprijin dreapta și acționează scula.*



Circuitul hidraulic II acționează cilindri de lucru de la mecanismul de rotire, capul rotativ și piciorul de sprijin stânga.

*Circuitul hidraulic I* se compune din:

- pompa hidraulică:
  - tip PH 14.00 cu roți dințate;
  - presiunea maximă 175 bar;
  - debitul 60 l/min;
  - presiunea de lucru 150 bar;
- distribuitor cu 4 secțiuni:
  - debit nominal 40 l/min;
  - debit maxim 50 l/min;
  - presiune maximă 160 bar.
- supapă de siguranță:
  - presiunea de deschidere 150 bar;
- cilindrii de lucru: cu dublu efect;
- cilindrul brațului principal al macaralei:
  - presiunea nominală: 160 bar;
  - diametrul cilindrului 90 mm;
  - diametrul tijei pistonului 56 mm;
  - cursa 800 mm;
- cilindrul sculei:
  - presiunea nominală 160 bar;
- cilindru piciorului de sprijin dreapta:
  - presiunea nominală: 160 bar;
  - diametrul cilindrului 90 mm;
  - diametrul tijei pistonului 56 mm;
  - cursa 400 mm ;
- supape de reținere cu drosel: 2, montate în circuitul de comandă al cilindrilor hidraulici – una pe cilindrul brațului principal și cealaltă pe cilindrul brațului secundar.

*Circuitul hidraulic II* se compune din:

- pompa hidraulică:
  - tip PD – 10.OS;
  - debit 15 l/min;
  - presiunea maximă 175 bar;
  - presiunea de lucru 150 bar;
- distribuitor cu 3 secțiuni:
  - debit nominal 40 l/min;
  - debit maxim 50 l/min;
  - presiunea maximă 160 bar;
- supapă de siguranță:
  - presiunea de deschidere 150 bar;
- cilindrul mecanismului de rotire:
  - presiunea nominală 160 bar;
  - diametrul cilindrului 90 mm;
  - diametrul tijei pistonului 40 mm;
  - cursa 400 mm;
- cilindrul piciorului de sprijin stânga:
  - presiune nominală 160 bar;
  - diametrul cilindrului 90 mm;
  - diametrul tijei pistonului 56 mm;
  - cursa 400 mm;
- supape de reținere montate în circuitul cilindrilor picioarelor de sprijin;
- robinetul cu 3 căi este montat pe șasiu sub cabină și realizează scurtcircuitarea celui de-al doilea circuit spre rezervor în situația când acesta nu este folosit;
- filtrul este montat pe circuitul de retur la rezervor și are următorii parametri:
  - debit 120 l/min;
  - căderea de presiune 0,3 bar;
  - finețea de filtrare 63 μ;

- presiunea maximă 10 bar;
- presiunea de deschidere a supapei filtrului  $1,5 \pm 0,2$  bar.

Rezervorul are o capacitate de 80 l ulei hidraulic H 30.

Toate datele tehnice prezentate au fost luate din cartea tehnică a utilajului [56]. Acest tractor universal are în dotare – și pot fi comandate de către beneficiar în funcție de destinația pe care o dă utilajului – următoarele echipamente și accesorii de lucru:

- scheletul de bază al greiferelor
- cupa pentru materiale în vrac;
- cupa cu gheare pentru săpat ;
- greifer cu bare;
- greifer pentru rădăcinoase ;
- cupa pentru săpat șanțuri și fundații;
- greiferul cu 5 gheare ;
- greierul pentru lemne rotunde ;
- clește pentru stâlpi și lingouri ;
- cupa pentru săpat șanțuri și fundații;
- dispozitiv pentru acționat foreze;
- cap rotitor ;
- foreză  $\varnothing 250 \times 1000$  mm adâncime;
- foreză  $\varnothing 500 \times 2000$  mm adâncime;

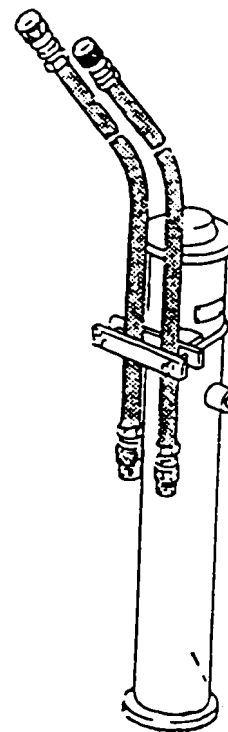


Fig.3.4. Prelungitor produs de  
MAT Craiova

Autorul a dorit să facă o prezentare detaliată a caracteristicilor tehnice ale tractorului hidraulic TH – 445 H cu preluarea aproape integrală a acestora din **Cartea tehnică a tractorului universal TH – 445 H** [59] pentru a dovedi simplitatea utilajului, ușurința în exploatare, manevrabilitatea și accesibilitatea acestuia.

Având în dotarea societății un astfel de utilaj și dorind o rezolvare rapidă și eficientă a fundațiilor halelor industriale, drumul de la gând la faptă a fost foarte scurt și a fost impulsionat de domnul prof. dr. ing. Marin Marin căruia îi mulțumesc și pe această cale.

### **3.5. Modificări aduse echipamentului de lucru a tractorului universal TIH – 445 DH pentru realizarea piloților scurți**

Așa cum se poate observa din prezentarea făcută anterior, tractorul universal TIH – 445 DH este un utilaj de producție românească existent pe piață și în dotarea diverselor societăți de construcții, agricole, forestiere, miniere, de transport etc.

Tractorul universal TIH – 445 DH se produce și astăzi de către uzinele MAT – S.A. Craiova.

Văzând larga răspândire a acestuia și tot mai rara lui întrebuințare, autorul a încercat să-i diversifice sfera serviciilor prin utilizarea lui la realizarea piloților scurți foraj pe loc.

Dacă observăm atent echipamentul de lucru aflat în dotarea utilajului, remarcăm existența unui burghiu pentru forat gropi cu diverse destinații. Autorul dorește ca una dintre destinațiile burghiului de forat (foreza) să fie execuția găurilor pentru piloții scurți.

În sensul celor de mai sus, autorul a încercat forarea unor găuri pentru stâlpii de gard la o împrejmuire din zona Curtici. Terenul pe care s-au executat gropile era un teren plan, cu stabilitatea asigurată, având în momentul respectiv destinația de pășune.

Prima constatare făcută a fost viteza redusă de înaintare datorită formei burghiului (fig.3.5.) și anume poziției primului disc al melcului. În poziția livrată din fabrică, primul disc are o înclinație foarte mică, ceea ce face ca grosimea pământului tăiat la o rotire să fie de 1–2 cm.

**Prima modificare operată a fost deschiderea discului (mărirea înclinării) prin încălzirea cu un autogen, fără a decăli materialul și întărirea cu o platbandă ascuțită cu rol de cuțit, dintr-un oțel special, fixată prin sudură.**

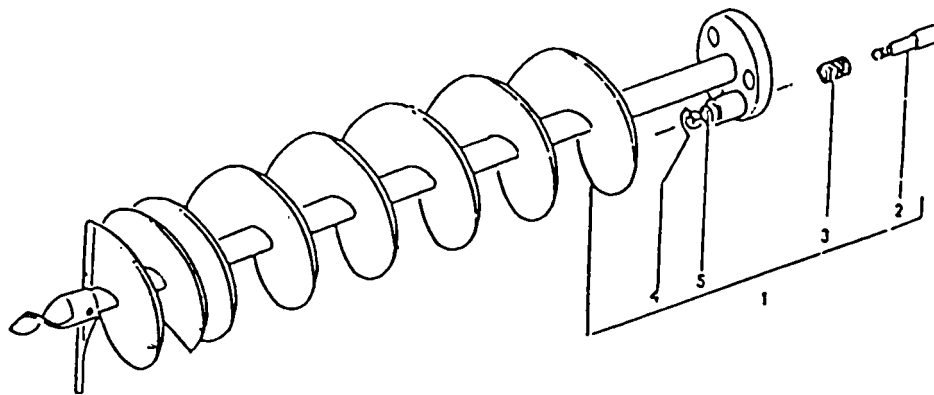


Fig.3.5. Părțile componente ale burghiului  $\varnothing$  500 x 2000 mm:

1 – foreza; 2 – bolt; 3 – arc; 4 – inel cu piuliță; 5 – șaibă.

După operarea acestei modificări s-a ivit oportunitatea execuției unei hale în aceeași zonă. Autorul a avut ocazia să participe direct la execuția integrală a halei și a sesizat întârzierile în execuția fundațiilor.

Încurajat de modul de comportare a tractorului universal TIH – 445 DH la forarea gropilor pentru stâlpii de gard și întrezărind posibilitatea obținerii de economii în executarea fundațiilor halei, autorul a propus executarea fundațiilor izolate sub stâlpi ca fundații pe piloți scurți forajți pe loc cu tractorul universal TIH-445DH.

O problemă la care trebuia răspuns o constituia lungimea forajului, deci fișa pilotului. Având în vedere dimensiunile de gabarit ale tractorului universal TIH – 445 DH (fig.3.2.), înălțimea maximă de ridicare cu cârlig de 5,60 m, lungimea forezei de 2,0 m și dimensiunile dispozitivului de acționare a forezelor (cca. 0,40m), lungimea maximă de forare era de 2,0 m de la cota terenului în care se execută săpătura.

În dotarea tractorului universal TIH – 445 DH se găsește și un prelungitor pentru mărirea adâncimii de lucru (fig.3.4.). Acesta este alcătuit dintr-o țevă cilindrică prevăzută cu dispozitive de prindere la capete. Utilizarea acestuia la lucrările de foraj nu aduce sporuri importante la adâncime (fișa pilotului).

Pentru a răspunde necesității de a realiza piloți la lungimea din proiect, autorul a folosit două metode:

- *intercalarea între capul superior al burghiului și dispozitivul de acționat foreze a unui prelungitor din țevă  $\varnothing$  56mm cu perete de 6-8mm din OL 52 și lungimi de 1,10÷1,50m (fig.3.6.) având sudate la cele două capete flanșe identice cu cele aflate în capul burghiului și pe dispozitivul de acționat foreze. Prinderea se face prin intermediul a trei șuruburi M20×60 cu piulițe și șaibe și se blochează cu un bolt;*

- *în situația în care lungimea pilotului depășește adâncimea obținută prin utilizarea prelungitorului, se execută săpătura pe adâncimea lipsă și de la această cotă se forează gaura pilotului, porțiunea respectivă se toarnă în cofraj. În situația când cota de fundare nu poate fi atinsă, cu până la 0,20m, se dă jos calea de rulare de la dispozitivul de acționat foreza și se atinge cota din proiect.*

O altă îmbunătățire adusă echipamentului de lucru constă în posibilitatea verificării verticalității forajului prin folosirea unei nivele lungi de 0,60 - 1,00 m.

Utilizând cele descrise mai sus, autorul a executat în condiții de calitate deosebită, cu economii la materiale, manoperă și utilaje, înainte de termen, infrastructura la investițiile prezentate în capitolul 4.

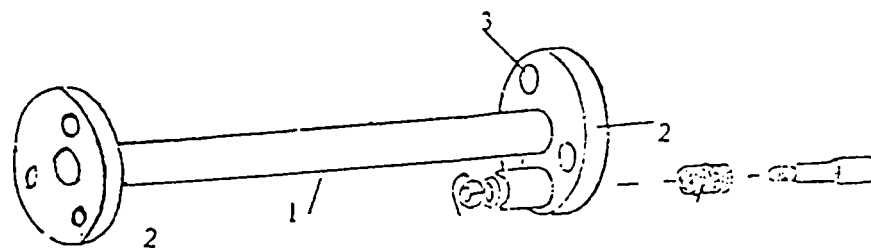


Fig.3.6. Prelungitor realizat de autor.

1 – țevă; 2 – flanșe sudate; 3 – găuri prindere.

### 3.6. Tehnologia de execuție a piloților scurți forăți cu ajutorul tractorului universal TIH – 445 DH.

Tehnologia de execuție a piloților scurți executați pe loc, prin forare mecanică, cu ajutorul tractorului TIH – 445 DH nu se deosebește foarte mult de tehnologiile clasice.

Din descrierea anterioară s-au văzut principalele componente ale tractorului TIH – 445 DH și parametrii acestuia.

La executarea piloților scurți forăți se folosește echipamentul de bază (fig.3.1.) la care se adaugă foreza hidraulică (fig.3.7) pentru realizarea găurilor. Burghiul (scula melcată) de găurire este antrenat prin intermediul unui reductor de către un motor hidraulic. Pentru demontarea burghiului de pe mecanismul de antrenare se va trage bolțul de siguranță și se va roti foreza în sensul acelor de ceasornic. Foreza se prinde de suportul brațului secundar prin intermediul unui bolț.

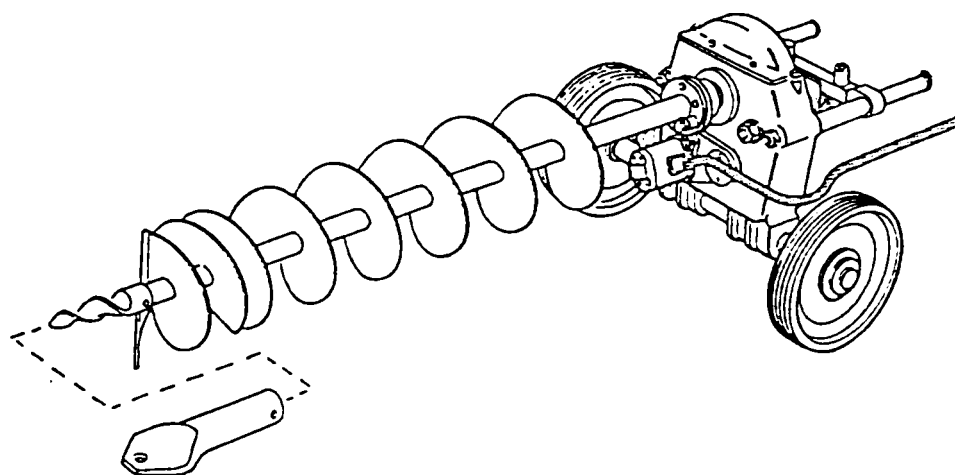


Fig.3.7. Foreză hidraulică

Principalele părți componente ale dispozitivului de acționare a forezelor sunt [59]

(fig.3.8):

- |                                |                                  |
|--------------------------------|----------------------------------|
| 1. reductor cu motor hidraulic | 11. racord de scurgere           |
| 2. tren pe roți                | 12. braț                         |
| 3. dispozitiv de prindere      | 13. placă racord                 |
| 4. bară                        | 14. cupolă hidraulică            |
| 5. cuplu de capăt              | 15. furtun                       |
| 6. distanțier                  | 16 ÷ 20 șuruburi, șaițe, piulițe |
| 7. ax                          | 21. siguranță elastică           |
| 8. rondelă                     | 22. opritor                      |
| 9. dispozitiv de remorcare     | 23 ÷ 25 șurub, șaiță             |
| 10. racord motor hidraulic     | 26. garnitură                    |

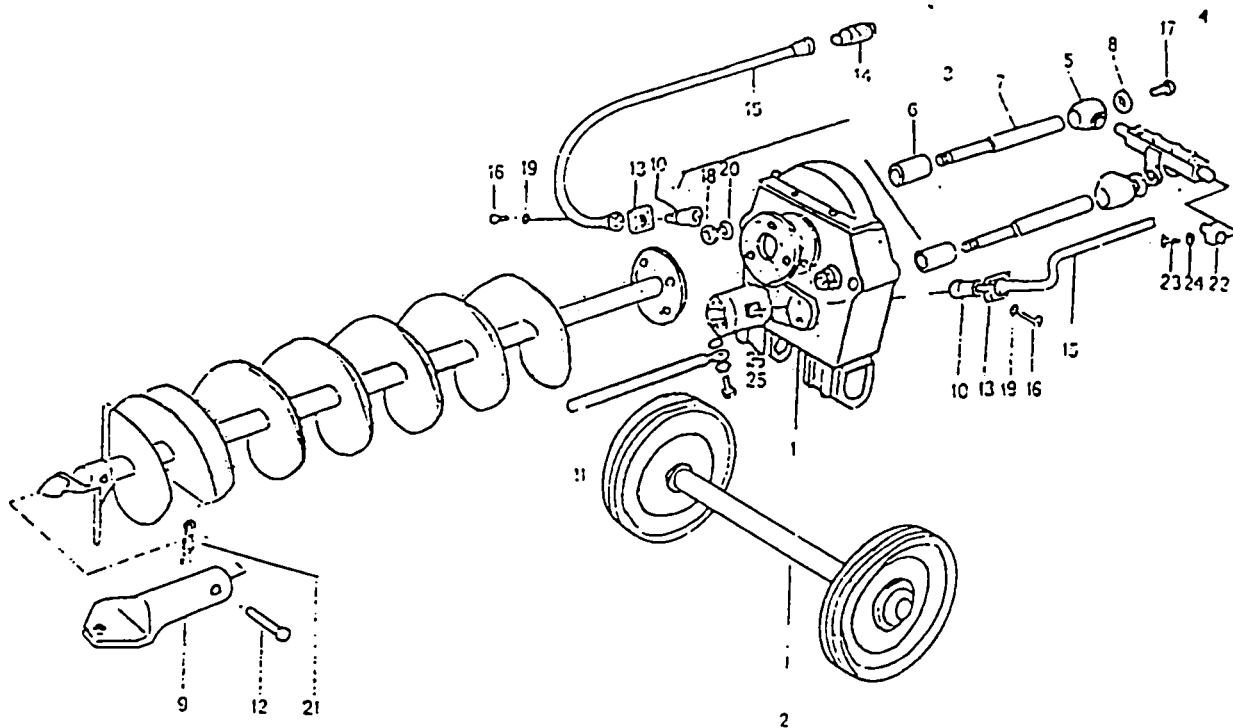


Fig.3.8. Părțile componente ale dispozitivului de acționat foreze

Principalele componente ale forezei (burghiului) sunt cele din fig. 3.5. Forezele produse de MAT Craiova au diametre de 400 și 500 mm.



Pentru execuția propriu-zisă a forajului se parcurg următoarele etape (fig.3.9.):

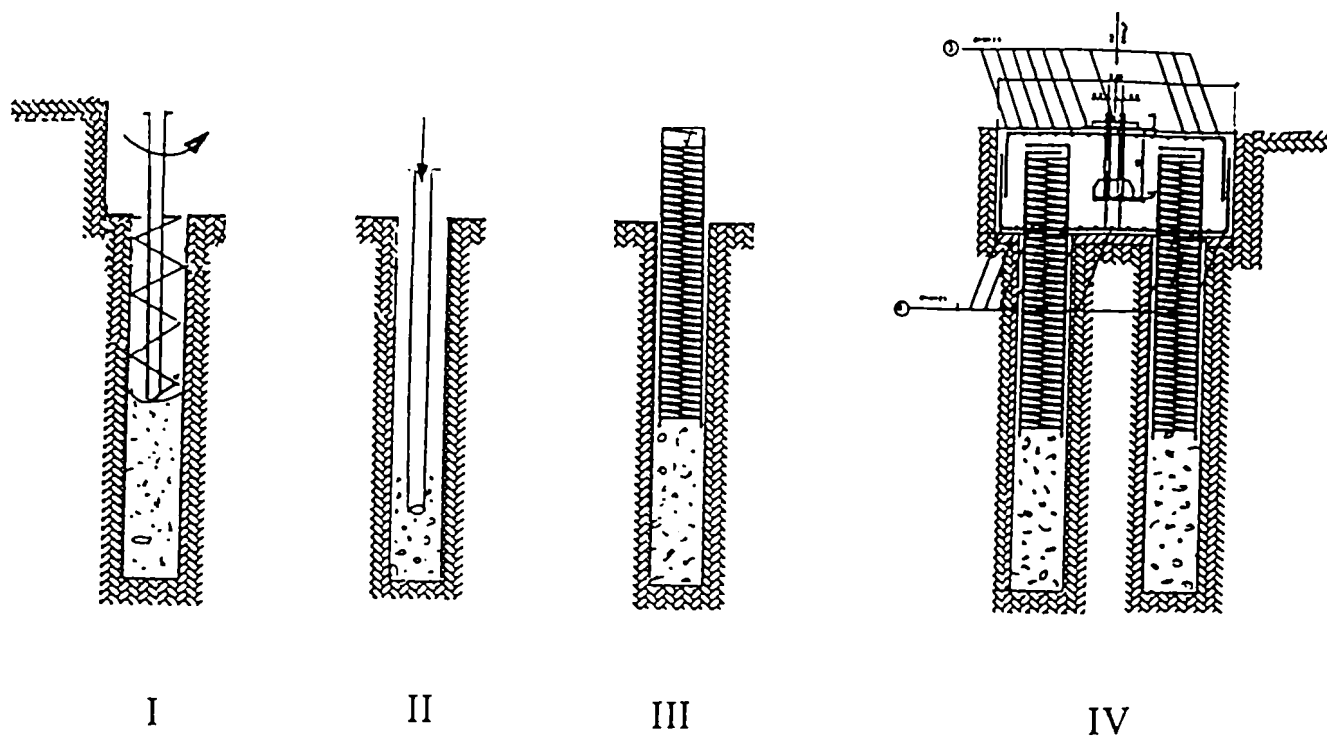


Fig.3.9.Etapele de realizare a fundațiilor pe piloți scurți forați:

I-forarea găurii; II-betonarea pilotului; III-montarea carcasei de armătură; IV-realizarea cuzinetului.

#### **Etapa I-forarea găurii:**

- se materializează pe teren conturul fundației (șir, ax, nivelment);
- cu ajutorul graifărului pentru materiale în vrac sau cu un alt utilaj se execută săpătura pentru viitorul cuzinet (în cazul în care lungimea pilotului este mai mare decât posibilitatea de forat sau cuzinetul nu se execută peste nivelul terenului);
- se verifică dimensiunile de gabarit și nivelul săpăturii;
- se trasează și se materializează pe teren axele fundației ;
- se materializează pe teren axul piloților cu țaruși din lemn sau cupoane de oțel;
- se aduce pe poziție tractorul universal TIH – 445 DH ;
- se montează dispozitivul de forare (dispozitivul de acționare și burghiul de dimensiunea dorită);

- se calează tractorul prin coborârea celor două picioare de sprijin și se centrează burghiul; se verifică verticalitatea cu o nivelă lungă;

- după calarea utilajului și centrarea burghiului se începe forarea prin rotirea burghiului ;

- forarea se continuă până la atingerea cotei din proiect. Dacă acest lucru nu este posibil se montează prelungitorul între burghiu și reductor și se continuă forarea;

- la atingerea cotei din proiect se verifică fundul săpăturii, se curăță și se trece la executarea altui foraj din cadrul aceleiași fundații;

- se întocmește fișa forajului concomitent cu săpătura, comparativ cu studiul geotehnic.

După terminarea forajelor tuturor piloților necesari pentru realizarea unei fundații, se trece la o altă fundație de pe amplasamentul viitoarei clădiri.

Continuarea lucrărilor de realizare a pilotului se face în felul următor:

- se îndepărtează pământul rezultat din forare (mecanizat sau manual);

- se verifică calitatea forajului executat:

- poziția în plan conform proiect;
- diametre;
- verticalitatea forajului;
- adâncimea forajului;
- se compară stratificația terenului din foraj cu cea din studiul geotehnic;

#### **Etapa aII-a –betonarea pilotului:**

- se începe betonarea pilotului care cuprinde următoarele operațiuni:

- se introduce tubul (din tablă, PVC, furtun flexibil, etc) racordat la o benă de beton în gaura forată;
- se toarnă beton în benă;
- se deschide șibărul de la benă și betonul ajunge la baza forajului;
- se ridică încet bena cu beton fără a scoate capătul tubului din beton;
- dacă volumul de beton necesar este mai mare decât capacitatea benei, aceasta se alimentează din mijlocul de transport (malaxor);

- se îndepărtează dispozitivul de turnare a betonului și acesta se compactează cu ajutorul unor vibratoare de adâncime;

#### **Etapa aIII-a –montarea carcasei de armătură:**

- se introduce carcasa de armătură (dacă este cazul) la cota prevăzută în proiect și se ancorează pentru a se menține la aceasta;

- se completează cu beton corpul pilotului până la partea inferioară a cuzinetului.

Operațiunile se repetă pentru toți piloții aceleași fundații.

O problemă deosebită o ridică prezența apei freatice în gaura de foraj.

Pentru a nu compromite calitatea viitorului pilot se va folosi una din tehnicile de turnare a betonului sub apă ,cu observația că, betonarea nu se face complet pentru a nu umple săpătura cuzinetului cu apă.

Dacă betonarea se face **cu ajutorul pompei de beton**, se respectă aceleași operațiuni, cu observația că, la pomparea betonului în gaura de foraj se produc vibrații care pot duce la surparea pereților acesteia.

Apa în exces se îndepărtează cu ajutorul pompelor, unde terenul permite acest lucru.

#### **Etapa aIV-a –realizarea cuzinetului:**

După terminarea betonării corpului tuturor piloților aferenți unei fundații, se trece la realizarea cuzinetului astfel:

- se toarnă egalizarea;
- se trasează axele fundației pe betonul de egalizare;
- se cofrează cuzinetul (dacă este nevoie);
- se montează armătura inferioară;
- se poziționează carcasa de buloane;
- se montează armătura superioară;
- se verifică poziția buloanelor, dimensiunile cuzinetului, cota de nivel;
- se întocmește procesul verbal de lucrări ascunse;
- se betonează cuzinetul.

După întărirea betonului se decofrează și se realizează umpluturile.

Fundațiile izolate pe piloți scurți forți pentru hale industriale parter folosesc o tehnologie simplă și utilaje aflate la îndemâna oricărei societăți de construcții, au o durată de execuție scurtă și pot fi încărcate relativ repede, încărcarea făcându-se în trepte (stâlpi, grinzi, acoperiș, închideri). Se pot folosi atât la structuri în cadre din profile metalice cât și la cele din beton armat când în locul cuzinetului se execută un pahar din beton armat.

Acest procedeu se poate folosi și la realizarea fundațiilor continue sub ziduri din cărămidă sau BCA, situație realizată de autor la zidul antifoc de la hala de depozitare a fabricii de anvelope Continental Timișoara și la frontonul de închidere din axul 10 de la Hala DELPHI Ineu.

Tehnologia de realizare a piloților este asemănătoare cu cea descrisă anterior.

În cele ce urmează voi exemplifica prin câteva fotografii realizate pe parcursul execuției diferitelor fundații izolate la diverse hale, tehnologia de realizare a piloților scurți forți executați pe loc cu tractorul universal TIH-445D(fig.3.10):

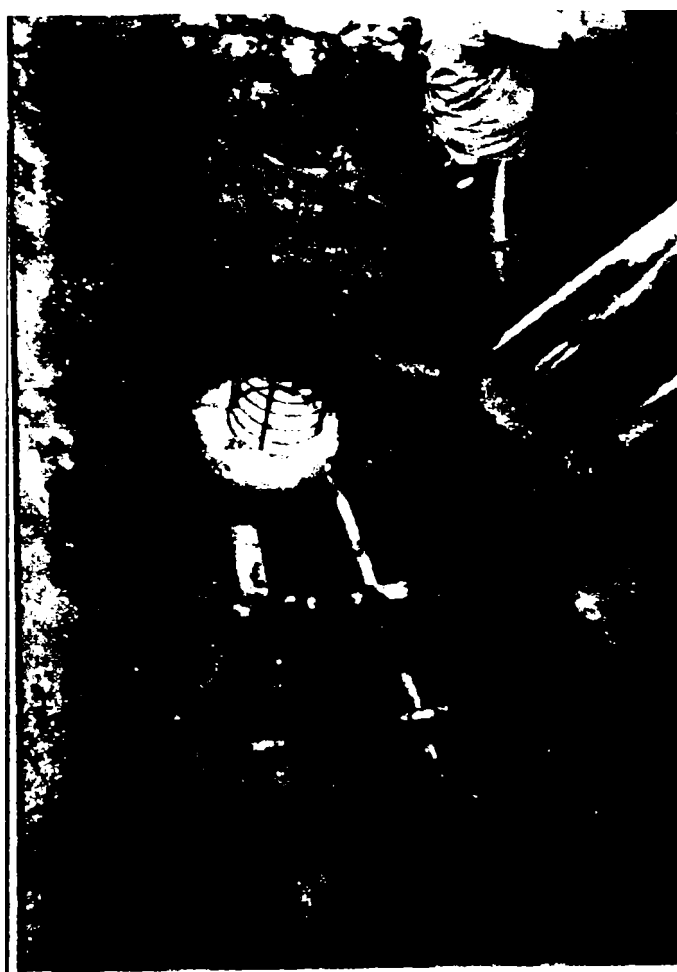


Etapa I Calare, forare





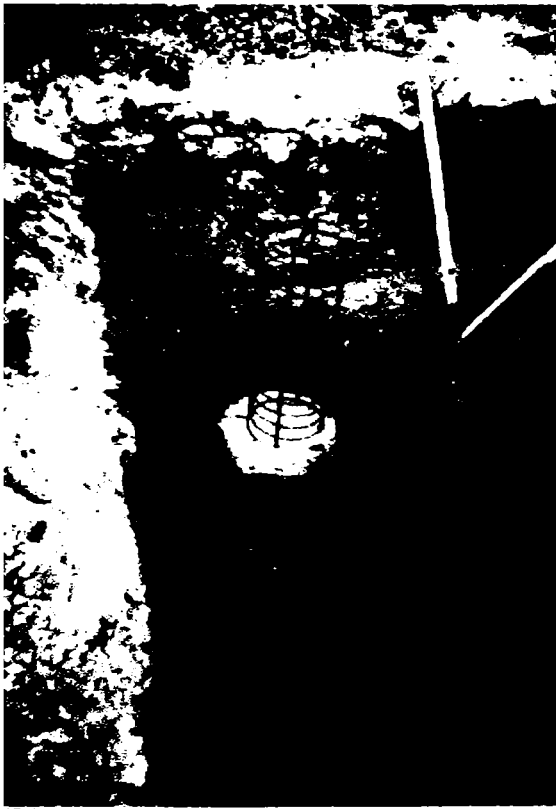
Găuri forate pe loc cu tractorul universal TIH-445DH



Etapa a II-a Betonarea pilotului scurt forat  
a- cu tubul din PVC



b-cu pompa de beton



### Piloți scurți betonați

Fig. 3.10. Etapele de realizare a piloților scurți foraj

### **3.7. Realizarea conlucrării dintre piloți și radier**

În cazul fundațiilor izolate sub stâlpi la hale industriale, conlucrarea piloților cu cuzinetul stâlpului se face astfel:

- armarea pilotului se execută în general dintr-o carcasă (fretă din OB 37 și 4–6 bare  $\varnothing$  12 – 16 mm, din PC 52, în funcție de încărcarea la care este supusă fundația) pe o adâncime de 1,0 – 2,0 m în corpul pilotului și pe o lungime suficientă (min 40 d) din corpul cuzinetului pentru a asigura ancorarea;
- după realizarea piloților până la cota superioară se toarnă o egalizare (din beton de clasă superioară C16/20) care înglobează și armătura acestuia;
- se montează plasa inferioară de armătură din cuzinet care se leagă și cu armătura piloților;
- se montează carcasa de buloane, se centrează și se axează;
- se montează plasa superioară a armăturii cuzinetului și se înădește cu cea inferioară;
- se toarnă în cuzinet, betonul de clasă superioară C20/25, se vibrează și se prelucrează fața superioară.

Se poate observa că armătura pilotului se continuă în cuzinetul fundației realizând practic un corp comun între cuzinet și piloții scurți.

În fig.3.11. sunt prezentate câteva detalii de realizare a acestei legături folosite de autor la lucrările realizate.

În cazul fundațiilor continue sub ziduri de la zidul antifoc-depozite Hala IV Continental Timișoara, dispunerea piloților s-a făcut pe un singur rând sau pe două rânduri în cazul fundațiilor izolate sub stâlpii intermediari de închidere.

În funcție de solicitările la care este supusă fundația continuă, piloții scurți forți se pot dispune pe un rând, pe două rânduri sau în zig-zag.

Conlucrarea dintre armătura pilotului scurt forat și grinda de fundație se realizează asemănător cu cea de la fundațiile izolate sub stâlpi.

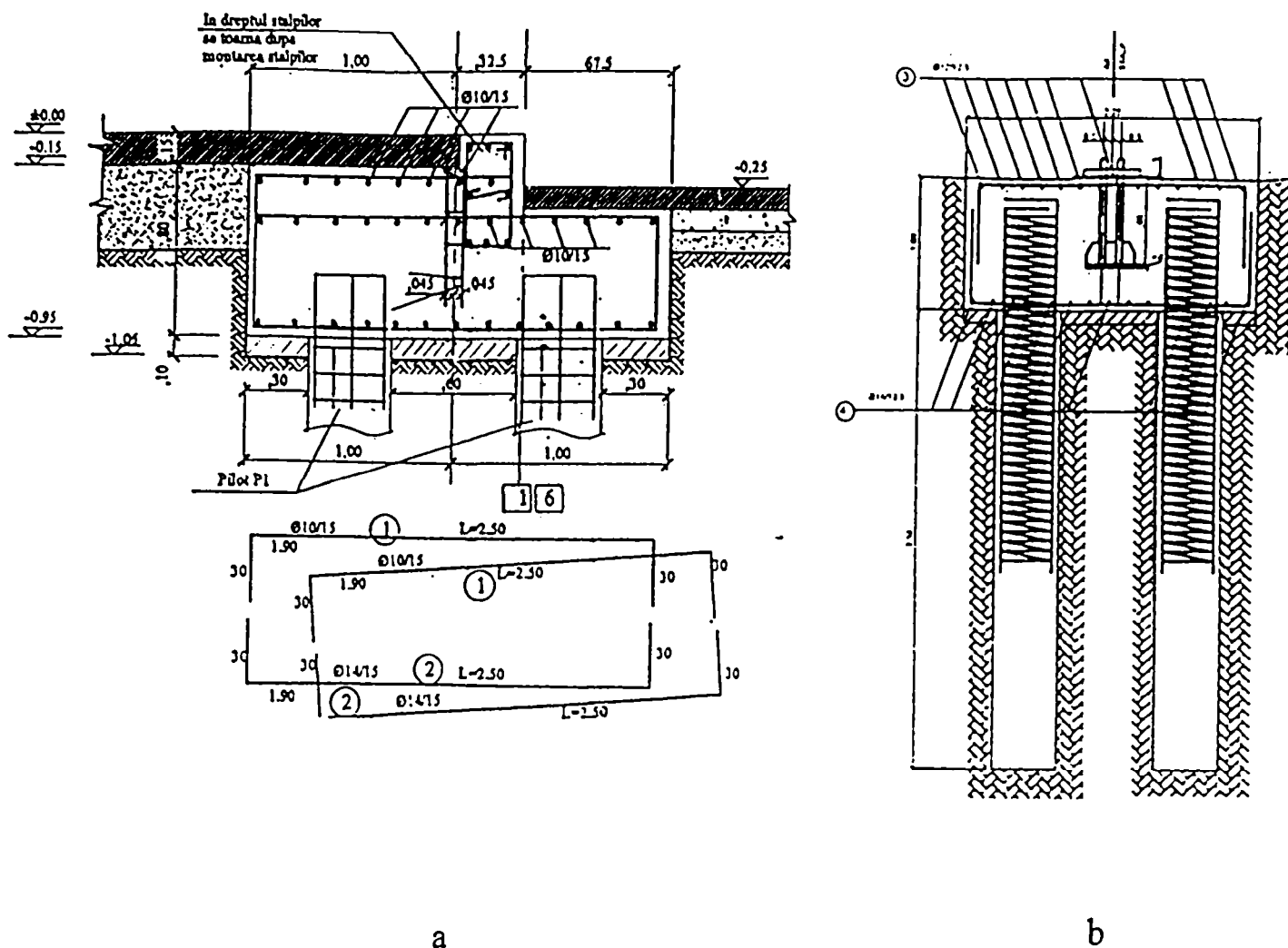


Fig.3.11. Detalii de legătură între piloți și cuzinetul de beton armat:

a – Hală Globus Arad; b – Hala Delphi Ineu.

## CONCLUZII:

-fundațiile pe piloți scurți forăți executate cu tractorul universal TIH – 445 DH au o tehnologie de execuție foarte simplă, rapidă și ieftină;

-piloții se pot executa cu lungimi cuprinse între 2,0 și 4,0 m în funcție de terenul de fundare, priceperea conducătorului de șantier, istețimea mecanicului deservent al utilajului, nivelul apei subterane;

-diametrul piloților scurți forăți cu tractorul universal TIH – 445 DH poate fi de 400 și 500 mm (s-au folosit burgie cu diametrul de 400 și 500 mm);

-dacă se urmărește atent fiecare operațiune a procesului de execuție, pericolul de rebutare a pilotului este practic nulă;

-tehnologia de execuție a piloților scurți forăți prezentată și folosită la lucrările următoare conduce la rezultate foarte bune în terenuri normale sau slabe, alcătite din pământuri coezive sau semicoezive;

-prezența apei subterane nu împiedică aplicarea acestei tehnologii.



## CAPITOLUL 4

### PILOȚI SCURȚI FORAȚI EXECUTAȚI PE LOC CU TRACTORUL UNIVERSAL TIH – 445 DH

#### 4.1. Generalități

În activitatea de zi cu zi, autorul a avut ocazia să contracteze și să execute o serie de hale parter cu structură metalică și diverse destinații.

În procesul de negociere a proiectării acestora a încercat să impună o soluție de fundare pe piloți scurți executați pe loc, prin forare, cu tractorul universal TIH – 445 DH.

După lungi negocieri și dovedirea avantajelor pe care le aduce această soluție din toate punctele de vedere, autorul are bucuria de a vedea realizate următoarele lucrări:

- Zid antifoc – depozite Hala IV Continental Timișoara;
- Hală depozitare Globus Internațional – Zona liberă Curtici – Arad, Platforma Aeroport Arad (parcela ½);
- Hala producție Delphi Ineu, jud. Arad;
- Showroom auto și service, Calea Timișorii nr. 128 – 130, Arad.

La cele enumerate mai sus se adaugă și încercările experimentale din Poligonul Micălaca al S.C. CONAR S.A. Arad.

#### 4.1.1. Lucrări experimentale în Poligonul Micălaca – Arad

Pentru a dovedi avantajele oferite de folosirea piloților scurți forati cu tractorul universal TIH – 445 DH, am realizat piloți în Baza de producție Micălaca din Arad astfel:

- diametrul găurii 50 cm;
- lungimea pilotului 2,50 m de la cota terenului (CTN);
- radier din beton armat din aceleași materiale ca și corpul pilotului. Armarea radierului s-a făcut cu două plase din bare  $\varnothing$  12/15 pe ambele direcții, dispuse la partea inferioară și cea superioară a radierului;

- armarea pilotului cu OB 37, 6  $\varnothing$  12, L=3,15m și fretă  $\varnothing$  6/10 cm;
- beton clasa C 12/15 – T3 –IIA-32,5R/0-31.

Piloții au fost realizați astfel:

- un pilot individual;
- doi piloți legați cu un radier din beton armat;

Pilotul singur trece peste CTN cu 0,50 m pentru a avea aceleași caracteristici ca și piloții legați la partea superioară cu radier. Cei doi piloți aflați la o distanță de 1,00 m între fețele lor interioare, lumina, sunt legați cu un radier de 2,50×1,00×0,50 m armat și dispus conform detaliilor din fig. 4.1.

Detaliile de execuție și modul de dispunere a piloților sunt prezentate în fig. 4.1.

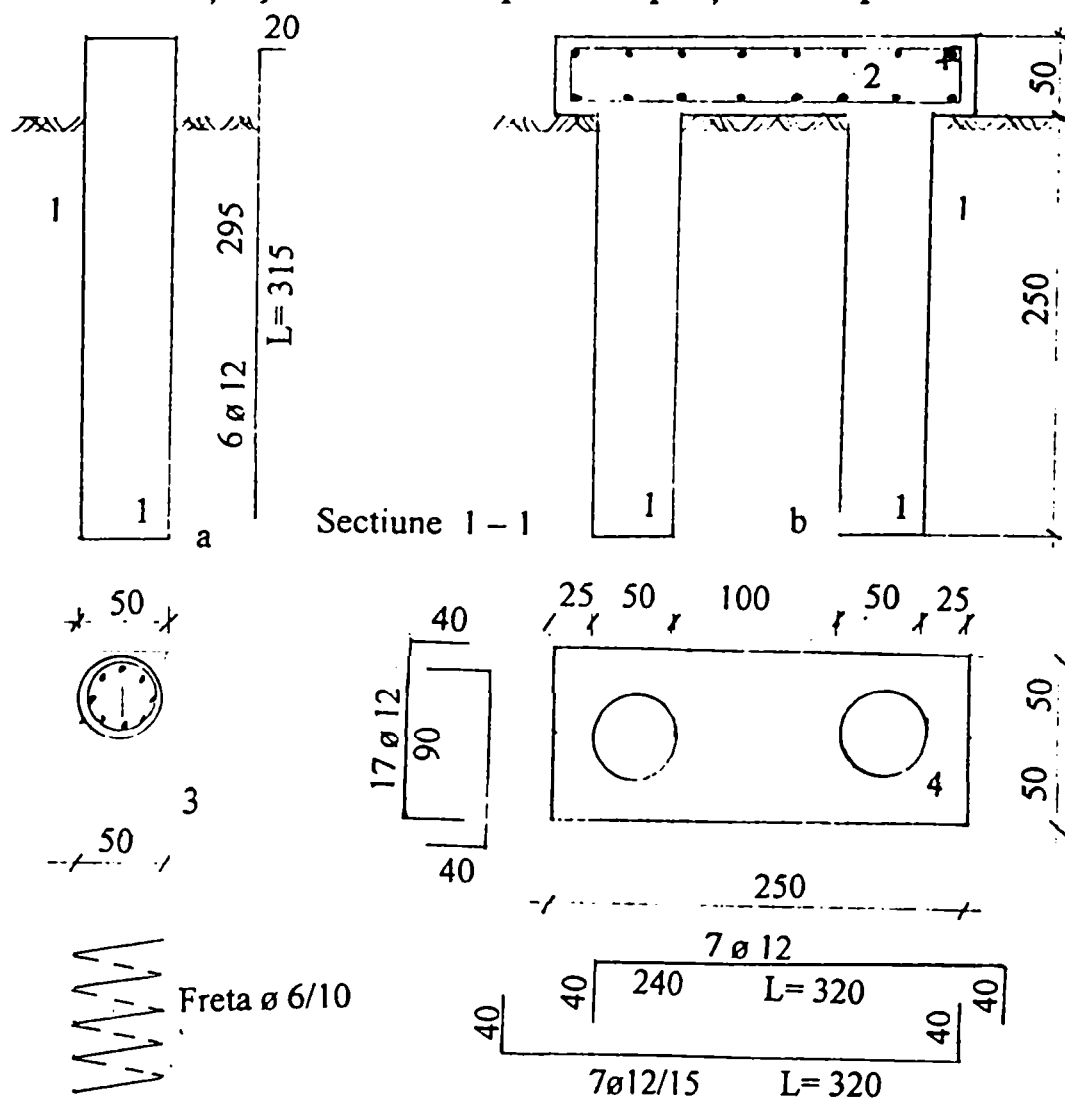


Fig. 4.1. Fundații pe piloți scurți forajați executate în poligonul Micălaca – Arad:

a – pilot individual; b – doi piloți legați cu un radier de beton armat.

1 – pilot; 2 – radier armat; 3 – armarea pilotului; 4 – detalii armare radier.

Conform probelor de laborator prelevate din foraj , terenul în care s-au realizat piloții are următoarea stratificație (fig.4.2.):

- de la cota terenului la  $-0,50$  m: nisip și pietriș;
- de la  $-0,50$  m la  $-2,50$  m: nisip;

CTN=0.00

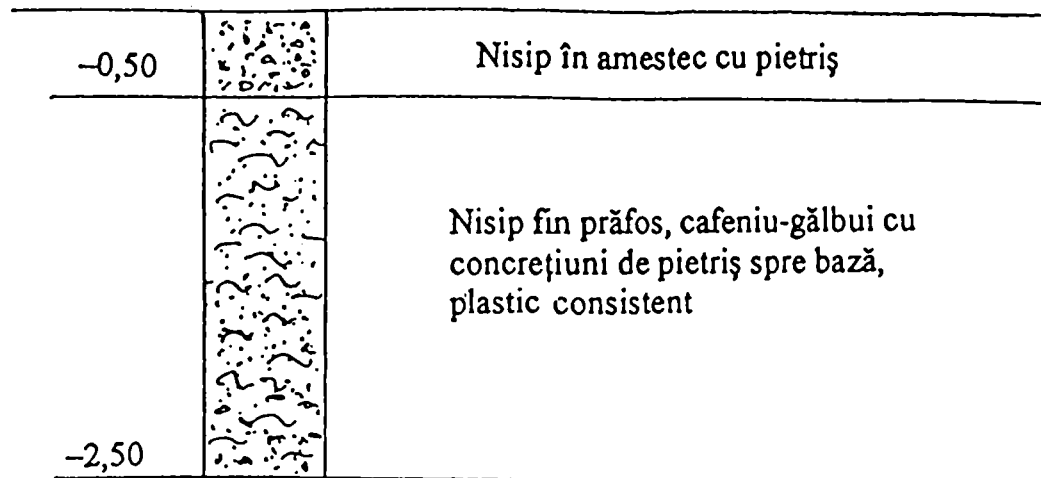
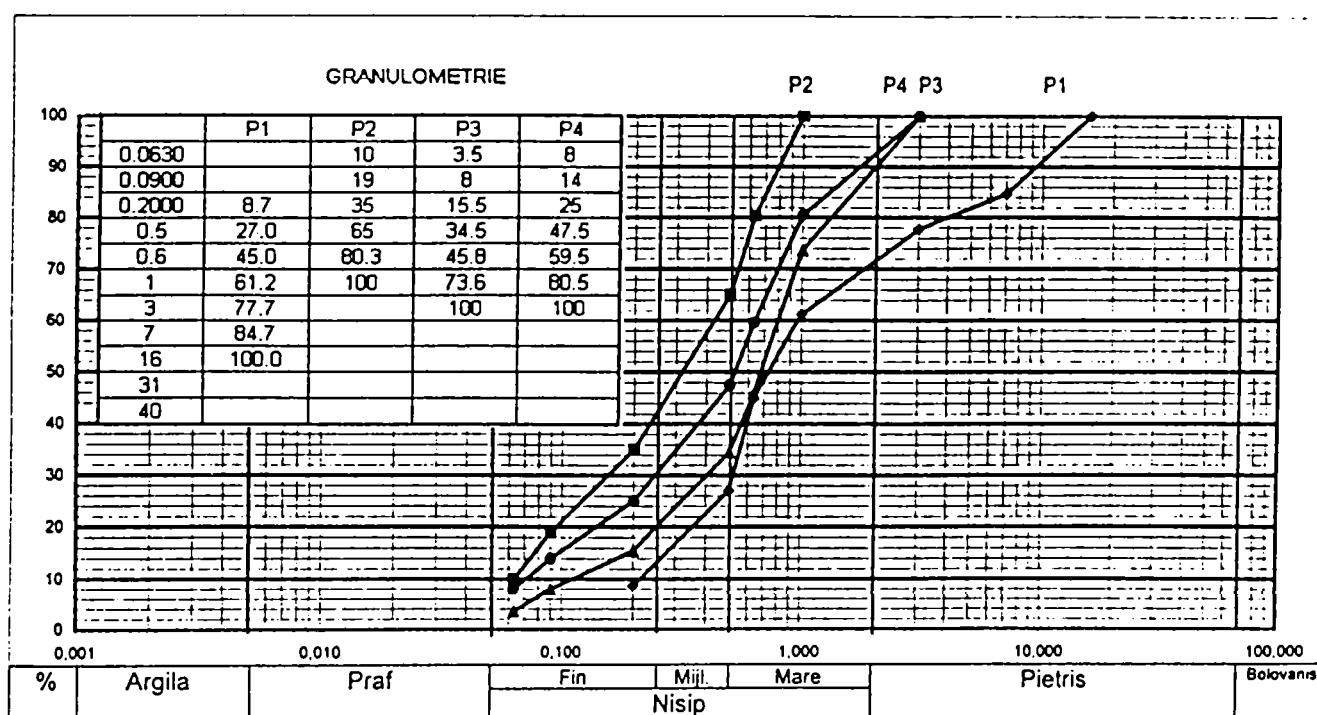


DIAGRAMA DISTRIBUȚIEI GRANULOMETRICE

Sondaj nr.	1	1	1	1
Proba nr.	P 1	P 2	P 3	P 4
Adâncimea, m	-0,5	-1	-2	-2,5



Proba nr.	P1	P2	P3	P4	
0.05 < d < 0.25 mm	13	41	20	31	% nisip fin
0.25 < d < 0.50 mm	14	24	15	17	% nisip mijlociu
0.50 < d < 2 mm	44	35	55	45	% nisip mare
2 < d < 20 mm	29		10	7	% pietriș

Fig. 4.2. Stratificația terenului în poligonul Micălaca – Arad

Piloții s-au turnat în 15.08.2002 și din buletinul de analiză al betonului rezultă o rezistență la compresiune  $R_c^{28z}=17,4 \text{ N/mm}^2$

Conform programului de încercări stabilit, am încărcat pilotul cu un lest de 40 to și prin intermediul unei pompe hidraulice de 150 tone am încărcat în trepte astfel:

a) *la pilotul singur* treptele de încărcare au fost de 20 bar; 40 bar; 60 bar; 80 bar; 90 bar; iar cele de descărcare 50 bar; 0 bar.

Rezultatele obținute sunt prezentate în tabelul 4.1.

b) *în cazul celor doi piloți legați cu un radier*, lestul a fost de cca 120 to iar treptele de încărcare au fost de 40 bar; 80 bar; 120 bar; 160 bar; 200 bar; 240 bar și 280 bar, iar cele de descărcare de 200 bar; 120 bar; 40 bar și 0 bar.

Rezultatele obținute sunt cele prezentate în tabelul 4.2.

Tabelul 4.1.

Înregistrări la încercarea statică la compresiune cu forțe verticale a pilotului scurt forat nr. 1

Obiect: încercări experimentale în poligonul Micălaca Arad

Dimensiunile pilotului scurt: lungimea 2,50 m; diametrul  $\varnothing$  50 cm

Nr. crt.	Data	Ora minutul	Încărcarea pe pilot [bar]	Indicațiile aparatelor			
				Ap. nr. 1	Ap. nr. 2	Ap. nr. 3	Ap. nr. 4
	ÎNCĂRCARE						
1	12 mai 2003	12.10	20 bar	2,5	9,5	3	8,5
2	12 mai 2003	12.25	20 bar	3	10,5	4	9,5
3	12 mai 2003	13.10	20 bar	3	10,5	4	9,5
4	12 mai 2003	13.10	40 bar	10	19	11,5	17
5	12 mai 2003	13.25	40 bar	13	22	14	20
6	12 mai 2003	13.40	40 bar	16	24,5	17	22
7	12 mai 2003	13.55	40 bar	17	25,5	17,5	23
8	12 mai 2003	14.10	40 bar	18	26	18,5	24

9	12 mai 2003	14.40	40 bar	19	27	19,5	25
10	12 mai 2003	15.10	40 bar	19	27	20	25
11	12 mai 2003	15.40	40 bar	19,5	27,5	20,5	25,5
12	12 mai 2003	17.10	40 bar	20	28	20,5	25,5
13	12 mai 2003	17.10	60 bar	34,5	43,5	36,5	42
14	12 mai 2003	17.25	60 bar	46	54,5	47	53
15	12 mai 2003	17.40	60 bar	48,5	56,5	49	55
16	12 mai 2003	17.55	60 bar	51,5	59,5	52	58
17	12 mai 2003	18.10	60 bar	53,5	61	54	60
18	12 mai 2003	18.40	60 bar	58	66	58	65
19	12 mai 2003	19.10	60 bar	60	67,5	60	66
20	12 mai 2003	19.40	60 bar	62	69	62,5	68,5
21	12 mai 2003	20.10	60 bar	63,5	70,5	63,5	69,5
22	12 mai 2003	20.40	60 bar	65	72	65,5	71
23	12 mai 2003	22.10	60 bar	66	73	66	72
24	12 mai 2003	22.10	80 bar	82	90	82	89
25	12 mai 2003	22.25	80 bar	87	95	86	94
26	12 mai 2003	22.40	80 bar	93	100	92	99
27	12 mai 2003	22.55	80 bar	94	101	94	100
28	12 mai 2003	23.10	80 bar	111	118	110	116
29	12 mai 2003	23.40	80 bar	122	129	121,5	127,5
30	13 mai 2003	00.10	80 bar	127	133	126	132,5
31	13 mai 2003	00.40	80 bar	129	136,5	129	135
32	13 mai 2003	01.10	80 bar	131	137	129	136
33	13 mai 2003	02.40	80 bar	131,5	137	129	136,5
34	13 mai 2003	02.40	90 bar	165	169	162	170
35	13 mai 2003	02.55	90 bar	171	175	168	176
36	13 mai 2003	03.10	90 bar	174	178	172	180

37	13 mai 2003	03.25	90 bar	186,5	190	183	192
38	13 mai 2003	03.40	90 bar	226	229	221	229
39	13 mai 2003	04.10	90 bar	230	233	225	234
40	13 mai 2003	04.40	90 bar	231,5	234,5	226,5	235
41	13 mai 2003	05.10	90 bar	233	236,5	228,5	236,5
42	13 mai 2003	06.40	90 bar	233	236,5	228,5	236,5
	DESCĂRCARE						
1	13 mai 2003	06.40	50 bar	233	236,5	228,5	236,5
2	13 mai 2003	05.55	50 bar	229,5	229,5	223,5	229,5
3	13 mai 2003	07.10	50 bar	227	228	222	228,5
4	13 mai 2003	08.10	50 bar	227	228	222	228,5
5	13 mai 2003	08.10	0 bar	214	209	208	203
6	13 mai 2003	08.25	0 bar	209	205	203	199
7	13 mai 2003	08.40	0bar	206,5	203,5	202	197
8	13 mai 2003	09.10	0bar	206	202	200,5	196,5
9	13 mai 2003	09.25	0bar	206	202	200	196
10	13 mai 2003	09.40	0bar	205,5	202	200	195,5
11	13 mai 2003	10.10	0bar	205,5	201,5	200	195,5

## Înregistrări la încercarea statică la compresiune cu forțe verticale la piloții scurți forai nr.2

Obiect: încercări experimentale în poligonul Micălaca Arad – 2 piloți

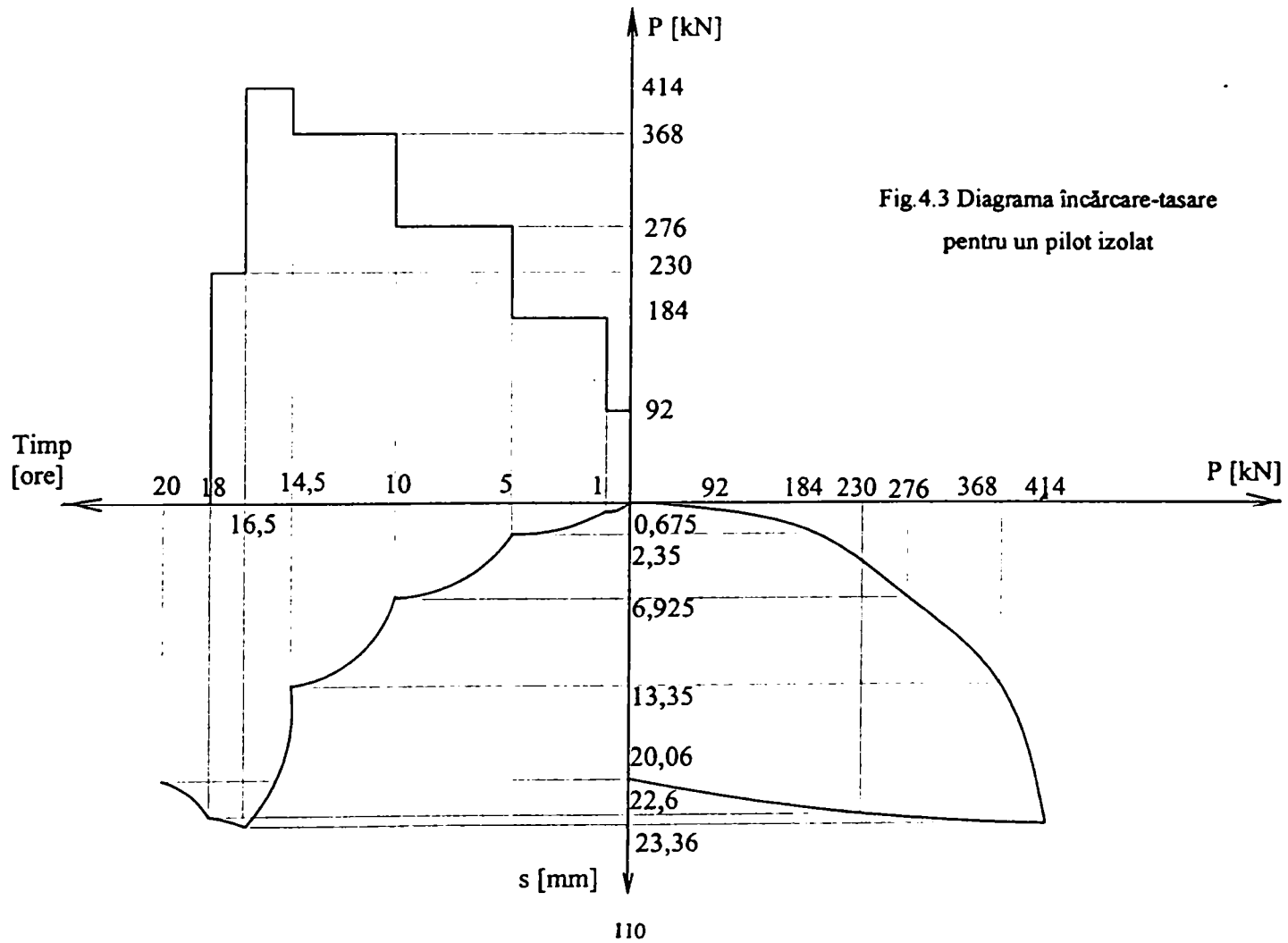
Dimensiunile pilotului scurt: lungimea 2,50 m; diametrul  $\varnothing$  50 cm

Nr. crt.	Data	Ora minutul	Încărcarea pe pilot [bar]	Indicațiile aparatelor			
				Ap. nr. 1	Ap. nr. 2	Ap. nr. 3	Ap. nr. 4
	ÎNCĂRCARE						
1	4 iunie 2003	10.30	40 bar	12	12	12	15
2	4 iunie 2003	10.45	40 bar	14	14	13,5	15
3	4 iunie 2003	11.30	40 bar	14	14	14	15
4	4 iunie 2003	11.30	80 bar	25	25	24,5	23,5
5	4 iunie 2003	11.45	80 bar	27	27	26	26
6	4 iunie 2003	12.00	80 bar	27,5	28	27	26,5
7	4 iunie 2003	12.15	80 bar	29	29	28	28
8	4 iunie 2003	13.30	80 bar	29	29	28	28
9	4 iunie 2003	13.30	120 bar	41	42	42	41
10	4 iunie 2003	13.45	120 bar	49	50	49	49
11	4 iunie 2003	14.00	120 bar	51	51	50	50
12	4 iunie 2003	14.15	120 bar	51	52	51	50
13	4 iunie 2003	15.30	120 bar	51	52	51	50
14	4 iunie 2003	15.30	160 bar	62	63	63,5	62,5
15	4 iunie 2003	15.45	160 bar	71	72	73	71
16	4 iunie 2003	16.15	160 bar	72	74	74,5	73
17	4 iunie 2003	17.30	160 bar	73	74	74,5	73
18	4 iunie 2003	17.30	200 bar	86	87	88	86
19	4 iunie 2003	17.45	200 bar	97	98	98	96
20	4 iunie 2003	18.00	200 bar	104	105	105	103
21	4 iunie 2003	18.15	200 bar	105	106	106,5	104

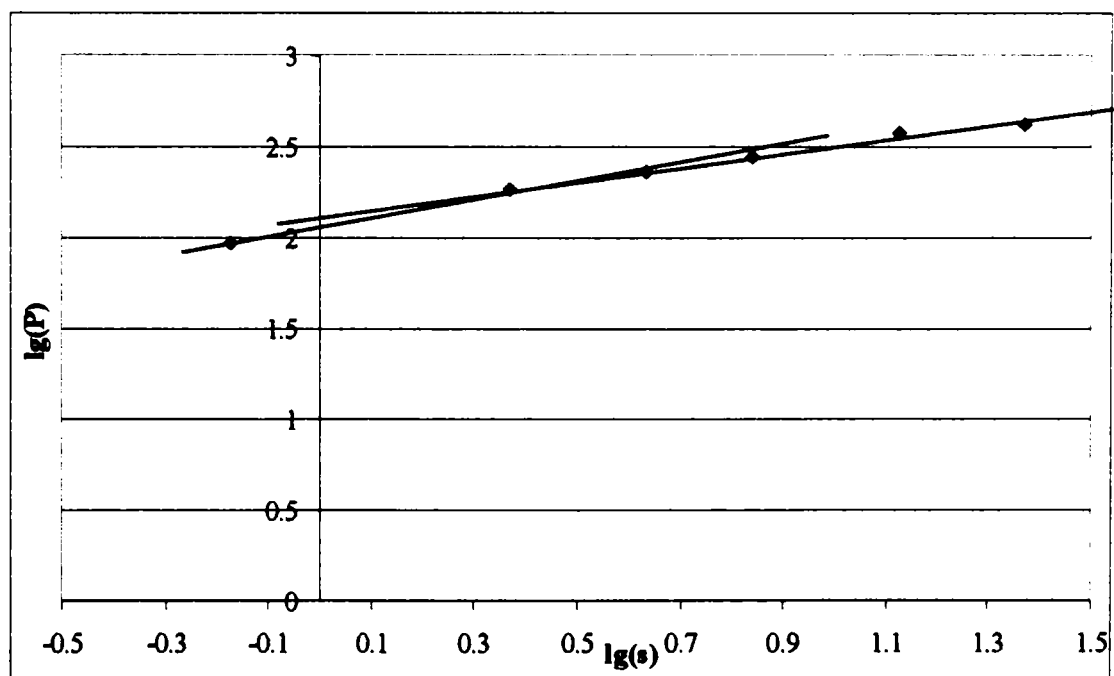
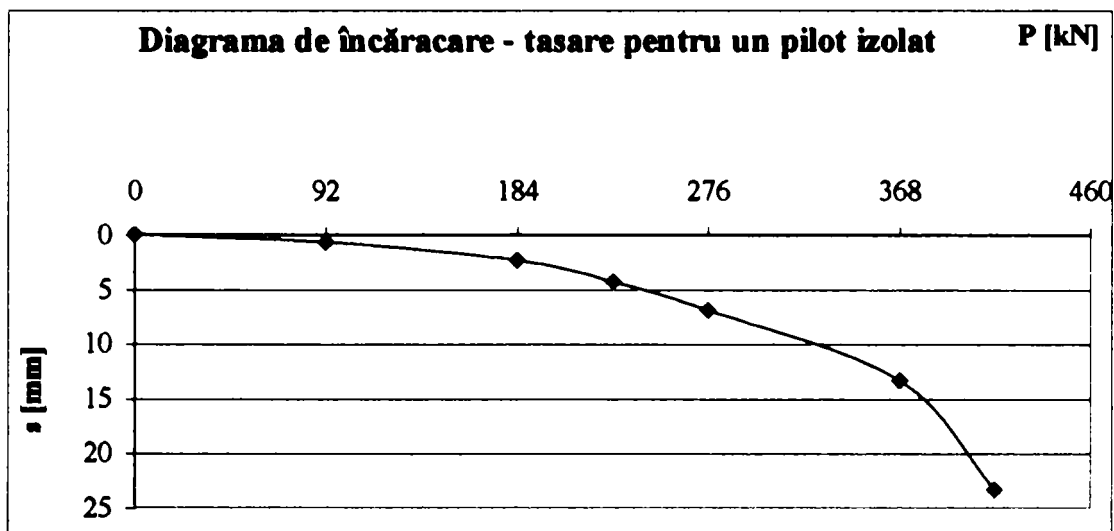
22	4 iunie 2003	18.30	200 bar	106	107	108	106
23	4 iunie 2003	19.00	200 bar	107	108	109	106
24	4 iunie 2003	20.30	200 bar	107	108	109	106
25	4 iunie 2003	20.30	240 bar	124	125	125	122,5
26	4 iunie 2003	20.45	240 bar	137	137	137	134
27	4 iunie 2003	21.00	240 bar	145	144	145	141
28	4 iunie 2003	21.15	240 bar	151	150	150	148
29	4 iunie 2003	21.30	240 bar	152	151	150	148
30	4 iunie 2003	22.30	240 bar	152	151	150	148
31	4 iunie 2003	22.30	280 bar	160	158	157	154
32	4 iunie 2003	22.45	280 bar	172	169	168,5	166
33	4 iunie 2003	23.00	280 bar	173	170	170	167
34	4 iunie 2003	23.30	280 bar	175	172	172	168
35	4 iunie 2003	24.00	280 bar	175	172	172	169
36	5 iunie 2003	01.00	280 bar	175	172	172	169
	DESCĂRCARE						
1	5 iunie 2003	01.00	200 bar	174,5	171	171	167
2	5 iunie 2003	01.15	200 bar	169	166	166	163
3	5 iunie 2003	02.00	200 bar	169	166	166	163
4	5 iunie 2003	02.00	120 bar	146	145	146	143
5	5 iunie 2003	02.15	120 bar	144	143	143	142
6	5 iunie 2003	02.30	120 bar	143	141	141	141
7	5 iunie 2003	03.30	120 bar	143	141	141	141
8	5 iunie 2003	03.30	40 bar	126	125	125	129
9	5 iunie 2003	03.45	40 bar	118	117	119	118
10	5 iunie 2003	04.30	40 bar	118	117	119	118
11	5 iunie 2003	04.30	0 bar	109	108	107	109
12	5 iunie 2003	04.45	0 bar	107	106	104	108



13	5 iunie 2003	05.00	0 bar	106	106	104	107
14	5 iunie 2003	05.30	0 bar	106	105	103	106
15	5 iunie 2003	05.45	0 bar	105	105	103	106
16	5 iunie 2003	06.30	0 bar	105	105	103	106



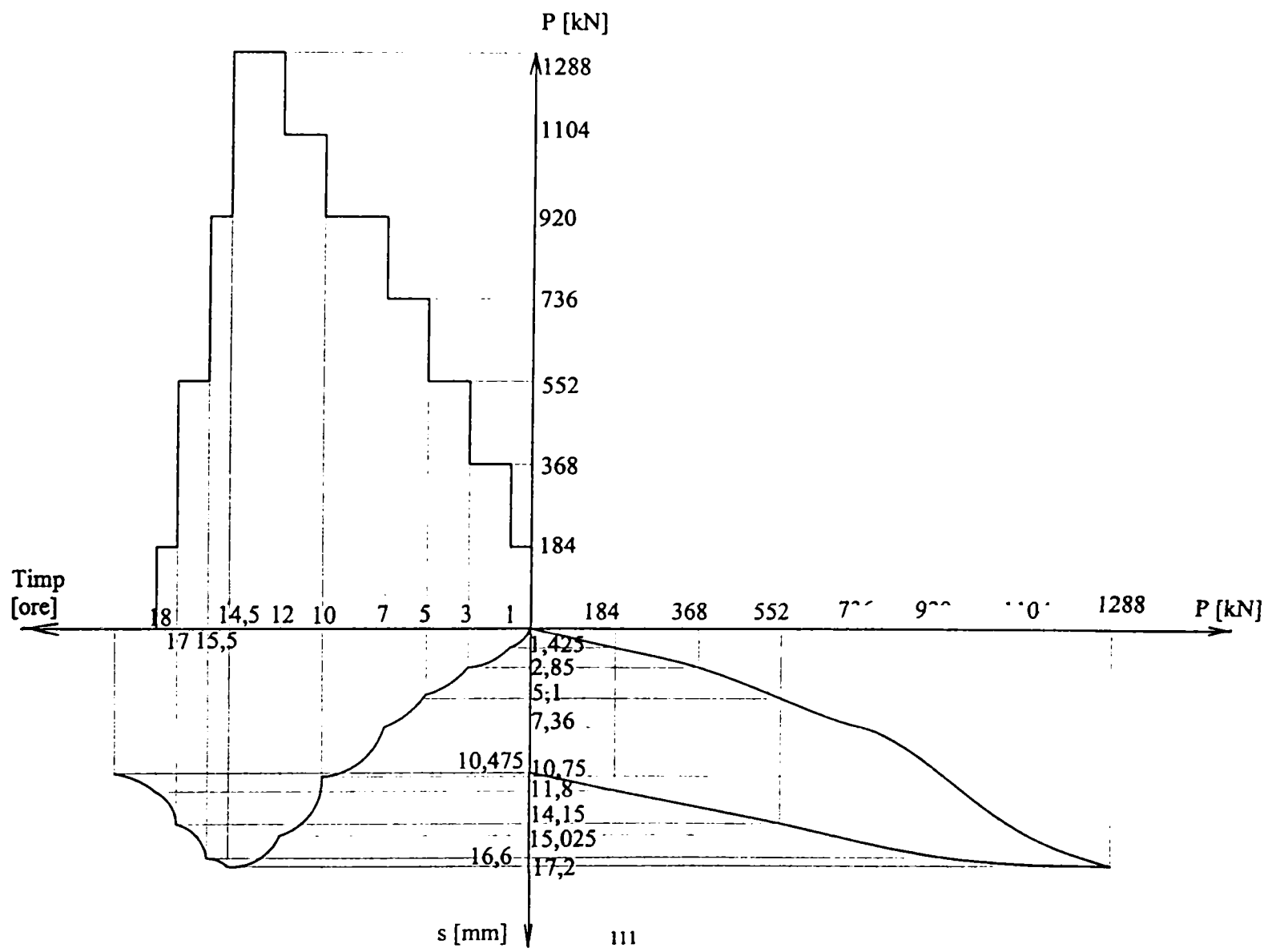
a) prelucrarea normală a rezultatelor experimentale



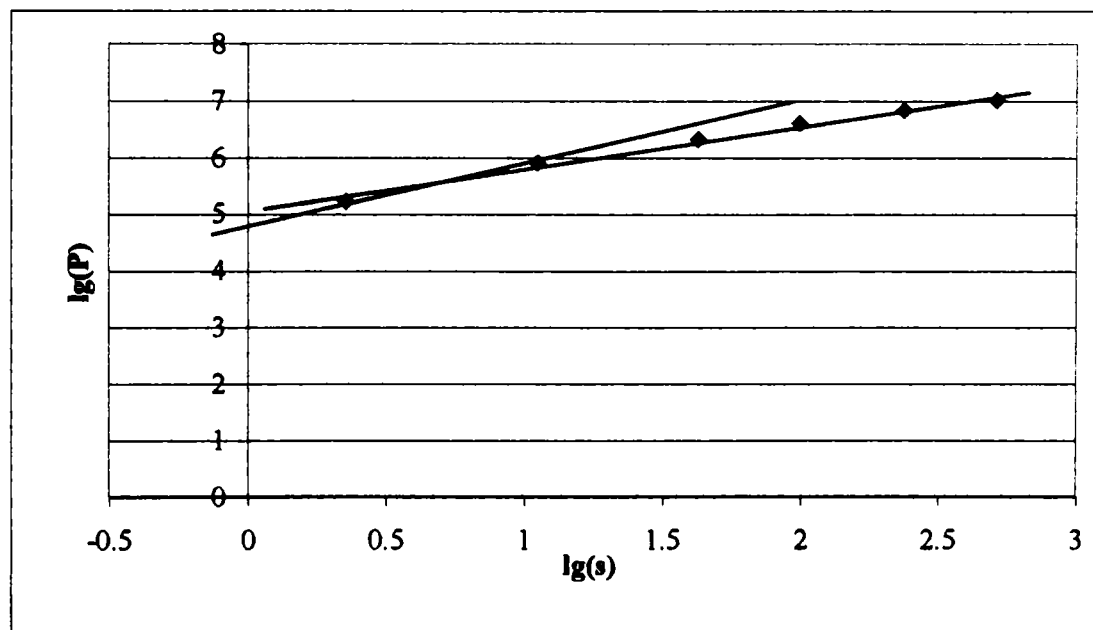
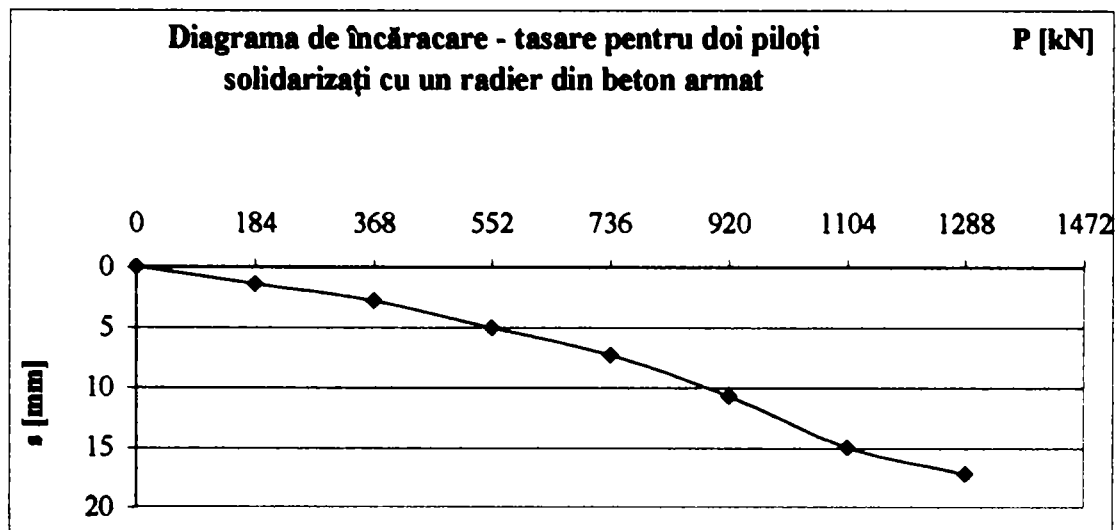
b) prelucrarea logaritmică a rezultatelor experimentale

Fig.4.3 Diagrama încărcare-tasare pentru un pilot izolat

$\varnothing = 50 \text{ cm}, l = 2,50\text{m}$



a) prelucrarea normală a rezultatelor experimentale



b) prelucrarea logaritmică a rezultatelor experimentale

Fig.4.4. Diagrama încărcare-tasare pentru doi piloți solidarizați cu un radier din beton armat

$\varnothing = 0.50\text{m}$ ,  $l = 2,50\text{m}$

Pentru fiecare încercare de probă la sarcini statice verticale s-au folosit câte patru microcomparatoare cu precizia de 0,01mm, pentru măsurarea tasărilor de sub treptele de încărcare.

Rezultatele încercărilor sunt prezentate în tabelele 4.1, 4.2 și în figurile 4.3, 4.4.

Din analiza diagramelor de încărcare-tasare – fig. 4.3 și 4.4 –rezultă că în timpul încărcării, pe măsura creșterii sarcinii aplicate, piloții au parcurs mai multe etape de comportare, după cum urmează:

- o primă etapă până în jurul valorii de 200kN la pilotul izolat și circa 700kN la grupul format din doi piloți solidarizați cu un radier din beton armat, când s-a produs mobilizarea frecării pe suprafața laterală;

- o a doua etapă până în jurul valorii de 400kN la pilotul izolat și circa 1000kN la grupul format din doi piloți solidarizați la partea superioară cu un radier din beton armat, în cuprinsul căreia piloții încep să lucreze pe vârf, înregistrând tasări progresive în funcție de sarcina aplicată.

Se menționează că în cazul pilotului izolat, tasarea maximă stabilizată a fost de 23,36mm, descărcarea s-a făcut în trepte stabilizate, tasarea remanentă fiind de 22,6mm. În cazul grupului format din doi piloți solidarizați la partea superioară cu un radier din beton armat, tasarea maximă stabilizată a fost de 17,2mm, după descărcare, tasarea remanentă fiind de 10,47mm.

Se constată o comportare foarte bună sub încărcări atât a pilotului izolat cât și a grupului de doi piloți solidarizați la partea superioară cu un radier din beton armat.

Deoarece autorul nu a dispus de leștul necesar, piloții nu au putut fi duși până la rupere, determinându-se din curbele P-s capacitățile portante aferente unor tasări admise de suprastructură de 1cm și 1,5cm, rezultând:

- *pentru 1cm de tasare*
  - pilotul izolat 324.80kN
  - grupul de doi piloți 879kN
- *pentru 1,5cm de tasare*

- pilotul izolat 384kN
- grupul de doi piloți 918.90kN.

În conformitate cu STAS 2561/3-90 se poate considera încărcarea critică de 414kN la pilotul singur și 1288kN la grupul de piloți. Rezultă:

- pilotul izolat:  $R = k \cdot m \cdot P_{cr}$ ;  $R = 0,7 \cdot 1,0 \cdot 414 = 289,80\text{kN}$ ;
- grupul de doi piloți solidarizați la partea superioară cu un radier din beton armat:  $R = k \cdot m \cdot P_{cr}$ ;  $R = 0,7 \cdot 1,0 \cdot 1288 = 901,60\text{kN}$ .

În figurile 4.3. și 4.4. diagramele de încărcare - tasare sunt prezentate prin prelucrare normală și logaritmică; din prelucrarea logaritmică a rezultatelor se poate determina momentul în care intră în acțiune vârful pilotului, ceea ce nu înseamnă că în acel timp s-a epuizat capacitatea portantă pe suprafața laterală.

În literatura de specialitate [36] sunt prezentate diferite recomandări pentru stabilirea capacității portante de calcul, luându-se ca bază una dintre valorile:  $P_{cr}$  corespunzător ruperii;  $P_{1,0\text{cm}}$  – încărcarea la tasarea de 1,0cm;  $P_{2,5\text{cm}}$  – încărcarea la tasarea de 2,5cm și  $P_1$  – valoarea aferentă variației liniare dintre încărcare și tasare. La aceste valori se aplică coeficienți de siguranță diferiți. Valoarea admisă a capacității portante va fi:

$$R = P_{cr} / 2,5 ; \quad R = P_{2,5\text{cm}} / 2 ; \quad R = P_{1,0\text{cm}} / 1,5 ; \quad R = \frac{3}{4} P_1 .$$

Utilizarea încărcărilor statice de probă la stabilirea capacității portante conduce la rezultate foarte bune, dar sunt costisitoare, ceea ce face ca folosirea lor să se rezume la un număr redus de piloți (aproximativ 1% din numărul total de piloți prevăzut pentru o construcție), numărul încercărilor fiind mai mare în cazul profilelor geologice variabile.

Stabilirea capacității portante (încărcări admise) a unui pilot izolat, precum și a celorlalte mărimi caracteristice de portanță (încărcarea de rupere, respectiv încărcarea critică), nu se efectuează unitar în toate țările.

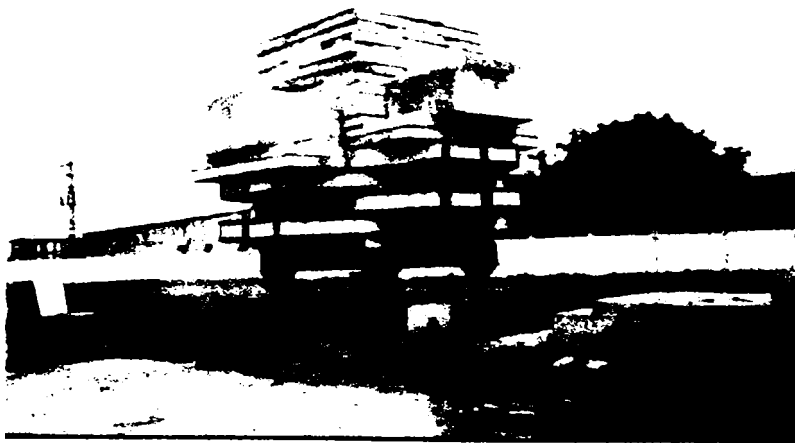
În cele ce urmează voi prezenta câteva fotografii de la realizarea experimentală a piloților scurți forajați din baza Micalaca Arad (fig. 4.5.)

Se poate observa gaura forată a pilotului individual, un plan general cu pilotul individual și cei doi piloți solidarizați cu un radier din beton armat pregătiți pentru

încercare. Se pot vedea etapele încărcării statice de probă și apariția fisurilor în radierul de beton armat.



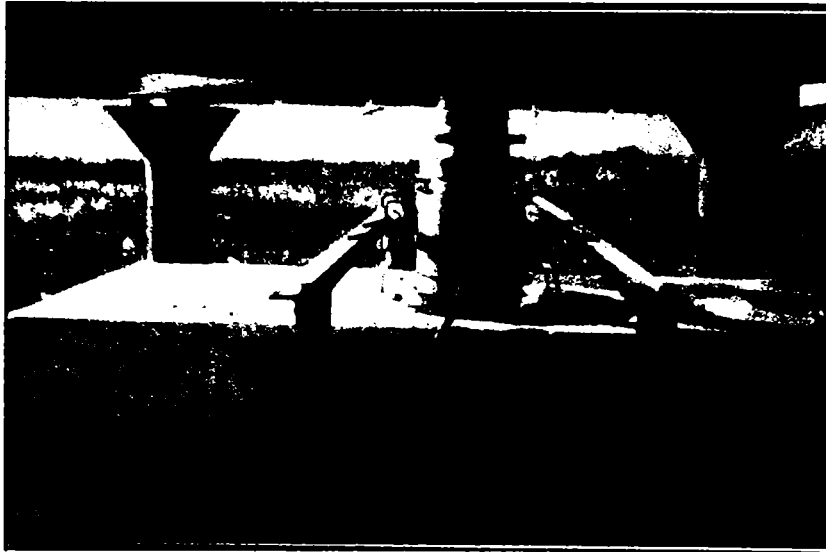
Foraj pentru pilotul singur



Ansamblu piloți și lestarea celor doi piloți solidarizați cu radier din beton armat



Aspecte de la executarea încercării statice de probă



**Aspecte de la executarea încercării statice de probă**



**Apariția microfisurilor în radierul de beton armat  
de la cei doi piloți**

**Fig.4.5. Lucrare experimentală în Poligonul Micălaca Arad**



## **4.2. Lucrări executate pe piloți scurți forăți cu tractorul universal TIH – 445 DH**

După turnarea și încercarea piloților experimentali din Poligonul Micălaca, la momentul redactării acestei lucrări, sunt realizate următoarele investiții (în ordine cronologică) pe piloți scurți forăți cu tractorul universal TIH – 445 DH:

- Zid antifoc – depozite Hala IV Continental Timișoara;
- Hală depozitare Globus Internațional Arad;
- Hală producție DELPHI Ineu, jud. Arad;
- Showroom auto și service OPEL, Calea Timișorii nr. 128 – 130, Arad.

Voi încerca, în cele ce urmează, să fac o prezentare a modului de realizare a fundațiilor pe piloți scurți forăți la lucrările de mai sus și apoi să încerc o concluzie comună.

### **4.2.1. Zid antifoc Hala IV Continental Timișoara**

Hala IV este amplasată în incinta fabricii de anvelope Continental Automotive Products Timișoara, componentă a concernului german Continental.

Fabrica de anvelope Continental Automotive Products Timișoara este amplasată în incinta fostelor Uzine Mecanice Timișoara (UMT) situată în Zona Pădurea Verde, pe strada Avram Imbroane din Municipiul Timișoara.

Așa cum rezultă din proiectul nr. 68/2001 **Studiul geotehnic (anexa 1)** elaborat de **P.F. Dr.ing.Păunescu Marin**, terenul are o suprafață plană fiind situat în Depresiunea Panonică a câmpiei joase Timiș – Bega.

Din punct de vedere a stratificației terenului, acesta este un complex aluvionar datorat apelor curgătoare care au transportat și depus particule fine din diverse roci, prafuri și nisipuri, asanarea lor conducând la un teren foarte eterogen pe distanțe scurte. Pe amplasamentul halei, terenul are următoarea stratificație:

- până la – 1,50 m umplutură de pământ prăfos de culoare neagră, eterogen, urmat de praf argilos galben, cu indicele de consistență ridicat ( $I_c > 0,70$ );

- de la - 1,50 m la -3,00 m argilă prăfoasă galbenă, spre bază vânătă, cu calcar și oxizi cu proprietăți de contracție – umflare ( $I_c=0,84\div 0,70$ );
- de la -3,00 m la -6,00 m crește fracțiunea de argilă spre bază obținând o argilă grasă , plastic consistentă.

Stratificația terenului este prezentată în fig. 4.6.

Apa subterană a fost interceptată la -3,50 m ÷ - 3,60 m.

Din analiza sondajelor efectuate și a penetrărilor dinamice cu con s-a stabilit că terenul bun de fundare se găsește între cotele -2,00 m și - 4,50 m și este alcătuit din argilă prăfoasă galbenă cu consistență mare ( $I_c = 0,71 \div 0,84$ ).

Fundarea directă se poate face la cota minimă  $D_{min} = 2,00$  m.

Pentru calculul terenului de fundare în gruparea fundamentală de încărcări, conform STAS 3300/2-85, anexa B, se poate adopta o presiune convențională de bază (pentru  $B = 1,0$  m și  $D = 2,0$  m)  $\bar{p}_{conv} = 250$  kPa.

Adâncimea minimă de îngheț conform STAS 6054-77 este de 0,70 m.

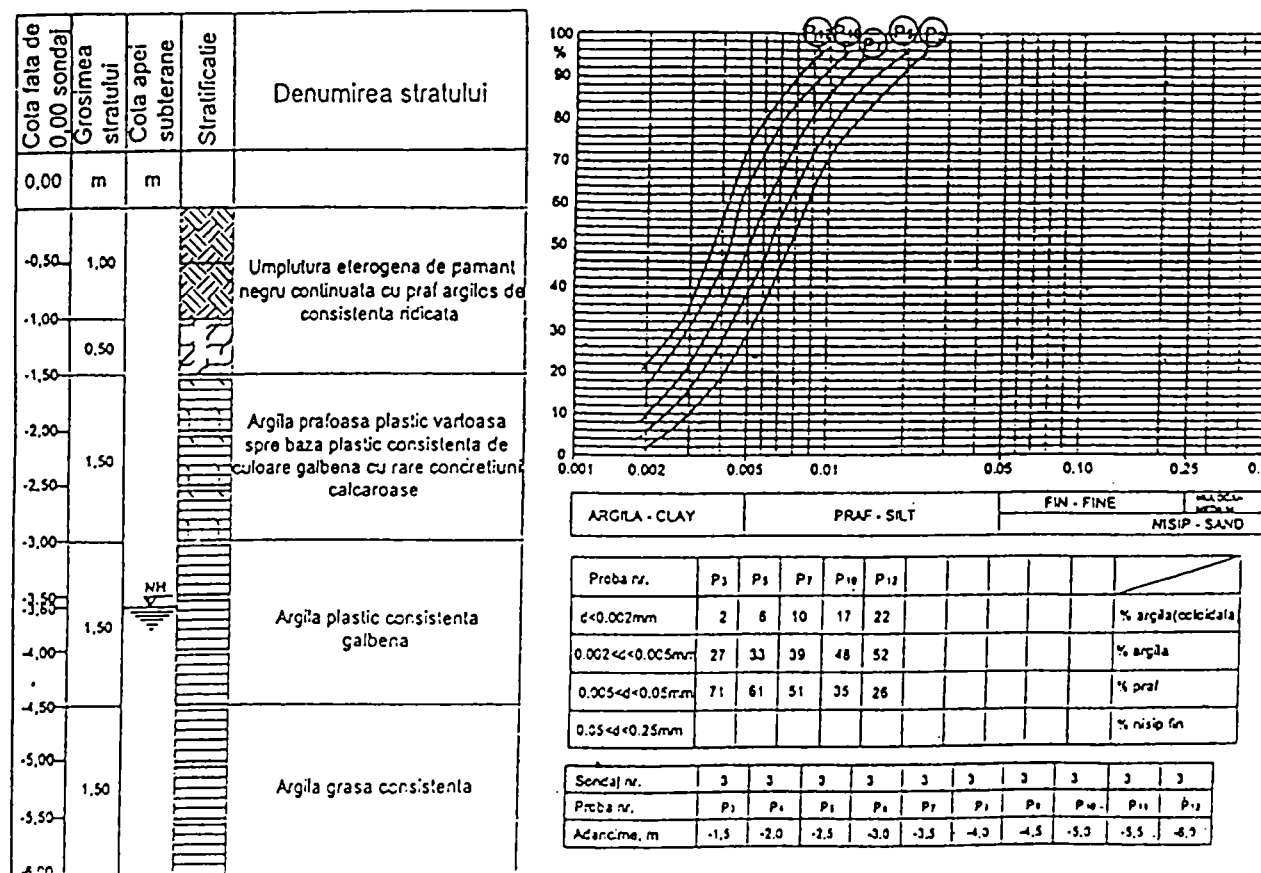


Fig. 4.6. Stratificația terenului la Continental Timișoara

Hala IV – etapa a II-a este un depozit pentru anvelope având dimensiunile în plan de 139,65 m x 36,45 m și înălțimea la streășină de 9,0 m, fiind situată în partea de nord – vest a fabricii de anvelope Continental Automotive Products Timișoara.

Hala este realizată pe o structură din beton armat cu acoperiș metalic. Stâlpii din beton armat au fost prefabricați pe șantier, iar fundațiile pahar au fost turnate la fața locului.

Soluția inițială pentru peretele antifoc a fost de grindă continuă monolită sub zidărie de B.C.A.

Datorită întârzierilor în eliberarea amplasamentului, a bogatei rețele subterane descoperite pe parcursul execuției lucrărilor, a blocurilor de fundații de la halele inițiale, a perioadei de timp friguros, termenul de finalizare a lucrării era compromis. Beneficiarul, nedorind acest lucru, a impus finalizarea în termen a lucrării în prețul contractat și la aceeași parametrii calitativi.

Una dintre soluțiile care s-a impus pentru realizarea în termen a investiției a fost fundarea pe piloți scurți forăți cu tractorul universal TIH – 445 DH.

Construcția se încadrează în zona de seismicitate D cu  $T_c = 1,0$  sec și  $k_s = 0,16$ , categoria de importanță C, clasa de importanță III.

Din tema de proiectare dată de beneficiar au rezultat încărcările de calcul și s-a făcut dimensionarea fundațiilor halei și a fundațiilor zidului antifoc.

În varianta inițială, sub zidul antifoc de 30 cm realizat din B.C.A. s-a prevăzut o fundație continuă din beton simplu clasa C 16/20 (B 250) cu lățimea de 0,70 m și înălțimea de 2,05 m, între fundațiile pahar ale stâlpilor (fig.4.8.).

Din motivele arătate mai sus, s-au folosit fundații pe piloți scurți forăți sub grinda de fundație pe lungimea halei, șirul C (fig.4.9.), în lungime de 139,65 m între axele 1 și 20 și pe axele 1 (fig.4.10.) și 20 (fig.4.11.) în lungime de 2 x 36,45 m.

În traveele de 7,35 m existente pe șirul C și în axele 1 și 20, sunt poziționate fundații intermediare pentru rigidizarea zidăriei de BCA, respectiv pentru stâlpii metalici de închidere. Atât grinzile de fundație cât și fundațiile intermediare de pe cei 212 m lungime au fost executate pe piloți scurți forăți cu tractorul universal TIH 445 – DH,

într-un interval de timp aproape egal cu cel necesar pentru efectuarea săpăturilor în cazul fundării directe.

Așa cum se poate observa, în figurile prezentate sunt date dimensiunile în plan ale fundațiilor, dispunerea piloților și modul de amplasare. Modul de realizare a piloților scurți forăți cu tractorul universal TIH 445 – DH este prezentat în continuare.

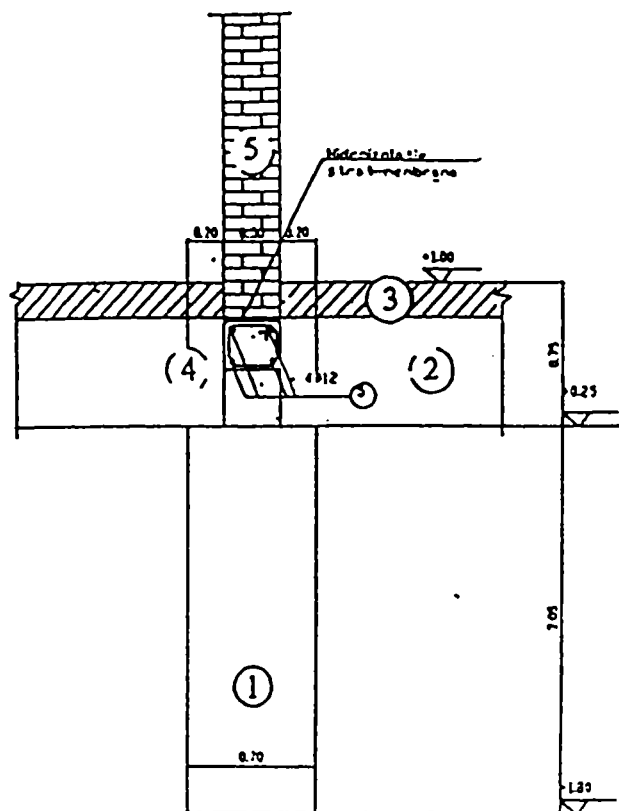


Fig 4.8. Fundație continuă sub ziduri:

- 1- fundație continuă din beton; 2- umplutura; 3-pardoseala;  
4- centura din beton armat; 5- zidarie.

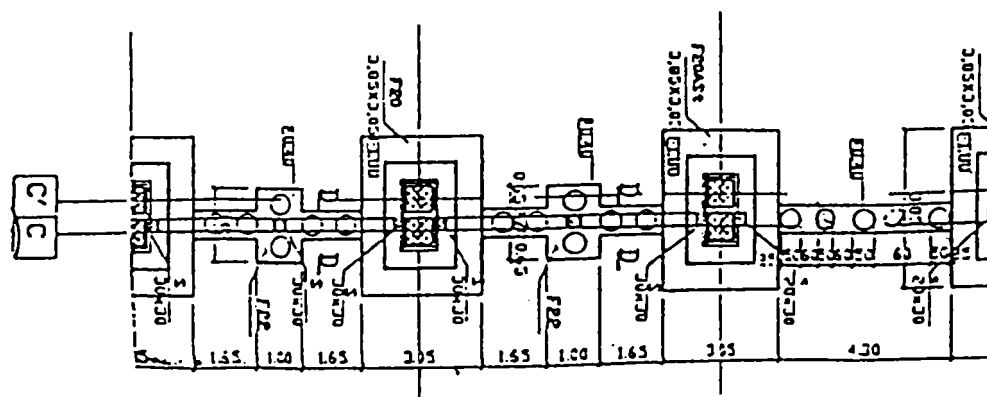


Fig.4.9. Fundații pe piloți scurți forăți pe șirul C

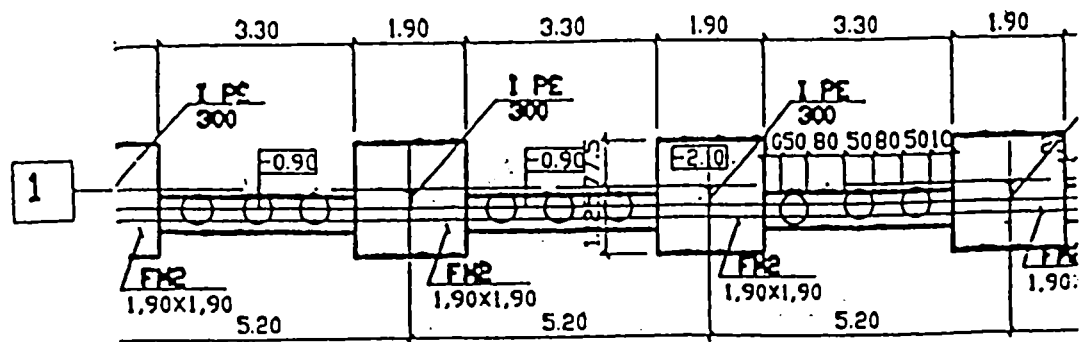


Fig.4.10. Fundații pe piloți scurți forți pe axul 1

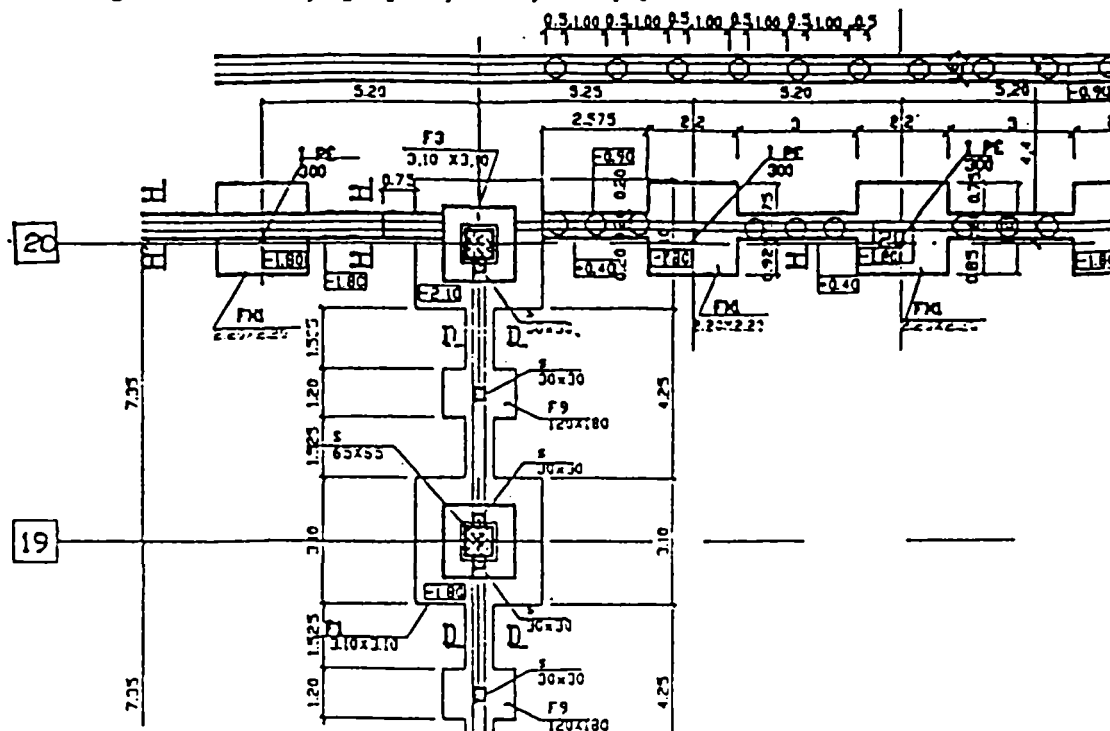


Fig.4.11. Fundații pe piloți scurți forți pe axul 20

Piloții au diametrul de 50 cm și lungimea de 2,50 m (200 bucăți) și au fost executați cu prelungitor la cote cuprinse între - 3,40 m și - 2,10 m din beton clasa C 16/20 - T3 - I - II/AS 32,5/0-31 mm, armați la partea superioară cu bare 4  $\varnothing$  12 PC 52 legate cu etrieri  $\varnothing$  8/15 cm (OB 37) din care 0,70 m se încastrează la partea superioară a pilotului și 0,35 m fac legătura cu armarea grinzii de fundație (fig.4.12.). Piloții scurți forți executați cu tractorul universal. TIH-445DH sunt, în general, solicitați la compresiune, celelalte solicitări fiind neînsemnate.

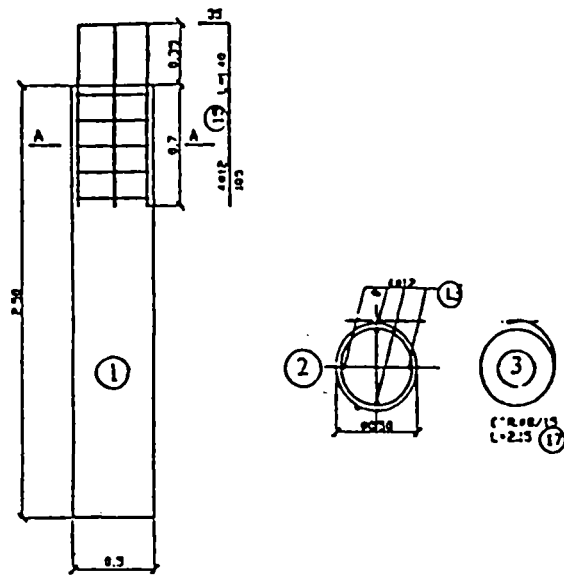


Fig.4.12. Pilot scurt forat din beton armat.

- 1 – pilot scurt forat;  
2 – armătură longitudinală; 3 – etrier.

Pentru a ilustra avantajele piloților scurți forați pe loc cu tractorul universal TIH – 445 DH, voi prezenta câteva detalii de execuție a acestor piloți în diverse locuri din hală și modul de conlucrare a acestora cu suprastructura.

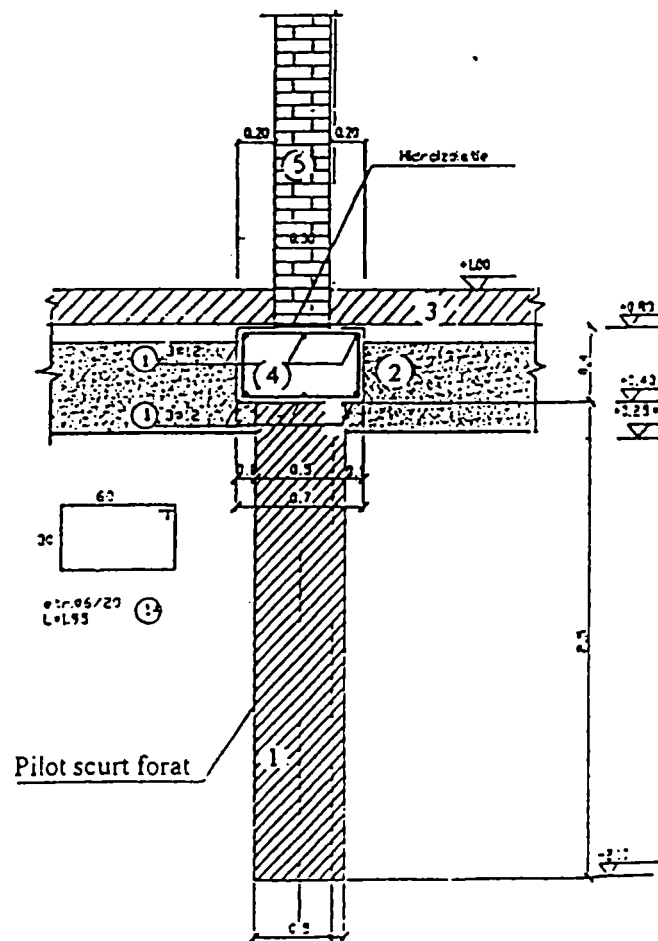


Fig. 4.13. Fundație curentă pe piloți scurți forați

- 1 – pilot scurt forat; 2 – umplutură din piatră spartă; 3 – pardoseală din b.a.;  
4 – grindă de fundație; 5 – zid din B.C.A.

În fig.4.13. este prezentată secțiunea curentă de realizare a piloților scurți forați sub grinda de fundație a zidului antifoc. Se poate observa că se elimină complet săpătura, sprijinirile, cofrarea, umpluturile și compactarea necesare în cazul fundării directe fig.( 4.8.).

În cazul închiderii pe axul 1 a apărut necesitatea rezolvării diferenței de cotă dintre terenul amenajat în curte (CTA) și cota pardoselii finite (fig.4.14.).

Se poate observa că partea de sus a pilotului scurt forat betonat (-0,90 m) se află cu 1,15 m sub cota terenului natural (CTN) și cu 1,90 m sub cota pardoselii finite din hală.

Problema închiderii s-a rezolvat cu două panouri de beton armat în grosime de 20 cm – cel inferior monolit și cel superior prefabricat – peste care s-au montat panourile de închidere tip TRIMO. Legătura dintre pilotul scurt forat și panoul monolit s-a făcut prin intermediul unei centuri din beton armat.

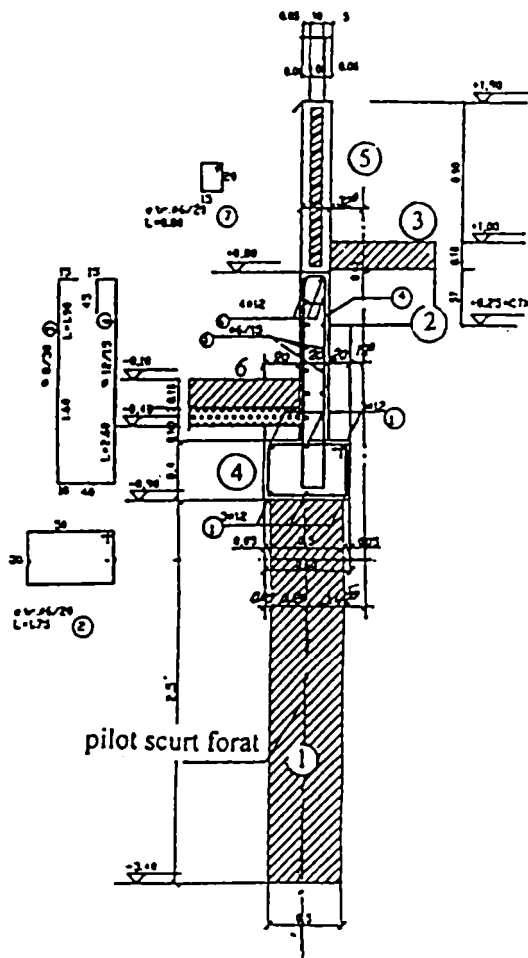


Fig. 4.14. Fundație pe piloți scurți forați în axul 1.

Detalii: 1 – pilot scurt forat; 2 – umplură din piatră spartă;  
3 – pardoseală din b.a.; 4 – grindă de fundație;  
5 – perete prefabricat din b.a.; 6 – trotuar.

La închiderea din axul 20 a apărut o altă problemă legată de vecinătatea căii ferate care deservește depozitul (fig.4.15.). Datorită dimensiunilor de gabarit impuse s-a ales varianta unui șir suplimentar de piloți la limita amplasamentului peste care s-a turnat un zid de sprijin (panou monolit), s-a executat umplutura și s-a turnat placa de beton armat peste care s-au fixat șinele de cale ferată.

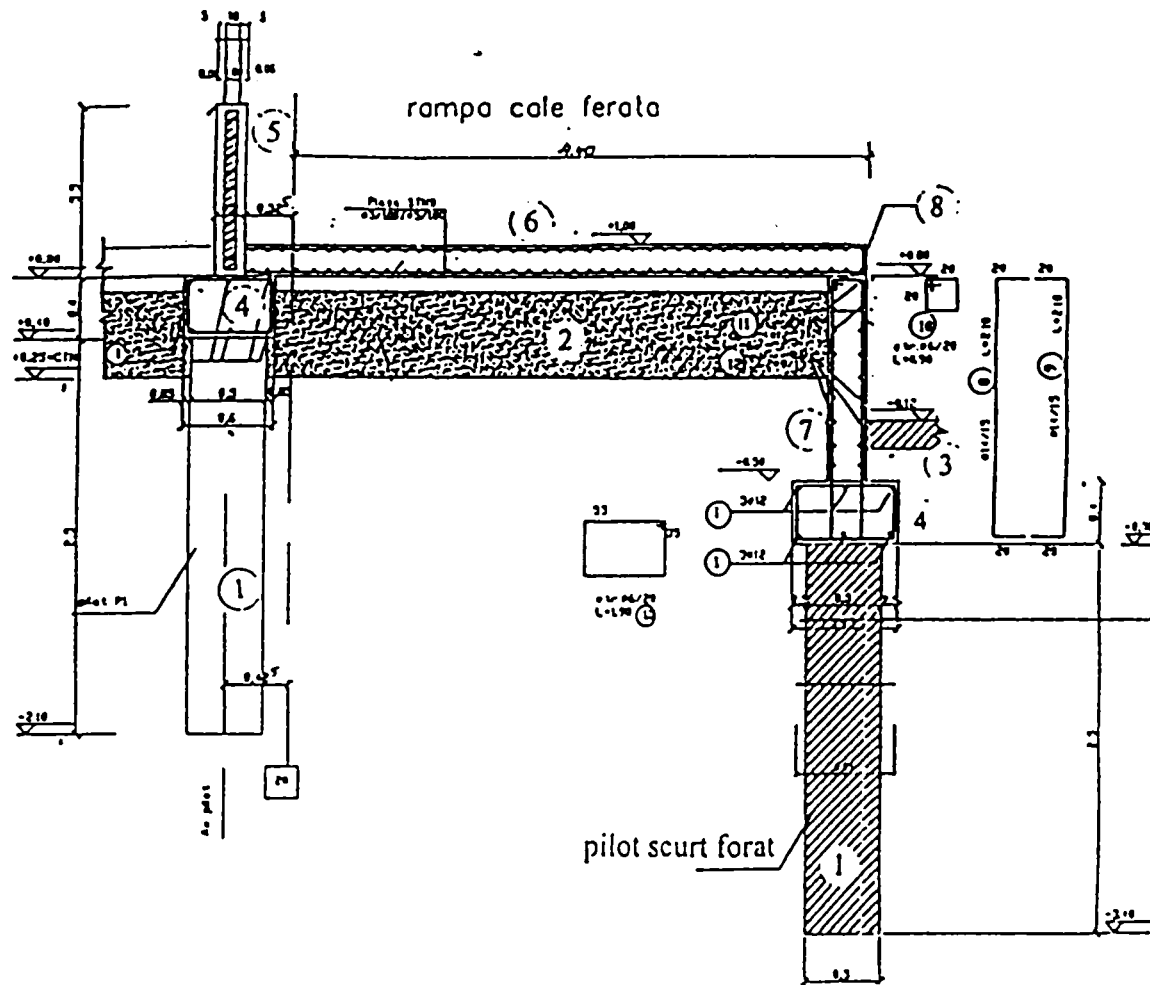


Fig.4.15.Fundație pe piloți scurți forați axul 20. Detalii:

- 1 – pilot scurt forat; 2 – umplură din piatră spartă; 3 – trotuar,  
 4 – grindă de fundație; 5 – perete prefabricat din b.a.; 6 – dală armată sub calea ferată;  
 7 – perete monolit din b.a.; 8 – profil U de protecție

Conlucrarea dintre pilot și radier sau grinda de fundație este asigurată de armătura longitudinală care iese din acesta și se betonează împreună (fig.4.12.). Legătura dintre



grinda de fundație sau radier și elementele de suprastructură este asigurată de mustățile care pornesc din acestea, fie de buloanele de ancoraj sau plăcile metalice înglobate.

În fig. 4.16. este prezentată o fundație pe piloți scurți forajați pentru un stâlp monolit și modul de realizare a conlucrării dintre diversele secțiuni.

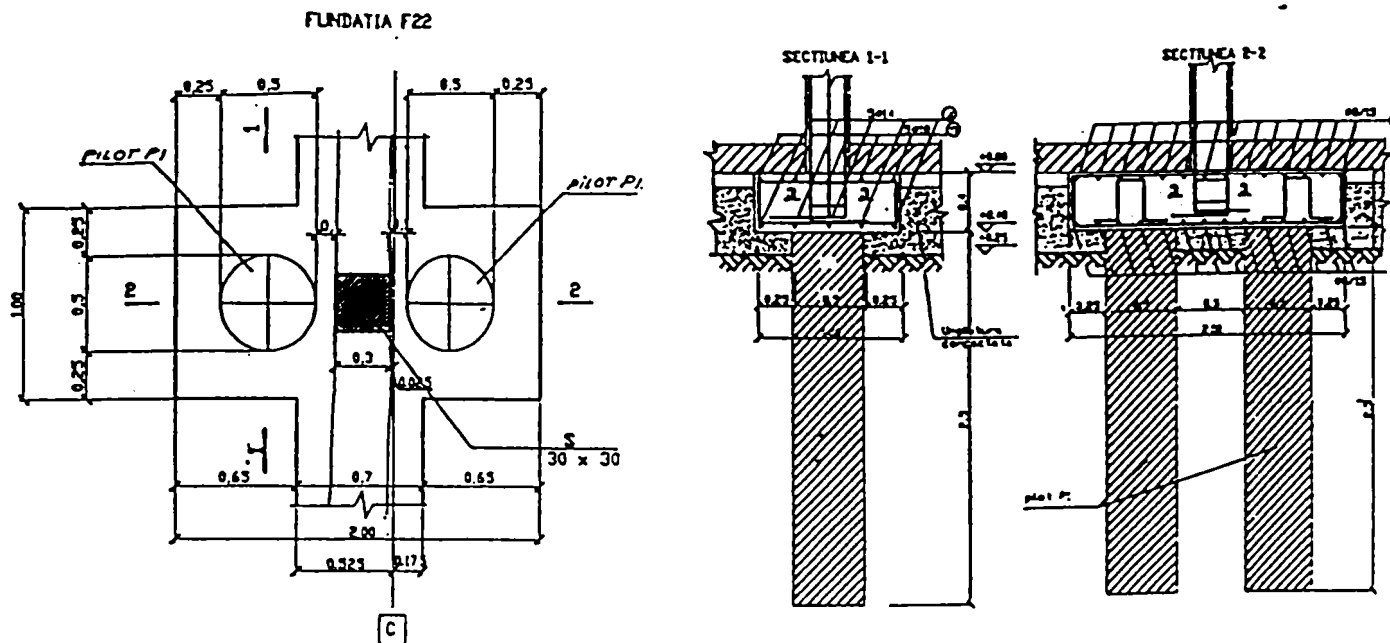


Fig 4.16. Conlucrarea dintre fundația pe piloți scurți forajați și suprastructură. Detalii

Așa cum se poate vedea din detaliile prezentate în figurile de mai sus, modul de realizare a fundațiilor pe piloți scurți forajați cu ajutorul tractorului TIH – 445 DH nu ridică probleme deosebite, au o tehnologie de execuție simplă, rapidă și ieftină, permit rezolvarea eficientă a diverselor probleme care apar prin soluții simple.

Materialele utilizate sunt cele obișnuite pentru lucrările de construcții și nu necesită prelucrări speciale. Fasonarea armăturii și montajul se face la fel ca la fundațiile directe; o atenție sporită trebuie acordată poziționării armăturii în corpul pilotului și – în general – realizării pilotului (poziționare, forare, betonare).

Din analiza comparativă a celor două tipuri de fundare – directă și indirectă – ce puteau fi folosite la zidul antifoc, se pot trage următoarele concluzii (anexa 1):

- analiza s-a făcut pentru o travee de 4,25 m în cazul fundării directe și 4,30 m în cazul fundării pe piloți scurți forți;
- se vede clar că s-au eliminat unele activități: săpătura mecanică cu excavatorul, transportul pământului, cofrarea și decofrarea tălpii fundației, sprijiniri;
- cheltuielile cu materialele, manopera și transportul s-au redus, crescând cheltuielile cu utilajul;
- aplicând aceeași încheiere de deviz, prețul pentru o travee se reduce de la 25.544.901 lei în cazul fundării directe la 17.618.338 lei în cazul fundării pe piloți scurți forți;

În cazul celor 19 travei de pe șirul C, valoarea s-a redus de la 485.353.119 lei la 334.748.422 lei conducând la o economie de 150.604.697 lei sau exprimat în procente o reducere de 32 %.

Dacă luăm în calcul cursul leu/euro: 1 euro = 36.000 lei, atunci valorile de mai sus devin:

- în cazul fundării directe  
485.353.119 lei: 36.000 = 13.482,03 Euro;
- în cazul fundării indirecte  
334.748.422 lei: 36.000 = 9.298,57 Euro;
- economie = 4.183,46 Euro

Dacă analiza se extinde și în cazul manoperei și materialelor, costurile sunt mai reduse în cazul fundării indirecte cu 36 % respectiv 34,5 %.

În contractul amintit, valoarea contractată a fost de 8.869,14 Euro ceea ce a făcut ca doar varianta fundării pe piloți scurți forți să reducă pierderile.

Din cele prezentate mai sus și din anexa 1, se pot trage următoarele concluzii:

- varianta de realizare a fundațiilor pe piloți scurți forți este mai economică;
- se reduce volumul excavațiilor de la 9,0 m<sup>3</sup> la 2,8 m<sup>3</sup>, adică la 32%;

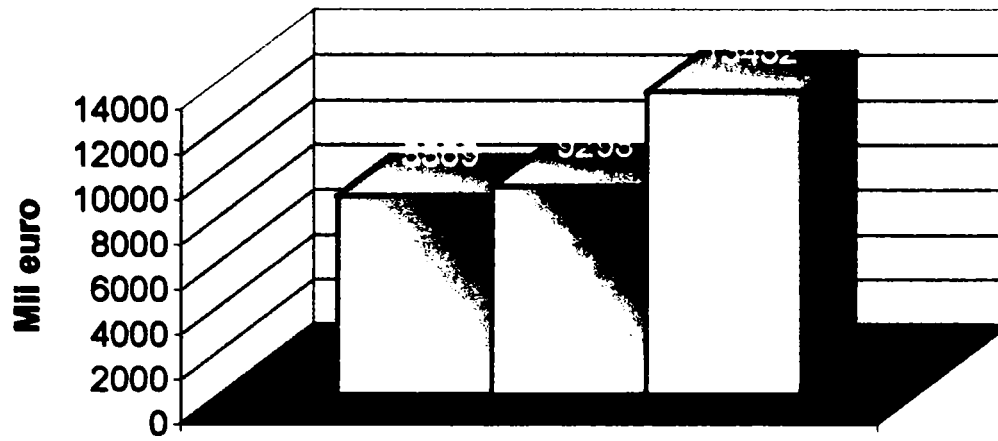
- volumul pământului transportat este de patru ori mai mic;
- suprafața de cofrare se reduce cu 12,00 m<sup>2</sup>, adică la 37%;
- volumul betonului turnat pentru realizarea aceleași grinzi de fundație se reduce de la 8,37 m<sup>3</sup> la 4,80 m<sup>3</sup>, adică la 57% și a transportului de la 20,20 tone la 11,50 tone, adică la 57%;
- în varianta studiată crește cantitatea de armătură deoarece piloții se armează la partea superioară pentru a asigura legătura cu grinda de fundație. Creșterea este de la 134 kg la 162 kg, adică 20,8% în plus.

Dacă săpătura s-ar executa cu taluz sau cu sprijiniri, costurile cresc cu valoarea adusă de cantitatea de pământ excavată și transportată în plus sau cu costul sprijinirilor, cu volumul umpluturilor ce ar trebui realizate.

**În concluzie, varianta de realizare a fundațiilor pe piloți scurți forți executați pe loc cu tractorul universal TIH-445DH aduce importante economii la prețul de cost, scurtează durata de execuție și folosește un utilaj aflat la îndemâna oricărei societăți de construcții.**

În cele ce urmează (fig. 4.17.) se prezintă grafic analiza costurilor în funcție de varianta de fundare și valoarea contractată, dovedindu-se că doar varianta de fundare pe piloți scurți se apropie de valoarea contractată, reușește să reducă pierderile și finalizarea la termen a lucrării. Toate datele prezentate sunt reale și pot fi găsite în contractul investiției.

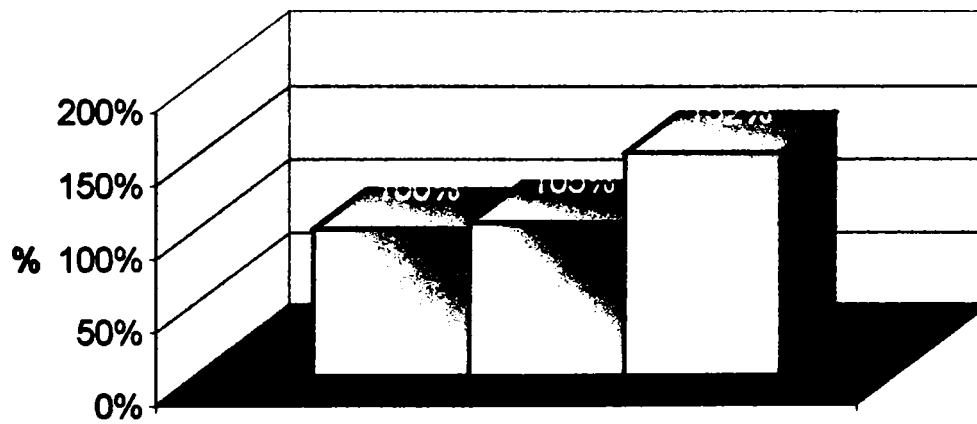
### Analiza costurilor



### Variantă fundare

valoare contract 
  valoare fundare indirectă 
  valoare fundare directă

### Analiza costurilor



### Variantă fundare

valoare contract 
  valoare fundare indirectă 
  valoare fundare directă

Fig.4.17.Situația comparativă a costurilor

#### **4.2.2. Hală depozitare Globus Internațional, Zona Liberă Curtici – Arad, platforma Aeroport Arad**

Hala depozitare mărfuri generale Globus Internațional Arad este amplasată în Zona Liberă Curtici – Arad, platforma Aeroport Arad, pe parcela ½, situată în vestul Municipiului Arad.

Geomorfologic, amplasamentul aparține Câmpiei de vest, terenul este plan cu stabilitatea generală asigurată.

Așa cum este prezentat în **Referatul geotehnic** elaborat de **S.C. GEOPROIECT S.R.L. Arad (anexa 2)**, terenul este alcătuit din aluviuni lacustre și fluviatile reprezentate prin nisipuri și pietrișuri în alternanță cu pământuri argiloase – prăfoase sub care se găsesc argile și nisipuri.

Având în vedere că suprafața cercetată este relativ mică (0,60 ha) se poate aprecia că stratificația terenului este uniformă și are următoarea compoziție:

- până la – 0,60 m (0,70 m) sunt umpluturi;
- de la – 0,60 m (0,70 m) la –1,70 m argilă cafenie sau ruginie plastic vârtoasă cu concrețiuni de calcar (până la –1,40 m) și rare concrețiuni de mangan (până la –1,70 m);
- de la –1,70 m la –2,60 m argilă prăfoasă cafenie cu concrețiuni de calcar și intercalații ruginii, plastic vârtoasă;
- de la –2,60 m la –3,50 m praf argilos cafeniu gălbui cu intercalații cenușii ruginii și concrețiuni de calcar, plastic vârtos;
- de la – 3,50 m la – 4,50 m argilă gălbuie cenușie, plastic vârtoasă, uneori cu intercalații ruginii și nisipoase, cu trecere către un praf argilos – nisipos, gălbui – cenușiu, plastic vârtos.

Stratificația terenului este prezentată în fig. 4.18.

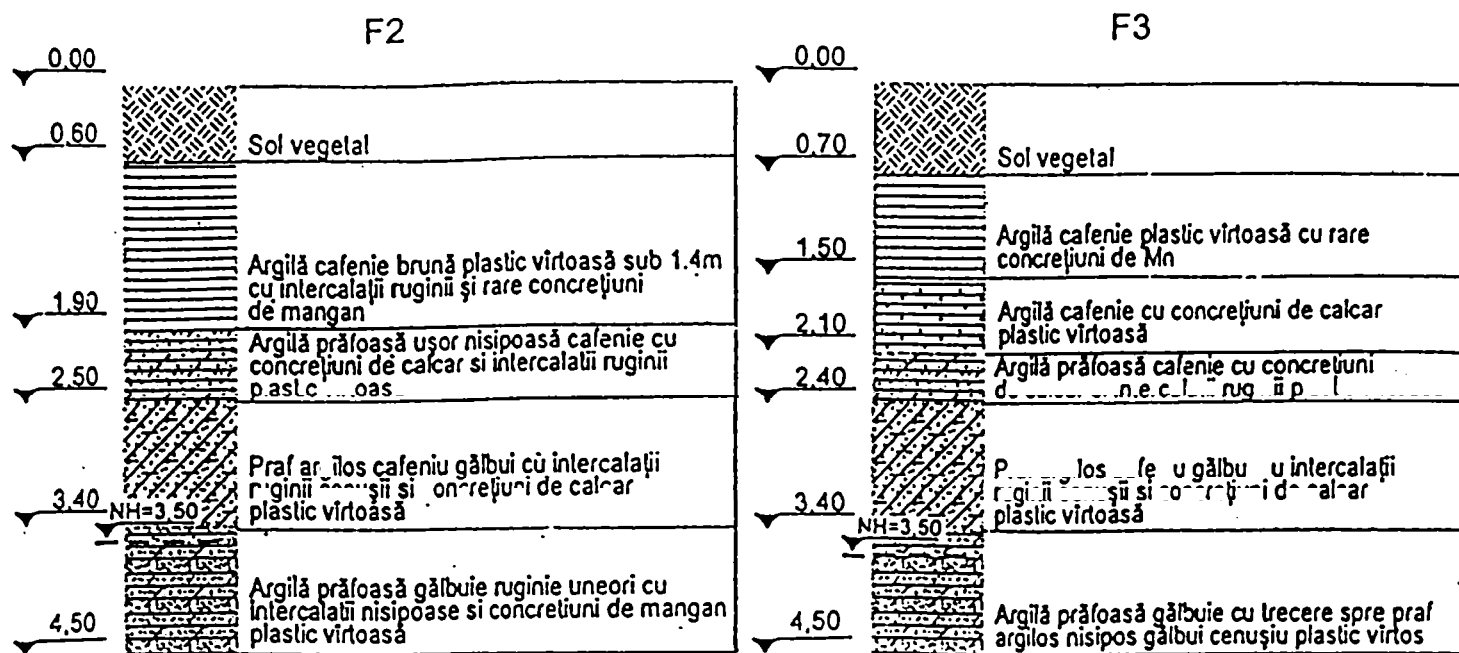


Fig. 4.18. Stratificația terenului la Hala Globus Arad

Nivelul apelor subterane a fost interceptat la adâncimea de  $-3,50$  m și poate prezenta variații, funcție de precipitațiile din zonă și nivelul râului Mureș aflat în imediata vecinătate, până la o adâncime de  $-2,50$  m.

Geotehnicianul recomandă fundarea directă la adâncimi mai mari de  $1,20$  m, funcție de caracteristicile halei, cu o presiune convențională de calcul  $p_{conv} = 260$  kPa

Dacă se aplică corecțiile necesare conform STAS 3300/2 - 85, anexa B,  $\bar{p}_{conv} = 290$  kPa.

Adâncimea optimă de fundare, în cazul fundării directe, este  $D_{min} = 1,50$  m pe o argilă cafenie, uneori ruginie, cu concrețiuni de calcar, plastic vârtosă sau argilă cu concrețiuni de calcar, plastic vârtosă sau argilă prăfoasă cafenie cu concrețiuni de calcar plastic vârtosă, având indicele de consistență  $I_c = 0,70 \div 0,90$ , coeziunea  $c = 20 - 45$  kPa și indicele de plasticitate  $I_p = 30 - 45$  %.

Adâncimea de îngheț - dezgheț, conform STAS 6054-77, este de  $0,70 - 0,80$  m.

Hala de depozitare mărfuri generale Globus Internațional Arad este amplasată pe un teren lângă Clădirea BOSS, proprietate privată a firmei în suprafață de 5474 mp și are dimensiunile de 28,70 m x 36,60 m interax, înălțimea la streșină de 5,65 m, suprafața utilă de 1050 mp.

Hala este realizată pe o structură metalică tip LINDAB – BUTLER, cu închideri din panouri sandwich, alcătuite din două foi de tablă cutată cu protecție de poliester de 0,25 μm între care se găsește termoizolația din vată minerală tip Rockwool de 75 mm grosime, la pereți și vată minerală tip Terwoolin de 100 mm grosime la acoperiș.

Tâmplăria este din profile de aluminiu calde și geam termopan clar, iar ușile de acces auto sunt uși secționale automatizate.

Pardoseala este realizată din beton armat cu ace dramix și sclivisită cu nisip cuarțos cu instalații rotative (elicoptere).

Construcția se încadrează în categoria de importanță C, clasa de importanță III, zona seismică D(normativ P.100-92) ,  $k_s=0,16$ ,  $T_c = 1,0$  sec.

Încărcările de calcul au fost date de proiectantul și executantul suprastructurii LINDAB – BUTLER k.f.t. Ungaria (anexa 2). În fig.4.19. este prezentat cadrul transversal și încărcările de calcul de la HALA GLOBUS ARAD, calculate de furnizorul construcției metalice LINDAB–BUTLER k.f.t. UNGARIA, solicitări ce au stat la baza dimensionării fundațiilor izolate sub stâlpii halei. Din încărcările date de proiectant, s-au folosit următoarele:

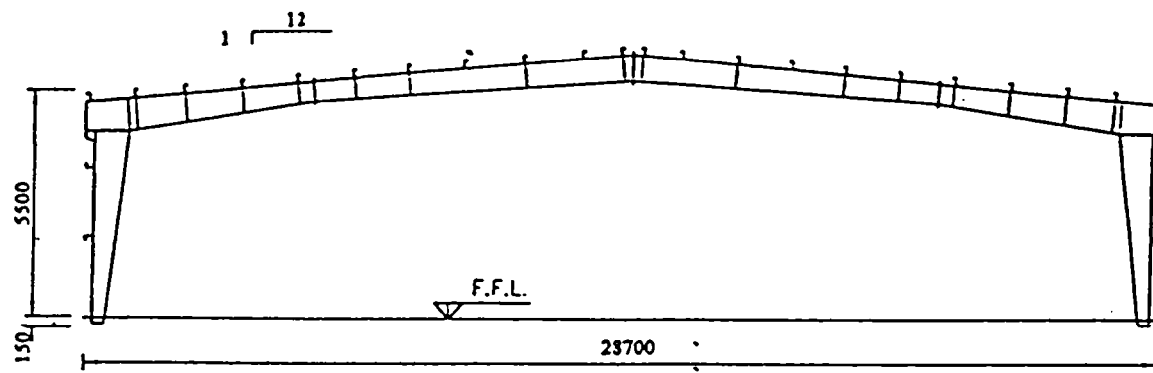
- pentru dimensionarea fundațiilor pe șirul A, șirul E, axele 3 și 4; fundații cu cuzinetul de 2,0 m x 2,0 m

$N_x = 13.600$ daN	$N_y = 11.200$ daN	$G_f = 6.000$ daN
$T_x = 12.800$ daN	$T_y = 7.200$ daN	$N_{tot} = 30.800$ daN
$M_x = 7.680$ daNm	$M_y = 4.320$ daNm	

- fundațiile de pe axele 1 și 6 cu dimensiunile de 2,0 m x 2,0 m au următoarele sollicitări:

$$\begin{aligned}
 N_x &= 3.100 \text{ daN}; & N_y &= 4.000 \text{ daN}; & G_f &= 6.000 \text{ daN}; \\
 T_x &= 1.200 \text{ daN}; & T_y &= 4.200 \text{ daN}; & N_{\text{tot}} &= 13.100 \text{ daN}; \\
 M_x &= 720 \text{ daNm}; & M_y &= 2.520 \text{ daNm}. \\
 N_{\text{pilot}} &= 6.515 \text{ daN} < R_{\text{pilot}} = 22.050 \text{ daN}
 \end{aligned}$$

**Frame Profile (Profilul Cadrului)**



**Main Frame Reactions (Reactiunile Cadrului Principal:)**



	Q1	N1	Q2	N2
Dead Load	25	34	-25	34
Service Load	5	6	-5	6
Snow Load	71	85	-71	85
Sidewind =>	-28	-17	4	-17
Sidewind <=	-4	-17	28	-17
Seismic =>	-29*	-11*	-29*	11*
Seismic <=	29*	11*	29*	-11*

**General Notes**

- 1/All Reactions in kN and kNm
- 2/All reactions based on Working Loads (Unfactored)
- 3/Add reactions from Bracing and Mezzanine Floor to Main Frame and Endwall Posts, where appropriate
- 4/Reactions Noted \* Are Ultimate Conditon ( $\Psi=0,65$ )

**Fig.4.19. Sollicitările cadrului principal la Hala Globus Arad.**



Dimensionarea fundațiilor s-a făcut ținând cont de:

- caracteristicile terenului de fundare;
- presiunea convențională  $p_{conv} = 260$  kPa;
- încărcările de calcul;
- posibilitățile utilajului de forat.

Analizând toate datele de mai sus și dorința beneficiarului de a avea un raport calitate – preț bun spre foarte bun, proiectantul, **SC LOCUINȚE CON – PROIECT SRL Timișoara**, împreună cu autorul și cu sprijinul nemijlocit al *Domnului prof.dr. ing. Marin Marin*, au hotărât ca soluție de fundare – fundații pe piloți scurți forți executați cu tractorul universal TIH – 445 DH.

Fundațiile sunt realizate pe patru piloți scurți forți cu diametrul de 40 cm și lungimea de 2,00 m legați cu un radier de beton armat de 2,0 x 2,0 x 0,6 m. Pilotul are diametrul de 40 cm și lungimea de 2,00 m de la cota –0,95 m, vârful acestuia fiind la cota – 2,95 m într-o argilă cafenie plastic vârtoasă cu  $p_{conv} = 260$  kPa.

Pilotul (fig. 4.12.) este armat la partea superioară pe o înălțime de 1,0 m cu o carcasă de armătură din 4 Ø 12 OB 37 și etrieri Ø 8/15 cm. Legătura cu radierul este asigurată de barele longitudinale care pătrund în radier pe o înălțime de 0,55 m.

Dispunerea în plan a piloților și a carcasei de buloane este prezentată în fig. 4.20.

După cum se poate observa, piloții sunt amplasați simetric, pe ambele direcții, față de axele carcasei de buloane pentru prinderea suprastructurii. S-au realizat 72 piloți cu diametrul de 40 cm și lungimea de 2,0 m.

Armarea s-a făcut cu două rânduri de plase Ø 14/15 cm PC 52 pe ambele direcții jos și Ø 10/15 cm PC 52 pe ambele direcții sus.

Prinderea stâlpilor metalici se realizează prin intermediul unei carcase de 4 buloane M 20 încastrate în radierul de beton armat C18/22,5–T3–I–II/A 32,5/0–31mm.

Închiderea perimetrală se realizează prin intermediul unei grinzi de fundație de 30 x 50 cm încastrată în fundația izolată.

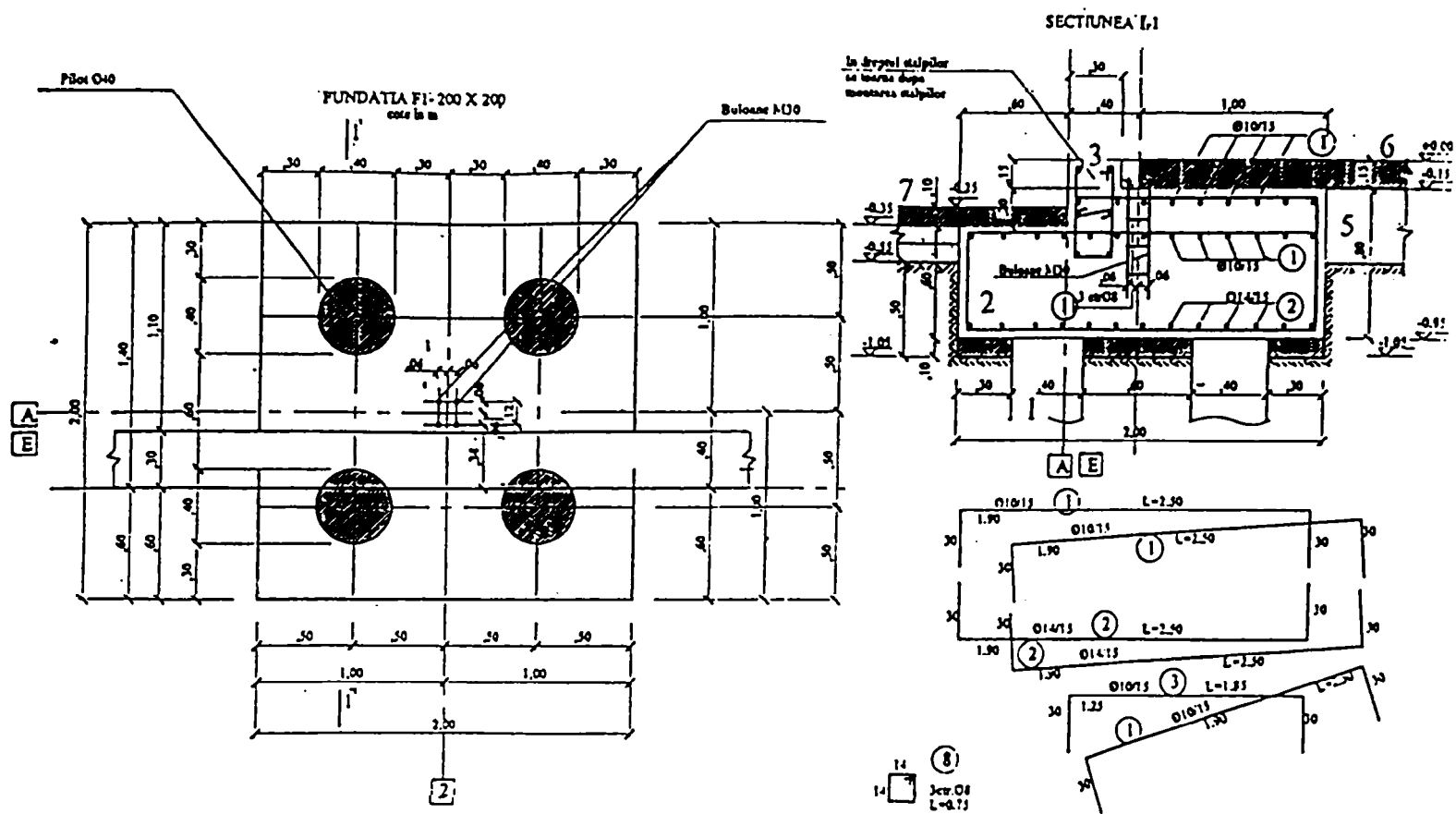
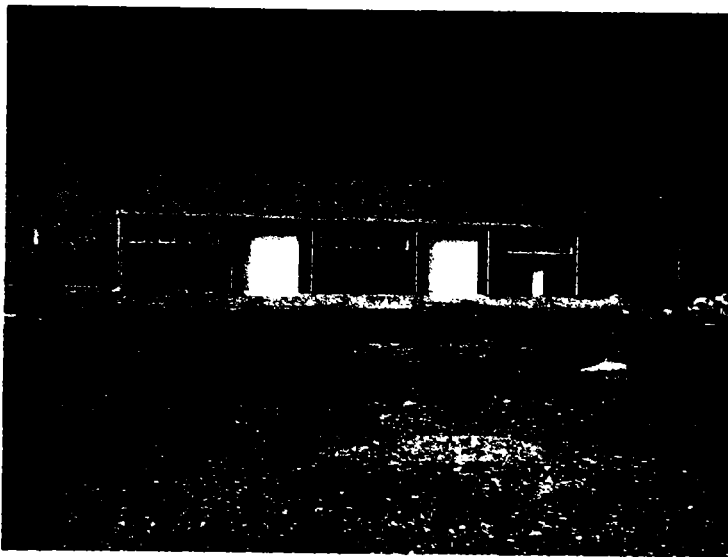


Fig.4.20. Fundație izolată sub stâlpi. Detalii:

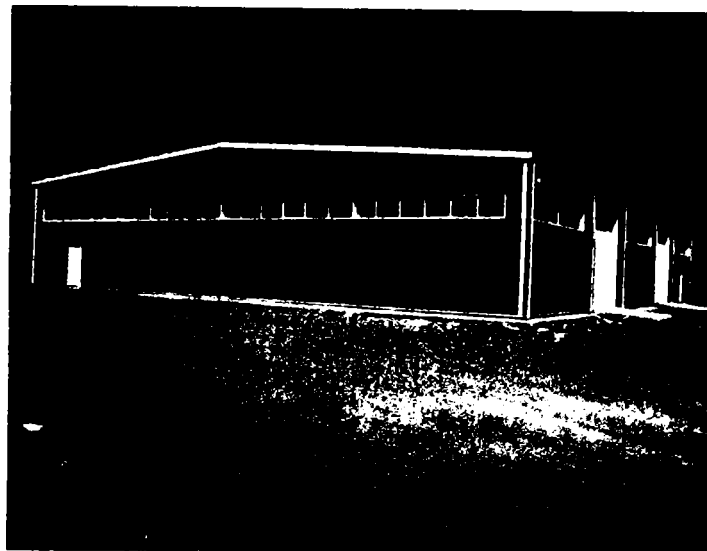
- 1 – pilot scurt forat; 2 – radier; 3 – grindă de fundație; 4 – carcasă de buloane;  
5 – umplutură; 6 – pardoseală; 7 – trotuar

Legătura dintre piloți și radier este asigurată de barele longitudinale din carcasa pilotului care pătrund în cuzinet pe o înălțime de 0,55 m.

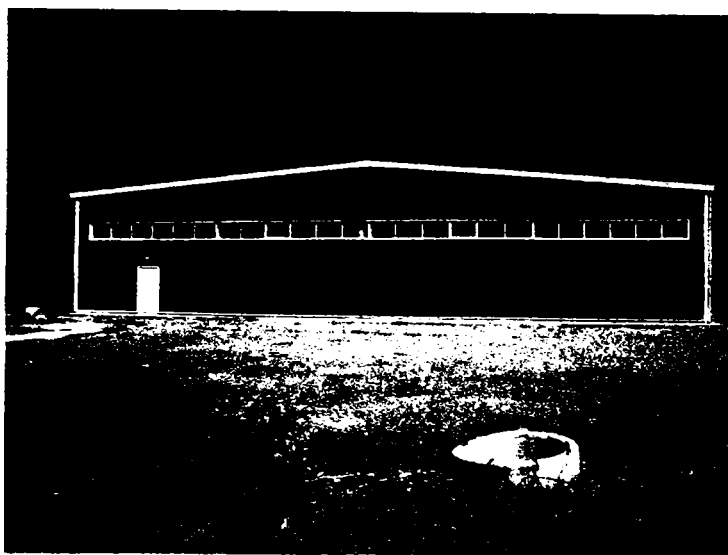
În cele ce urmează, voi prezenta Hala Globus Internațional Arad așa cum arată astăzi, în exploatare, prin câteva fotografii.



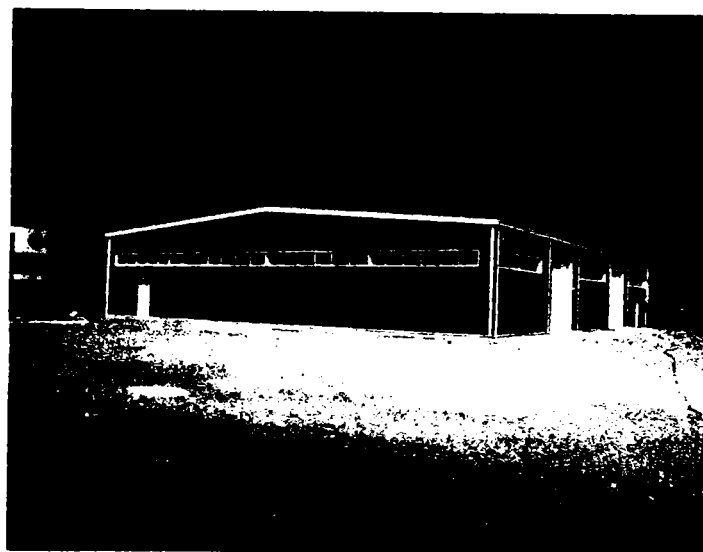
**Fațada est**



**Perspectivă**



**Fațada sud**



**Vedere laterală**

**Hala Globus Arad**

### 4.2.3. Hală producție DELPHI Ineu

Hala de producție DELPHI Ineu, jud. Arad, este amplasată la marginea orașului Ineu pe drumul județean Arad – Sebiș, la intrarea dinspre Arad, pe partea dreaptă.

Amplasamentul se află pe un teren relativ plan situat între văile râurilor Crișul Alb la nord, Gut la sud și vest, acumularea piscicolă Ineu II între Gut și Canalul Morilor.

Din punct de vedere geomorfologic, zona face parte din Depresiunea Zărandului, dezvoltată de-a lungul Crișului Alb între munții Codru Moma, în nord-est și munții Zărandului, la sud.

Așa cum rezultă din studiul geotehnic întocmit de **S.C. PAZYGED PROIECT S.R.L.** Ploiești (*anexa 3*), terenul cercetat are următoarea stratificație (fig.4.21.):

- până la  $-0,20$  m teren vegetal argilos;
- de la  $-0,20$  m la  $-1,20$  m, argilă prăfoasă cafenie, plastic vârtoasă;
- de la  $-1,20$  m la  $-1,80$  m argilă cafenie negricioasă, plastic vârtoasă;
- de la  $-1,80$  m la  $-4,00$  m argilă prăfoasă galben – cafeniu cenușie, plastic consistentă.

Analizele de laborator aferente au scos în evidență un teren cu fracțiunea de argilă predominantă ( $53 - 56\%$ ), fracțiunea de argilă coloidală  $A_2 = 45$  iar indicele de activitate  $I_A = 0,91$ . Indicele de plasticitate  $I_p > 33\%$  caracterizează terenuri cu plasticitate foarte mare. Indicele de consistență  $I_c = 0,72 \div 0,86$  caracterizează terenuri aflate în stare plastic vârtoasă. O caracteristică predominantă a acestei argile este umflarea liberă care are valori de  $100\%$ . Datele geotehnice de mai sus sunt caracteristice unor argile tinere care nu au suportat o coloană litologică mare ce ar fi putut să le consolideze, cu compresibilitate medie spre mare și potențial de contracție–umflare.

Apa subterană se găsește la circa  $3,0$  m adâncime dar, datorită vecinătății cu pârâul Gut, nivelul acesteia poate varia cu  $1,0 - 2,0$  m pe verticală.

În timpul execuției lucrărilor, urmare a perioadelor ploioase, nivelul apelor subterane a crescut până la  $0,60 - 0,80$  m față de terenul natural.

Datorită contracției și umflării argilei cafeniu-negricioasă interceptată între – 1,20 și –1,80 m, terenul de fundare nu prezintă stabilitate, acesta alunecând în gropile de fundare, prăbușindu-se.

Studiul geotehnic recomandă executarea fundațiilor directe la adâncimea de 2,00 m, cu tasări estimate de cca 5 cm ( $p_{ef} = 500$  kPa) și îmbunătățirea terenului de fundare cu perne izolate din piatră spartă de 1,0 m grosime, realizate din straturi de piatră spartă de 20 – 30 cm grosime împănate cu deșeu de split sau cu nisip bine compactate.

Presiunea convențională are valoarea de  $p_{conv} = 250$  kPa.

Adâncimea de îngheț – dezgheț este de 0,70 – 0,80 m.

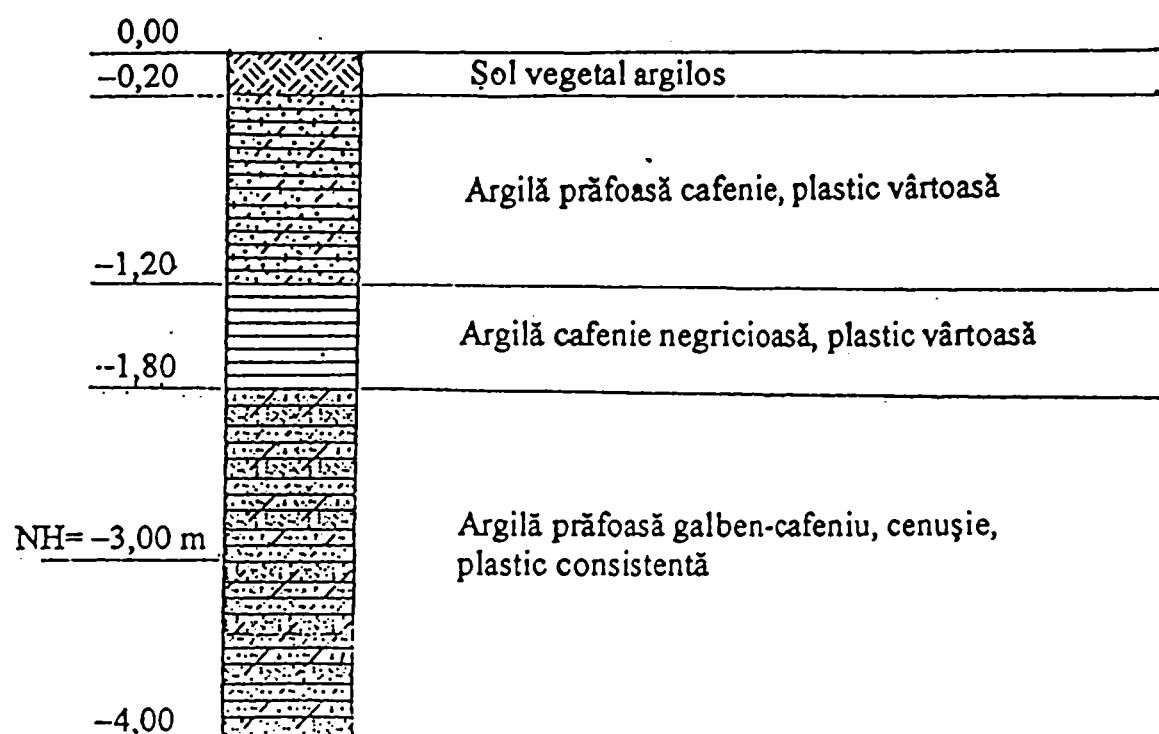


Fig. 4.21. Stratificația terenului la Hala Delphi Ineu

Investitorul american DELPHI, producător de cablaje auto pentru marii constructori de automobile, își deschide a doua fabrică în România printr-o investiție semnificativă la Ineu, județul Arad.

Hala de producție are structura metalică din profile ușoare tip LINDAB – BUTLER cu închideri din panouri sandwich alcătuite din două foi de tablă cutată cu protecție de poliester între care se găsește vată minerală termoizolantă de 100 mm grosime la pereți și 150 mm grosime la acoperiș.

Tâmplăria este din profile de aluminiu cu punte termică și geam termopan clar iar în foile de uși panouri termoizolante melaminate. Ușile de acces pentru marfă sunt uși secționale acționate automat sau manual.

Pardoseala este realizată din beton armat cu ace dramix și finisată cu nisip cuarțos cu instalații rotative (elicoptere).

Acoperișul este realizat din grinzi longitudinale de rezistență pe care sunt rezemate grinzi transversale de rezistență dispuse în fiecare ax. La fața superioară a grinzilor transversale sunt montate paneele de acoperiș, alcătuite din profile „Z” galvanizate peste care se montează tabla cutată inferioară, termoizolația din vată minerală și apoi tabla cutată exterioară. În planul acoperișului se găsesc luminatoare din policarbonat și trape de fum automatizate, care pot fi utilizate și ca guri de aerisire. În anumite zone sunt poziționate instalațiile de aer (cilere) care asigură climatizarea halei.

În partea din față a halei (înaintea axului 2') se găsește o travee 1-2 de 9,0×100,0 m în regim de parter și etaj cu structura din beton armat și destinația de pavilion administrativ.

Dimensiunile halei sunt de 100,00 x 162,45 m interax și înălțimea la streșină de 6,50 m în regim parter. Suprafața utilă este de 16.000 mp.

Conform P 100/92 tabelul 5.1, construcția se încadrează în categoria de importanță C, clasa de importanță III, zona seismică F ( $k_s = 0,08$ ;  $T_c = 0,7$  sec).

Dimensionarea fundațiilor s-a făcut pe baza eforturilor date de proiectantul și executantul structurii metalice LINDAB – BUTLER k.f.t. Ungaria.

În cele ce urmează (fig.4.22.a,b) sunt prezentate schemele de calcul a reacțiunilor la Hala Delphi Ineu, care au stat la baza dimensionării fundațiilor pe piloți scurți forăți. Așa cum se poate vedea, deschiderea de calcul a cadrului principal este alcătuită din cinci module de 20,00m, iar cea a cadrului longitudinal din patru module, două de 20,60m și două de 20,00m până la rostul halei – axul 6 –(81,20m).

Fundațiile sunt izolate pe piloți scurți forăți, sub stâlpi metalici, legate cu grinzi din beton armat, înălțimea tălpilor de beton este de 1,00 m față de cota terenului natural. Piloții scurți forăți au diametrul de 50 cm, fișa de 3,00 m și s-au executat 464 piloți.

Fundațiile se realizează din beton clasa C18/22,5 armat cu OB 37 și PC 52.

Presiunea convențională pe teren pentru gruparea fundamentală de încărcări

$p_{conv} = 250 \text{ kPa}$  (pentru  $B = 1,0 \text{ m}$  și  $D_f = 2,0 \text{ m}$ ).

Dimensionarea fundațiilor s-a făcut în conformitate cu prevederile legale în vigoare STAS 2561/4 – 90 așa cum se prezintă în capitolul 2.

### **Capacitatea portantă a unui pilot**

În fazele preliminare de proiectare, în lipsa datelor din încercări în teren, se admite efectuarea unei predimensionări a fundațiilor pe baza capacității portante a piloților.

În calculul de dimensionare, piloții scurți forăți cu tractorul universal TIH – 445 DH se consideră piloți flotanți executați pe loc:

$$R = k \cdot (m_1 \cdot P_1 + m_2 \cdot P_v) \quad [\text{kN}]$$

în care:

$$k = 0,7;$$

$P_1$  = partea din capacitatea portantă limită realizată prin frecare pe suprafața laterală, în [kN];

$P_v$  = partea din capacitatea portantă limită realizată în planul bazei pilotului, în [kN];

$m_1, m_2$  = coeficienții condițiilor de lucru în funcție de tipul pilotului, tehnologia de execuție și natura pământului.

$$P_1 = U \cdot \Sigma \cdot f_i^n \cdot l_i \quad [\text{kN}]$$

în care:

$U$  = perimetrul secțiunii transversale a pilotului, în [m];

$f_i^n$  = rezistența normală pe suprafața laterală a pilotului, corespunzătoare stratului  $i$  în [kN/m<sup>2</sup>];

$l_i$  = lungimea pilotului în contact cu stratul  $i$ , în [m].

Aplicând relațiile de mai sus, la condițiile concrete din teren și încărcările date de proiectantul structurii, obținem:

– pentru teren coeziv cu indicele de consistență  $I_c = 0,72$  (conform studiului geotehnic), din tabelul 2.10 obținem  $f_i^n = 35$  kN pentru un pilot cu  $l_i = 3,0$  m, iar din tabelul 2.19 obținem  $R^n = 2000$  kN;

– din tabelul 2.20 pentru teren coeziv și piloți forți cu  $d < 600$  mm,  $m_1 = 1,0$  și  $m_2 = 1,0$ ;

$k = 0,7$ ;

– perimetrul pilotului ( $d = 50$  cm):

$$u = 2\pi r = 2 \cdot 3,14 \cdot 0,25 = 1,57 \text{ m}$$

$$P_l = 1,57 \cdot 35 \cdot 3,0 = 164,85 \text{ kN}$$

$$P_v = A_{\text{pilot}} \cdot R^n = \pi r^2 \cdot R^n = 3,14 \cdot 0,25^2 \cdot 2000 = 392,6 \text{ kN}$$

$$R = 0,7 \cdot (1,0 \cdot 164,85 + 1,0 \cdot 392,6) = 390,2 \text{ kN} = 39020 \text{ daN}$$

### Capacitatea portantă a unui pilot la smulgere

$$R_{sm} = k \cdot m \cdot u \cdot \sum f_i^n \cdot l_i$$

$$k = 0,7; m = 0,5; u = 1,57 \text{ m}; f_i^n = 35; l_i = 3,0 \text{ m}$$

$$R_{sm} = 0,7 \cdot 0,5 \cdot 1,57 \cdot 35 \cdot 3,0 = 56,69 \text{ kN} = 56690 \text{ daN}$$

Datorită dimensiunilor de gabarit ale halei și solicitărilor la care este supusă, s-au adoptat următoarele tipuri de fundații:

$F_1$	4,0 x 2,25 x 1,0 m	cu 6 piloți	= 48 buc
$F_2$	5,5 x 2,25 x 1,0 m	cu 8 piloți	= 8 buc
$F_3$	2,5 x 2,25 x 1,0 m	cu 4 piloți	= 22 buc
$F_3$	2,5 x 6,00 x 1,0 m	cu 10 piloți	= 2 buc



## Verificarea pilotului

Pentru verificarea fundației  $F_1$   $4,0 \times 2,25 \times 1,0$  m din solicitările transmise de LINDAB – BUTLER s-au folosit următoarele eforturi:

a. eforturi la baza stâlpului:

$$N = 14.500 \text{ daN}$$

$$Q = 13.900 \text{ daN}$$

$$M = 60.800 \text{ daNm}$$

b. greutatea fundației  $G_f = 4,0 \times 2,25 \times 1,0 \times 2.500 = 22.500$  daN.

c. Eforturi totale la talpa fundației:

$$N_{\text{tot}} = N + G_f = 14.500 + 22.500 = 37.000 \text{ daN}$$

$$M_{\text{tot}} = 60.800 + 13.900 \times 1,0 = 74.700 \text{ daNm}$$

$$N_{\text{pilot}} = \frac{N}{n} \pm \frac{M_x \cdot y_i}{\sum y_i^2} \pm \frac{M_y \cdot x_i}{\sum x_i^2}$$

$$N_{\text{pilot}} = \frac{37.000}{6} \pm \frac{74.700 \times 1,5}{1,5 \times 1,5 \times 2} = 6167 \pm 24900 =$$

$$+ 31067 \text{ daN} < R = 39020 \text{ daN}$$

$$-18733 \text{ daN} < R_{\text{sm}} = 57690 \text{ daN}$$

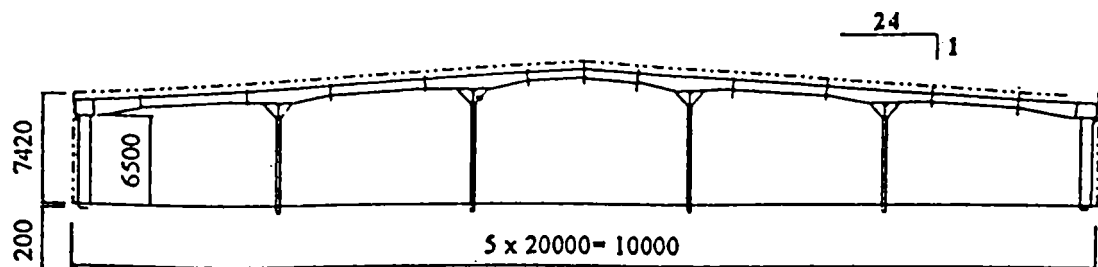
Armarea se face considerând o grindă simplu rezemată încărcată cu forța axială. Deschiderea grinzii este distanța dintre axele piloților ( $y$ ) și înălțimea utilă  $h_o = 0,90$  m. Se calculează momentul cu relația  $M = \frac{N \cdot l}{4}$ , se determină aria de armătură și se aleg barele corespunzătoare. Schema de calcul este prezentată în fig.4.23.

Capacitatea portantă la sarcini verticale determinată experimental,  $R = 512$  kN, rezultată din curba  $P - s$  ( $R = P_{1,0\text{cm}} / 1,5$ ) este mai mare decât valoarea calculată teoretic conform STAS 2561/4-90 ( $R_{\text{calcul}} = 39020$  daN). Din compararea celor două rezultate, se observă o comportare foarte bună a piloților realizați la hala DELPHI Ineu( fig. 4.24.):

$$R = P_{1,0\text{cm}} / 1,5; P_{1,0\text{cm}} = 767.9 \text{ kN}; R = 767.9 / 1.5 = 512 \text{ kN};$$

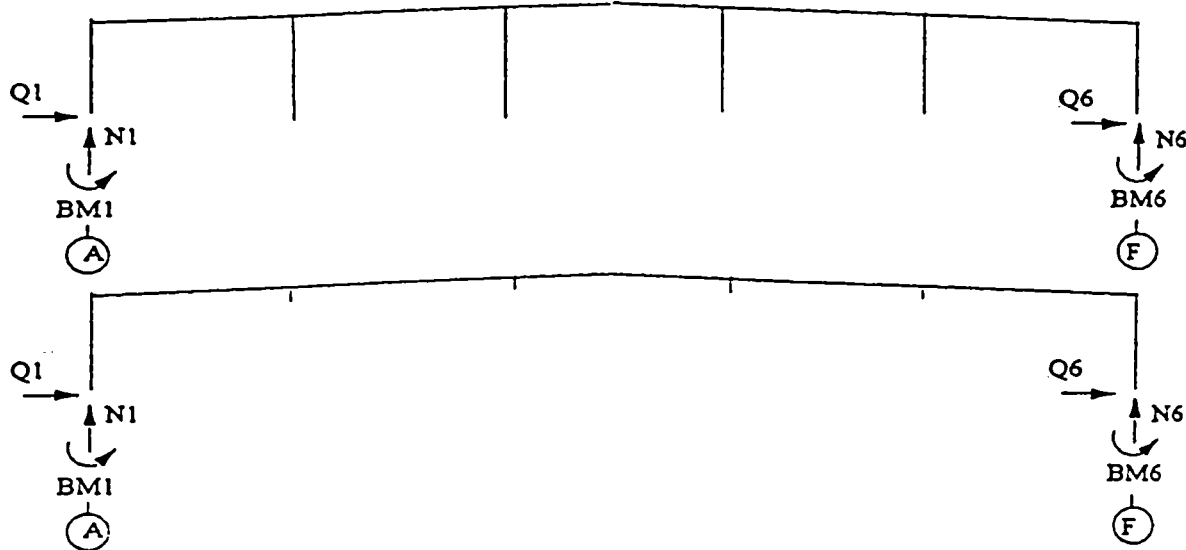
$$R_{\text{exp}} = 512 \text{ kN} > R_{\text{teor}} = 390.2 \text{ kN}.$$

**Frame Profile (Profilul Cadrului) GL 2' ;GL 6;GL 6'**



**100.0m x 7.42m MRF (4Module)**

**Main Frame Reactions (Reactiunile Cadrului Principal:)**



	Q <sub>1</sub>	N <sub>1</sub>	BM <sub>1</sub>			Q <sub>6</sub>	N <sub>6</sub>	BM <sub>6</sub>
Dead Load	9	22	-22			-9	22	22
Service	5	8	-12			-5	8	12
Snow Load	21	33	-52			-21	33	52
Sidewind →	-12	-2	45			-5	-7	29
Sidewind ←	8	-7	-29			12	-2	-45
Seismic → *	-70	-10	400			-70	10	400
Seismic ← *	70	10	-400			70	-10	-400

**General Notes**

1/ All Reactions in kN and kNm

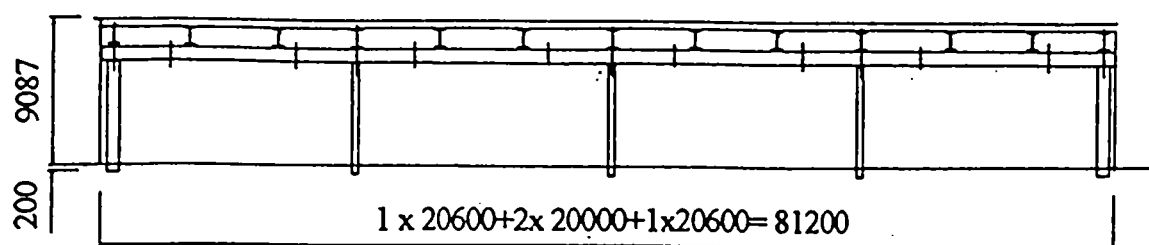
2/ All reactions based on Working Loads (Unfactored)

3/ Add reactions from Bracing and Mezzanine Floor to Main Frame and Endwall Posts, where appropriate

4/ Reactions Noted \* Are Ultimate Condition ( $\psi = 0.65$ )

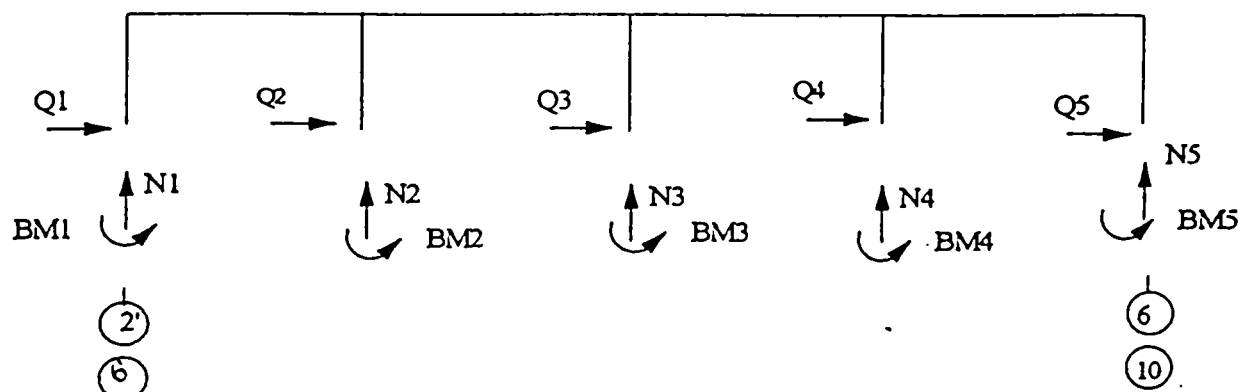
**Fig.4.22 a. Solicitările cadrului transversal la Hala Delphi Ineu**

**LGS Frame Profile: GL C;GL D**  
**Profilul Cadrului Longitudinal : GL C;GL D**



**81.2m x9.09m LGS(4Module),Traveea de calcul= 20.00m**

**Reactiunile Cadrului Longitudinal:**



	Q <sub>1</sub>	N <sub>1</sub>	M <sub>1</sub>	Q <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	M <sub>2</sub>	Q <sub>3</sub>	N <sub>3</sub>	M <sub>3</sub>	Q <sub>4</sub>	N <sub>4</sub>	M <sub>4</sub>	Q <sub>5</sub>	N <sub>5</sub>	M <sub>5</sub>
Dead Load	36	95	-88	-1	179	2	0	170	0	1	179	-2	-36	95	88
Service	18	38	-43	-1	84	1	0	80	0	1	84	-1	-18	38	43
Snow Load	77	180	-189	-2	371	4	0	351	0	2	371	-4	-77	180	189
Wind →	-22	-48	52	1	-100	-2	0	-94	0	-1	-100	2	22	-48	-52
Wind ←	22	-48	-52	-1	-100	-2	0	-94	0	1	-100	-2	22	-48	52
Seismic →	-85	-12	477	-12	6	44	-74	0	352	-12	-6	44	-85	12	477
* Seismic ←	85	12	-477	12	-6	-44	74	0	-352	12	6	-44	85	-12	-477

**General Notes**

1/ All Reactions in kN and kNm

2/ All reactions based on Working Loads (Unfactored)

3/ Add reactions from Bracing and Mezzanine Floor to Main Frame and Endwall Posts, where appropriate

4/ Reactions Noted \* Are Ultimate Condition ( $\psi = 0.65$ )

**Fig. 4.22 b. Solicitării cadrului longitudinal la Hala Delphi Ineu**

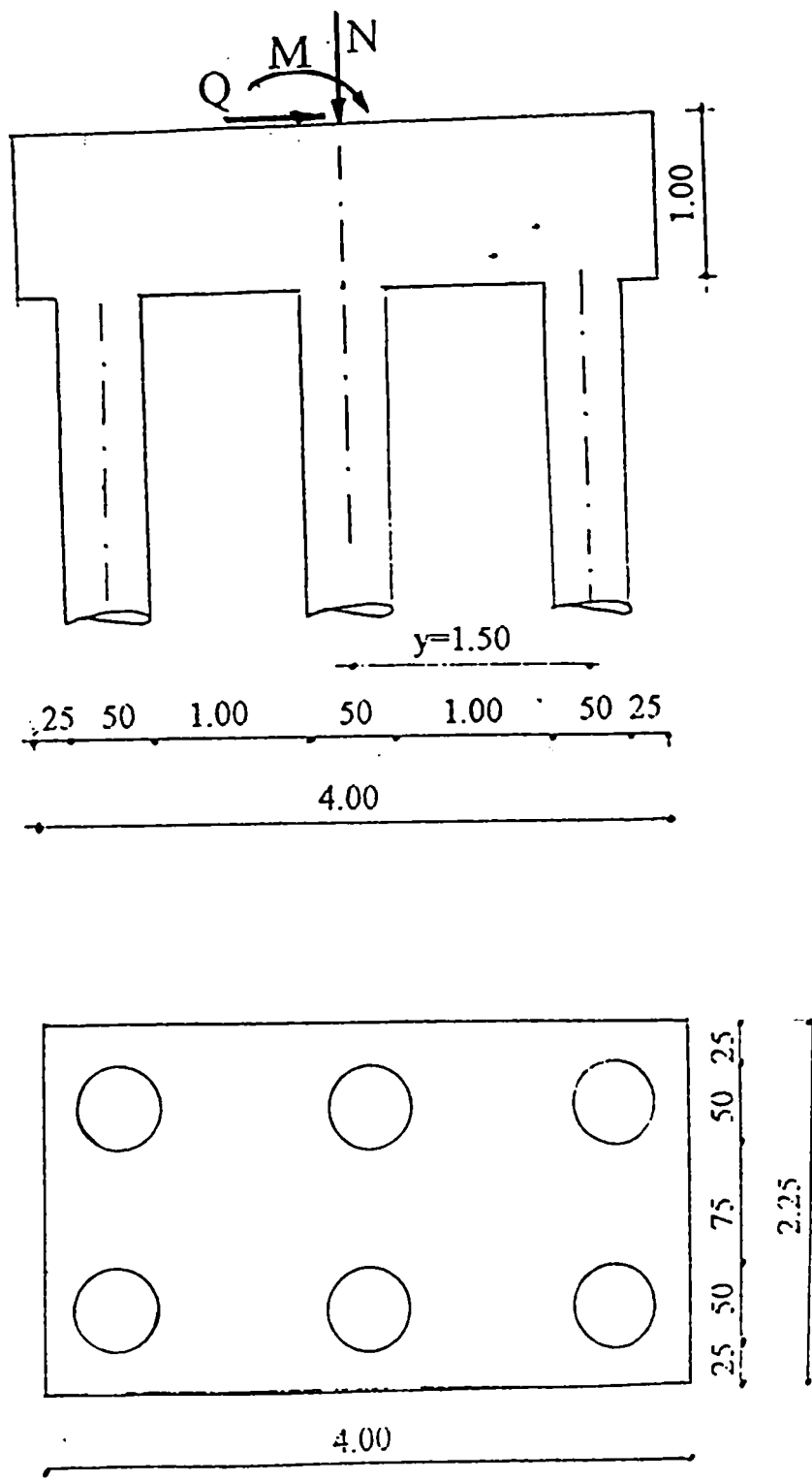
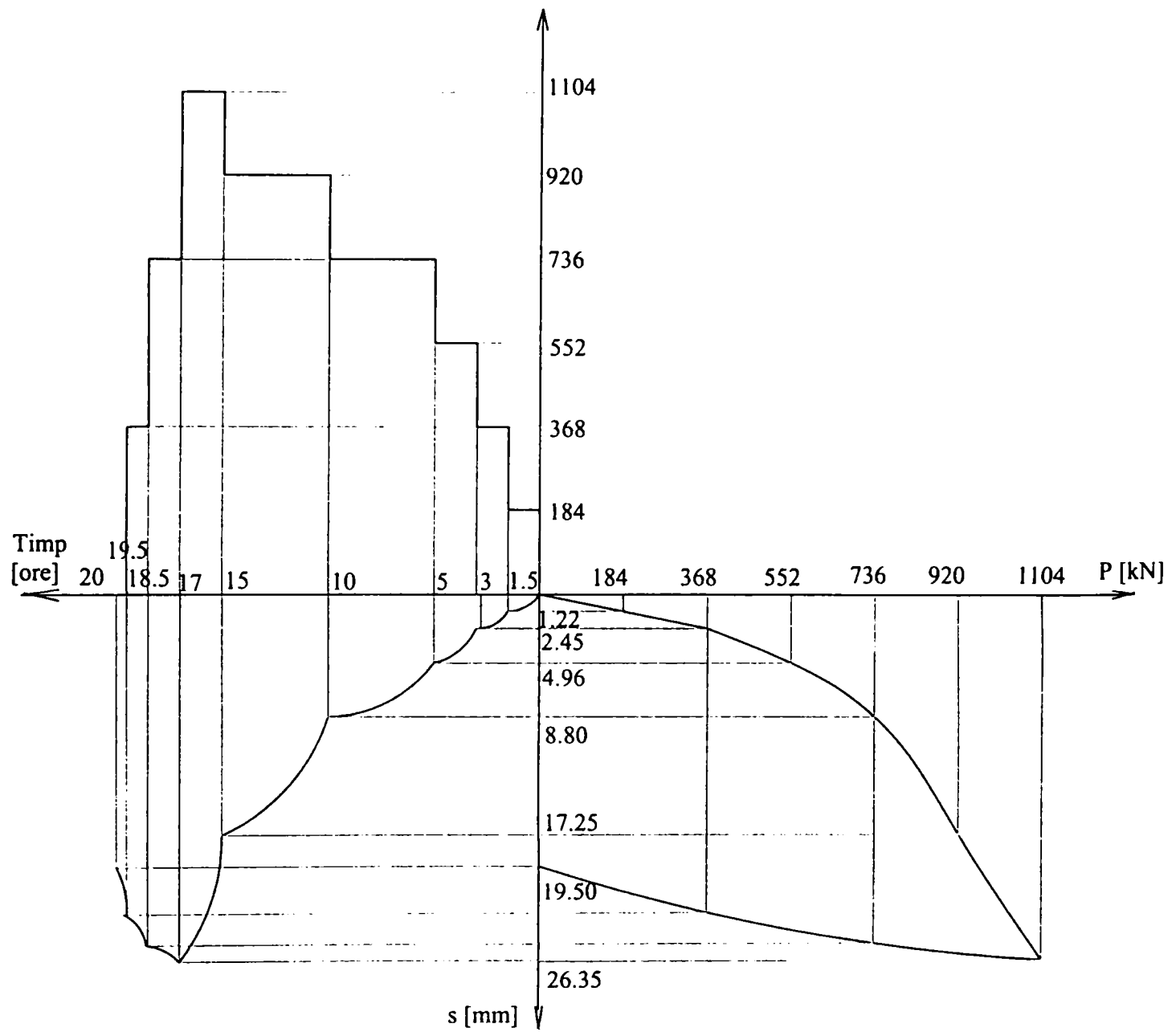
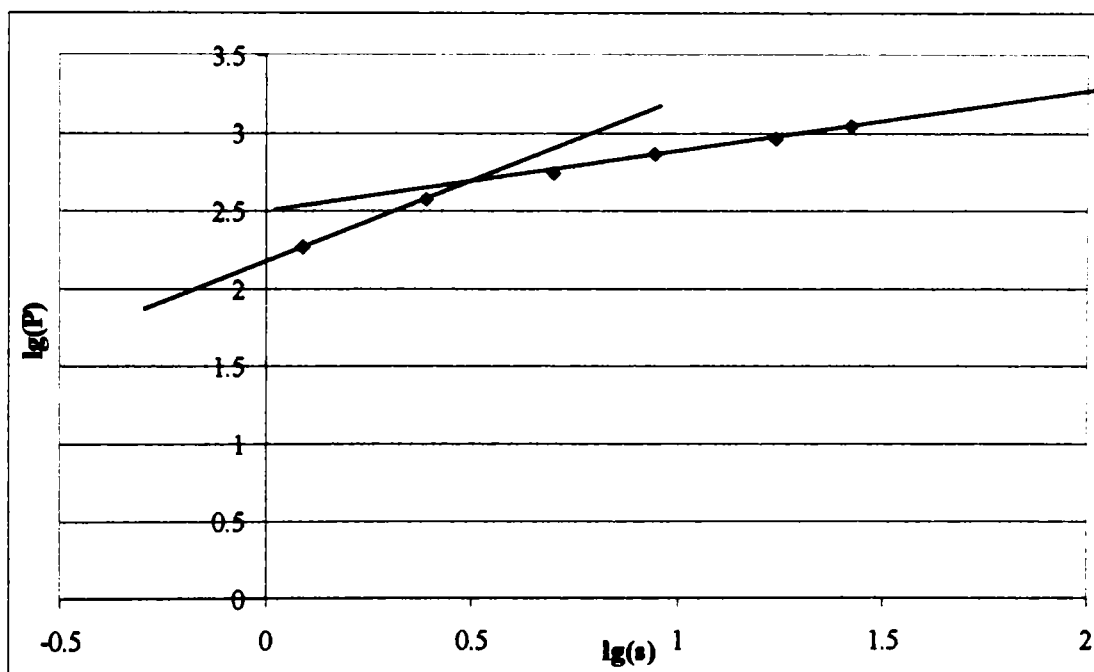
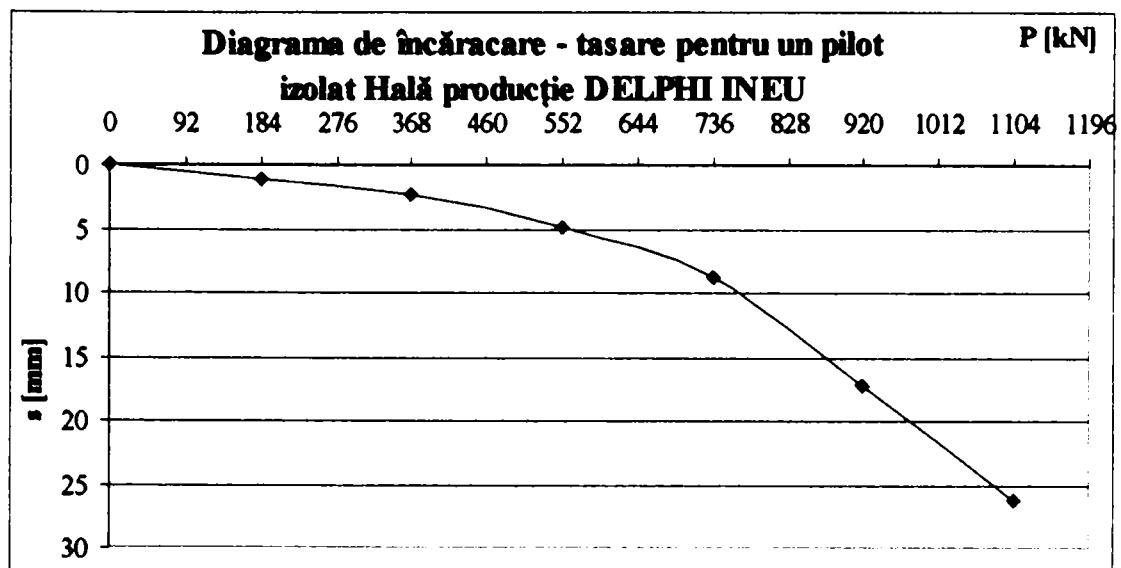


Fig. 4.23. Schema de calcul a eforturilor

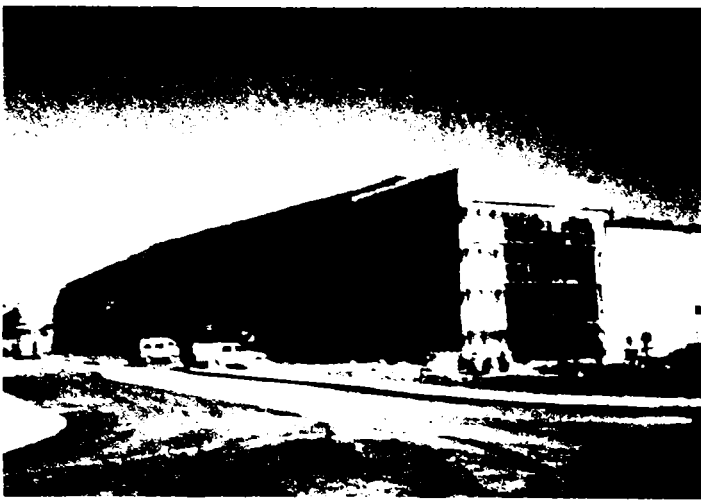


a) prelucrarea normală a rezultatelor experimentale

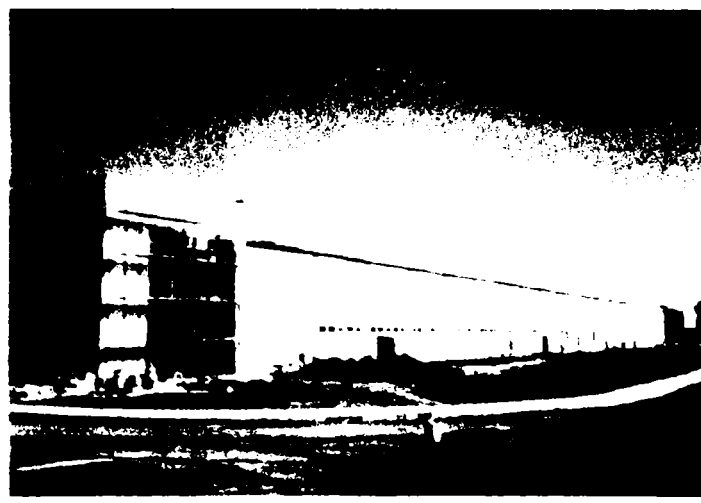


b) prelucrarea logaritmică a rezultatelor experimentale

Fig. 4.24. Diagrama de încărcare – tasare pentru un pilot izolat Hala DELPHI Ineu  
 $\varnothing = 50 \text{ cm}$ ,  $l = 3,00\text{m}$



Fațadă principală, în finisaj



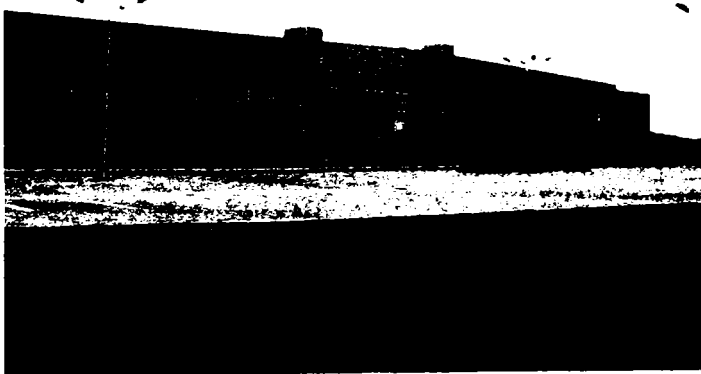
Fațadă laterală sud, în finisaj



Fațadă laterală nord



Fațadă laterală sud



Fațadă principală



Vedere de ansamblu

### Hala Delphi Ineu

#### **4.2.4. Showroom auto și service OPEL, Calea Timișorii, Arad**

Clădirea ce va adăposti un magazin de prezentare și un service auto pentru autoturismele marca Opel este amplasată în municipiul Arad, Calea Timișorii nr. 128–130, pe un teren plan situat pe terasa superioară a râului Mureș.

Din punct de vedere geologic, amplasamentul se încadrează în estul Depresiunii Panonice, depresiune ce a luat naștere prin scufundarea lentă a unui masiv cristalin de vârstă hercinică peste care stau transgresiv și discordant formațiunile panoniene și cuaternare de natură sedimentară.

Cuaternarul are o grosime de cca 200 m și este alcătuit din formațiuni fluviatile și lacustre de vârstă pleistocenă și holocenă în care predomină argilele și nisipurile depuse în alternanțe, prezentând o stratificație în suprafață de natură încrucișată, tipică conurilor de dejecție a marilor râuri. Este alcătuit din pietrișuri și bolovănișuri în masa de nisipuri cu intercalații de argile și prafuri argiloase.

Hidrologic, amplasamentul se situează în municipiul Arad la distanță medie față de râul Mureș, iar alternanța straturilor de permeabilități diferite formează un sistem etajat de pânze de ape subterane în adâncime; în consecință, nivelul apei freatică prezintă variații importante, acesta fiind mai puțin dependent de nivelul apei din Mureș și mai mult de regimul și volumul de apă din canalul colector Țiganca ce trece pe lângă amplasament și care a condus la inundații puternice în anul 1998 cu consecințe deosebit de grave: inundarea grădinilor și autodemolarea unor clădiri periferice amplasamentului datorită staționării apei în zonă.

Peste aceste grădini cu cota terenului în jur de 109,00 NMN s-au adus diverse materiale: moloz, pământ, etc care s-au depus neuniform, necontrolat și necompactat în grosimi variind între 1,90 și 3,00 m.

Proiectantul de rezistență a folosit în calculele sale studiul elaborat de SC **ATELIER A SRL Arad** (*anexa 4*).

Din datele prezentate în fișele de foraj rezultă următoarea stratificație a terenului (fig.4.25.):

- până la – 1,90 m umpluturi neconsolidate;



- de la -1,90 m la -2,80 m argilă prăfoasă cu intercalații nisipoase, cafenie gălbuie, plastic consistentă;
- de la - 2,80 m la - 4,20 m praf argilos cafeniu gălbui, plastic consistent;
- de la -4,20 m la -5,00 m nisip fin prăfos cafeniu gălbui, plastic consistent;
- de la -5,00 m la -7,00 m argilă nisipoasă cafeniu gălbuie, plastic consistentă.

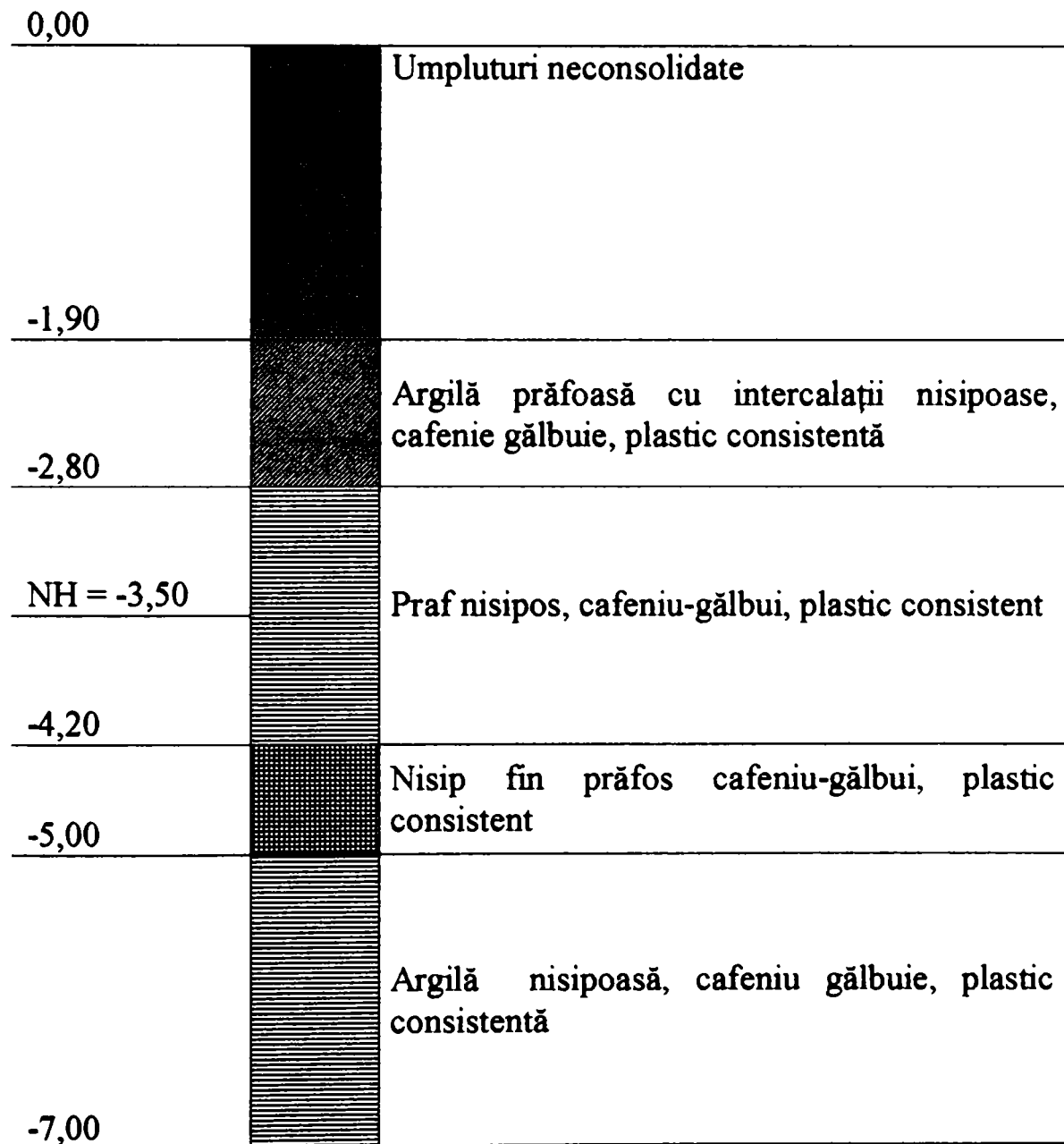


Fig. 4.25. Stratificația terenului la Showroomul din Calea Timișorii, Arad

Studiile geotehnice efectuate au recomandat fundarea directă pe o pernă de balast de cca 2,00 m grosime după înlăturarea umpluturii s-au fundarea indirectă pe piloți de diametru mare.

Presiunea convențională de calcul pentru  $D_f = 2,00$  m este  $p_{conv} = 190$  kPa

Adâncimea de îngheț – dezgheț este de 0,80 m, iar nivelul apelor subterane este la -3,50 m, cu posibilitate de creștere cu 1,50 m.

Showroomul auto și service OPEL Arad amplasat în Calea Timișorii nr. 128 – 130 este construit de **S.C. TOP AUTO CENTER S.R.L. Arad** în regim de D + P + M și este alcătuit la parter dintr-o sală de expunere a autoturismelor marca OPEL (471 m<sup>2</sup>), un service auto (530 m<sup>2</sup>), tinichigerie auto (286 m<sup>2</sup>), vopsitorie (320 m<sup>2</sup>), spălătorie (168 m<sup>2</sup>), magazie și depozit (160 m<sup>2</sup>), centrală termică proprie (28 m<sup>2</sup>), un adăpost ALA (93 m<sup>2</sup>) la demisol, sală de mese (62 m<sup>2</sup>) și vestiar (30m<sup>2</sup>) la etaj. De asemenea se asigură serviciile auxiliare și administrative.

Din punct de vedere constructiv, construcția este situată în zona seismică D,  $k_s=0,16$ , perioada de colț  $T_c = 1,0$  sec, categoria de importanță C, clasa de importanță III, cu o suprafață construită  $S_c = 2.194$  m<sup>2</sup> și o suprafață desfășurată  $S_d = 2.607$  m<sup>2</sup>.

Ansamblul este realizat dintr-o structură metalică din profile sudate uzinal– stâlpi, grinzi, contravântuiri – închise cu pereți și acoperiș din plăci termoizolate ONDATHERM. În planul acoperișului se află luminatoare din policarbonat. Pardoselile sunt pardoseli industriale din beton armat cu plase sudate și finisate cu elicopterul, iar în zona de prezență a publicului sunt pardoseli din gresie. Tâmplăria este din profile de aluminiu calde cu geam termopan clar.

Investiția este formată din două corpuri de clădire: una de 64,75 x 31,60 m și cealaltă de 21,00 x 13,60 m.

Fundațiile au fost proiectate de **S.C. KESZ S.R.L. Cluj Napoca** și au fost verificate de domnul *prof. dr. ing. Marin Marin*.

Având în vedere particularitățile terenului prezentate mai sus, soluția de fundare a fost una care a trebuit să îndeplinească mai multe cerințe, cea mai importantă fiind

stabilitatea terenului și a clădirii. S-au proiectat fundații izolate pe piloți scurți forți execuți cu tractorul universal TIH – 445 DH.

Lungimea piloților scurți forți este de 4,65 m legați cu un radier din beton armat având dimensiunile de 1,60 x 1,60 x 0,80 m.

Cei patru piloți forți sunt dispuși în plan conform detaliilor din fig. 4.26.

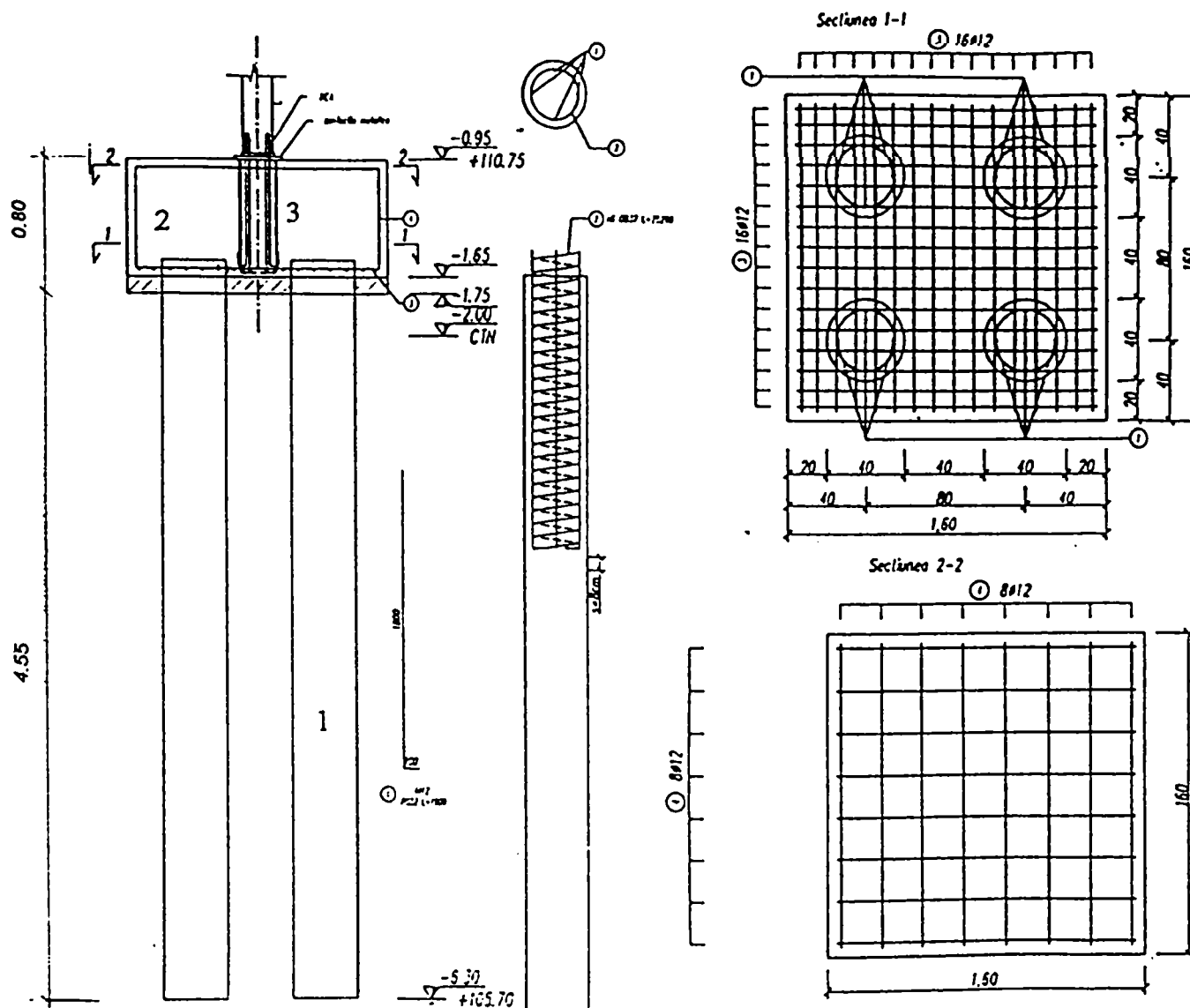


Fig. 4.26. Fundație izolată sub stâlpi. Detalii:

- 1 – pilot scurt forat; 2 – radier; 3 – grindă de fundație; 4 – carcasă de buioane;  
5 – umplutură; 6 – pardoseală; 7 – trotuar

Pilotul este armat la partea superioară cu 4  $\varnothing$  12 PC52,  $l=1,90$  m legate cu o fretă din OB 37  $\varnothing$  6 cu pasul de 8 cm.

Radierul este armat cu două plase, una inferioară din bare  $\varnothing$  12/100 și una superioară din bare  $\varnothing$  12/200.

În total s-au executat 49 fundații izolate sub stâlpi însumând 196 piloți.

Legătura dintre stâlp și blocul de fundare se realizează prin intermediul buloanelor de ancoraj formate dintr-o carcasă de 4  $\varnothing 22$ ,  $L = 0,80$  m rigidizate cu o tablă groasă  $350 \times 350 - 10$  mm (fig. 4.27.).

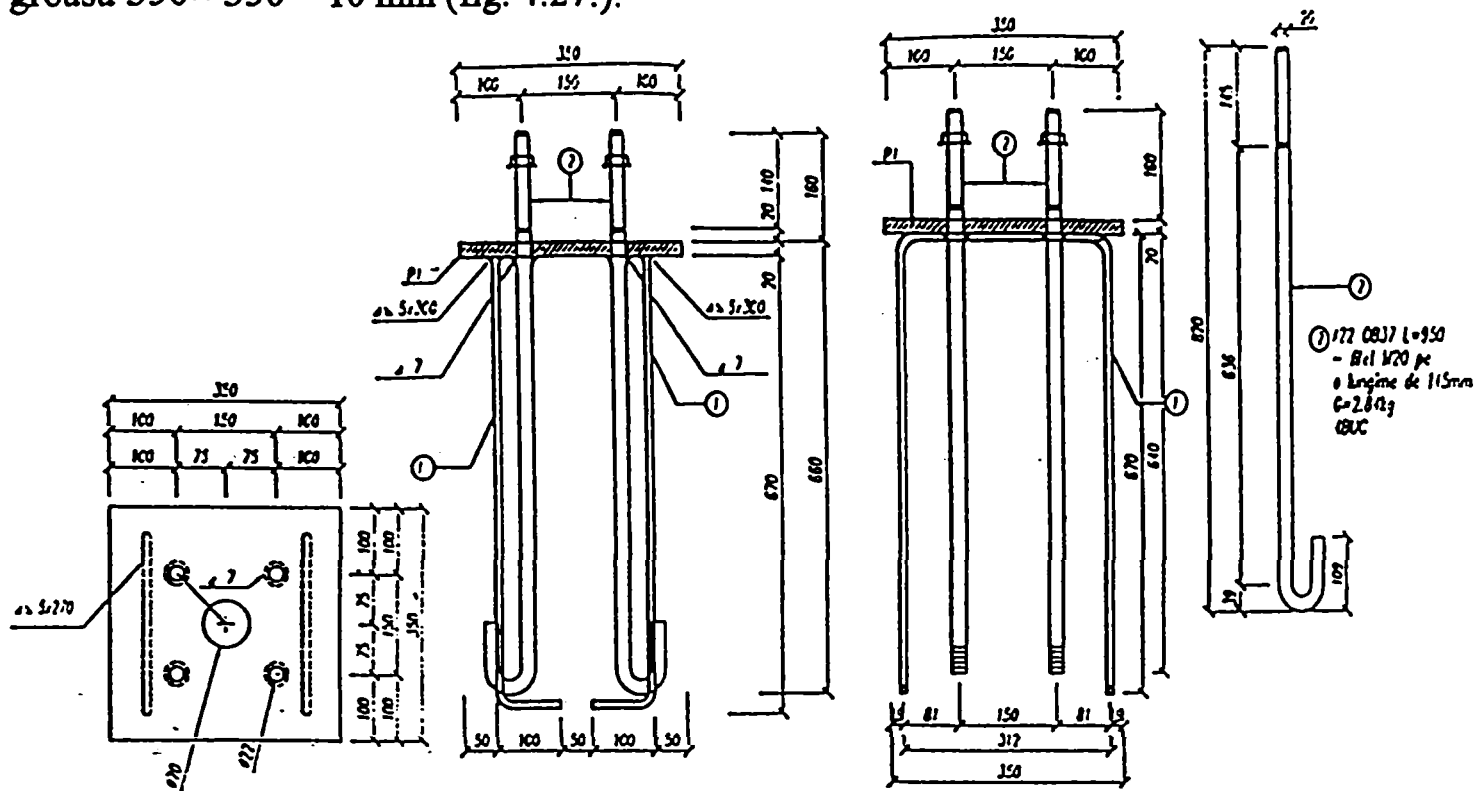
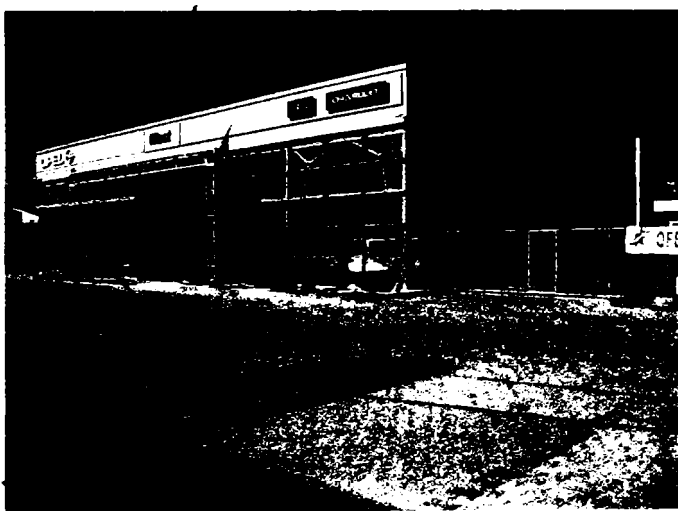


Fig. 4.27. Detalii de ancorare între blocul de fundație și stâlpul metalic.

În fotografiile de mai jos se poate vedea Showroomul auto și serviceul din Calea Timișorii din Arad.



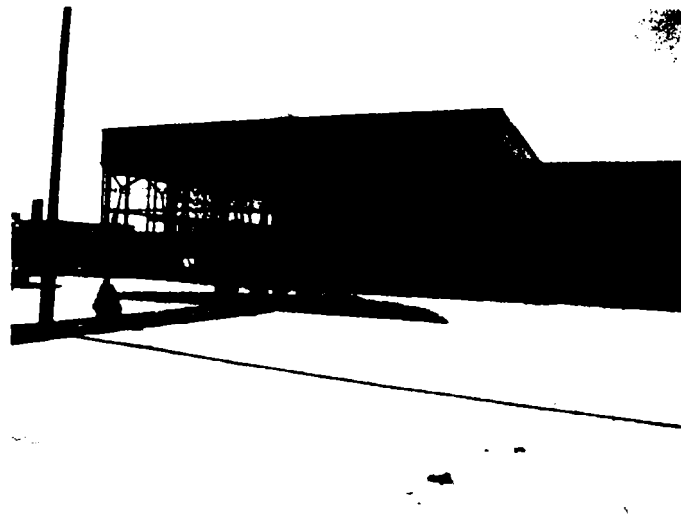
Vedere nord-est



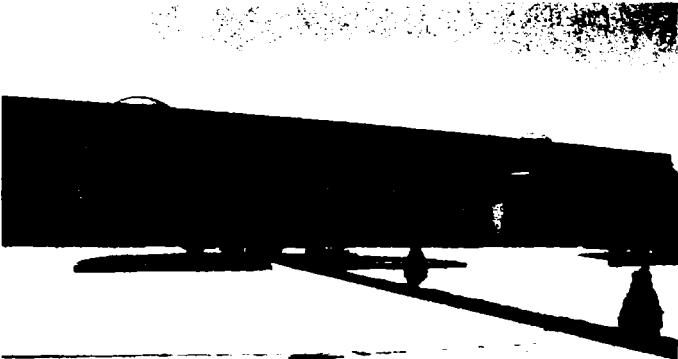
Fațada sud



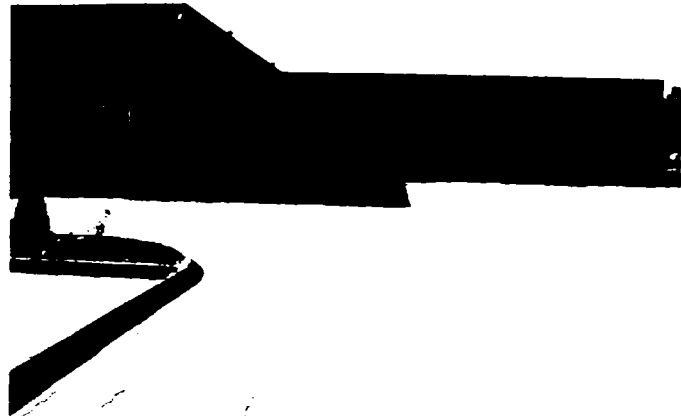
Fațada principală



Fațadă laterală nord



Fațadă laterală nord



Fațadă laterală nord



Fațadă laterală nord



Fațadă laterală vest

Showroom auto și service Opel, Calea Timișorii, Arad

Din analiza comparativă a terenurilor aflate sub lucrările descrise anterior, se desprind următoarele observații:

- Lucrările prezentate au fost realizate în partea de vest a țării, în județele Arad și Timiș.
- Amplasamentele au fost aproape plane, cu stabilitatea asigurată.
- Pe terenurile prezentate au mai fost realizate construcții (la Timișoara), două au fost neconstruite și unul a fost depozit de moloz.
- Terenurile prezentate au în componența lor argile sub diverse forme și într-un procent mai mare sau mai mic.
- Toate terenurile au indicele de consistență  $I_c > 0,70$  și indicele de plasticitate  $I_p > 33\%$ .
- Presiunea convențională pe teren este peste 250 kPa și 190 kPa pe Calea Timișorii din Arad.
- Singurul teren cu contracții foarte mari și sensibilitate la umezire este cel de la Ineu.
- Nivelul apelor subterane este stabil în jurul valorii de  $-3,50$  m cu fluctuații mici în timpul perioadelor ploioase. Excepție face terenul de la Ineu cu fluctuații foarte mari pe verticală (peste 1,50 m) datorită argilei foarte compacte aflată sub cota  $-4,00$  m.
- Situația comparativă a terenurilor este prezentată în fig.4.28.

Cola față de 0,00	Continental Timișoara			Globus Internațional Arad			Delphi Ineu			Showroom Opel Arad		
	Grosimea stratului, m	Stratificație	Denumirea stratului	Grosimea stratului, m	Stratificație	Denumirea stratului	Grosimea stratului, m	Stratificație	Denumirea stratului	Grosimea stratului, m	Stratificație	Denumirea stratului
-0,50	1,00	Umplutura eterogenă de pământ negru	Sol vegetal	0,20	Stratificație	Sol vegetal argilos	1,90	Stratificație	Umpluturi neconsolidate			
-1,00		continuuă cu praf argilos de consistență ridicată.	Argilă calenic, plastic vârtosă, cu rare	1,00		Argilă prăfoasă calenic, plastic vârtosă						
-1,50	1,00		concrețiuni de Mn	0,60		Argilă cafenie negricioasă, plastic vârtosă						
-2,00			Argilă prăfoasă, plastic vârtosă, spre bază plastic	0,90		Argilă prăfoasă galben cafenic, cenușic, plastic consistentă	0,90					
-2,50	2,50		consistență, de culoare gălbenă, cu rare	NH= 3,50								
-3,00			concrețiuni	1,10								
-3,50	NH= 3,60		calcaroase.									
-4,00			Argilă plastic									
-4,50	1,00		consistență, galbenă									
-5,00			Argilă grasă consistentă									
-5,50	1,50											
-6,00												
-6,50												
-7,00												

Fig.4.28. Situația comparativă a celor patru amp'asamente de fundare

### **4.3. Tehnologia de execuție a piloților scurți forăți executați cu tractorul universal TIH–445 DH. Probleme ivite pe parcursul execuției.**

În general, modul de executare a piloților scurți forăți cu tractorul universal TIH – 445 DH este prezentat în capitolul 3.

În cele ce urmează doresc să prezint câteva particularități întâlnite la execuția piloților scurți forăți în lucrările realizate.

La piloții executați la Hala IV Continental Timișoara și la Globus Internațional Arad, piloții s-au executat la lungimea burghiului fără prelungitor, încadrarea pilotului în terenul bun de fundare s-a făcut pe o adâncime de 30 – 40 cm, el lucrând ca un pilot flotant. Diametrul piloților este de 50 cm la toate lucrările, cu excepția celor de la Hala Globus Arad care este de 40 cm.

Singura observație ce poate fi făcută este prezența apei subterane la o cotă mult mai ridicată decât cea prevăzută în proiect la Hala Globus Arad.

Turnarea betonului în corpul pilotului s-a făcut în două moduri:

- s-a evacuat apa din gaura forată cu ajutorul unei pompe submersibile și apoi s-a turnat betonul;
- s-a turnat betonul în apă cu ajutorul unui tub PVC  $\varnothing$  200 mm ce s-a ridicat pe măsura umplerii cu beton fără a scoate capătul inferior din beton (turnare continuă).

Din punct de vedere calitativ, prima metodă este de preferat celei de-a doua dar, din punct de vedere economic lucrurile stau invers.

O situație particulară au constituit-o piloții scurți forăți cu tractorul universal TIH – 445 DH executați la Hala Delphi din Ineu.

Stratificația terenului permite băltirea apei după orice ploaie o perioadă îndelungată de timp concomitent cu creșterea accentuată a nivelului apelor subterane.

În total, la această lucrare s-au executat 464 piloți scurți forăți cu lungimea de peste 3,00 m de la baza cuzinetului (deși lungimea proiectată a fost de 3,00 m și  $d=50$  cm).



Având în vedere lungimea utilă a burghiului de 2,00 m, rămânea de rezolvat o adâncime de 1,30 – 1,50 m plus grosimea radierului de 1,00 m. În aceste condiții, lungimea pilotului depășea înălțimea de gabarit a tractorului TIH – 445 DH cu echipamentul de forat (aproximativ 5,0 m).

Pentru a rezolva această problemă, autorul a executat prima dată săpătura pentru cuzineți, cca 1,0 m adâncime, a trasat poziția piloților și apoi a început forarea găurii la cota prevăzută în proiect, intercalând între burghiu și capul de antrenare prelungitorul prezentat la descrierea utilajului (fig.3.6.).

O altă problemă ce trebuia rezolvată a fost prezența apei subterane la cca 1,20 – 1,50 m față de nivelul terenului (CTN) în perioadele ploioase.

Stratificația terenului făcea ca prezența apei subterane să ducă la surparea argilei cafeniu – negricioasă prezentă între –1,20 și –1,80 m, imediat ce găurile erau forate.

Având în vedere aceste particularități ale terenului, epuizarea apei prin orice procedeu mecanic era exclusă.

Un alt inconvenient în realizarea piloților era distanța mare de transport a betonului cca 60 km – din Arad și volumul mic de beton necesar pentru o fundație (cca 0,6 m<sup>3</sup>/pilot).

Rezolvarea tuturor acestor probleme s-a făcut astfel:

- s-au materializat pe teren axele fundațiilor;
- s-au trasat contururile blocurilor de fundație;
- s-a executat mecanic săpătura până la cota inferioară a cuzinetului;
- s-a curățat fundul săpăturii și s-au îndreptat marginile gropii;
- s-au poziționat axele piloților;
- s-a început forajul găurii;
- s-a întocmit fișa forajului;
- s-au executat găurile necesare conform tipului de fundație. După terminarea găurii aceasta s-a acoperit cu o placă tego sau o tablă pentru a elimina posibilitatea colmatării cu diverse materiale sau accidente de muncă;
- s-au repetat operațiile la o altă fundație.

Lucrările au fost astfel programate și executate încât la terminarea a 10 găuri, betonul să fie prezent pe șantier, la locul de turnare.

Betonarea s-a realizat fie cu pompa de beton, fie folosind un tub de PVC  $\varnothing$  250 mm prevăzut la partea superioară cu două mânere din frânghie pentru a putea fi manevrat mai ușor. Capătul inferior al tubului s-a menținut tot timpul în beton pentru o turnare uniformă și continuă.

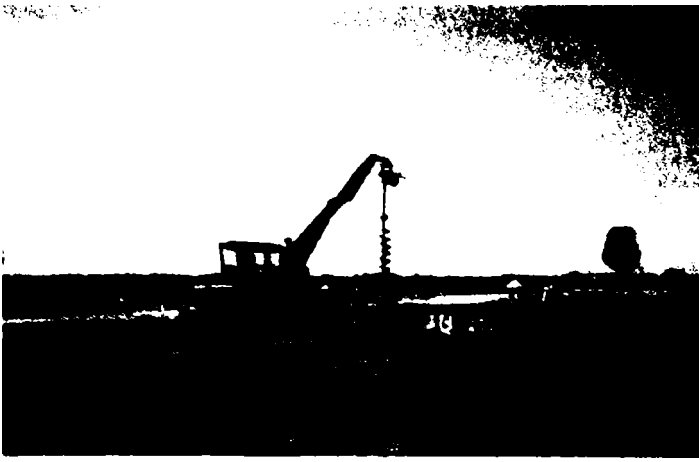
După turnarea betonului s-a introdus carcasa de armătură la cota din proiect și s-a vibrat foarte bine betonul. S-a procedat astfel deoarece diametrul tubului nu pătrundea în carcasa de armătură (barele erau terminate cu ciocuri perpendiculare).

Apa în exces împinsă afară de betonul turnat în corpul pilotului s-a infiltrat în terenul din jur sau a fost epuizată mecanic.

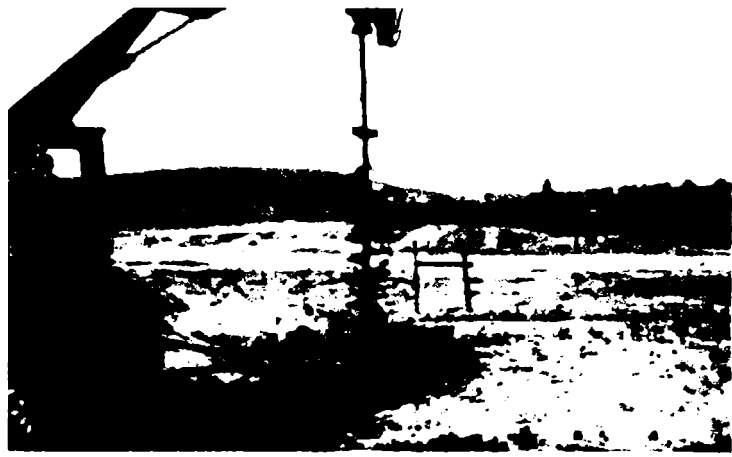
După această operațiune urmează:

- turnarea egalizării radierului cuzinetului;
- trasarea dimensiunilor cuzinetului;
- executarea cofrajului pentru cuzinet (unde este cazul); montarea plasei inferioare de armătură;
- poziționarea carcasei de buloane;
- verificarea poziției armăturii din capul pilotului și conlucrarea acesteia cu armătura din cuzinet;
- montarea plasei superioare de armătură;
- verificarea armăturii, poziției buloanelor, dimensiunii cofrajului, cota superioară a radierului și a plăcii de rezemare a stâlpului;
- întocmirea și semnarea procesului verbal de lucrări ascunse;
- turnarea betonului (clasa din proiect) vibrarea și finisarea părții superioare a acestuia.

Toate operațiunile descrise mai sus se pot vedea în fotografiile de mai jos realizate pe parcursul execuției fundațiilor (fig. 4.29.).



**Tractorul universal TIH – 445 DH pe poziție**



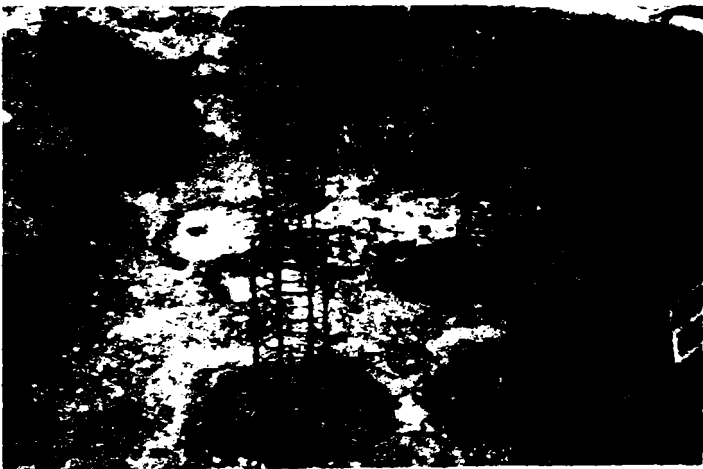
**Forarea pilotului scurt**



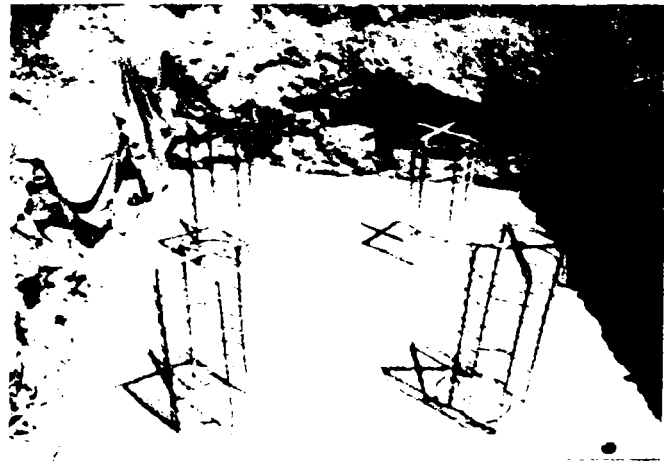
**Evacuarea pământului**



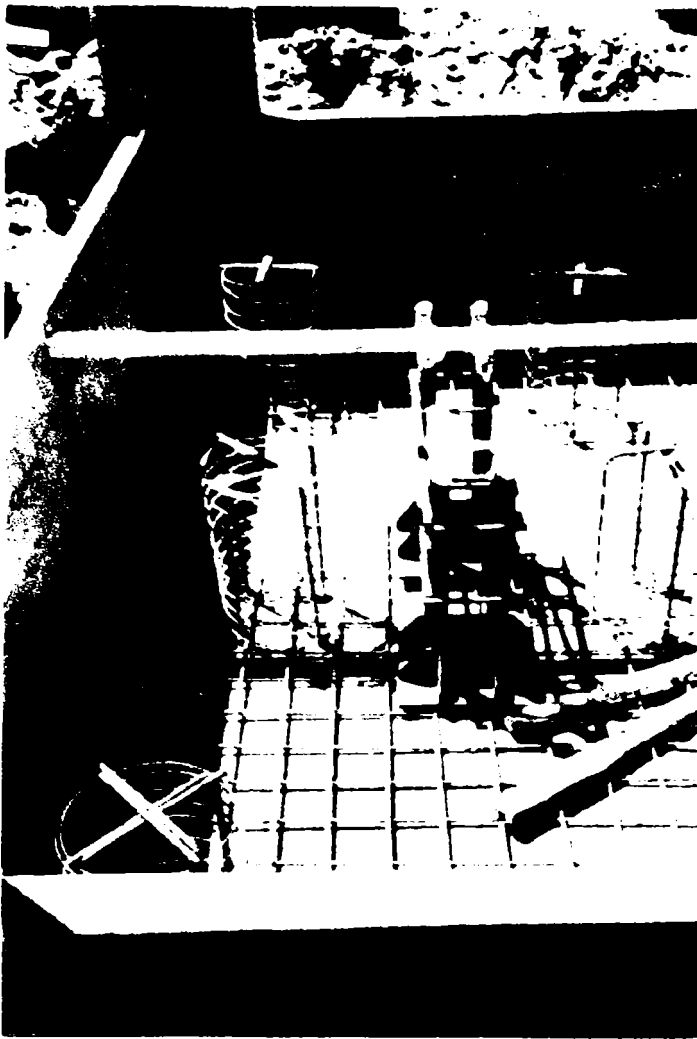
**Gropi forate pline cu apă**



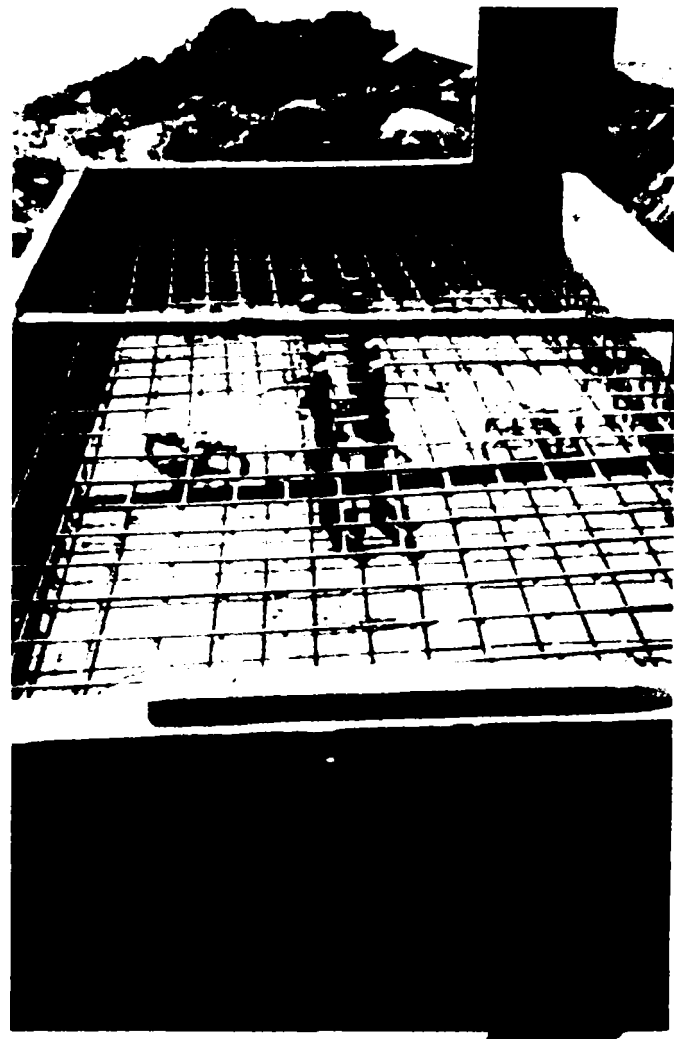
**Piloți betonați**



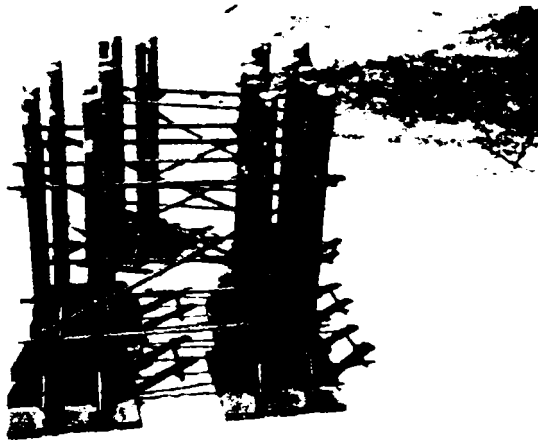
**Egalizarea radierului**



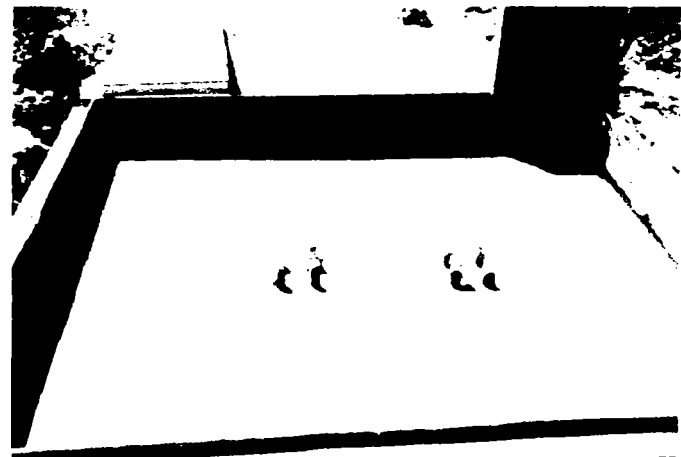
Cofrare radier, armare, montare buloane radier în curs de betonare



Plasă superioară și buloane montate,



Carcase de buloane



Fundație turnată la cota din proiect

Fig. 4.29.

O situație particulară a constituit-o și execuția fundațiilor la Showroomul auto și service OPEL, Calea Timișorii din Arad.

Așa cum a fost prezentat la subcapitolul 4.2.4, terenul bun de fundare se află la adâncime mare – 6,30 m față de cota  $\pm 0,00$  și piloții au fișa de 4,65 m.

Pentru a executa în bune condiții acești piloți scurți forți, s-a îndepărtat umplutura făcută aleatoriu, cu diverse materiale și necompactată de pe cca 2,20 ÷ 2,50 m deoarece nu se putea executa pardoseala și platformele exterioare. Pământul rezultat din umplură s-a depozitat pe un teren viran alăturat și într-un colț al șantierului, pe un amplasament ce s-a folosit în etapa următoare, parcare auto.

S-au executat operațiile de trasare a fundațiilor și s-au executat găurile piloților.

Gaura forată a avut diametrul de 50 cm și adâncimea de 3,00 ÷ 3,30 m funcție de grosimea umpluturii îndepărtate.

În gaura forată s-a introdus betonul prescris în proiect C16/20–T3–I 32,5R/0–31mm și s-a înglobat carcasa de armătură.

După executarea acestei faze a fundațiilor, s-a trecut la executare umpluturii cu pământul îndepărtat anterior, curățat de resturi organice și materiale rezultate din demolări, alternativ cu straturi de balast. S-a executat vibrocompactarea fiecărui strat și prelevarea de probe care să ateste calitatea umpluturilor executate.

Când stratul de umplură a ajuns cu 10 ÷ 15 cm mai jos față de partea superioară a pilotului turnat, s-a trecut la continuarea execuției fundațiilor.

Deoarece era nevoie de cofraje circulare și nu prea exista loc pentru manevrarea cofrajului, pentru scurtarea duratei de execuție, s-au cofrat toți piloții împreună ca un bloc de fundație și s-au turnat până sub cota inferioară a buloanelor de ancoraj.

Etapa următoare a constat în realizarea structurilor succesive de umplură conform tehnologiei prezentate anterior.

Particularitatea acestor fundații pe piloți o constituie acel bloc de fundare armat intercalat între piloți și cuzinet.

#### **4.4. Considerații generale privind fundarea pe piloți scurți forăți executați pe loc cu tractorul universal TIH – 445 DH**

Preocuparea pentru realizarea unei conlucrări foarte bune între terenul de fundare și fundațiile clădirii se menține de la primele construcții realizate de om și până în zilele noastre.

La orice nouă investiție se pune problema unei fundări cât mai sigure și cât mai ieftine realizată cu mijloace moderne, cu materiale locale, cu eforturi umane cât mai mici.

În ultima perioadă de timp, sectorul construcțiilor încearcă să țină pasul cu dezvoltarea impetuoasă a societății, a erei computerelor și înaltei tehnologii.

Deoarece populația lumii se află în creștere și marile aglomerări urbane într-o puternică expansiune, constructorii – cercetători, proiectanți, executanți – trebuie să rezolve zilnic problemele ce apar în edificarea noilor clădiri, în amplasarea acestora pe cele mai diverse terenuri.

Se constată că terenurile de fundare cu caracteristici fizico – mecanice care să permită fundarea directă sunt tot mai rare.

O soluție la îndemână este îmbunătățirea terenului de fundare dar, costurile pentru realizarea acestui deziderat sunt ridicate.

O altă soluție o reprezintă fundarea indirectă care este de asemenea destul de costisitoare.

În acest context, autorul a realizat o soluție de fundare pe piloți scurți ce se poate aplica pe terenuri normale sau terenuri slabe.

O tehnologie de execuție nouă, un material nou sau un utilaj nou, sunt acceptate și recunoscute pe piața construcțiilor și – în general – în orice ramură economică, dacă pe lângă avantajele tehnice prezintă și avantaje economice.

Acest criteriu a stat la baza întregii activități desfășurate de autor în elaborarea tehnologiei de execuție a piloților scurți forăți executați pe loc cu tractorul universal TIH –445 DH, utilaj existent pe piață și în dotarea șantierelor de construcții, care a fost adaptat la noua tehnologie.

În general, soluțiile de fundare pe piloți sunt considerate ca soluții de fundare speciale care necesită utilaje speciale și au costuri ridicate. Toate soluțiile de fundare pe piloți prezentate în capitolul 1 sunt costisitoare din punct de vedere economic și necesită utilaje speciale, nu ușor de procurat în actualul context economic. Tocmai de aceea, autorul consideră că noua tehnologie de execuție a piloților scurți forajă propusă, răspunde cerințelor de competitivitate care diferențiază procedeele de fundare unul față de altul și rezistă la comparația care se face între simplitatea procedeeleor de execuție, avantajele tehnico-economice, consumurile de materiale și manoperă, reducerea volumului de lucrări aferent infrastructurii și productivitatea muncii.

În prezent există o gamă diversificată de tehnologii de realizare a fundațiilor, fiecare tehnologie fiind proprie unei etape de dezvoltare tehnico-economică a societății, folosindu-se numai în anumite condiții caracteristice de teren.

Observând atent tehnologia de execuție a fundațiilor izolate sub stâlpii halelor industriale și izbindu-se de o serie de greutăți pe parcursul realizării acestora, autorul a căutat să elimine aceste neajunsuri, să scurteze termenele de execuție și să reducă costurile crescând calitatea fundațiilor executate.

După o discuție purtată cu Domnul prof.dr.ing. Marin Marin, căruia îi mulțumesc și pe această cale, autorul a fost încurajat să încerce punerea în practică a ideii avute referitoare la fundațiile izolate sub stâlpi.

În cazul terenurilor normale, ideea consta în reducerea dimensiunilor fundațiilor și a volumului de săpături prin utilizarea de piloți scurți executați prin forare, în scopul transmiterii avantajose a încărcărilor de la construcție la terenul de fundare.

În situația terenurilor dificile s-a mers pe principiul aducerii terenului bun de fundare cât mai aproape de baza stâlpilor prin intermediul unor piloți scurți forajă cu tractorul universal TIH – 445 DH și eliminarea unor faze întâlnite la execuția fundațiilor clasice.

Dintre soluțiile de fundare capabile să înlăture dificultățile generate de condițiile dificile de teren de fundare și care să răspundă criteriilor tehnico-economiche, soluția de

fundare pe piloți scurți forăți executați pe loc cu tractorul universal TIH-445DH credem că are suficiente argumente care să o impună ca o soluție de viitor cu certe avantaje.

Noua tehnologie de execuție a piloților scurți se distinge prin simplitatea și ușurința execuției, prin accesibilitatea utilajului, prin productivitatea muncii, prin calitatea piloților obținuți și prin avantajele tehnico-economice certe pe care le aduce.

Utilajul pentru execuția piloților, tractorul universal TIH -445 DH prezentat pe larg în capitolul 3, este ieftin și ușor de găsit aproape pe orice șantier de construcții din România. Echipamentul de lucru are o manevrabilitate deosebită, este ușor și nu necesită alte mijloace pentru transportul accesoriilor, acestea putând fi transportate la locul utilizării odată cu tractorul, prinderea este ușoară și nu necesită personal suplimentar, făcându-se de mecanicul deservent. Modificările aduse echipamentului de forare nu necesită materiale sau prelucrări speciale și au fost prezentate în capitolul 3.

Tehnologia de realizare a piloților scurți forăți executați pe loc cu tractorul universal TIH - 445 DH este la îndemâna oricărui șantier de construcții, nu necesită dotări suplimentare și folosește baza materială a acestuia.

Urmărirea fazelor tehnologice și întocmirea documentelor cerute sunt la îndemâna oricărui maestru de pe șantier.

Dacă facem o analiză a eficienței economice a acestei noi tehnologii de realizare a piloților, vom constata că sunt întrunite toate condițiile pentru obținerea unor importante economii. Din analiza comparativă a costurilor în varianta fundării directe și varianta fundării pe piloți scurți forăți executați pe loc cu tractorul universal TIH -445 DH, putem trage o serie de concluzii și anume:

***a) Consumul de materiale, manoperă, utilaje***

Pentru realizarea lucrărilor de fundații sunt necesare utilaje și forță de muncă . Dacă admitem că la lucrările de umplutură și săpături forța de muncă nu necesită calificare, manipularea utilajelor se face doar de personal calificat.

*În varianta de fundare directă* sunt necesare utilaje diverse: buldozer, excavator, vibrocompactor, placă vibrantă, mijloace de transport.



În varianta de fundare pe piloți scurți forți, aceste utilaje se reduc la buldozer și tractorul universal TIH –445 DH, pamântul rezultat din săpătură fiind folosit la umpluturi.

Lucrările de cofrare a fundației continue se elimină în varianta fundării pe piloți, la fel ca și cele de sprijiniri și parțial cele de umplutură.

Din cele prezentate mai sus și din analiza costurilor (vezi 4.2.1.) la lucrările executate, reducerea costurilor cu manopera în varianta fundării pe piloți scurți forți executați pe loc cu tractorul universal TIH –445 DH este de 32-34 % față de fundarea directă.

În ceea ce privește consumul de utilaje, din descrierea operațiilor tehnologice, se poate constata o reducere semnificativă a numărului și tipului de utilaje folosite, rezultând clar o economie însemnată.

Gama materialelor folosite la realizarea fundațiilor este aceeași în ambele variante de fundare, dar volumul utilizat este diferit, obținându-se economii importante la ciment, agregate, lemn și un consum suplimentar la oțel beton. În cazul lucrărilor executate, consumul de materiale se reduce cu 34 – 35 % față de fundarea directă.

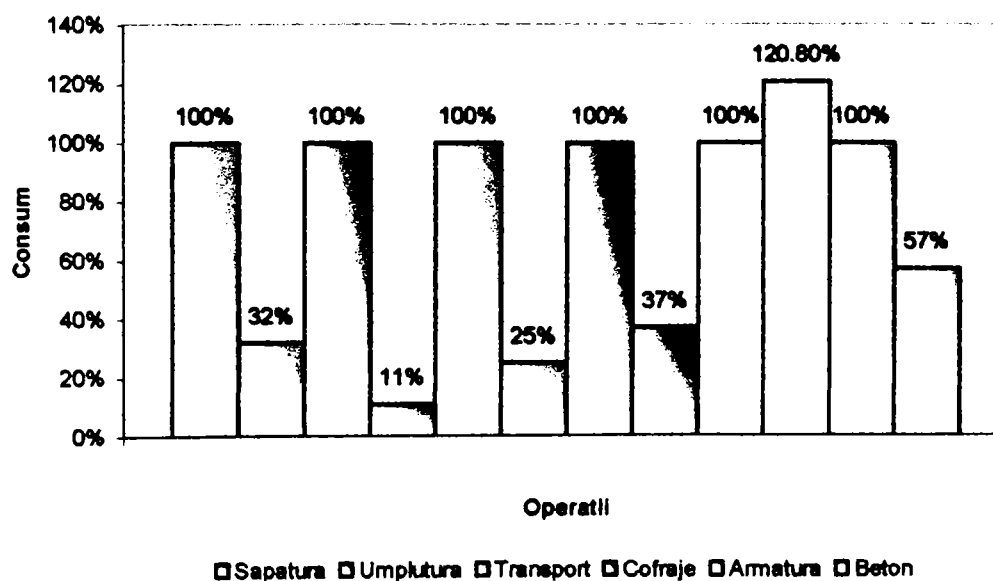


Fig. 4.29. Comparația cheltuielilor cu manopera și materialele între fundarea directă și fundarea pe piloți scurți forți

Dacă reprezentăm grafic situația costurilor cu manopera și materialele în cele două variante de fundare, pe același amplasament, în condiții similare, se poate observa

că varianta de fundare pe piloți scurți forați executați pe loc cu tractorul universal TIH – 445 DH aduce însemnate economii la materiale și manoperă – în medie 33%( procentul de 100% reprezintă varianta de fundare directă).

**b) Durata de execuție și productivitatea muncii**

Plecând de la idea că asupra eficienței economice a unui procedeu sau tehnologii de execuție acționează direct durata necesară realizării produsului finit, în cazul de față pilotul scurt respectiv infrastructura, acest aspect a fost urmărit încă de la realizarea piloților experimentali în Poligonul Micălaca.

Pe parcursul execuției lucrărilor în șantier s-a urmărit durata necesară realizării unui pilot scurt forat și cauzele care influențează aceasta. Din datele adunate în situații concrete de șantier, în condiții diferite de teren, pe amplasamente diferite, cu oameni diferiți, au rezultat timpi diferiți, dar net superiori oricărei alte variante de fundare (tabelul 4.3.).

Tabelul 4.3.

Operații de lucru	Durata de realizare (minute)			
	Continental TM d=50cm L=2,50m 200 piloți	Globus AR d=40cm l=2.00m 72 piloți	Delphi Ineu d=50cm L=3.00m 464 piloți	Opel AR d=50cm L=3.30m 196 piloți
Forarea găurii	20	7	35	12
Montare armătură	10	3	15	10
Turnare beton	10	5	10	10

Durata reală de realizare a unui pilot scurt forat executat pe loc cu tractorul universal TIH –445 DH depinde de următorii factori:

- organizarea șantierului și a locului de muncă;
- cunoașterea exactă a tehnologiei de lucru;
- aprovizionarea ritmică cu materiale (carcase de armătură, beton);
- funcționarea corectă și continuă a utilajului;
- priceperea mecanicului deservent al utilajului.

Din cele constatate direct pe șantier se poate observa că timpii realizați sunt foarte buni și scurtează foarte mult durata de execuție a infrastructurii, în medie cu până la 50% față de alte variante de fundare.

Un aspect definitiv al eficienței economice îl constituie productivitatea muncii. Pe parcursul execuției lucrărilor în condiții de șantier s-a urmărit stabilirea unui număr optim de muncitori – de diverse specialități – pentru realizarea unei producții ridicate. Din cele observate la lucrările executate, a rezultat următoarea echipă de lucru:

- mecanicul deservent al utilajului (bine pregătit profesional);
- doi muncitori pentru execuția forajului: verifică verticalitatea burghiului, îndepărtează pământul de lângă gaura forată, curăță fundul găurii, protejează forajul – pot fi necalificați sau slab calificați;
- doi muncitori pentru montarea carcasei de armătură, montarea instalației de betonare, verificarea cotei de nivel, vibrarea betonului – trebuie să fie calificați (de preferință dulgheri).

Această formație de cinci muncitori a realizat – în medie – 22–25 piloți scurți forajați executați pe loc cu tractorul universal TIH – 445 DH – pe parcursul unei zile de lucru, ceea ce subliniază încă o dată productivitatea ridicată a acestei noi tehnologii și eficiența ei economică.

### ***c) Costul global al lucrării***

Dacă lucrările realizate pe piloți scurți forajați executați pe loc cu tractorul universal TIH – 445 DH ar fi comparate cu lucrări similare executate în varianta de fundare directă, costurile globale ar fi mai reduse cu 35–37%.

Având în vedere faptul că eficiența economică este un element definitiv al activității, considerăm că alegerea unei soluții optime de fundare pentru o clădire în condiții concrete de teren trebuie făcută doar pe baza unei analize temeinice a mai multor variante de fundare posibil de aplicat, variante în cadrul cărora să fie analizată și fundarea pe piloți scurți forajați executați pe loc cu tractorul universal TIH–445 DH, care poate înlocui fundarea indirectă pe piloți scurți prefabricați și fundarea directă de adâncime medie.

În procesul de realizare a lucrărilor de infrastructură a clădirilor prin procedee clasice de fundare în condiții dificile de teren, apar o serie de dificultăți tehnico – economice ce trebuiesc eliminate de către specialiști prin găsirea unor metode și soluții noi de fundare.

Dintre soluțiile de fundare capabile să înlăture dificultățile tehnico – economice generate de condițiile dificile de teren, soluția de fundare pe piloți scurți forăți executați pe loc cu tractorul universal TIH – 445 DH poate fi o soluție de viitor datorită avantajelor pe care le oferă (cap IV).

#### **CONCLUZII:**

- fundațiile pe piloți scurți forăți executate cu tractorul universal TIH – 445 DH au o tehnologie de execuție foarte simplă, rapidă și ieftină;
- piloții se pot executa cu lungimi cuprinse între 2,0 și 4,0 m în funcție de terenul de fundare, priceperea conducătorului de șantier, istețimea mecanicului deservent al utilajului, nivelul apei subterane;
- diametrul piloților scurți forăți cu tractorul universal TIH – 445 DH poate fi de 400 sau 500 mm (s-au folosit burgie cu diametrul de 400 și 500 mm);
- dacă se urmărește atent fiecare operațiune a procesului de execuție, pericolul de rebutare a pilotului este practic nulă;
- tehnologia de execuție a piloților scurți forăți prezentată și folosită la lucrările descrise anterior conduce la rezultate foarte bune în terenuri normale sau slabe, alcătite din pământuri coezive sau semicoezive;
- prezența apei subterane nu împiedică aplicarea acestei tehnologii.

### CONTRIBUȚII PRIVIND FUNDAREA INDIRECTĂ

Pe plan mondial se constată o preocupare a specialiștilor din domeniul construcțiilor pentru perfecționarea tehnologiilor existente cât și pentru elaborarea unor tehnologii noi de realizare a piloților.

**În acest context, autorul a încercat să elucideze principalele aspecte ce definesc această nouă tehnologie de realizare a piloților scurți forăți executați pe loc cu tractorul universal TIH – 445 DH, întreaga activitate depusă având drept scop definirea și elaborarea unei tehnologii de lucru cu care să se poată realiza piloți scurți forăți.**

O dată încolțită, ideea a fost pusă în practică prin realizarea primilor piloți scurți forăți experimentali în baza de producție Micălaca din Arad a S.C. CONAR S.A. Arad, pentru a verifica teoria și a le dovedi eficiența.

După ce am văzut posibilitățile reale de execuție a piloților scurți forăți cu tractorul universal TIH – 445 DH, am căutat să impun acest procedeu ca soluție de fundare la diverse lucrări ce urma să le executăm.

Spre bucuria mea, ceea ce la început părea doar o dorință, un moft spuneau unii, s-a impus ca o soluție de fundare ieftină, rapidă și la îndemâna noastră.

Realizările practice descrise în capitolul precedent au confirmat soluția de fundare atât în cazul fundațiilor izolate sub stâlpi cât și la fundații continue sub ziduri.

Țin să precizez că toate proiectele de execuție a fundațiilor pe piloți scurți forăți au fost verificate de *Domnul prof.dr.ing. Marin Marin* căruia îi adresez întreaga mea prețuire.

Din cele prezentate pe parcursul acestei teze de doctorat, autorul dorește să sublinieze – în mod special – următoarele contribuții:

5.1. Pe parcursul documentării și elaborării prezentei lucrări, **autorul a realizat o sinteză documentară privind concepția, proiectarea și tehnologia de realizare a sistemelor de fundare folosite pe plan național și mondial.**

5.2. Prin cercetările experimentale efectuate de autor în Poligonul Micălaca al SC CONAR SA și prin lucrările realizate pe teren, **s-a definit domeniul de aplicare a tehnologiei de execuție a piloților scurți forăți executați pe loc cu tractorul universal TIH – 445 DH ( capitolul 4.1.1. și 4.2.1.).**

Lucrările experimentale din Poligonul Micălaca și cele executate la diverși beneficiari (capitolul 4.) aflate în exploatare, **au perfecționat utilajul, echipamentul de lucru și tehnologia de realizare a piloților scurți forăți executați pe loc cu tractorul universal TIH – 445 DH, rezultând o tehnologie de lucru sigură, eficientă, ieftină și ușor de aplicat( capitolul 3.6.).**

5.3. Utilajul de realizare a piloților scurți forăți – TRACTORUL UNIVERSAL TIH –445 DH – de fabricație românească (producător: SC MAT SA CRAIOVA ) are o largă răspândire pe teritoriul țării, ușurință în manevrare, fiabilitate și costuri reduse de exploatare (capitolul 3.4.3.). **Prin modificările aduse echipamentului de lucru (3.5.) s-a reușit adaptarea lui pentru execuția piloților scurți forăți executați pe loc cu lungimi cuprinse între 2,00÷4,00 m și diametre de 40 cm sau 50 cm în condițiile prezentate în capitolul 4.**

5.4. **Calitatea piloților scurți forăți executați pe loc cu tractorul universal TIH – 445 DH este foarte bună, aceștia neavând gătuiri sau zone cu beton alterat, continuitatea lor fiind asigurată prin tehnologia de execuție.**

5.5. **Capacitatea portantă a piloților scurți forăți executați pe loc cu tractorul universal TIH – 445 DH este ridicată și a fost determinată experimental prin**

**încercarea statică de probă, rezultatele indicând o capacitate portantă mai ridicată decât la piloții prefabricați (capitolul 4.1.1., 4.2.3.).**

*Modificările structurale survenite în pământul din jurul găurii forate nu sunt importante, viteza de rotație a burghiului consolidează pereții găurii și influențează favorabil gradul de îndesare a pământului. Având în vedere faptul că forajele se execută în terenuri coezive și semicoezive, zona de influență a forajului nu depășește marginile găurii cu mai mult de diametrul pilotului.*

*În ceea ce privește pământul de sub vârful pilotului, acesta rămâne în stare naturală, nederanjat, menținându-și capacitatea portantă din studiul geotehnic.*

5.6. Din normativele aflate în vigoare cu referire la proiectarea, execuția și încercarea în teren a piloților – STAS 2561/3-90, STAS 2561/4-90, STAS 2561/1-83, STAS 2561/2-83 și alte standarde conexe – nici unul nu se poate aplica integral piloților scurți forați executați pe loc cu tractorul universal TIH – 445 DH.

**Dorind să dau o încadrare piloților scurți forați cu tractorul universal TIH – 445 DH, am efectuat calculul de dimensionare și verificare conform STAS 2561/4-90 și propun o tehnologie de execuție și verificare proprie bazată pe toate normele și normativele în vigoare referitoare la piloți.**

Piloții scurți forați sunt piloți realizați prin forarea unei găuri, introducerea carcasi de armătură și umplerea ei cu beton.

Efectul produs de forarea găurii asupra terenului din jur ne face să apreciem că piloții scurți forați sunt piloți de dislocuire.

Folosirea piloților forați este recomandată în cazul fundațiilor care transmit terenului încărcări axiale și transversale ori când baza piloților pătrunde într-un strat practic incompresibil (piloți purtători pe vârf).

Piloții scurți forați pot fi utilizați și ca piloți flotanți dacă până la adâncimea maximă de forare nu se găsește un strat practic incompresibil.

*În calculele de dimensionare, pe amplasamentele prezentate, piloții scurți forați s-au calculat ca piloți flotanți.*

Și în cazul piloților scurți forajți executați cu tractorul universal TIH – 445 DH se parcurg aceleași etape ca și în cazul piloților forajți de diametru mare (STAS 2561/4-90).

Având în vedere cele prezentate anterior, până la parcurgerea etapelor necesare elaborării și aprobării unui normativ, **propun următorul „ghid” pentru realizarea piloților scurți forajți executați pe loc cu tractorul universal TIH – 445 DH:**

#### *DATE PRIVIND PROIECTAREA*

Pentru o proiectare corectă și eficientă trebuie cunoscute o serie de date și anume:

- a) date privind amplasamentul; se referă la identificarea gospodăriei subterane (apă, canalizare, energie electrică, gaze, telefonie, termoficare, etc.);
- b) date privind terenul de fundare; se referă la existența unui proiect geotehnic care să cuprindă datele necesare proiectului de fundații;
- c) datele privind acțiunile asupra piloților vor fi furnizate de proiectantul de structură (suprastructură);
- d) date privind capacitatea portantă a piloților.

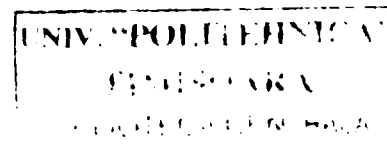
Aceste date vor fi în concordanță cu standardele în vigoare și vor respecta aceleași reguli ca și la piloții forajți de diametru mare.

#### *MATERIALE*

Materialele din care sunt alcătuiți piloții scurți forajți sunt aceleași ca și la ceilalți piloți adică beton și armătură.

Betonul este de clasă superioară, cel puțin C 12/15 cu un dozaj minim de ciment de  $350 \text{ kg/m}^3$  în cazul betonării în uscat și minim  $400 \text{ kg/m}^3$  în cazul betonării în apă.

Agregatele trebuie alese astfel încât să permită o bună betonare, să nu se formeze goluri în interiorul pilotului și să asigure acoperirea cu beton a carcusei de armătură. De obicei, dimensiunile maxime ale agregatelor să nu depășească 31 mm (preferabil 16mm).





Apa folosită la prepararea betonului să nu fie poluată sau să fie agresivă. De obicei se folosește apă de la rețeaua orașului . Raportul apă ciment – A/C – trebuie să fie mai mic de 0,6. Este permisă folosirea aditivilor plastifianți și a întârziatorilor de priză.

Betonul trebuie să fie consistent și nu trebuie să depășească la încercarea cu conul o tasare mai mare de 15 cm.

Dacă terenurile pe care sunt realizați piloții prezintă ape agresive, atunci la realizarea rețetei de beton se va ține seama de prevederile legale în vigoare.

Armăturile folosite la armarea piloților scurți forți sunt oțelurile beton OB 37 și PC 52 conform STAS 438/1-80.

La alegerea materialelor care alcătuiesc piloții scurți forți se va ține seama de prevederile normativului NE 012-99.

### *ALCĂTUIREA PILOȚILOR*

Dimensiunile caracteristice ale piloților sunt diametrul și lungimea (fișa pilotului).

În cazul piloților scurți forți cu tractorul universal TIH – 445 DH diametrul acestora se consideră egal cu diametrul burghiului și anume 400 mm sau 500 mm.

Lungimea pilotului forat se determină funcție de adâncimea la care se întâlnește stratul practic incompresibil sau, în cazul în care coloana stratigrafică stabilită prin foraje nu pune în evidență un asemenea strat, de adâncimea până la care se stabilește că, prin efectul combinat al frecării pe suprafața laterală și al rezistenței în planul bazei, pilotul transmite la teren încărcarea axială care-i revine.

Adâncimea de pătrundere a pilotului în stratul portant trebuie să fie cel puțin două diametre, iar în cazul rocilor stâncoase pe 0,50 m.

Armarea piloților scurți forți se face cu carcasa de armătură formate din bare longitudinale, fretă sau etrieri, inele de rigidizare și distanțieri.

Carcasa de armătură are secțiune constantă așa cum rezultă din calculul de rezistență al pilotului. Barele longitudinale sunt din PC 52 și au diametrul minim de 12 mm.

În cazul unor lungimi mai mari de 3 m barele se rigidizează cu inele dispuse în lungul carcasei. Armarea transversală se face cu fretă din OB 37 sau etrieri cu diametrul minim de 6 mm. Pasul fretei se stabilește de către proiectant. Pentru centrarea carcasei de armătură în gaura de foraj, pe barele longitudinale se montează distanțierii dispuși pe circumferință.

Acoperirea cu beton a carcasei de armătură măsurată la fața exterioară a barelor longitudinale va fi de 5 cm.

Corpul pilotului trebuie să pătrundă în radier pe o lungime de minim 10 cm fără a lua în calcul betonul de egalizare de sub radier.

Barele longitudinale ale carcasei de armătură se ancorează în radier pe o lungime minimă de 40 diametre.

Radierul va avea o înălțime cel puțin egală cu diametrul pilotului, iar distanța dintre fața pilotului și marginea radierului nu va fi mai mică de 25 cm.

Distanța minimă dintre piloți va fi egală cu diametrul pilotului.

Execuția propriu-zisă a piloților scurți foraji cuprinde următoarele faze tehnologice:

- verificarea eliberării amplasamentului de toate rețelele subterane;
- existența caietului de sarcini elaborat de proiectant pentru execuția piloților scurți foraji;
- existența formularului de forare – betonare a pilotului (se întocmește pentru fiecare pilot în parte) – vezi formularul anexat;
- trasarea pe teren a poziției piloților;
- amplasarea tractorului universal TIH – 445 DH pe poziție;
- forarea găurii;
- curățirea fundului găurii;
- introducerea carcasei de armătură;
- betonarea;
- pregătirea capului pilotului pentru conlucrarea cu radierul.

Toate operațiunile de mai sus au fost descrise în capitolul 3.6.

Abaterile limită prevăzute în STAS 2561/4 – 90 sunt acceptate și în cazul piloților scurți forăți cu tractorul universal TIH – 445 DH.

Controlul calității se face pe parcursul execuției și după execuție.

Pe parcursul execuției se vor urmări prevederile din caietul de sarcini dat de proiectant și obiectivele din tabelul de mai jos:

### FIȘA DE CONTROL A CALITĂȚII PILOTULUI FORAT

Când se face controlul	Ce se controlează	Cine face controlul	Procedeul de lucru: forat în uscat și netubat
			Obiective urmărite
1	2	3	4
La instalarea utilajului	Poziția utilajului	E	Concordanța între centrul forajului și centrul pilotului
Înainte de începerea forării	Utilajul de forat	E	Diametrul exterior al uneltei de săpat.
În timpul și la terminarea săpăturii	Natura terenului	E; I	Se examinează pământul adus la suprafață de unealta de săpat, se întocmește un profil geologic, se compară cu cel cunoscut la cercetarea terenului
	Adâncimea găurii	E; I	Se urmărește în permanență adâncimea găurii săpate.
După terminarea săpăturii (eventual după coborârea carcasei)	Fundul găurii forate	E; I	Se curăță fundul de depuneri prin diverse metode.
După confecționarea carcasei de armătură	Carcasa de armătură	E; I	Se verifică alcătuirea carcasei de armătură în conformitate cu proiectul: formă, dimensiuni, nr. și poziția barelor longitudinale, a etrierilor, a inelelor de rigidizare a distanțierilor.
Înainte de prepararea (confecționarea) betonului	Calitatea materialelor folosite la prepararea betonului	E	Se verifică dacă tipul cimentului corespunde cu cel din caietul de sarcini; Se verifică dacă dimensiunile agregatelor corespund cu cele prescrise în rețeta betonului.

Înainte de turnarea betonului	Asigurarea cantității de beton	E; I	Se verifică dacă este asigurată cantitatea de beton necesară pentru pilot.
	Calitatea betonului care se pune în operă	E; I	Se verifică dacă consistența betonului se înscrie în limitele prescrise în caietul de sarcini și dacă s-au recoltat probe în numărul precizat în Caietul de sarcini
În timpul betonării	Relația dintre înălțimea betonului în gaură și volumul de beton turnat	E; I	Se măsoară în permanență înălțimea de beton în gaură și se calculează volumul luând în considerare diametrul nominal al găurii. Se compară cu volumul pus în operă.
	Poziția carcasei	E; I	Se urmărește dacă se menține carcasa în poziție conform proiect: coaxialitatea ei față de gaura forată în cursul operației de betonare și nivelul carcasei în timpul betonării și al extragerii tubajului.
După betonare	Poziția pilotului	E; I	Se stabilesc: poziția în plan și cota capului pilotului și se compară cu prevederile din proiect.
După întărirea betonului	Pregătirea capului pilotului	E; I	Se stabilește înălțimea betonului în exces, care urmează a fi îndepărtat precum și betonul alterat; dacă este cazul se completează corpul pilotului pentru a respecta prevederile din proiect referitoare la încastrarea pilotului în radier.
Pe toată durata execuției pilotului	Normele de protecția muncii și P.S.I.	E	Se urmărește în permanență respectarea normelor de protecția muncii.

**NOTĂ:** Controlul proiectantului se face conform reglementărilor legale în vigoare și la solicitarea beneficiarului (investitorului ) sau executantului.

E = executant; I = investitor

**FIȘA DE FORARE – BETONARE A PILOTULUI**

a) Date generale

Localitatea .....  
 Șantier .....  
 Proiectant .....  
 Antreprenor general (Constructor).....  
 Obiect.....  
 Pilot nr.....  
 Utilaj forare TRACTOR UNIVERSAL TIH – 445 DH.....  
 Data .....

b) Date referitoare la pilot

Proiect \_\_\_\_\_ Realizat \_\_\_\_\_  
 Diametru, m.....  
 Fișă, m.....  
 Înclinare .....

Armare longitudinală..... O ..... oțel  
 Beton clasa.....  
 Rețeta de betoane prevăzută prin caietul de sarcini  
 Marca de ciment .....  
 Dozaj..... kg/m<sup>3</sup>  
 Dimensiune maximă agregate..... mm  
 Raport A/C.....  
 Tasare la con.....  
 Adaosuri .....

c) Forare

Data și ora începerii forajului.....  
 Data și ora terminării forajului.....  
 Diametrul găurii forate la nivelul terenului.....  
 Cota fundului forajului.....  
 Lungimea forată.....  
 Observații .....

**COLOANA STRATIGRAFICĂ RECUNOSCUTĂ**

Adâncimea	Denumirea stratului conform STAS 1243 – 88	Nivelul hidrostatic	Observații
-----------	---	---------------------	------------

d) Betonare

Numărul Șarjei	Ora preparării	Ora sosirii pe amplasament	Ora de terminare a turnării	Cantitate turnată	Tasare	Cub de probă	Obs.
-------------------	----------------	-------------------------------	--------------------------------	----------------------	--------	-----------------	------

ȘEF ȘANTIER,

ȘEF ECHIPĂ  
FORARE – BETONARE

INSPECTOR DE  
ȘANTIER

## *CONTROLUL CALITĂȚII DUPĂ EXECUȚIE*

Controlul calității piloților forajă după execuție constă în: verificarea poziției în plan și a înclinării, controlul calității betonului din corpul pilotului, verificarea continuității corpului pilotului și încărcării de control pe piloți.

Controlul calității betonului pus în operă se face:

a. la piloții la care încercarea epruvetelor prelevate nu a dat rezultate corespunzătoare clasei prevăzute în proiect;

b. la piloții care în timpul execuției s-au produs deficiențe care pot afecta calitatea betonului.

Verificarea continuității corpului pilotului se poate face prin:

- carotarea pe întreaga lungime a pilotului;
- metode nedistructive (carotaj sonic, carotaj radioactiv, impedanță mecanică, etc.);
- încărcări de control pentru piloții care nu corespund condițiilor de calitate prevăzute în caietul de sarcini.

Lucrările de încărcări de probă de control se vor efectua la min. 25 % din totalul piloților care nu corespund condițiilor de calitate. În funcție de rezultatele obținute proiectantul va decide ce se va întâmpla cu piloții.

## *RECEPȚIA PILOȚILOR FORAJI*

Recepția găurii de forare înainte de betonare constă din măsurarea diametrului la nivelul terenului și a adâncimii găurii forate și din stabilirea poziției carcusei de armătură.

Se verifică datele referitoare la forarea din fișa de forare – betonare. Fișa de forare – betonare servește ca document de recepție a lucrării ascunse.

Recepția pilotului după betonare constă din stabilirea poziției în plan și a înclinării, din verificarea datelor referitoare la betonare precum și din examinarea documentelor de control al calității.

## *RECEPȚIA LUCRĂRII*

La recepția lucrării se prezintă următoarele documente:

- fișa de forare – betonare a fiecărui pilot din lucrare;
- registrul lucrării.

Autorul este convins că cele prezentate anterior sunt suficiente – în etapa actuală – pentru realizarea unor piloți scurți de calitate, cu capacitate portantă ridicată și ușor de realizat.

În ceea ce privește calculul de dimensionare, acesta a fost prezentat în capitolul 2 și nu ridică probleme deosebite, exemplele prezentate în capitolul 4 fiind concludente.

Pe parcursul anilor de documentare și realizare în teren a piloților scurți forăți executați pe loc cu tractorul universal TIH– 445 DH la lucrările prezentate pe parcursul acestei teze de doctorat, autorul a reținut unele aspecte ce pot fi studiate și elucidate în viitor:

- comportarea piloților scurți forăți și a betonului la acțiunea agresivității naturale a terenului și a apelor subterane;
- studiu privind posibilitatea folosirii noilor buldoexcavatoare existente pe piață– Caterpillar, FAI, Komatsu, JCB – pentru executarea piloților scurți forăți de lungime și diametru mai mare;
- studierea posibilităților de realizare a bulbului cu un dispozitiv mecanic adaptabil la tractorul universal TIH – 445 DH sau la noile utilaje aflate pe piață.

Autorul este convins că cercetările privind execuția piloților scurți forăți executați pe loc cu tractorul universal TIH 445 – DH nu se vor opri aici ci, vor fi continuate pentru perfecționarea celor prezentate în această lucrare.

Autorul ține să mulțumească încă o dată tuturor celor care l-au încurajat, îndrumat și sprijinit în realizarea lucrărilor pe teren și a părții teoretice din această teză, în special conducătorului științific Domnului Prof. Dr. Ing. Marin Marin pentru competența îndrumare. Autorul speră ca această nouă tehnologie de execuție a fundațiilor să fie o soluție la îndemâna proiectanților, executanților și beneficiarilor, să răspundă condițiilor concrete din teren și să aducă însemnate economii, să fie înțeleasă și aplicată.

## BIBLIOGRAFIE

1. Adler, L.,  
Negru, I. *Industrializarea construcțiilor. Sinteza documentară INID*, București, 1981
2. Andrei, S. *Apa în pământurile nesaturate*, Editura Tehnică, București, 1967
3. Andrei, S.,  
Antonescu, I. *Geotehnică și fundații*, I.C. București, 1981
4. Bally R, I.,  
Antonescu, I. *Loessurile în construcții*, Editura tehnică, București, 1971
5. Bădescu, I. *Tehnologia și mecanizarea lucrărilor de construcții civile și industriale*, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1985
6. Biarez, I.,  
Barraud, Y. *Adaptation des fondations des Pylones au terrain par les méthodes de la mécanique des sols*, C.I.G.R.E., Sesion – 1968
7. Boțu, N.,  
Mușat, V. *Geotechnique*, Casa de Editură VENUS, Iași, 1998
8. Botea, E.,  
Manoliu, I. *Metodologie de calcul a capacității portante a piloților pentru faze preliminare de proiectare*. Buletin științific al Institutului de Construcții București, nr. 4 – 1970
9. Botea, E.,  
Manoliu, I. *Considerații asupra modului de evaluare a capacității portante a piloților de diametru mare*. Conferința a II – a de geotehnică și fundații, București 3–5 iunie, 1971
10. Bowles, J., *Fondazioni*, Editura McGraw–Hill Libri Italia SRL, Milano, 1991
11. Cadar, I.,  
Clipii, T.,  
Tudor, A. *Beton armat*, Editura Orizonturi universitare, Timișoara, 1999
12. Caquot, A.,  
Kerisel, J. *Tratat de mecanica pământurilor*, Editura Tehnică, 1968
13. Cernea P. *Lucrări de consolidare a fundațiilor extinse cu minipiloți*, Revista Antreprenorul, nr.2/2004 pag.14–16



14. Dianu, V.,  
Gheorghiu, V. *Fundații de adâncime în condiții de teren dificile*, vol.I, vol.II, Editura Tehnică, București, 1997 și 2000
15. Fleșeriu, E. *Rezistența materialelor*, volumul I, I.P. „Traian Vuia” Timișoara, 1979
16. Filliat, G. *La pratique des sols et fondations*, Ed. du Moniteur, Paris, 1981
17. Gruia, A.,  
Haida, V. *Geotehnică și fundații*, I.P. „Traian Vuia”, Timișoara, 1990
18. Haida, V.,  
Marin, M. *Geotehnica*, Universitatea Tehnică Timișoara, 1994
19. Haida, V., *Geologie, geotehnică și fundații – Elemente de geologie și geotehnică*, I.P. „Traian Vuia”, Timișoara, 1981
20. Haida, V. *Geologie, geotehnică și fundații – Mecanica pământurilor*, I.P. „Traian Vuia”, Timișoara, 1982
21. Haida V.,  
Marin, M.,  
Mirea, M. *Mecanica pământurilor*, Editura Orizonturi universitare Timișoara, 2004
22. Haida, V.,  
Pantea, P. *Geologie, geotehnică și fundații – Fundații și procedee de fundare*, I.P. „Traian Vuia”, Timișoara, 1984
23. Lehr, H. *Fundații*, vol. I, ESPAC, București, 1954
24. Lehr, H. *Fundații*, vol.II, Editura Tehnică, București, 1957
25. Leucuța, Gh.,  
Kovacs, T. *Unele aspecte privind comportarea structurilor cu diafragme din beton armat monolit. A XXII-a sesiune de comunicări științifice studențești*, Timișoara, 23-24 mai 1981
26. Leucuța, Gh.,  
Kovacs, T.,  
Grecea, D. *Studiul experimental al comportării sub sarcini orizontale alter-nante al diaframelor din beton armat. A XXIV-a sesiune de comunicări științifice studențești*, Timișoara, 27-28 mai 1983

27. Leucuța, Gh., Marin, M. *Sisteme de fundare pe piloți scurți executați pe terenuri normale.* Zilele academice timișene, ediția a IX-a, Timișoara 26-27 mai 2005, pag. 327, editura Solness, Timișoara, 2005
28. Lungu, I., Stanciu, A., Boți, N. *Probleme speciale de geotehnică și fundații,* Editura Junimea, Iași, 2002
29. Maior, N., Păunescu, M. *Geotehnică și fundații,* ediția a II-a, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1973
30. Manoliu, I. *Fundații și procedee de fundare,* Editura Didactică și Pedagogică, București, 1983
31. Manoliu, I., Marcu, A. *Calculul fundațiilor și inginerie geotehnică EUROCODE 7,* Editura Tempus, 1997
32. Manoliu, I. *Comportarea piloților supuși la solicitări transversale. Teză de doctorat,* Institutul de Construcții București, 1974
33. Marin, M., Păunescu, M. *Model combinat de calcul pentru terenul de fundare. A V – a Conferință națională de geotehnică și fundații, Cluj-Napoca, septembrie 1983*
34. Marin, M. *Algoritm de calcul privind interacțiunea statică dintre construcție și teren. A VI – a Conferință națională de geotehnică și fundații, Galați, 1987*
35. Mârșu, O., Friedrick, R. *Construcții din beton armat,* Editura Didactică și Pedagogică, București, 1980
36. Păunescu, M., Pop, V., Silion, T. *Geotehnică și fundații,* Editura Didactică și Pedagogică, București, 1982
37. Păunescu, M., Haida, V., Gruia, A. *Fundații,* Editura Didactică și Pedagogică, București, 1973
38. Păunescu, M. *Folosirea vibrațiilor la executarea unor lucrări de fundații,* Editura Tehnică, București, 1966

39. Păunescu, M., Marin, M. *Soluții moderne pentru fundații directe*, Editura Facla, Timișoara, 1986
40. Păunescu, M., Schein, T. *Piloți scurți turnați la fața locului prin vibropresare*, Caiet selectiv, I.P.T., 1970
41. Păunescu, M., Gruia, Agneta, Keller, E. *Cercetări privind capacitatea portantă a fundațiilor solicitate la smulgere*. Buletin Științific și Tehnic al I.P.T., Tom 16, Fasciculul 2/1971
42. Păunescu, M., Schein, T., Ștefănică, M., Gîdea, A. *Fundații pe piloți scurți turnați la fața locului*. A II – a Conferință de Geotehnică și fundații, București 3–5 iunie, 1971
43. Păunescu, M., Ștefănică, M. *Folosirea vibroînțepării și coloanelor de balast pentru compactarea în adâncime a unor terenuri de fundare*. Revista Șantierului de construcții nr. 8/1972
44. Păunescu, M., Izdrăila, V. *Procedee speciale de fundare*, I.P. Timișoara, 1974
45. Păunescu, M. *Tehnica vibrării în realizarea fundațiilor*, Editura Facla, Timișoara, 1979
46. Păunescu, M. *Îmbunătățirea terenurilor slabe în vederea fundării directe*, Editura Tehnică, București, 1980
47. Păunescu, M., Vâță, I., Marin, M. *Procedeu pentru realizarea fundațiilor prin vibroștanțare*, Brevet de invenție nr. 81747, 1983
48. Perlea, V., Perlea, M. *Stabilitatea dinamică a pământurilor nisipoase*, Editura Tehnică, București, 1984
49. Popa, A. *Geotehnică și fundații*, vol. I, I.P. Cluj–Napoca, 1981
50. Pop, V., Popa, A. *Geotehnică și fundații*, vol. II, I.P. Cluj–Napoca, 1982
51. Pop, V., Popa, A., Roman, F. *Geotehnică. Exemple de calcul*, I.P. Cluj–Napoca, 1994

52. Răileanu, P.,  
Boți, N.,  
Stanciu, A. *Geologie, geotehnică și fundații*, I.P. Iași, 1986
53. Schein, T. *Contribuții la studiul și realizarea fundațiilor indirecte executate cu utilaje vibratoare*, Teză de doctorat, Timișoara, 1980
54. Sillion, T. *Geologie, geotehnică și fundații*, Vol. I și II, Iași, 1971, 1972
55. Sillion, T.,  
Răileanu, P.,  
Mușat, V. *Fundații în condiții speciale*, I.P. Iași, 1988
56. Tomlinson, M.J. *Proiectarea și executarea fundațiilor*, Editura Tehnică București, 1974
57. Vaicum, A. *Fundații încastrate*, Editura Academiei R. S. R., București, 1970
58. Vasiloni, N. *Considerații privind calculul capacității portante a fundațiilor indirecte realizate cu utilaje vibratoare*, Teză de doctorat, Timișoara, 1985
59. x x x *Cartea tehnică a tractorului universal TIH – 445 DH*, Ediția 1984
60. UTB *Universal TIH – 445 DH. Catalogul pieselor de schimb*, Ediția a III-a, 1981
61. STAS 10101-0-75 *Acțiuni în construcții. Clasificarea și gruparea acțiunilor*
62. STAS 10101/2-75 *Acțiuni în construcții. Încărcări datorită procesului de exploatare (M-SR 6/85)*
63. STAS 10101/OA-77 *Acțiuni în construcții. Clasificarea și gruparea acțiunilor pentru construcții civile și industriale (M-SR 6/85)*
64. STAS 10101/20-90 *Acțiuni în construcții. Acțiunea vântului*
65. STAS 10101/21-90 *Acțiuni în construcții. Încărcări date de zăpadă*
66. STAS 11100/1-93 *Zonarea seismică. Macrozonarea teritoriului României*

67.STAS 6054-77	<i>Teren de fundare. Adâncimi maxime de îngheț. Zonarea teritoriului României</i>
68.STAS 11156-78	<i>Teren de fundare. Geofizica inginerească. Terminologie</i>
69.STAS 1243-88	<i>Teren de fundare. Clasificarea și identificarea pământurilor</i>
70.STAS 3950-81	<i>Geotehnică. Terminologie, simboluri și unități de măsură</i>
71.STAS 2561/2-81	<i>Teren de fundare. Fundații pe piloți. Încercarea în teren a piloților de probă și din fundații</i>
72.STAS 2561/1-83	<i>Teren de fundare. Piloți. Clasificare și terminologie</i>
73.STAS 3300/1-85	<i>Teren de fundare. Principii generale de calcul</i>
74.STAS 2561/3-90	<i>Piloți. Prescripții generale de proiectare</i>
75.STAS 2561/4-90	<i>Piloți forajați de diametru mare. Prescripții generale de proiectare, execuție și recepție</i>
76.STAS 1242/4-85	<i>Teren de fundare. Cercetări geotehnice prin foraje executate în pământuri</i>
77.STAS 1242/3-87	<i>Teren de fundare. Cercetări prin sondaje deschise</i>
78.STAS 1242/5-88	<i>Teren de fundare. Cercetarea terenului prin penetrare dinamică standard în foraj</i>
79.x x x	<i>Normativ privind proiectarea și executarea lucrărilor de fundații directe la construcții, P10-86</i>
80.x x x	<i>Cod de practică pentru executarea lucrărilor din beton, beton armat și beton precomprimat (partea I), indicativ NE 012-99</i>
81.x x x	<i>STIZO S.A. – Proiect tehnologic. Refacere și modernizare Sala Polivalentă 4000 locuri, Craiova</i>
82.Popa, A., Farcaș, V.	<i>Geotehnică, Editura U.T. Press, Cluj-Napoca, 2004</i>

## Cuprins

Prefață	2
<b>Capitolul 1 Generalități. Cadrul general al problemei</b>	
1.1. Incursiune în problematica fundării pe piloți	4
1.2. Folosirea piloților scurți la clădiri civile	8
1.3. Tipuri de piloți folosiți la executarea fundațiilor	10
1.3.1. Clasificarea piloților	13
1.3.2. Soluții constructive și tehnologii de realizare a piloților	16
1.4. Tehnologia de realizare a piloților executați pe loc	17
1.4.1. Piloți executați pe loc, fără tub metalic de protecție	17
1.4.2. Piloți executați pe loc, cu tub pierdut	18
1.4.3. Piloți executați pe loc, cu tub recuperat	20
1.4.3.1. Piloți Franki	20
1.4.3.2. Piloți Wolfholtz	22
1.4.3.3. Piloți Benoto	23
1.4.3.4. Piloți tip Alfa	24
1.4.3.5. Piloți Western	25
1.4.4. Piloți executați pe loc prin forare – poansonare	26
1.4.4.1. Piloți executați pe loc prin poansonare	26
1.4.4.2. Piloți executați pe loc prin forare	27
1.5. Piloți scurți executați pe loc	34
1.5.1. Piloți scurți (piconi) ștanțați	34
1.5.2. Piloți scurți vibroformați	40
1.5.3. Piloți turnați pe loc prin vibropresare	41
<b>Capitolul 2 Capacitatea portantă a piloților</b>	
2.1. Generalități	45
2.2. Încărcări asupra pilotului	47
2.2.1. Determinarea capacității portante a piloților izolați, la încărcări verticale	49

2.3.	Calculul capacității portante a piloților conform STAS 2561/3–90	53
2.3.1.	Calculul capacității portante a piloților	55
2.3.1.1.	Dimensionarea pilotului	55
2.3.1.2.	Capacitatea portantă a unui pilot solicitat la compresiune	55
2.3.2.	Calculul capacității portante a unui pilot solicitat la smulgere	58
2.3.3.	Calculul capacității portante a piloților verticali solicitați la forțe orizontale	58
2.3.4.	Calculul capacității portante la compresiune a piloților purtători pe vârf	59
2.3.5.	Calculul capacității portante la compresiunea unui pilot flotant prefabricat	62
2.3.6.	Calculul capacității portante la compresiune a unui pilot flotant executat pe loc	64
2.3.7.	Calculul capacității portante a unui pilot solicitat la compresiune în grup	67
2.4.	Calculul piloților forajați conform STAS 2561/4 – 90	68
2.4.1.	Determinarea capacității portante a piloților pe baza rezultatelor încășărilor piloților de probă	70
2.5.	Calculul eforturilor în piloții fundației	74
2.6.	Calculul la deformații a fundațiilor pe piloți	75
2.7.	Calculul capacității portante a pilotului izolat supus la încărcări axiale prin încercări pe teren	75
2.7.1.	Încercări pe teren în condiții statice	75
2.7.2.	Încercări pe teren în condiții dinamice	77
2.7.3.	Încercări de penetrare	80

### **Capitolul 3 Piloți scurți executați pe loc prin forare cu tractorul universal**

#### **TIH – 445DH**

3.1.	Generalități	82
3.2.	Piloți scurți forajați manual	83
3.3.	Piloți scurți forajați mecanic	83

3.4.	Piloți scurți executați pe loc prin forare, fără tub metalic de protecție, cu tractorul universal TIH – 445 DH	84
3.4.1.	Scurt istoric	84
3.4.2.	Utilajul de forat tractorul universal TIH – 445 DH	85
3.4.3.	Principalele caracteristicile ale tractorului universal TIH – 445 DH	85
3.5.	Modificări aduse echipamentului de lucru a tractorului universal TIH – 445 DH	92
3.6.	Tehnologia de execuție a piloților scurți forați cu ajutorul tractorului universal TIH – 445 DH	95
3.7.	Realizarea conlucrării dintre piloți și radier	103

**Capitolul 4 Piloți scurți forați executați pe loc cu tractorul universal  
TIH – 445 DH**

4.1.	Generalități	105
4.1.1.	Lucrări experimentale în Poligonul Micălaca- Arad	105
4.2.	Lucrări executate pe piloți scurți forați cu tractorul universal TIH – 445 DH	121
4.2.1.	Zid antifoc Hala IV Continental Timișoara	121
4.2.2.	Hală depozitare Globus Internațional Arad	133
4.2.3.	Hală producție Delphi Ineu, județul Arad	140
4.2.4.	Showroom auto și service, Calea Timișorii, Arad	152
4.3.	Tehnologia de execuție a piloților scurți forați executați cu tractorul universal TIH – 445 DH. Probleme ivite pe parcursul execuției	160
4.4.	Considerații generale privind fundarea pe piloți scurți forați executați pe loc cu tractorul universal TIH – 445 DH	166

**Capitolul 5 Contribuții privind fundarea indirectă** 173

*Bibliografie* 184

*Cuprins* 190