

anexa
534.505
335 G

ANEXA.1. STUDII SPECIFICE PENETRĂRII DINAMICE CU CON

1.1. PRINCIPUL METODEI, APARATURA ȘI TEHNOLOGIA DE
EXECUȚIE A SONDAJELOR DE PENETRARE DINAMICĂ CU CON

1.1.1. Principiul metodei și domeniul de utilizare

Inercarea de penetrare dinamică cu con, denumită astfel pentru a o deosebi de penetrarea dinamică standard, constă în introducerea în teren a unei sonde prevăzută la partea inferioară cu un vîrf conic, sub efectul lucrului mecanic dezvoltat de un berbec în cădere. Pe parcursul încercării se înregistrează numărul de lovituri "Nz" necesar înfigerii conului pe o adîncime constantă "Z" de 10 sau 20 cm.

Datorită simplității execuției și a varietății mari de echipament folosit, metoda s-a utilizat în ultimii 50 de ani pe tot cuprinsul globului pentru investigarea preliminară și finală a terenului de fundare și pentru urmărirea comportării în timp a acestuia.

Datorită varietății mai mari a aparatelor folosite, utilizarea experienței dobîndite în diverse țări, în domeniul aplicării metodei și a prelucrării rezultatelor, este destul de dificilă, mai ales în ceea ce privește interpretarea cantitativă. La cel de al II-lea Simpozion European de cercetare a terenului prin penetrare (Amsterdam 1982), s-a luat decizia de a se forma un comitet tehnic al I.S.S.M.F.E. însărcinat de a se prezenta la cel de al II-lea Congres de Mecanică pămînturilor și procedee de fundare (San Francisco, 1985). Un proiect de standard internațional pentru încercarea de penetrare dinamică cu con, după ce în prealabil în 1977, subcomitetul european al încercării de penetrare a publicat recomandări pentru un standard european, completat în 1981 cu recomandări pentru penetrometrul ușor [122] ; [123].

Grupul însărcinat cu probleme de penetrare dinamică consideră că un standard rigid ar însemna pierderea experienței și a cunoștințelor cîștigate la nivel național și internațional în decursul ultimilor 50 de ani, pe lîngă consecințe economice negative, dar consideră în același timp, ca fiind un pas necesar și folositor pentru o mai bună comunicare a informațiilor, o mai bună înțelegere a diferențelor față de procedeele de încercare curente și o mai bună corelare a activității în diverse țări.

1.1.2. Aparatură utilizată pe plan mondial

Tinând seama de răspîndirea metodei penetrării dinamice cu con, nu este surprinzătoare varietatea considerabilă a echipamentelor utilizate. Ele sînt dependente de parametrii principali (masa berbec, înălțime de cădere, diametru con), și de unele elemente constructive care vizează modul de antrenare a berbecului, de înregistrare a numărului de lovituri pentru înaintarea conului pe adîncime constantă "Z", eliminarea frecării prin manta de protecție etc. [113 ; 124].

Parametrul cel mai important al penetrometrelor dinamice fiind lucrul mecanic dezvoltat de berbec, care implică depinde de masa acestuia, clasificarea penetrometrelor, stabilită de Comitetul Tehnic al I.S.S.M.F.E., este prezentată în tabelul 1.1. [127]

Tabelul.1.1. Clasificarea penetrometrelor dinamice cu con

Tipul penetrometrului	Simbol	Masa berbec - kg -
ușor	PDU(DPL)	$m \leq 10$
mijlociu	PDL(DPL)	$10 < m \leq 40$
greu	DPG(DPH)	$40 < m \leq 60$
supergreu	PDSG(DPSH)	$m > 60$

NOTA: Simbolul din paranteză este cel utilizat de Comitetul Tehnic I.S.S.M.F.E.

Penetrometrele dinamice ușoare sînt acționate de regulă manual, iar cele mijlocii, grele și supergrele sînt prevăzute, în majoritatea cazurilor, cu acționare mecanică a berbecului. [127 ; 28]

Penetrometrele dinamice cu con, fără manta de protecție sînt cele mai răspîndite, întrucît prezintă avantaje datorită simplității tehnologiei de execuție a sondeului și costul redus, dar reclamă multă atenție la prelucrarea rezultatelor, frecarea pe coloana de tije ducînd la creșterea artificială a rezistenței de penetrare. De menționat ca în R.S. România nu sînt asemenea penetrometre care sugerează autorului abandonarea acestui aspect. În Canada și S.U.A. se utilizează penetrometre cu con pierdut pentru ușurarea recuperării coloanei de tije, operație dificilă în cazul sondejelor de adîncime efectuate cu penetrometrele clasice-cu con-fix [28]

Din analiza datelor cuprinse în tabelul (1.2.) întocmit pe baza chestionarului lansat de Comitetul Tehnic al I.S.S.M.F.E. rezultă că parametrii penetrometrelor ușoare și grele utilizate în diverse țări sînt apropiați, majoritatea respectînd îndeaproape

prescripțiile.

Tabel.1.2. Sinteza sumară a răspunsurilor la chestionarul
Comitetului Tehnic al I.S.S.M.F.E. - [122]

Țara	Penetrometre utilizate				Recomandări sau standarde	Dimensiunile conului		Dimens. tijei			Masa berbec [kg]	Înălțime de cădere (cm)
	BPL DPU	DPM PDM	DPH PDG	DPSR PDSG		Dia- met- ru (mm)	Unghi grade	D [mm]	D in- ter- te- [mm]	Lun- gime (m)		
Belgia	x	-	-	-	-	22,5 25,2 35,1	60°	0	20	1,0	10,0	50
Cehoslovacia	x	-	-	-	DIN4094 DIN4094	35,7 43,7	90° 90°	6 9	22 32	1,0 2,0	10,0 50,0	50 50
Dane- marca	-	-	-	x	DFB*	51,0	90°	-	32	1,0 2,0	63,5	75
Fin- landa	x	-	-	-	BPL* Stan- dard final	35,7 45,0	90° 90°	-	22 32	1,0 1,0	10,0 63,5	50 50
Franța	-	x	-	x	-	62,0	90°	-	40	1,0	32;64 96;120	15
	-	-	-	x	-	10,0	90°	-	40	1,0	30;60	40
	-	-	-	x	-	45,0	90°	-	32	1,0	63,5	50
	-	x	-	-	-	35,7	90°	-	22	1,0	30,0	20
	-	-	x	x	-	43,7	90°	-	32	1,0	50-100	50
R.F.G.	x	-	-	-	DIN4094	25,2 35,7	90°	6	22	1,0	10,0	50
	-	x	-	-	DIN4094	35,7	90°	6;9	22 32	1,0 2,0	30,0	20; 50
	-	-	x	-	DIN4094	35,7 43,7	90°	9	32	2,0	50,0	50
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Grecia	-	-	-	-	DIN4094	35,7	90°	6	22	1,0	10,0	50
	-	-	x	-	DIN4094	43,7	90°	9	32	2,0	50,0	50
Norve- gia	-	-	-	x	DFB*	51,0	90°	-	32	1,0 2,0	63,5	75
Africa de Sud	x	-	-	-	-	20,0 50,0	60° 60°	-	15 29	1,0 1,5	9,0 63,5	58 75
	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-
Spania	x	-	-	-	BPL*	35,7	90°	-	22	1,0	10,0	50
	-	-	-	x	-	40 45	90°	-	32	1,0	63,5	50
	-	-	-	x	DPA/DFB*	62/51	90°	-	40 45	1,0 2,0	63,5	75
Suedia	-	-	-	x	MEA*	45,0	90°	-	32	1,0	63,5	50
	-	-	-	x	DFB*	51,0	90°	-	32	2,0	63,5	75
Elveția	-	x	-	-	-	35,7	30°	-	22	1;2	30;	20;50
	-	-	-	-	-	43,7	90°	15	25	1;2	20	50
	-	-	x	-	-	62,5;	90°	26	42	1,5	63,0	76;50
	-	-	-	x	-	60,0	90°	-	38	2,0	60,0	50
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

*)recomandările standerdului european

Tabelul 1.3. Caracteristicile penetrometrelor dinamice
Recomandări ale standardului Internațional

Caracteristici	Tipul penetrometrului			
	DPL(PDU)	DPH(PDM)	DPH(PDG)	DFSH(PDSG)
-masa berbecului,kg	10± 0,1	30±0,3	50± 0,5	63 ± 0,5
-înălțimea de cădere,m	0,5±0,01	0,5±0,01	0,5±0,01	0,75±0,02
-masa nicovalei și a tijei de ghidaj,kg	6	18	18	30
-reculul maxim %	50	50	50	50
-raportul dintre înălțimea și diametrul berbecului (D)	≥1 ≤ 2	≥1 ≤ 2	≥1 ≤ 2	≥1 ≤ 2
-diametrul nicovalei (d) mm	100<d<0,5	100<d<0,5D	100<d<0,5d	100<d<0,5D
- lungimea tijei,m	1±0,1 %	11-2+ +0,1%	1-2+ 0,1%	1-2±0,1 %
- masa maximă a tijei kg/m	3	6	6	8
- deviația tijei(max) pe primii 5 m %	0,4	0,4	0,4	0,4
- deviația tijei(max) sub adinc.de 50 m	0,8	0,8	0,8	0,8
- excentricitatea tijei max. mm	0,2	0,2	0,2	0,2
- diametrul exterior al tijei, mm	22±0,2	32±0,2	32±0,3	32±0,2
- diametrul interior al tijei, mm	6±0,2	9±0,2	9±0,2	-
- unghiul la vîrf, grade	90	90	90	90
- supraf.conului cmp	10	10	15	20
- diam.conului,mm	35,7 ±0,3	35,7 ±0,3	43,7± 0,3	59,5±0,5
- diam.minim al conului uzat,mm	34	34	42	49
- lungimea părții verticale a conului,mm	35,7±1	35,7±1	43,7±1	50,5±2
- unghiul de teșire a părții super.a conului,grade	11	11	11	11
- lungimea conului tip,mm	17,9± 0,1	17,9± 0,1	21,0± 0,1	25,3± 0,4
- lungimea maximă a uzurii con.tip.,mm	3	3	4	5
- nr.de lovituri pe fiec.con.penetrat,cm	10cm;N10	10cm;N10	10cm;N10	10cm;N10
- intervalul standard de lovituri	3-50	3-50	3-50	3-50
- lucrul mecanic specific pe lov.kg/mp	50	150	167	238

Tabelul.14. Sinteza utilizării penetrării dinamice în alte țări (în baza lucrărilor prezentate la ESOPT 1 și 2).

Nr. crt.	T a r a	Tipul penetrometrului			
		DPL(PDU)	DPM(PDM)	DPH(DPG)	DPSH(PDSG)
1.	Algeria	x	x	-	x
2.	Benin	x	x	-	-
3.	Burundi	-	x	-	-
4.	Camerun	x	-	-	-
5.	Republica Centrafricană	x	-	-	-
6.	Gabon	x	-	-	-
7.	Guineea	x	-	-	-
8.	India	x	-	-	x
9.	Coasta de Fildeș	x	-	-	-
10.	Japonia	-	-	-	x
11.	Madagascar	x	-	-	-
12.	Mali	x	x	-	-
13.	Maroc	x	x	-	x
14.	Martinica	x	x	-	-
15.	Noua Caledonie	-	x	-	x
16.	Nigeria	-	x	-	x
17.	România	x	x	x	-
18.	Tunisia	-	x	-	-
19.	Turcia	-	-	-	x
20.	Anglia și teritoriile aferente	x	-	-	-
21.	Volta Superioară	x	-	-	-
22.	Zair	x	-	-	-

standardului german DIN 4094 [124].

În schimb parametrii penetrometrelor mijlocii și supergrele variază între limite destul de largi, unele având masa berbecului și/sau înălțimea de cădere identică cu ale penetrometrului dinamic standard.

Unul din obiectivele vizate de recomandările standardului internațional este uniformizarea principalilor parametri ai

celor patru tipuri de penetrometre (tabelul 1.3.) același în așa fel încît să se apropie de cele ale echipamentelor utilizate în mod frecvent în plan mondial [12].

Tabelul 1.5. Sinteza utilizării standardizării și interpretarea penetrării

Tara	Penetrometrul - utilizat				Recomandare sau standard	Cali-tativ.	Caracte-ristici - geotehnice		Capaci-tatea portanță	
	DPI	DPM	DPH	DPSH			pă-mînt. neco-zive	pă-mînt. coe-zive	Te-ren	Pi-loți
	LPU	PDM	PDG	PDSG						
Belgia	x	-	x	-	x	x	x	x	x	-
Bulgaria	-	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Cehos-lovacia	x	x	x	-	x	x	x	-	x	x
Danemarca	x	-	x	x	x	x	-	-	-	x
Finlanda	x	-	-	x	x	x	x	-	x	-
Fransa	-	x	x	x	-	x	x	x	-	x
R.F.G.	x	x	x	x	x	x	x	x	-	-
R.E.G.	x	-	x	x	-	x	x	x	-	-
Grecia	x	-	x	-	x	x	x	x	-	-
Ungaria	-	-	x	-	x	x	x	-	x	-
Italia	x	-	-	x	-	x	x	-	x	-
Norvegia	-	-	-	x	x	x	-	-	-	x
Polonia	x	-	-	x	x	x	x	x	-	-
Portugalia	x	-	-	-	-	x	-	-	-	-
Africa de Sud	-x	-	-	x	-	x	x	x	x	x
Spania	x	-	-	x	-x	x	x	x	x	x
Elveția	x	x	x	x	-	x	x	x	x	x
Anglia	-	-	-	x	-	x	x	-	-	-
U.R.S.S.	-	x	-	x	x	x	x	-	x	x
Suedia	-	-	-	x	x	x	x	-	x	x

Din datele prezentate în tabelul (1.2.) cu cele cuprinse în (tabelele 1.4. și 1.5.) ; întocmite de Comitetul Tehnic în baza chestionarului și a lucrărilor prezentate la cele două Simpozioane europene (Stocholm 1974 și Amsterdam, 1982) rezultă că cele mai

utilizate penetrometre sînt cele uşoare şi supergrele şi că în majoritatea ţărilor încercarea este efectuată în baza standardelor proprii ori străine sau în baza recomandărilor standardului european [122 ; 123].

Aparatura utilizată în R.S.România, produsă de I.M.E.C. Bucureşti, are la bază în mare parte proiectele elaborate în cadrul unor contracte de cercetare utilizate de colectivul de fundaţii de la I.P.T.V.Timişoara şi ICCPDC - Filiala Timişoara. Ea este prezentată în "Instrucţiunile privind cercetarea terenurilor prin sonde de penetrare dinamică cu con " C 176-84 [127] instrucţiuni elaborate de acelaşi colectiv , avînd caracteristicile prezentate în tabelul 1.6.

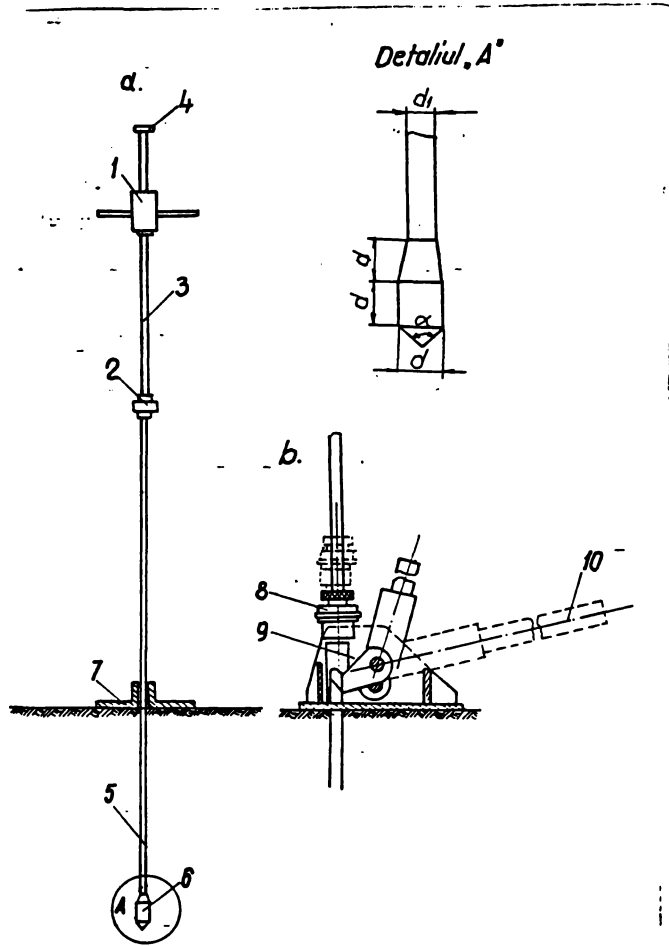
Tabelul 1.6. Principalele caracteristici ale penetrometrelor dinamice cu con folosite în R.S.România

Tipul penetrometrului	Simbol	Conul			Tija Diam. d.l. [mm]	Berbecul	
		Diam. d [mm]	Sect. A [cm ²]	Unghi la vîrf [grade]		Masa M.l. [kg]	Inălţ.de cădere h(cm)
uşor	PDU	35,6	10	90	22	10	50
mijlociu	PDM	43,7	15	90	32	35	50
greu	PDG	43,7	15	90	32	50	50

În (fig.1.1 şi 1.2) sînt prezentate penetrometrul dinamic uşor cu acţionare manuală şi penetrometrul mijlociu şi greu cu acţionare mecanică echipat cu motor termic sau electric în funcţie de posibilităţile existente pe amplasamentul cercetat, aparatul fiind prezentat cu instalaţie electrică de înregistrare a numărului de lovituri.

La ora actuală în R.S.România o serie de unităţi de proiectare şi execuţie au în dotare P.D.U. cu acţiune manuală utilizare în special pentru testarea calităţii lucrărilor de îmbunătăţire ale terenurilor slabe de fundare, lucrări care reclamă cercetarea terenului pe adîncimi relativ reduse (max.6-8 m), atinse uşor cu acest tip de penetrometru.

Penetrometrele mijlocii şi grele sînt mai puţin utilizate, deşi ele sînt foarte utile pentru studiul condiţiilor de fundare pe amplasamente pe care predomină pămînturile necoezive atît pentru evaluarea unor caracteristici geotehnice ale terenului cît şi pentru stabilirea potenţialului de lichefiere.



-1.1.-Penetrometru dinamic ușor

- 1. berbec ; 2-nicovală ; 3.tija de ghidaj ;
- 4. limitator de cursă ; 5-tijă ; 6.con de penetrare
- 7. placă de bază ; 8.dispozitiv de prindere ;
- 9. braț ; 10. pîrghie

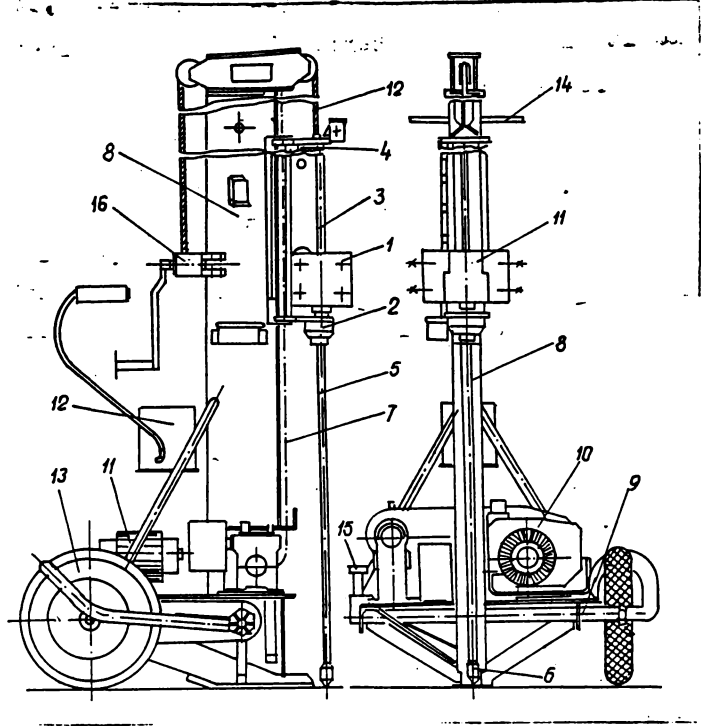


Fig.1.2. Penetrometru dinamic mijlociu și greu cu acționare mecanică

- 1. Berbec ; 2. Nicovală cu dispozitiv de fixare ;
- 2. Tija de ghidaj ; 4. Folă declanșare ; 5. Tijă ;
- 6. Con de penetrare ; 7. Lanț de antrenare berbec
- 8. Catarg de ghidare cu talpă ; 9. Talpă de rezistență, 10. Motor termic, 11. Motor electric, 12. instalația electrică de comandă și numărare lovituri, 13. Roți cu camera de aer, 14. Mînere, 15. Rozete pentru calare, 16. Troliu manual, 17. Cablu ridicare

1.1.3. Tehnologia de execuție a sondașelor de penetrare

În general încercarea începe de la suprafața terenului și mai rar de la talpa săpăturii sau de la pardoseala subsolului în funcție de scopul pentru care se execută cercetarea (prospectare, verificarea terenului de fundare în groapa de fundație sau în subsolul unei construcții existente). Încercarea se poate executa și în gaură de foraj.

Efectuarea unui sondaș de penetrare dinamică cu con comportă următoarele operațiuni :

Pregătirea încercării de penetrare dinamică cu con constă în nivelarea suprafeței terenului, așezarea aparatului în poziție de lucru, montarea primei tije și asigurarea verticalității acestuia.

Pentru asigurarea verticalității pe primii 0,50 ...1,0 m se aplică lovituri ușoare cu berbecul de la înălțimea de 20-25 cm. În continuarea înfigerea coloanei de tije se face lăsând să cadă berbecul de la înălțimea prevăzută prin construcția aparatului.

Efectuarea încercării propriu-zise constă în aplicarea loviturilor cu frecvență de 15-30 lov/min. asupra tijelor, prin căderea liberă a berbecului de la înălțimea constantă și înregistrarea numărului de lovituri pentru înaintarea conului penetrometrului cu 10 sau 20 cm; Se poate înregistra și adâncimea de înfigere sub un număr constant de lovituri (căzături ale berbecului)

Pe măsura înfigerii, coloana de tije se prelungește prin introducerea unui tronson de tije între nicovală și coloana înfiptă în teren.

Extragerea echipamentului de sondare constă în recuperarea coloanei de tije cu ajutorul unui extractor de regulă manual și mai rar mecanic.

Tehnologia de lucru pentru penetrometrele dinamice utilizate în F.S.P. sînt descrise în instrucțiunile tehnice 0176-84 [50] și anume :

- desfacerea legăturii dintre ultima tijă înfiptă în teren și nicovala penetrometrului ;
- îndepărtarea penetrometrului ;
- extragerea din teren a coloanei de tije a penetrometrului cu ajutorul extractorului (fig.1.1.)
- demontarea tijelor pe măsura extragerii lor din teren
- curățirea și conservarea tijelor (în special a filetelor de îmbinare)

Volumul lucrărilor de cercetare a terenului prin penetrare dinamică cu con depinde de scopul urmărit, în sensul posibilității de utilizare a metodei pentru cercetare, a terenului de fundare sau testarea unor lucrări de consolidare a terenurilor slabe de fundare.

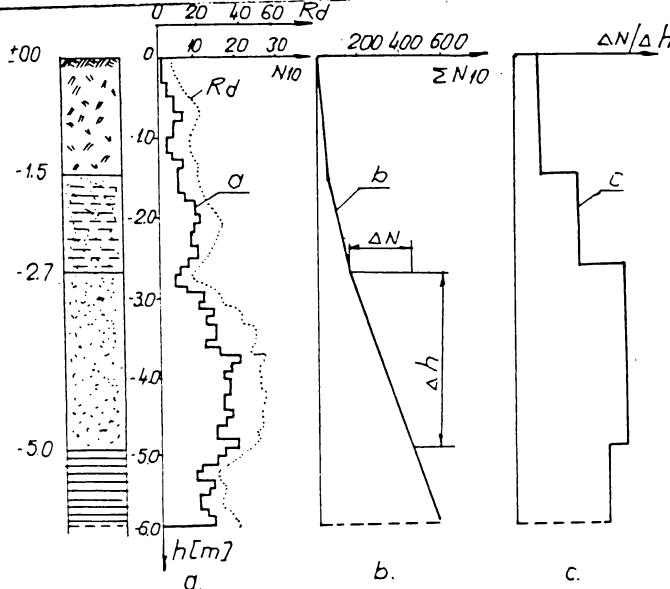
Înregistrarea rezultatelor . Rezultatele încercării de penetrare dinamică cu con (numărul de lovituri "Nz" necesar pentru parcurgerea unei adâncimi "z" de către conul de penetrare) se vor înregistra în fișa de înregistrare.

Pe baza datelor înscrise în fișa se întocmește diagrama de penetrare în care pe abscisă se trece numărul de lovituri "Nz" pentru înfigerea conului cu adâncimea "z" (10 cm), iar pe ordonata adâncimea în metri.

În primul caz, volumul încercărilor depinde de amploarea și natura construcțiilor, de natura terenului de fundare și de gradul de cunoaștere ale acestuia prin studii anterioare sau prin procedee de investigație clasice (forațe, puțuri, șanțuri) sau de cercetare "în situ".

1.1.4. Prelucrarea și interpretarea rezultatelor

Cu datele "Nz" înregistrate, la efectuarea sondejului, de penetrare dinamică cu con, se trasează diagrama de penetrare și



se calculează rezistența dinamică R_p [127], a cărei diagramă de variație se poate reprezenta prin suprapunere peste diagrama de penetrare (fig.1.3.a)

De asemenea la stabilirea diferitelor orizonturi litologice, sînt de mare folos diagrama integrale (fig.1.3.b) sau diferențială (fig.1.3.c.)

Fig.1.3. - Diagrame de penetrare

- a) - diagrama de penetrare dinamică cu con și variația p a rezistenței dinamice calculate; b)-diagrama integrală; c)-diagrama diferențială

În funcție de pătrunderea penetrometrului

sub o lovitură a berbecului se determină rezistența la penetrare dinamică cu con, R_d , care reprezintă rezistența opusă de teren la înaintarea conului de penetrare sub acțiunea lucrului mecanic, constant realizat prin căderea berbecului. Se calculează cu relația :

$$R_d = \frac{1}{A} \frac{G_1^2 \cdot h}{e(G_1 + G_2)} \quad \text{daN/cm}^2 \quad (1.1.)$$

- în care : G_1 - este greutatea berbecului (daN);
 G_2 - greutatea tijelor (inclusiv nicovală, tijă de ghidaj și con) la adîncimea respectivă (daN);
 A - aria secțiunii transversale a conului (cm^2);

h - înălțimea de cădere a berbecului (cm);

e - pătrunderea conului pentru o singură lovitură (cm).

Diagrama de penetrare corelată cu diagrama etalon construită pe baza sondeajului de penetrare dinamică din vecinătatea forajului de referință, oferă o serie de elemente calitative asupra amplasamentului cercetat. Astfel, rezultatele se utilizează la :

- extrăpolarea identificării litologice făcute prin sondeaje;
 - verificarea uniformității litologice pe suprafața unui amplasament ;
 - repararea diferitelor orizontului litologice ;
- Rezultatele sondeajelor de penetrare se pot utiliza și pentru:
- verificarea compactării depozitelor naturale și artificiale pe baza unor diagrame etalon obținute în condiții controlate;
 - testarea calității lucrărilor de îmbunătățire ale terenurilor slabe de fundare ;
 - aprecierea potențialului de lichefiere ale nisipurilor ;
 - identificarea pământurilor sensibile la umezire ;
 - evaluarea capacității portante a piloților în corelație cu capacitatea determinată prin încercări de probă.

Prelucrarea datelor obținute prin penetrarea dinamică cu con se face ținând seama de factorii care influențează rezultatele încercării.

În cazul în care prelucrarea calitativă se rezumă la compararea diagramei de penetrare cu diagrama etalon, nu este necesar să se lucreze cu valori corelate.

Pentru aprecierea caracteristicilor geotehnice (I_D , I_C , E , ϕ etc) se utilizează corelații stabilite prin prelucrări statistice.

În ideea sporirii volumului informațiilor oferite, de sondeajele de penetrare dinamică cu con foarte avantajoase din punct de vedere tehnic și economic și a creșterii preciziei acestora, se consideră necesară continuarea cercetărilor pentru stabilirea unor corelații specifice încercării, sau a unor corelații cu alte metode de cercetare "la față locului" (penetrarea statică, penetrarea dinamică standard, încercarea radiometrică, etc) care permit prelucrarea datelor pe baza relațiilor existente pentru aceste încercări, precum și unele cercetări experimentale cu privire la penetrarea dinamică făcută prin protejarea tijei cu manta.

1.1.5. Tendințe actuale de perfecționare a aparaturii

Rezistența de penetrare pe con exprimată prin "Nz" poate fi influențată de o serie de factori legați de echipament și pro-

cedeul de execuție, precum și factorii dependenți de condițiile litologice de pe amplasament. În prima categorie a factorilor sus amintiți se înscriu :

- deformarea coloanei de tije ;
- frecarea pe coloana de tije ;
- frecvența de batere ;
- întreruperile în batere ;
- aplicarea energiei de batere.

Perfecționarea aparatului de penetrare dinamică cu con și implicit a tehnologiei de execuție a montajului de penetrare constituie o preocupare veche a unor colective de specialiști de la diverse unități din RSR (INCERC, IPRCTIM, ISPIF București, ICB, I.P.Timișoara, ICPAIUC București, ILEC etc). Dacă în anii cincizeci a existat doar PDU realizat prin autototare, la ora actuală ILEC execută cele trei tipuri, PDU, PDL și PDG, căror caracteristici indicate în Cl76-1984 sînt aproape identice cu cele din recomandările standardului internațional (diferă doar de masa berbecului la PDL - vezi tabelul 1.3.)

De asemenea există preocupare pentru realizarea unui PDG utilizabil și în varianta PLG prin modificarea masei berbecului.

Realizarea în 1978 a PDL și PDG cu acționare mecanică (fig. 1.2.) dotat cu instalația electrică de numărare a dus la reducerea substanțială a unor factori de influență dependenți de utilaj. Astfel, cântărețul menține verticalitatea tijelor, este asigurată valoarea constantă a energiei de batere berbecul fiind declanșat numai la atingerea înălțimii prestabilite și este asigurată frecvența constantă a loviturilor. De asemenea este evitată eroarea la înregistrarea numărului de lovituri "nz".

În ultimul timp există preocupări (ICCPDG - Filiala Timișoara) și pentru sporirea preciziei măsurătorilor la penetrarea dinamică cu con, respectiv înlăturarea subiectivismului, prin folosirea unor echipamente electronice, care înregistrează automat sub formă de diagramă, numărul de lovituri pe fiecare treaptă discretizată "z" de adîncime, cu mărime prestabilă, precum și lucrul mecanic consumat pentru înfigerea conului de penetrare pe aceeași adîncime.

1.2. CERCETĂRI CU PRIVIRE LA FUNDAMENTAREA TEORETICĂ A SONDAJULUI DE PENETRARE

1.2.1. Studii cu privire la suprafețele de rupere a terenului

Pînă în prezent nu s-a găsit o rezolvare teoretică atotcuprinzătoare cu privire la starea de efort și deformare produsă în teren prin introducerea penetrometrului cu vîrf conic, aceasta datorîndu-se naturii complexe a fenomenelor.

Pentru simplificare, mulți cercetători au propus să se considere solicitarea de compresiune pură, fără să se țină seama de aportul refulării laterale, însă se obține rezistența de penetrare pe con mai ridicate decît în situația reală care corespunde combinației presiune-refulare ce necesită o energie minimă de pătrundere a conului.

În pămînturile necoezive are loc comprimarea (îndesarea) terenului urmată de ruperea acestuia. În funcție de starea de îndesare predomină un fenomen sau altul. La pămînturile afinatate se produce comprimarea puternică înainte de apariția ruperii spre deosebire de pămînturile îndesate la care se atînge repede stadiul de rupere pe lîngă comprimarea relativ redusă a acestuia. La pămînturile foarte îndesate apare o reazezare a granulelor explicabilă numai prin sfărîmarea acestora.

În ultima instanță, rezultă că rezistența de penetrare pe vîrf depinde de rezistența la forfecare și de compresibilitatea terenului, care și ele depind în cazul nisipurilor de starea de îndesare, expusă de regulă prin gradul de îndesare (I_D).

La penetrometrele fără manta de protecție frecarea pe tijă poate influența mărimea rezistenței de penetrare. Influența frecării se face puțin simțită de asupra nivelului apei subterane ca urmare a diametrului sporit al vîrfului față de tijă, astfel că pereții găurii nu se prăbușesc, fenomen bazat pe încleștarea granulelor și a coeziunii aparente, fiind mult mai pronunțată în nisipuri sub nivelul apei.

În pămînturile coezive, atîta timp cît acestea nu sînt saturate, fenomenele sînt similare. În cazul cînd sînt saturate, situația foarte des întîlnită, atunci datorită vitezei mari de penetrare rezultate sînt influențate de apa din pori care din cauza permeabilității reduse nu se scurge destul de repede. Apar astfel presiuni suplimentare în apa din pori care împiedică comprimarea respectiv creșterea rezistenței la forfecare a terenului. Odată procesul de îndesare consumat, terenul devine practic incompresibil pe o anumită porțiune avînd forme unui bulb în jurul vîrfului, iar în continuare pe măsură ce crește încărcarea statică sau dinamică, se intră în stadiul de rupere, însoțit exclusiv de deformării plastice în interiorul bulbului. În această situație

rezistența la vîrf (statică sau dinamică) corespunde chiar cu presiunea critică sub care se produce ruperea terenului.

Sub acțiunea solicitărilor statice se produce o îndesare slabă, astfel că în calcule este posibil să se folosească unghiul de frecare corespunzător terenului netulburat.

În cazul solicitării dinamice înainte de a intra în stadiul de rupere, terenul necoeziv se îndesă mai puternic decît sub solicitarea statică, astfel că trebuie să se ia în considerare creșterea gradului de îndesare, respectiv a unghiului de frecare întoarsă, pe măsura apropierii în interiorul bulbului, de vîrfurile sondei [53].

Alura suprafețelor de rupere este mult contraversată de cercetători care din acest punct de vedere se împart în trei grupuri [55].

Prima grupă pleacă de la teoria elastică a stării de eforturi în teren și presupune suprafețe de alunecare plane (fig.1.4.)

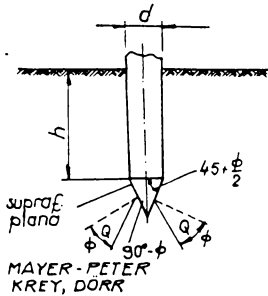


Fig.1.4. Suprafața de alunecare plane se ține seama de starea de efort și de deformare spațială.

Spațial, penetrarea unui con metalic în masa unui pământ, dacă pământul se consideră ca un corp elastic și omogen, poate fi tratată ca o solicitare axială simetrică, pentru care însă o exprimare fizico-matematică a fenomenelor nu a fost clarificată.

Pentru starea plană și pentru un teren considerat omogen elastic este și fără forță masivă, Shājiro Hata [25] explică ruperea la penetrare prin distribuție deformațiilor plastice după suprafețe de minimă rezistență ce delimitează anumite zone, care ating la nivelul traversat starea critică de penetrare.

Pentru un mediu dispers pur coeziv și în care conul metalic de penetrare nu este introdus complet ($h \leq h_c$), suprafețele de minimă rezistență la starea limită de solicitare la penetrare, pentru nivelul h_1 sînt figurate după limitele ABCD din (fig.1.7)

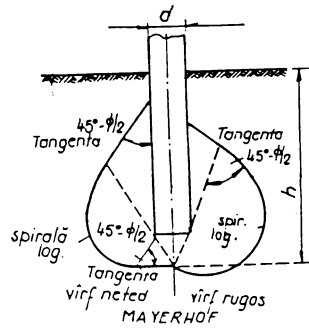
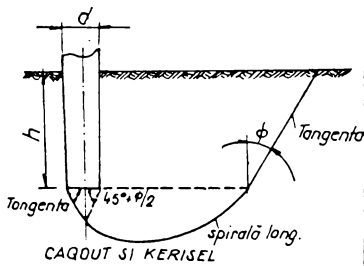
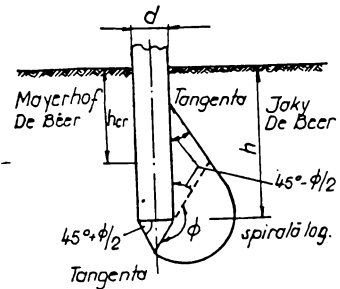
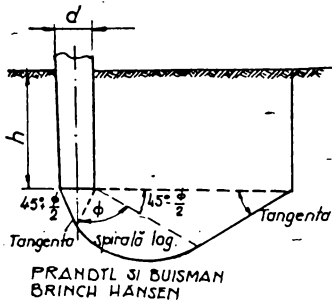


Fig.1.5. Suprafețe de alunecare spirală logaritmică

Zonele delimitate de suprafețe A, B, C, D, la starea de echilibru limite și determinate după teoria împingerii pasive a lui Rankine sînt descrise de prismele AOB, BCC și CCD.

Admițînd unghiul dintre suprafețele de alunecare de $\frac{\sqrt{1}}{4} + \frac{\phi}{2}$ și da-

că $\phi = 0$ (pămînt pur coeziv), rezultă unghiurile $\frac{\sqrt{1}}{4}$ care delimitează suprafețele prismelor AOB, și OCD. Zona mediană, cunoscută sub denumirea de "zona rezistențelor pasive a lui Prandtl" este delimitată de unghiul α .

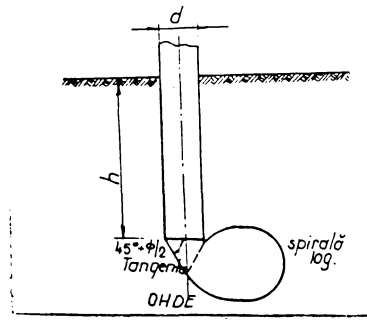


Fig.1.6. Suprafețe de alunecare spirală logaritmică care se închiude pe tija penetrometrului.

La acțiunea de penetrare a vârfului conic în masa terenului

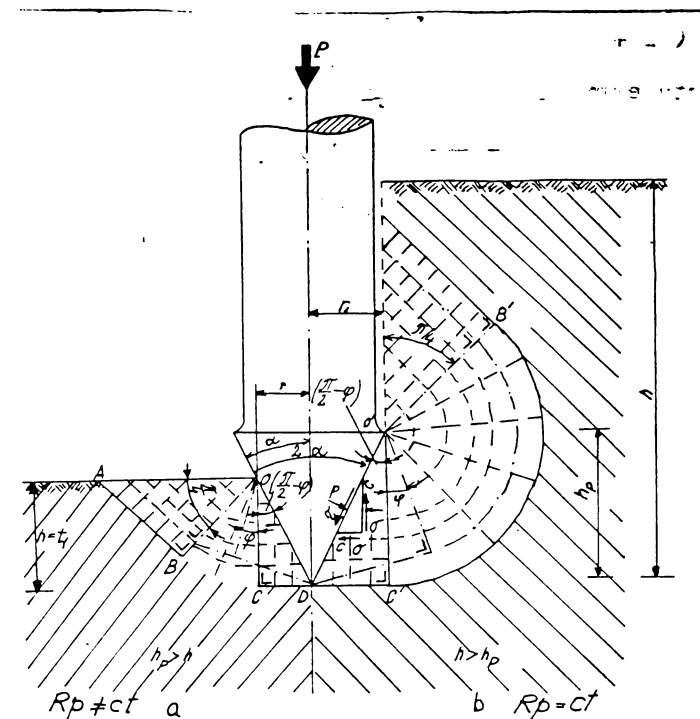


Fig.1.7. Suprafețe de minimă rezistență generată prin pătrunderea conului de penetrare în pământuri coezive a) - penetrarea de suprafață; b) - penetrarea de adâncime

pe generatoarea conului se dezvoltă efortul unitar de penetrare, P . În mediu pur coeziv, componentele rezultanței efortului reactiv al terenului (care constituie rezistența pasivă) sînt eforturile unitare normale σ și tangențiale τ .

Ecuția de echilibru dintre eforturi de acțiune și cel de reacțiune, la starea limită de rupere, după direcția efortului P , este:

$$P = \sigma + c \quad (1.2.)$$

Efortul normal unitar dezvoltat în zona-OCD, la contactul cu conul metalic și la starea limită de solicitare la penetrare se deduce din relația lui R.Hill [25].

$$\sigma = 2 c e^{\theta} = \text{const.} \quad (1.3.)$$

în care θ este unghiul ce delimitează, în zona considerată omogenă prisme după ale căror suprafețe de contact se dezvoltă eforturile unitare ce generează deformațiile plastice. Pentru un mediu pur coeziv din zona OCD, ecuația stabilită în coordonate cilindrice pentru cazul solicitării axiale simetrice este:

$$\sigma = c (1 + 2 \alpha) \quad (1.4)$$

Introducând valoarea lui σ în ecuația (1.2.) se obține:

$$P = 2 c (1 + \alpha) = \frac{P}{\pi c} 2 \dots = R_p \quad (1.5)$$

Pentru un mediu coeziv din zona OCD situată la adâncimea h (fig.1.7.b) efortul σ la starea limită de solicitare este :

$$\sigma = c (1 + \sqrt{\pi} + 2\alpha) \quad (1.6.)$$

Inlocuind această expresie în relația (1.2.) rezultă :

$$P = R_p = 2c \left(1 + \frac{\sqrt{\pi}}{2} + \alpha \right) \quad (1.7)$$

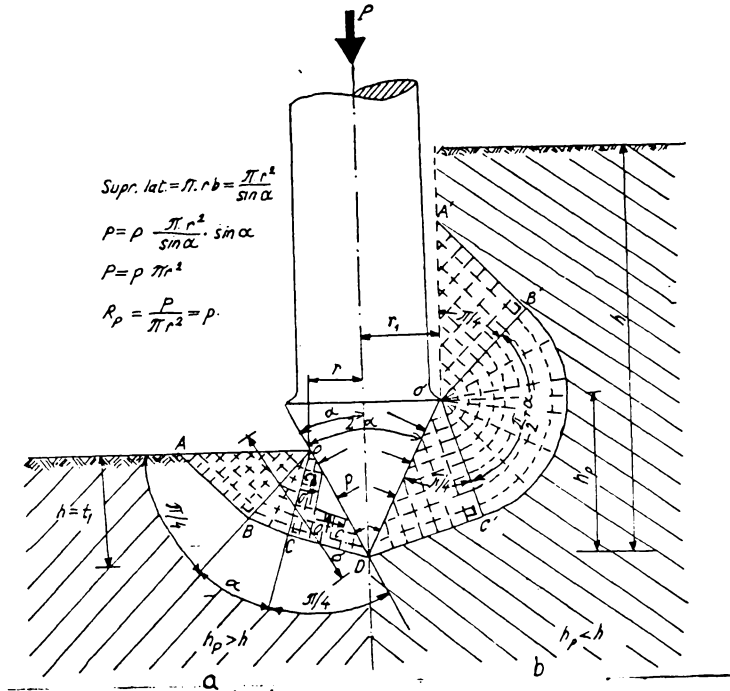


Fig.1.8. - Suprafețe de minimă rezistență generală de pătrunderea canalului pe penetrare în păminturi slab-coezive
 a - ptr. penetrare de suprafață
 b - ptr. penetrare de adâncime

Pentru terenurile slab coezive cu frecare interioară (fig. 1.8). Valoarea efortului unitar dezvoltat în prisma OCD sînt :

- pentru $h \leq h_c$ (fig.1.8.a.) rezultă :

$$\sigma = c (1 + 2\alpha + 2\phi) \quad (1.8.)$$

- pentru $h > h_c$ (fig.1.8.b.) rezultă :

$$\sigma = c (1 + 2\alpha + \sqrt{\pi} + 2\phi) \quad (1.9)$$

Intr-un astfel de mediu componentele eforturilor unitare dezvoltate pe suprafața conică la încărcarea limită de penetrare sînt :

$$P = \sigma + c \sin 2 \left(\frac{\pi}{4} - \varphi \right) \quad (1.10)$$

$$C = c \cos 2 \left(\frac{\pi}{4} - \varphi \right) \quad (1.11)$$

Valoarea lui P_p în cazul cînd $h > h_c$ pe baza relației lui Coulomb este :

$$P_p = p + C \operatorname{ctg} \alpha = c \left[1 + 2\alpha + 2\varphi + \frac{\sigma}{c} + \sin 2 \left(\frac{\pi}{4} - \varphi \right) \cos 2 \left(\frac{\pi}{4} - \varphi \right) \operatorname{ctg} \alpha \right] \quad (1.12)$$

Din analiza relațiilor stabilite de Shorijō Hata rezultă că rezistența la penetrare, considerînd pămîntul lipsit de forța masică, depinde de caracteristicile rezistenței la forfecare φ și c .

După recomandările geotehnicienilor belgieni și olandezi [94] se poate admite că penetrometrul, element lung și cu secțiune redusă constituit prin similitudine un model de fundație care provoacă în teren solicitări similare cu cele ale piloților sau pușurilor de diametru redus, suficient încastrate în straturile portante. În consecință este logic să se considere că rezistențele la vîrfurile penetrometrului, corespund într-o primă aproximație cu presiunea de rupere la faza pilotului.

În cazul unui strat încompresibil pătrunderea conului de penetrare în teren produce refularea laterală a terenului cînd eforturile ating o anumită limită. Practic acest efort este foarte puțin influențat de mărimea suprafeței conului din care cauză rezultatele penetrării se pot aplica direct la calculul capacității portante a piloților.

În cazul unui teren instantaneu compresibil se produce o micșorare de volum datorită modificării structurii, motiv pentru care efortul de rupere crește cu creșterea suprafeței conului.

Cînd penetrometrul pătrunde în teren, rezistența pe vîrf corespunde presiunii de rupere fiind, în consecință, funcție de caracteristicile rezistenței la forfecare φ și c ; frecarea laterală este legată de aceleași caracteristici, mărimea forței de frecare fiind influențate și de coeziune datorită aderenței terenurilor coezive pe suprafața coloanei de tije, astfel :

$$P_p = F(\varphi, c); \quad F_l = F_l(\varphi, c) \quad (1.13)$$

Ruperea terenului la pătrunderea penetrometrului se produce sub acțiunea unei sarcini critice care se poate calcula asemilînd penetrometrul cu o fundație de adîncime și ținînd cont de natura încărcării aplicate în funcție de tipul acestuia.

1.2.2. Studii cu privire la unele relații teoretice pentru
calculul rezistenței dinamice

Penetrometrele dinamice se pot considera piloți la scară redusă (model) astfel încât o serie de teorii legate de explica-rea fenomenelor care iau naștere la introducerea piloților prin batere precum și cele legate de capacitatea portante se pot aplica cu oarecare aproximație și la penetrometre.

La penetrometrele dinamice se aplică formulele dinamice de-duce pentru determinarea capacității portante a piloților. Formule-
le au la bază relația lucrului mecanic [55] :

$$KG_1H = R_d e + 0,5 R_d \Delta l_p + 0,5 R_d \Delta l_t \quad (1.14)$$

în care : K - gradul de influență a loviturii la înfigerea dina-
mică ;

G_1 - greutatea berbecului, [daN];

H - înălțimea de cădere , [cm];

R_d - rezistență dinamică de pătrundere, [daN];

e - refuzul pilotului (penetrometrului) [cm];

Δl_p - deformația elastică a pilotului (penetrometrului)
[cm];

Δl_t - deformația elastică a terenului, [cm]

Cei patru termeni din relația (1.14) au următoarea semni-
ficație :

$K.G_1.H$ - lucru mecanic dezvoltat de berbecul în cădere li-
beră la o singură lovitură ;

$R_d.e$ - energia utilă pentru învingerea rezistenței de pătr-
undere ;

$0,5 R_d \Delta l_p$ - pierderea energiei datorită comprimării elas-
tice a pilotului (penetrometrului) ;

$0,5 R_d \Delta l_t$ - pierderea energiei datorită deformației elas-
tice a terenului.

În funcție de ipotezele simplificatoare adoptate de diverși
cercetători s-au obținut o serie de relații care se pot grupa în
patru categorii sau metode după cum urmează :

a) Relații în care se ține seama de pătrunderea remanentă
(refuzul pilotului) și parțial de deformația elastică a acestuia,
Astfel se cunosc relațiile stabilite de Redtenbacher, Stern,
Weissbach, Rankine, Eytelwein, Ritter, Brix, Jenbu, Gerscovanov și
formula Engineering - News-Record [55].

O relație foarte simplă a fost stabilită de mai mulți cer-
cetători și se scrie sub forma :

$$R_d = \frac{G_1 \cdot H}{e} \cdot \frac{1}{K_3} \quad (1.15)$$

în care :

- după Brix - Janbau, $K_3 = \frac{(G_1 + G_2)^2}{G_1 \cdot G_2}$

- după Ritter $K_3 = \frac{G_1 + G_2}{G_1}$

Formula stabilită de Ritter, pentru calculul rezistenței dinamice de formulă olandeză :

$$R_d = \frac{G_1^2 \cdot H}{e \cdot (G_1 + G_2)} \quad (1.15.a)$$

în care : G_2 - greutatea pilotului (penetrometrului).

Lupă Caquot, formula olandeză este cea mai apropiată de realitate cu condiția să se țină seama de scutirea elastică a pilotului (penetrometrului)

Pentru a exprima adevărata rezistență de rupere a terenului (rezistența corespunzătoare unei încălțări statice) s-a convenit să se introducă la numitor în loc de "e" valoarea $e + \Delta l_p$, formula olandeză modificată în acest fel purtînd numele de formula Engineering - News-Record (E-N-R) :

$$R_d = \frac{G_1 \cdot H}{e + \Delta l_p} \cdot \frac{G_1}{G_1 + G_2} \quad (1.15.b.)$$

În practică este destul de greu să se determine termenul Δl_p .

b) Relații care țin seama de pătrunderea remanentă și de deformația elastică a pilotului și a terenului.

Deformația totală elastică se măsoară sau se ia în considerare prin coeficienții corespunzători determinați experimental. Din această categorie poate fi amintită relația lui Hiley [8].

c) Formula care determină capacitatea portantă cu ajutorul diagramei de variație a presiunii de pilot [55].

Valoarea rezistenței dinamice se poate determina ușor pornind de la teoria conservării impulsului cu luarea în considerare a fenomenelor care se produc în timpul impactului [8].

$$R_d = \frac{G_1 \cdot H}{(1+a)e} \cdot \frac{1}{1 + \frac{c}{e}} (1 + n^2 \cdot a) \quad (1.16)$$

unde pe lângă notațiile din relația (1.14) intervin :

$$a = \frac{G_2}{G_1}$$

- n - coeficient care ține seama că impactul este parțial elastic ;
- e - coeficient prin care se ține seama de pierderea energiei prin tija penetrometrului în terenul înconjurător.

În relația (1.16) avem notat :

$\frac{G_1 \cdot H}{(1+a)e}$ - reprezintă rezistența terenului de ciocnire perfect neelastică;

$\frac{1}{1 + \frac{c}{e}}$ - reprezintă factorul de corecție adimensional (< 1) care ține seama de energia pierdută (disipată);

$(1 + n^2 \cdot a)$ - este factorul de corecție adimensional (> 1) care ia în considerare elasticitatea impactului.

Relația (1.16) se poate scrie și sub forma :

$$R_d = \frac{G_1 \cdot H}{e+c} \frac{1 + n^2 \cdot a}{1+a} \quad (1.16.a)$$

Dacă se notează cu $H_0 = \frac{H \cdot c}{e+c}$; H_0 - fiind înălțimea de cădere a masei barbecului pentru care refuzul $e = 0$, se obține pentru rezistența dinamică, relația :

$$R_d = \frac{G_1}{(1+a)e} (H - H_0) (1 + n^2 \cdot a) \quad (1.17)$$

Multe din formulele existente derivă din una din formulele generale (1.16 ; 1.16.a și 1.17) fiind diferiți doar coeficienții de corecție.

Formula olandeză consideră $n = 0$, ceea ce corespunde pentru o ciocnire perfect neelastică și $c = 0$ ce presupune inexistența deformațiilor elastice și a pierderilor de energie. Când refuzul scade sub 1 cm s-a constatat că simplificările mai sus amintite introduc erori mari în calculul rezistenței dinamice, totuși se utilizează în majoritatea cazurilor din cauza simplității sale.

Formula Engineering - News - Record presupune $n = 1$, ciocnire perfect elastică și $c = 2,5$ ce corespunde pentru o energie excesiv pierdută, pentru ca compense ipoteza ciocnirii elastice.

Formula lui Hiley [8] ia în considerare următorii factori de corecție :

$o < c < 0,5$

$o < n < 0,5$ pentru piloți ;

$o < n < 0,7$ pentru penetrometre ;

Comparând aceste valori a factorilor de corecție, cu cele folosite frecvent, se constată că se pot obține câteodată valori prea mari pentru rezistența dinamică R_d și această din următoarele motive :

- formula lui Hiley a fost stabilită pentru piloți pe cînd energia pierdută la penetrometre este mult mai mică ;

- echipamentele de acționare sînt astfel concepute încît se pierde puțină energie în timpul căderii berbecului.

Formulele Bredten - Backer și Kreuter [8] sînt apropiate de formula generală (1.17) cu $n = 0$ (Bredten - Backer) sau $n=1$ (Kreuter). Ele dau valori mai mici în cazul penetrării, dar folosirea lor este mai simplă, din cauza lui H_0 .

Mai mulți autori au comparat forța critică dedusă cu ocazia încercării de penetrare, de pe o parte rezistența terenului la înfigere (penetrare static) și pe de altă parte rezistența sa la lovituri (penetrare dinamică) obținînd rezultate învecinate.

În 1952, Buisson, a formulat concluzii bazate pe un număr foarte mare de cazuri (20), Dacă ne notează cu F_p rezistența la penetrare statică și cu F_d rezistența dinamică specifică calculată cu formula plandeză fără coeficient de siguranță și necorectată se constată că între cele două mărimi există corelație dependentă de natura terenului și mărimea refuzului.

În tabelul 1.7. este dat raportul celor două mărimi pentru anumite terenuri.

Tabelul 1.7. Valorile ale F_p respectiv F_d pentru anumite terenuri

Natura terenului	Mărimea refuzului "e" (cm)	F_p/F_d
Nisipuri, terenuri marnase și calcaroase	$> 2,5$	$\approx 0,75$
Diverse terenuri lipsite de fragmente mari	$0-2,5$	$0,75-1,0$
Nisipuri grosiere și pietriș	-	$\geq 1,0$
Pământuri mîlcoase sau argiloase	-	$0,3 - 0,5$

Experiențele lui L Herminier și Teheng din 1964-65 [94] au confirmat concluziile lui Buisson. În majoritatea cazurilor pentru obținerea rezistenței statice la vârful penetrometrului s-a convenit să se afecteze rezistența dinamică, calculată cu formula olandeză necorectată, cu un coeficient cuprins între 0,5 - 0,75. În mod excepțional acest coeficient poate coborî pînă la 0,3 (terenuri afinate sau cu consistență redusă) sau poate urca pînă la 0,1 (teren grosier cu frecare laterală ridicată).

Capacitatea portantă a piloților calculată cu formulele dinamice este nesigură fiindcă anumite influențe cum ar fi frecarea pe manta, comportarea elastică a terenului sau a pilotului, ori nu se iau în considerare ori se iau numai parțial. Menzenbach [94] susține că pentru un refuz "e" identic, capacitatea portantă a pilotului este influențată de natura terenului.

Capacitatea portantă calculată cu formula de batere, se utilizează la ora actuală numai în cazul pământurilor necoezive și numai pentru comparație, respectiv pentru stabilirea raportului față de încercările de probă (D.L. 1054 Schenck 1963).

Din considerente asemănătoare aceste formule nu pot fi folosite decât pentru compararea rezultatelor obținute cu diferite penetrometre dinamice cu con.

Unii cercetători au urmărit răspîndirea rezistenței dinamice la penetrometre, determinînd cu diferite formule de batere pentru cazul penetrometrului dinamic ușor și greu.

La Institutul din Aachen s-au efectuat experiențe cu penetrometre dinamice cu con pînă la adîncimea de 4,0 m în condiții controlate [55] și s-au aplicat 12 formule dinamice pentru determinarea forței dinamice P_d , din care s-a calculat presiune dinamică R_d pe suprafața conului de penetrare. În fig. (1.9) sînt prezentate domeniile în care se înscriu valorile lui P_d .

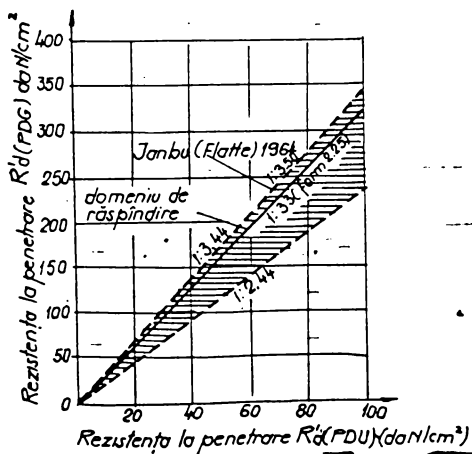


Fig. 1.9. Rezistența de penetrare R_d (PDG) (dan/cm^2). Domeniile în care se înscriu valorile R_d pentru un PDU și PDG.

S-a observat că formula norvegiană Janbu aparținînd grupei "a" se plasează în partea mijlocie și superioară a domeniului de răspîndire

Melzer [55] compară rezultatele obținute cu penetrometrul dinamic mijlociu și greu folosind formula de batere cea mai simplă și anume :

$$R_d = \frac{G_1 \cdot H}{e} \quad (1.18)$$

din care rezultă rezistența dinamică la penetrare

$$R'_d = \frac{R_d}{A} = \frac{G_1 \cdot H}{A \cdot e} \quad (1.19)$$

Raportul între rezistențele dinamice a două penetrometre se poate scrie sub forma :

$$a'_{1,2} = \frac{R'_d1}{R'_d2} = \frac{R_{d1} \cdot A_2}{R_{d2} \cdot A_1} \quad (1.20)$$

Pentru penetrometrul dinamic ușor respectiv greu prin aplicarea formulelor (1.16) și (1.20) s-a găsit $1 : a' = 1 : 3,44$.

Determinându-se răspîndirea raportului $1 : a'$ cu ajutorul diferitelor formule de batere din prima grupă, s-a găsit că acesta variază de la $1 : a' \neq 1 : 2,44$ pînă la $1 : a' = 1 : 3,50$.

Se constată că valoarea obținută cu relația cea mai simplă (1.19) se găsește foarte aproape de valoarea obținută cu formula Janbu.

DIN 4094/1 [124] nu recomandă folosirea rezistenței dinamice la penetrare obținută cu ajutorul formulelor de batere a piloților din cauza caracterului relativ empiric al formulelor cit și a rezultatelor nesatisfăcătoare ce se obțin în cazul aplicărilor la penetrometre. Totuși există mulți cercetători care pleacă în calcule de la formulele deduse pentru piloți, ele fiind capabile să furnizeze rezultate orientative.

1.3. STUDII CU PRIVIRE LA FACTORII DE INFLUENȚĂ ASUPRA REZULTATELOR PENETRĂRII DINAMICE CU CON

Rezistența pe vîrf statică sau dinamică este influențată de o serie de factori legați de natura și proprietățile fizico-mecanice ale terenului, prezența sau absența apei, caracteristicile utilajului, adîncimea de penetrare etc.

Nu mai cunoașterea tuturor factorilor și a interdependenței dintre ei permite interpretarea corectă a rezultatelor penetrării.

Există factori specifici diverselor categorii de terenuri, precum și factori independenți de natura acestora.

O analiză foarte detaliată și sistematizată a factorilor de influență a supra sondejului de penetrare dinamică este prezen-

tată în DIN 4094/2 [125].

Majoritatea factorilor acționează în mod asemănător sau identic în cazul sondajelor de penetrare statică.

1.3.1. Influența naturii terenului

Natura terenului are influență complexă asupra rezistenței la penetrare, fiind legată în primul rând de prezența sau de absența coeziunii.

La pământurile necoezive joacă un rol important compoziție granulometrică și coeficientul de neuniformitate (U_n), compoziția mineralogică a granulelor, forma și rugozitatea acestora, prezența sau absența legăturilor structurale.

La pământurile coezive influențează permeabilitatea, starea de consistență, presiune ei din pori și legăturile structurale mai complexe decât în cazul pământurilor necoezive.

1.3.1.1. Influența compoziției granulometrice

De regulă pentru același grad de îndesare în nisipurile uniforme care au un număr redus de puncte de contact, rezistența la penetrare este mai scăzută decât în nisipurile neuniforme care au un număr mult mai mare de puncte de contact.

Granulele colțuroase și aspre opun o rezistență mai mare decât cele rotunde și neteue.

Fragmentele de pietriș și bolovăniș din masa nisipurilor sau lentilele subțiri de pietriș sînt semnalate în mod evident prin salturi bruște în diagramele de penetrare (fig. 1.10). La interpretarea rezultatelor penetrării se ține seama de așa zisa "regulă de aur" [95] conform căreia toate valorile rezistenței de penetrare înregistrate sub formă de salturi, se elimină.

În cazul cînd dimensiunile granulelor se apropie de diametrul conului, se obțin rezistența artificial sporită, astfel că în aceste situații se renunță la cercetarea prin sondaje de penetrare sau nu se utilizează pe grosimea stratului cu fragmente mari.

Penetrometrul dinamic ușor și cel static sînt mai sensibile decât penetrometrele dinamice mijlocii și grele la variația dimensiunilor granulelor și a stării de îndesare a terenului.

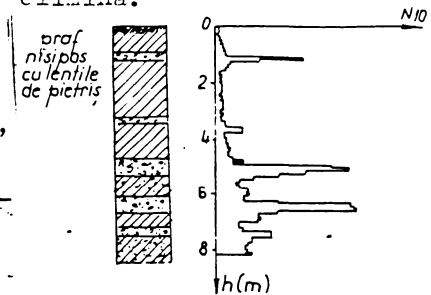


Fig. 1.10. Creșterea bruscă a rezistenței la penetrare în cazul lentilelor subțiri de pietriș.

1.3.1.2. Compoziția mineralogică

Compoziția mineralogică influențează asupra formei și rugozității granulelor și asupra rezistenței acestora, vârful conic putând provoca sfărâmarea fragmentelor mai slabe.

În nisipurile cu conținut ridicat de mică s-a semnalat scăderea pronunțată a rezistenței de penetrare pe lângă unghiul frecării interioare aproape egal; prezența fragmentelor de mică duce la creșterea compresibilității și a fragilității. În (figura 1.11) se prezintă un exemplu după Vesic [30] unde prezența a 10 % mică a dus la scăderea pronunțată a rezistenței de penetrare. Un alt exemplu este prezentat în lucrarea lui de Beer [16] nisipul din regiunea ANTWERP induce mai mult de 50 % glauconit care reduce rezistența la strivire față de nisipul de cuarț (fig. 1.12).

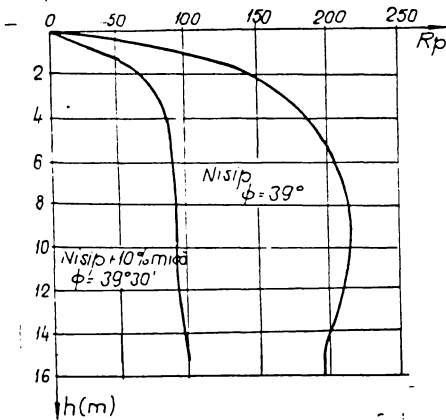


Fig. 1.11. Reducerea rezistenței de penetrare datorită prezenței de mică

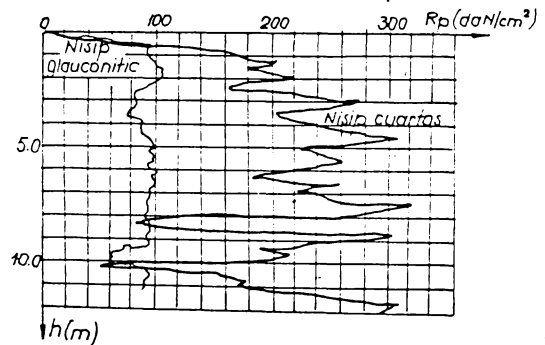


Fig. 1.12 Reducerea rezistenței de penetrare datorită conținutului ridicat de glauconit.

1.3.1.3. Influența îndesării

Încercările efectuate la scară redusă în condiții perfect controlabile precum și la scară mare au scos în evidență creșterea rezistenței la penetrare odată cu creșterea gradului de îndesare [35].

Încercările efectuate într-o groapă mare umplută cu nisip mijlociu-mare având gradul de îndesare $I_D = 0,10 - 0,75$, au scos în evidență acest fapt (fig. 1.13).

1.3.1.4. Influența legăturilor structurale

Încercările de penetrare au permis stabilirea faptului că nisipurile în stare naturală pot avea legătura structurală care

de obicei se pierd cu ocazia recoltării probelor, în special sub nivelul apei subterane. Pensior numește aceste legături "aderența de întărire" [109]. Prezența legăturilor structurale asigură nisipurilor în stare naturală o rezistență de penetrare mai mare decât a acelorași nisipuri în umplutură, în condițiile aceluiași grad de îndesare.

Experiențele au relevat că "întărirea nisipurilor durează mai mulți ani, fără variația umidității sau densității, ducând la îmbunătățirea caracteristicilor mecanice. Cu cât mai mare este îndesarea inițială cu atât mai intens se desfășoară procesul de formare a legăturilor structurale.

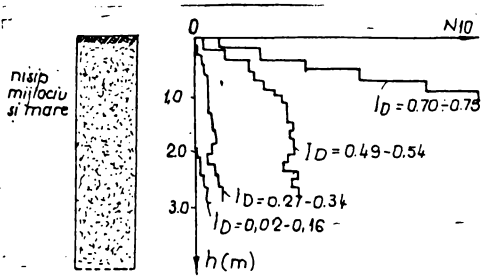


Fig. 1.13. Variația rezistenței la penetrare cu gradul de îndesare I_D într-un nisip omogen după F. J. Ducker

Incercari efectuate cu un penetrometru dinamic greu tip UBP-15, avînd masa berbecului, $G_1 = 60$ kg, înălțimea de cădere $H = 80$ cm și diametrul conului, $d = 42$ mm, în nisipurale naturale și în umplutură cu nisip de Volga au confirmat influența substanțială a legăturilor structurale.

Datele sînt prezentate în tabelul 1.8.

Tabelul 1.8. Influența legăturilor structurale pentru nisipul Volga

Starea de îndesare	Densitatea uscată d [t/m ³]	Indice e	Număr de lovituri N_{10}	
			Nisip natural de Volga	Umplutură din nisip de Volga
afinat	1,52	0,75	5-7	2
mediu	1,52-1,63	0,64-0,75	(5-7); (12,15)	2-6
îndesat	1,63	0,64	12-15	6

1.3.1.3. Starea de consistență

Starea de consistență a pămînturilor coezive influențează în mod asemănător asupra rezistenței la penetrare, ca și starea de îndesare a pămînturilor necozive. Atît penetrarea dinamică cît și cea statică, semnalează clar variația stării de consis-

tență a pământurilor coezive prin numărul de lovituri, respectiv rezistența de penetrare la vîrf, care cresc odată cu constanța.

Sondașul de penetrare statică este preferat în cazul pămînturilor coezive, care datorită aplicării încărcării cu viteză redusă permite într-o măsură mai mare consolidarea terenului.

Sondașul de penetrare dinamică dă rezultate concludente în pămînturile cu consistență ridicată, în cele cu consistență scăzută datele obținute sînt mult influențate de frecarea pe tițe, date care în speranță ar corespunde unor pămînturi de consistență mai ridicată.

1.3.2. Influența adîncimii de penetrare

În pămînturile omogene rezistența la penetrare statică și dinamică nu este constantă datorită influenței adîncimii care se manifestă prin așa zisa " adîncime critică " și prin sarcina geologică care acționează la nivelul vîrfului conic al penetrometrului.

Adîncimea critică de penetrare corespunde condiției de margine, terenul fiind o masă semiinfinită mărginită la partea superioară. Așa cum s-a arătat la începutul capitoului, prin înfigerea conului se produce ruperea terenului în prezența compresiunii și refulării ce corespunde unui minim de energie.

La suprafața terenului rezistența la penetrare este scăzută întrucît dislocarea terenului de către conul de penetrare se face

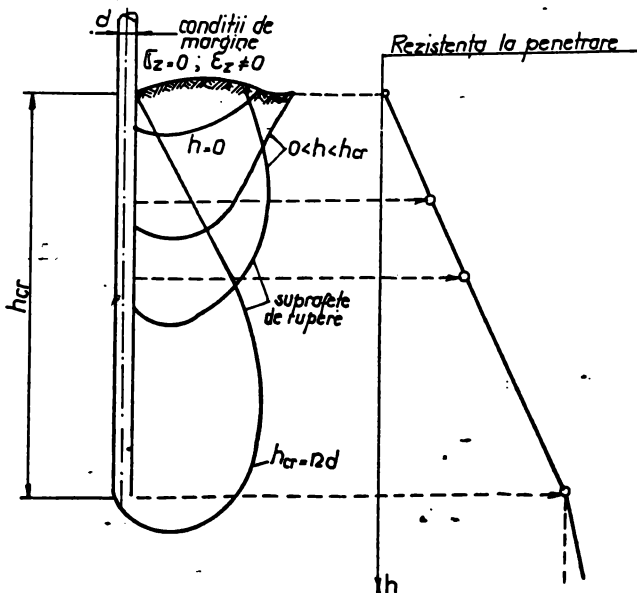


Fig.1.14. Influența condițiilor de margine asupra rezistenței de penetrare

ușor prin refulare laterală și în sus.

Pe măsură ce crește adîncimea, refularea spre suprafață devine tot mai grea, necesitînd mai multă energie din cauza sarcinii geologice și starea de sollicitare se modifică treptat de la sollicitare de suprafață la una de adîncime. În mo-

mentul în care refularea spre suprafață este împiedicată rezistența la penetrare crește foarte lent datorită majorării sarcinii geologice.

În (figura 1.14) este prezentată influența condițiilor de margine în cazul unui pământ omogen.

La adâncimi reduse, în special la pământuri îndesate, ruperea se produce după suprafața de alunecare care ating suprafața terenului [104]. De la o anumită adâncime în jos suprafețele de alunecare nu mai străpung pînă la suprafață, ci se localizează pe tije, sarcina geologică fiind aceea care influențează și modifică forma suprafețelor de alunecare.

Se definește drept adâncimea critică, h_{cr} , aceea adâncime pînă la care rezistența de penetrare crește puternic și după care creșterea acesteia este mult mai mică.

Existența adâncimii critice a fost foarte clar evidențiată prin două încercări de penetrare efectuate într-o gropă umplută cu nisip mijlociu-mare îndesat (fig. 1.15).

Penetrarea 1 s-a executat de la suprafața gropii iar 2 -a după îndepărtarea unui strat de 1,3 m grosime.

Atît calculele teoretice cît și experiențele au scos în evidență că mărimea adâncimii critice depinde în afară de

sarcina geologică și de gradul de îndesare, respectiv de unghiul de frecare interioară ϕ . Din calculele teoretice, într-un teren omogen, Jaky [45] stabilește pentru adâncimea critică următoarea relație :

$$h_{cr} = d \operatorname{tg} \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) e^{\sqrt{\pi}} \cdot \operatorname{tg} \phi \quad (1.21)$$

Experiențele efectuate cu penetrometre statice au arătat că adâncimea critică crește odată cu scăderea gradului de îndesare ceea ce este în contradicție cu formula (1.21) bazate pe teoria plasticității, care se poate aplica numai la terenuri incompresibile (de îndesare foarte rară) -

În pământurile afinatate sau de îndesare medie se produce îndesarea terenului înaintea apariției ruperii, posibilitatea de refulare în sus fiind mai ușoară, adâncimea critică este mult mai mare decît la pământurile îndesate, [55].

În fig. 1.16 se prezintă rezultatele experimentale obținute

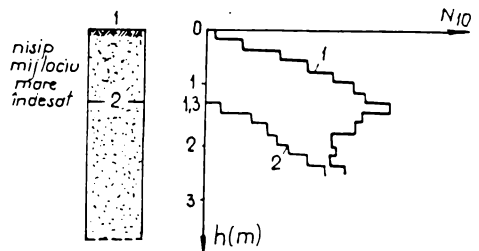


Fig. 1.15. Evidențierea adâncimii critice după F. J. Lucker [21].

de diferiți cercetători, privind legătura dintre raportul $n = \frac{h_{cr}}{d}$ și rezistența de penetrare statică R_p .

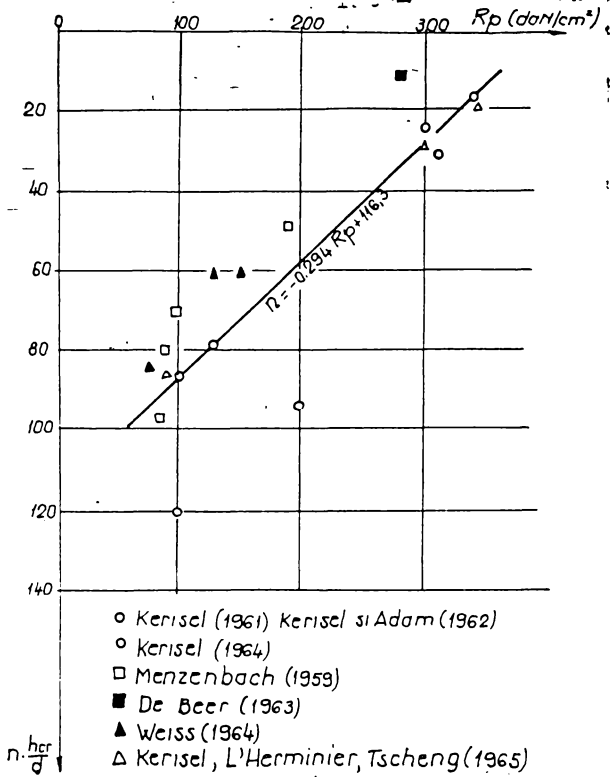


Fig. 1.16. Corelația dintre $n = \frac{h_{cr}}{d}$ și R_p

Vesic (1967; 1970) recomandă valoarea "10" pentru adâncimea critică relativă în cazul nisipurilor afîinate și valoarea "20" în cazul celor îndesate.

Tot în lucrarea [86] se dă o formulă empirică pentru determinarea adâncimii critice prezentată în fig. (1.18).

Din analiza diagramei de corelație rezultă că odată cu scăderea lui R_p respectiv al gradului de îndesare, crește adâncimea critică.

Față de cele obținute și prezentate de Melzer [55] în lucrarea [22] se arată că între adâncimea critică și gradul de îndesare este o relație directă. În figura (1.17) sînt prezentate diagramele pentru adâncimea critică relația $(\frac{h_{cr}}{d})$ pentru două conuri cu adâncime diferite.

Bičrež și Cresillon (1972) [86] au stabilit legătura între unghiul frecării interioare, starea de îndesare și adâncimea critică relativă, prezentată în tabelul

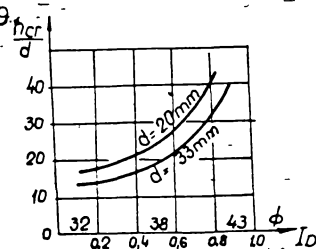


Fig. 1.17. Variația adâncimii critice relative cu gradul de îndesare.

Tabélul.1.9. Legătura între ϕ ; I_D și h_{cr}

Unghiul frecării interioare	Starea de îndesare	$\frac{h_{cr}}{d}$
25	afinat	1,8
30	afinat	2,9
35	afinat	4,8
40	îndesat	9,4
45	îndesat	23,0

de îndesare.

În cazul penetrării dinamice pe lângă același grad de îndesare se obține o adâncime critică mai scăzută decât la penetra - rea statică, deoarece sub efect dinamic se obține o îndesare mai puternică care conduce la ruperea mai rapidă a terenului.

În terenurile foarte afinate se semnalează foarte slab adâncimea critică, deoarece nu se produce ruperea propriu-zisă prin cedarea laterală a granulelor.

Din încercările executate la Institutul Belgian de Geotehnică s-a observat că 1-2 % prezintă diagrame de penetrare excepționale la care adâncimea critică are valori foarte mari [18]. Se pare că există o densitate pentru care rezistența pe con crește liniar cu adâncimea până la adâncimi mari. În fig. (1.19) se prezintă creșterea liniară a rezistenței pe con pentru un nisip de îndesare medie din Lulusbourg (Zair) la adâncime de peste 32 m.

Din cele prezentate rezultă că problema stabilirii adâncimii critice este mult controversată ajungând chiar creșterii cu re - nume cum este Kerisel, la rezultate contradictorii (fig.1.16 și 1.18).

1.3.2.2. Sarcina geologică

Duce la creșterea rezistenței la penetrare și după depășirea adâncimii critice. Melzer [55] a efectuat încercări într-o cuvă

$$h_{cr} = 25 \sqrt{d(1 + R_p/100)} \quad (1.22)$$

în care:

d - diametrul penetrometrului în cm ;

R_p - rezistența pe vîrf în daN/cm².

Din analiza relației (1.22) rezultă că adâncimea critică este direct proporțională cu rezistența la penetra - re care la rîndul ei este proporțională cu gradul

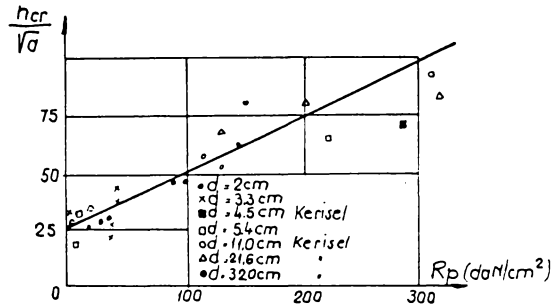


Fig.1.18. Reprezentarea grafică a formulei 1.27.

de 6,0 m adâncime și diametru 3,0 m în care a așezat nisip cu grad de îndesare constant pentru a putea determina influența sarcinii geologice.

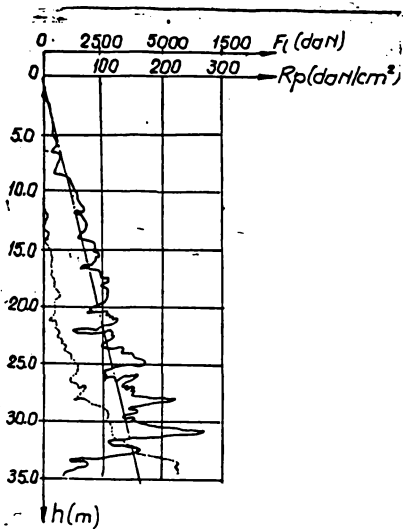


Fig. 1.19. Creșterea continuă a rezistenței pe con într-un strat de nisip omogen.

S-au efectuat mai mult experiențe cu diferite grade de îndesare cuprinse între 0,35 - 0,74 pe baza cărora s-a stabilit următoarea relație :

$$\log y = a_1 \cdot \gamma h + a_2 I_D + a_3 \pm S_y \quad (1.23)$$

Coefficienții a_1, a_2, a_3 și s_y s-au stabilit pentru diferite tipuri de penetrometre și pentru diverse terenuri.

1.3.3. Influența frecării asupra tijei de penetrare

Influența frecării laterale pe coloana tijei trebuie tratată cu discernămint în cazul penetrometrelor fără manta de protecție. În general penetrometrele statice au tija protejată și sînt prevăzute cu posibilitățile de separată a rezistenței de penetrare pe vîrf și a frecării laterale sau a forței totale din care se poate calcula frecarea laterală.

În condițiile protejării tijei mărirea rezistenței pe vîrf nu poate fi falsificată de influența frecării.

În schimb, la penetrometrele dinamice cu con la care din considerente economice și de rapiditate s-a renunțat la majoritatea țărilor, la protejarea coloanei de tije, nu este posibil separarea influenței frecării de rezistență pe penetrare pe vîrf.

Pentru reducerea frecării laterale s-a trecut la sporirea diametrului conului, d , față de acela al tijelor, d_1 , astfel că raportul $\frac{d}{d_1} > 1,0$.

Unii autori [128] susțin că dacă $\frac{d}{d_1} \geq 1,7$ în pămînturile nisipoase se poate neglija influența frecării.

Încercări comparative [55], executate cu penetrometrul static olandez ($d_1 = d$) respectiv cu un penetrometru static rotat la vîrf cu o doză de tip Maihak, avînd vîrfurile grupate numai cu

un penetrometru static dotat la vîrf cu o doză de tip Maihak, avînd vîrfurile îngropate numai cu 6 mm față de tijă, au arătat că această majorare extrem de redusă este suficientă pentru a anula în mod practic frecarea pe manta în nisipuri.

Încercările efectuate de Melzer în cuva cu nisip au dovedit că pînă la adîncimea de 6,0 m nu se manifestă practic influența frecării pe manta. Încercările efectuate în paralel cu penetrometrul dinamic cu con și standard au dovedit că și sub cota de 6,0 m nu se sesizează prezența frecării în absența apei subterane.

Deasupra nivelului apei subterane influența frecării pe tije este slabă datorită faptului că peretele sondeului nu se prăbușește, fenomen care se explică prin înclăștarea granulelor datorită refulării laterale la pătrunderea conului în teren și prin apariția coeziunii aparente datorită forțelor capilare.

Sub nivelul apelor subterane peretele se poate prăbuși în urma vîrfului conic, astfel că odată cu creșterea adîncimii, frecarea pe tijă se poate dezvolta progresiv, cu cît nisipul este mai fin.

În (figura 1.20) se prezintă graficul unei penetrări PDG din care rezultă că, în nisipul fin, sub nivelul apei, rezistența la penetrare crește continuu din cauza frecării, deși îndesarea a rămas aceeași.

La pămînturile coezive de consistență scăzută se semnalează influența frecării pe tijă prin creșterea continuă a numărului de lovituri, pe lîngă aceleași caracteristici ale terenului. Acest fenomen se aplică prin cedarea peretelui golului creat de vîrfurile conice și înclăștarea respectiv aderența terenului pe tija penetrometrului.

În figura (1.21) este prezentată diagrama care evidențiază în mod pregnant aportul frecării pe tijă la creșterea rezistenței de penetrare în stratul de argilă.

1.3.4. Influența apei subterane

Creșterea umidității conduce la reducerea ușoară a rezistenței la penetrare în pămînturile nisipoase.

Influența apei este mai accentuată în nisipurile afinate cînd odată cu creșterea umidității legăturile structurale slăbesc.

Experiența efectuată în Cehoslovacia [21] într-un bazin umplut cu nisip avînd fragmentele cuprinse între 0,2-0,6 mm, pe lîngă două grade de îndesare și diferite grade de saturație,

Pe baza experiențelor s-a constatat că reducerea procentuală

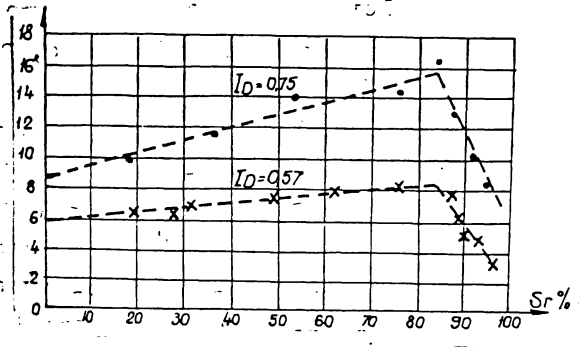


Fig.1.22. Variația rezistențelor la penetrare în funcție de gradul de saturație.

a rezistenței de penetrare sub apă este de 20-60 % în funcție de tipul penetrometrului gradul de indesare și adâncime. La penetrometrul standard și dinamic greu reducerea rezistenței la penetrare poate ajunge pînă la 60 %, la penetrometrul dinamic ușor pînă la 50 %, iar la

penetrometrul static pînă la 40 %.

- Din cele de mai sus, rezultă că prin solicitare dinamică, scăderea rezistenței la penetrare este mai accentuată, fapt ce se explică prin agitarea particulelor de nisip ca și cum ar pluti în apă.

Incercări efectuate pe nisipuri cu pietriș și prafuri nisipoase [125] au scos în evidență același fenomen de scădere mai pronunțată sub apă a rezistenței de penetrare dinamică.

Odată cu creșterea gradului de indesare respectiv a rezistenței la penetrare, scade și reducerea medie pronunțată adică efectul apei subterane se manifestă din ce în ce mai slab.

Se poate accepta că sub nivelul apei se produce și reducerea frecării pe tije ca urmare a efectului de curgere a apei, efect constant clar în cazul penetrării statice în pământurile necoezive.

1.3.5. Influența succesiunii straturilor

În cazul succesiunii unor straturi moi cu altele tari, rezultatele penetrării sînt influențate de stratul care se află și sub cota de măsurare, fenomen care se explică prin forma suprafețelor de alunecare care se formează la pătrunderea penetrometrului în teren. Întrucît aceste suprafețe, avînd forma unor spirale logaritmice (fig.1.14) coboară sub nivelul vîrfului penetrometrului, este

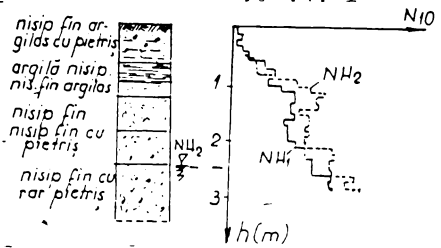


Fig.1.23. Influența apei subterane asupra rezistenței la penetrare după Paproth

relievt creșterea aproximativ liniară a rezistenței la penetrare

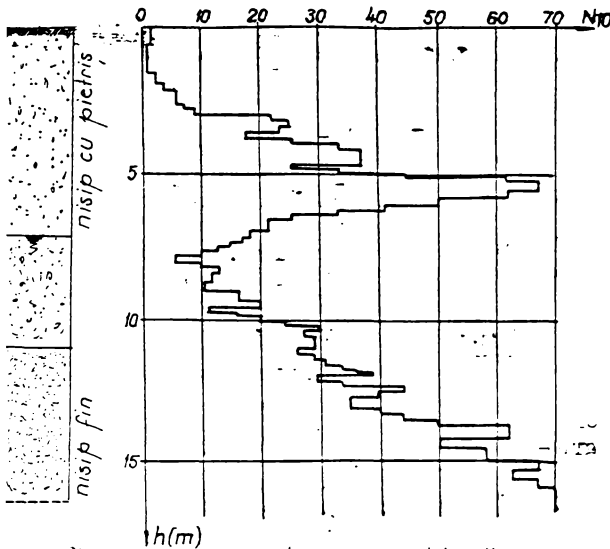


Fig. 1.20. Creșterea continuă a rezistenței de penetrare în stratul de nisip fin situat sub nivelul apelor subterane

exprimat prin numărul de lovituri cu creșterea gradului de saturație pînă la 0,82 (figura 1.22) după care se semnalează scăderea bruscă a rezistenței la penetrare. Fenomenul de creștere a rezistenței la penetrare se explică prin apariția coeziunii aparente datorită capilarității.

Odată cu coborîrea sub nivelul apei subterane se observă clar scăderea rezistenței la penetrare. În (fig. 1.23) sînt prezentate două diagrame de penetrare executate în ace-

lea teren, însă la interval de timp, în care nivelul apei subterane s-a modificat.

Prelucrările statistice efectuate de Mălzăr [55] pe baza valorilor măsurate deasupra și sub nivelul apelor subterane în cadrul experiențelor efectuate cu diverse tipuri de penetrometre, au stabilit o legătură liniară între rezistența la penetrare deasupra și sub nivelul apei, avînd forma generală:

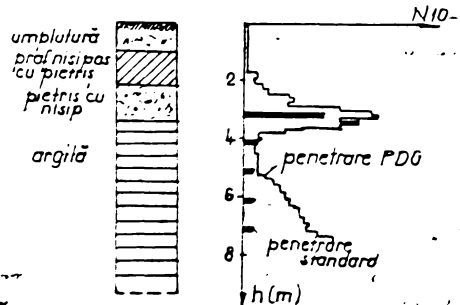


Fig. 1.21. Creșterea rezistenței de penetrare în stratul de argilă după Manzenback [54].

$$y = a_1 x + a_2 \pm s_y \quad (1.24)$$

în care:

- y - rezistența la penetrare deasupra nivelului apei ;
- x - idem, sub nivelul apei ;
- a₁ și a₂ - coeficienți determinați în funcție de natura terenului și tipul penetrometrului ; [55]
- s_y - abaterea medie pătratică.

evident că sesizarea apariției unui strat mai slab, respectiv mai rezistent să se facă înainte de a pătrunde vârful penetrometrului în stratul respectiv. De asemenea pătrunderea vârfului penetrometrului într-un strat mai slab decât cel anterior nu va marca scăderea bruscă a rezistenței la penetrare deoarece suprafețele de alunecare se ridică mult deasupra vârfului penetrometrului, ceea ce duce la majorarea rezistenței pînă cînd întreaga suprafață de alunecare se va găsi în interiorul stratului moale. Același fenomen se produce la pătrunderea penetrometrului într-un strat mai rezistent decât cel anterior.

Apariția unui strat moale sau a unui strat rezistent se resimte la o cotă mai ridicată cu 10-15 diametri.

1.3.6. Influența caracteristicilor utilajului

Dintre diferitele caracteristici ale utilajului s-a studiat mai îndeaproape influența mărimii secțiunii conului, a unghiului conului și a lungimii tijelor respectiv influența greutății acestora asupra rezultatelor penetrării.

Rezistența la penetrare a pămînturilor necoezive crește cu mărimea secțiunii conului. Cînd penetrometrul nu este prevăzut cu o manta de protecție a tijelor trebuie să se acorde atenție deosebită raportului $\frac{d}{d_1}$ care ar putea influența asupra rezultatelor penetrării. În (fig.1.24) se observă creșterea rezistenței de penetrare la conul cu secțiunea de $5,0 \text{ cm}^2$ sub cota -1,30m datorită manifestării puternice a forței de frecare pe tijă și nu datorită influenței diametrului.

Incercări efectuate cu penetrometre dinamice în pămînturi nisipoase [113] au reliefat că unghiul vârfului penetrometrului are influență practic neglijabilă asupra rezistenței de penetrare.

La aceleași rezultate s-a ajuns și în pămînturi argiloase testate prin penetrare statică, cînd unghiul la vîrf depășește 20° [17].

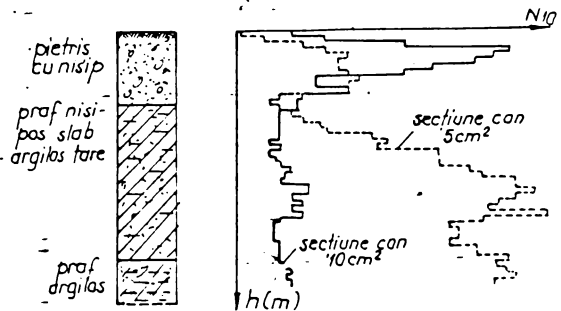


Fig.1.24. Influența mărimii secțiunii conului asupra rezultatului penetrării, după H.Zweck.

Lungimea respectiv greutatea tijelor influențează asupra

rezultatelor penetrării. Odată cu creșterea lungimii se modifică raportul dintre energie cinetică și masa lovită astfel că o parte din această energie se consumă pe fenomene parazitare avînd drept consecință creșterea artificială a rezistenței terenului la penetrare a adîncimii.

Influența lungimii tijelor este redusă în cazul penetrării statice, dată fiind greutatea mică a tijelor în comparație cu forța statică de penetrare. Dimpotrivă la penetrometrele dinamice cu con - atît calculele bazate pe formula dinamice de batere cît și încercările comparative semnaleză influența crescîndă a lungimii tijelor.

Pînă la adîncimea de cca. 6,0 m, pe baza încercărilor cu PDG și PDU pe nisip în cuva, s-a obținut creșterea redusă a numărului de lovituri de 1,5 - 20 % [109].

Menzenbach [54] exprimă influența lungimii tijelor pe baza unei formule de batere și ajunge la concluzia că în cazul PDG, la adîncimea de 20 m pentru aceeași rezistență dinamică de 500 dan se obține un număr dublu de lovituri față de sondaajul executat la suprafață.

În stadiul actual, unii autori [109] introduc o corecție de adîncime care ține seama atît de influența frecării pe tijă cît și de variația raportului $\frac{G_1}{G_2}$, oferînd o reducere a numărului de lovituri cu coeficienții subunitari care pot coborî pînă la 0,48 la adîncime de 14-16 m.

Un alt aspect al creșterii adîncimii respectiv a lungimii tijelor constă în facilitarea abaterii la verticală a coloanei de sondaaj, ceea ce duce la introducerea unor erori de măsurare.

Ruiter și alții [17] au propus montarea în vecinătatea conului a unui înclinometru și măsurarea rezistenței cu ajutorul unor timbre tensiometrice.

1.3.7. Influența vitezei de penetrare

În pămînturile coezive moi, rezistența la penetrare este invers proporțională cu viteza de lucru. Interpretarea penetrării dinamice într-o argilă moale cu cca 4 minute la fiecare prelungire a tijei (fig. 125), a condus la creșterea rezistenței la penetrare pe o adîncime mică, imediat după reluarea sondaajului, acest fapt se datorește posibilității de filtrare a apei din pori sub efectul loviturilor anterioare.

La penetrarea statică, standardizată în India [19] se indică efectuarea sondaajului cu viteza de 1 cm/s; scăderea vite-

zei la 0,5 - 0,3 cm/s nu influențează asupra rezultatelor penetrării însă creșterea vitezei pînă la 2-3 cm/s a avut următoarea influență :

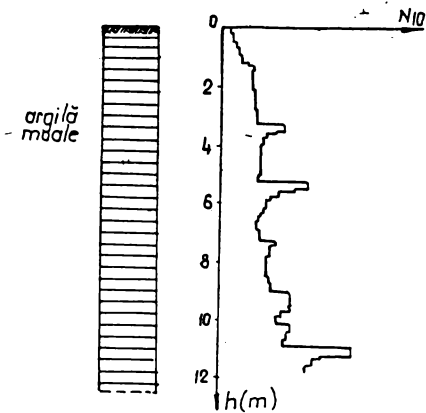


Fig.1.25. Influența, întreruperea provocată de prelungirea tijelor în argilă moale - Krausenberger [28].

pentru pămînturi coezive avînd $R_p > 10 \text{ daN/cm}^2$ efectul vitezei de penetrare nu este semnificativ ;

- pentru pămînturile coezive avînd $R_p < 4,0 \text{ daN/cm}^2$, valoarea rezistenței de penetrare crește aprecisbil cu viteza ;

- pentru pămînturile necoezive avînd $15 < R_p < 80 \text{ daN/cm}^2$ rezistența de penetrare cu con sporește cu cca. 20 %.

În cazul pămînturilor necoezive, întreruperile,

practic nu au nici o influență asupra rezultatelor penetrării.

La penetrarea dinamică cu con se indică aplicarea loviturilor cu frecvență de 15-30 lov./minut, frecvență pe lângă care s-a observat că efectele secundare sînt mai reduse.

1.4. STUDII CU PRIVIRE LA INTERPRETAREA CALITATIVĂ ȘI CANTITATIVĂ A REZULTATELOR PENETRĂRII DINAMICE CU CON

1.4.1. Interpretarea calitativă a rezultatelor penetrării dinamice cu con

1.4.1.1. Identificarea uniformității litologice

Datele obținute prin sondajele de penetrare dinamică cu con efectuate în cadrul lucrărilor de cercetare a unui amplasament permit reducerea cantitativă a lucrărilor clasice de investigație.

Diagrama obținută pe baza datelor sondajelor pe penetrare, efectuate într-un punct al amplasamentului se compară cu diagrama de penetrare etalon determinat pe o stratificație cunoscută. În cazul în care cele două diagrame sînt alură asemănătoare, semnăindu-se diferențe foarte mici între numărul de lovituri "N10", penetrarea efectuată în punctul respectiv poate înlocui forajul, deoarece terenul prezintă uniformitate.

Se va executa un nou foraj, acolo unde alura diagramei diferă de cea a diagramei etalon.

Penetrarea dinamică cu con fiind o metodă de investigație continuă, permite detectarea și controlul stratificației terenului de fundare deoarece rezistența la penetrare pe vîrf, exprimată prin numărul de lovituri N_z , variază în funcție de natura terenului. Prin această metodă pot fi sesizate chiar și intercalații subțiri, care se diferențiază pe pachetul în care se găsesc.

La stabilirea diferitelor orizonturi litologice trebuie să se țină seama de influența alternanței structurilor.

În cazul în care diagrama de penetrare nu delimitează clar orizonturile litologice sau cînd apar neconcordanțe cu stratificația din forajul de referință, se recomandă utilizarea diagramei integrale sau diferențiale.

Diagrama integrală reprezintă variația numărului de lovituri însumate ($\sum N_z$) cu adîncimea. Diagrama prezintă puncte de flexiune între care se acceptă o variație liniară (fig. 1.3.)

Diagrama diferențială (vezi fig. 1.3.) reprezintă variația $\Delta N / \Delta h$ cu adîncimea.

Punctele de înflexiune în diagrame integrale și salturile din cea diferențială, indică cota delimitării dintre straturile cu caracteristici diferite.

Pe baza penetrărilor și a unui număr limitat de foraje se pot întocmi profile litologice sau bloc diagrame, din care să rezulte grosimea diferitelor straturi, adîncimea la care se găsește stratul de portanță ridicată, gradul de uniformitate litologică pe suprafața unui amplasament.

1.4.1.2. Verificarea indesării depozitelor naturale și a compactării celor artificiale.

În cazul unor depozite naturale de pămînturi nisipoase se poate efectua, prin metoda penetrării, verificarea uniformității indesării, prin executarea unor sondeje de penetrare în diferite puncte ale amplasamentului. Pe verticala penetrărilor dispuse după diferite profile se reprezintă curbele de egal număr de lovituri obținute prin unirea absciselor egale din diagramele integrale.

Curbele care se mențin aproximativ echidistante și paralele cu suprafața terenului, pun în evidență indesarea uniformă pe zona respectivă în adîncime; în zona în care curbele se apropie, se semnalează creșterea gradului de indesare a terenului, respectiv acolo unde se îndepărtează, scăderea lui.

Pentru verificarea compactibilității rambleelor sau a pernelor din materiale granulare (pământ, balast, zgură, etc) se utilizează o diagramă de penetrare etalon, obținute prin executarea unor penetrări într-un material identic cu materialul din care se execută rambleul (aceeași umiditate, granulometrie, etc) așezat în condiții controlabile, în starea de indesare impusă.

Prin compararea diagramelor de penetrare, obținute în diferite puncte ale rambleului, cu diagrama etalon, se evidențiază zonele slabe insuficient compactate.

Gradul de indesare a nisipurilor mijlocii și fine din depozite naturale sau ramblee, se poate aprecia în funcție de numărul de lovituri "Nz" corespunzător penetrometrului dinamic ușor, cu relația [127] :

$$\log I_D \% = 0,554 \cdot \log N_{10} \text{ PDU} + 0,98 \quad (1.25)$$

reprezentată prin diagrama din (fig.1.26).

Greutatea volumică în stare uscată "γ_u", indicele porilor "e" și modulul de deformării edometric "E" pentru nisipuri se pot aprecia cu relațiile din "Instrucțiunile tehnice pentru efectuarea încercării de penetrare statică și interpretarea rezultatelor în vederea

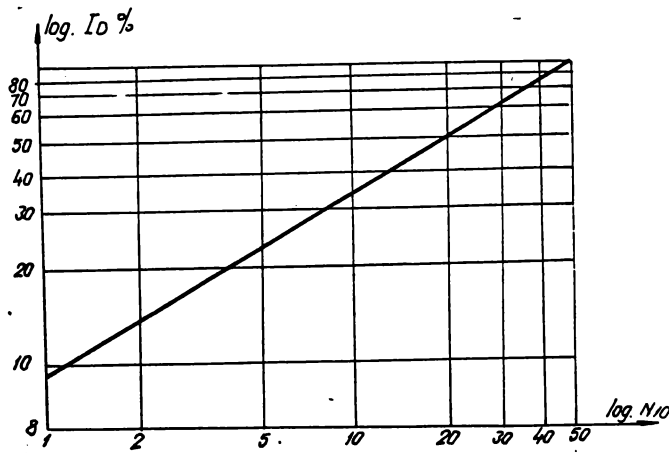


Fig.1.26. Legătură între log. N₁₀ și log I_D %.

stabilirii condițiilor de fundare a construcțiilor C 159-73". Utilizând în acest sens rezistența la penetrare statică "Rp" determinată cu relațiile :

- pentru nisipuri mijlocii și fine, în cazul utilizării penetrometrului dinamic ușor

$$R_p = 2,03 N_{10} \text{ PDU} \quad (1.26)$$

- pentru nisipuri fine, în cazul utilizării penetrometrului dinamic greu

$$R_p = 2,8 N_{20} \text{ PDG} \quad (1.27)$$

- pentru nisipuri medii și grosiere, în cazul utilizării penetrometrului dinamic greu;

$$R_p = 6,6 \cdot N_{20} \cdot PDG \quad (1.28)$$

În relațiile (1.25 și 1.28) și în diagrama din fig. (1.26) N_{10} , respectiv N_{20} , reprezintă valoarea corectă a numărului de lovituri în funcție de factorii de influență prezentați la (§. 1.3.) până la adâncimi de 3,0 - 4,0 m se pot utiliza valorile N înregistrate (necorectate) după depășirea adâncimii critice.

1.4.1.3. Restarea calității lucrărilor de îmbunătățire ale terenurilor slabe de fundare

Penetrarea dinamică cu con poate fi utilizată pentru verificarea calității lucrărilor de îmbunătățire ale terenurilor slabe de fundare (necoezive sau slab coezive) și pentru stabilirea adâncimii la care se manifestă efectul acestor lucrări. În acest sens se execută două serii de sondeaje de penetrare;

- penetrări martor în terenul natural și
- penetrări de control în terenul îmbunătățit.

Numărul sondajelor de penetrare martor și control, dispunerea lor pe amplasament și adâncime până la care se execută pentru a depăși zona de influență sînt în funcție de procedeul utilizat pentru îmbunătățirea terenului și vor fi stabilite de proiectant cu respectarea normelor și prescripțiilor în vigoare specifice lucrărilor de îmbunătățire.

În cazul îmbunătățirii terenurilor slabe prin procedee mecanice la stabilirea numărului sondajelor de penetrare martor și control la dispunerea și interpretarea acestora se vor respecta prevederile respective din Normativul privind consolidarea terenurilor de fundare slabe prin procedee mecanice "C 29-34.

Prin compararea diagramelor de penetrare martor și de control se determină adâncimea până la care terenul a suferit modificări datorită lucrării de îmbunătățire. Creșterea numărului de lovituri " N_z " în terenul îmbunătățit față de numărul de lovituri în terenul natural indică sporirea capacității portante datorită modificării caracteristicilor geotehnice ale terenului.

Verificarea calității lucrării de îmbunătățire se poate face și prin compararea valorilor " N_z " cu cele obținute în cadrul lucrărilor de compactare experimentală pe baza cărora se întocmesc diagrame etalon.

1.4.1.4. Aprecierea potențialului de lichefiere a nisipurilor.

Prin lichefiere se înțelege scăderea bruscă a rezistenței

la forfecare a unui pământ necoeziv saturat, care produce a transformare temporară a materialului respectiv într-o masă fluidă. Este provocată de o prăbușire a structurii datorită șocului sau altui tip de solicitare și este însoțită de o creștere bruscă, dar temporară, a presiunii apei din jur.

Se disting două tipuri de fenomene diferite :

a) - Lichefierea propriu-zisă este fenomenul prin care un pământ necoeziv saturat aflând își pierde o mare parte rezistența la forfecare și poate curge ca un lichid, datorită unei solicitări monotone crescătoare sau ciclice.

b) - Lichefierea ciclică este fenomenul de cedare progresivă a unui nisip saturat, aflând, cu îndesare medie sau îndesat, supus unei solidități cu variație ciclică în condiții de volum constant.

Linia stării staționare (fig.1.27) reprezintă locul geometric al punctelor corespunzătoare stărilor în care pământul poate curge păstrându-și nemodificat indicele porilor, sub efort unitar principal minim (σ'_3) constant și sub efort unitar de forfecare (τ) constant.

Punctele de pe curbă le corespund stărilor ale pământului necoeziv pentru care variația de volum este nulă când se produce cedarea prin forfecare în condiții drenate.

Lichefierea propriu-zisă este rezultatul cedării în condiții nedrenate a unui nisip saturat contractiv, reprezentat în diagrama de stare (fig.1.27), printr-un punct situat deasupra

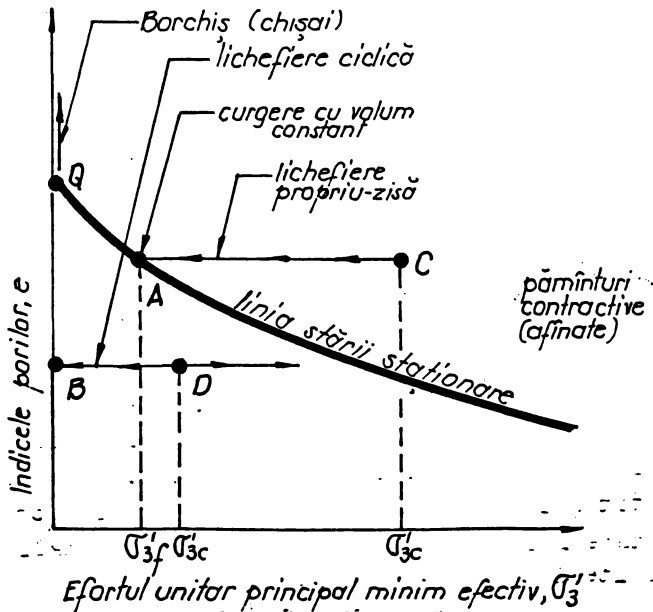


Fig.1.27 Diagrama de stare la nisipuri

liniei stării staționare. De exemplu pornindu-se din starea C se ajunge în starea A căreia îi corespunde o curgere în regim permanent, sub volum constant și σ_3 constant ($\sigma_3^1 f$). În timpul curgerii în condiții nedrenate, starea pământului rămâne cea corespunzătoare punctului A din diagrama de stare.

Starea de nisip mișcător (borchiș sau chișai) corespunde punctelor de pe ordonată situate deasupra punctului Q. În această stare nisipul are rezistența zero și nu este nici contractiv nici dilativ, grănuțele din care este format nu sînt permanent în contact.

Lichefierea ciclică este exemplificată în (fig. 1.27) cu ajutorul punctului D.

Sensibilitatea de lichefiere este mai mare la nisipurile fine uniforme decît la alte pămînturi necoezive, pot fi lichefiate însă și în nisipurile medii și grosiere, neuniforme.

Potențialul de lichefiere (P_L) se definește cu relația :

$$P_L = \frac{\sigma_3^1 c - \sigma_3^1 f}{\sigma_3^1 f} = \frac{(\Delta \mu)_f}{\sigma_3^1 f} \quad (1.29)$$

în care:

- $\sigma_3^1 c$ - efortul unitar principal minim efectiv inițial, respectiv cel de consolidare;
- $\sigma_3^1 f$ - efortul unitar principal minim efectiv în timpul curgerii în regim staționar, respectiv abscisa punctului de pe linia stării staționare corespunzătoare indicelui porilor inițial;
- $(\Delta \mu)_f$ - creșterea de presiune a apei din pori.

Pericolul de lichefiere devine efectiv numai cînd potențialul de lichefiere este mare, depășind valori de ordinul a 5 - 10. Ca și în cazul lichefierii propriu-zise, lichefierea ciclică este mai probabilă la nisipurile fine și medii decît la nisipurile cu Pietriș sau la nisipurile prăfoase. Lichefierea ciclică este cu atît mai probabilă cu cît pămîntul nisipos saturat, se află într-o stare mai afînată. Pentru o apreciere calitativă, se recomandă criteriul din tabelul 1.10.

Gradul de intensitate seismică este cel rezultat din harta de macrozonare seismică a țării (STAS 11100/1-77), care poate fi modificat pe bază unui studiu de microzonare seismică.

Lichefierea ciclică este cu atît mai puțin probabilă cu cît starea de eforturi se caracterizează prin valori mai mari ale eforturilor unitare normale. Ca urmare, la adîncimi mai mari decît circa 15 m, depozitele naturale cu suprafața practic orizontală

Tabelul.1.10. Criteriul stării de îndesare pentru aprecierea sensibilității la lichefiere

Gradul de intensitate seismică	Gradul de îndesare I_D , la care pământul năsi- pos trebuie considerat susceptibil a se liche- fiere
mai mult decît VII	Pământul nu este lichefiabil indiferent de I_D
VII	Mai mic decît 0,6
VIII	Mai mic decît 0,7
IX	Mai mic decît 0,85
mai mare decît IX	Pământul este lichefiabil indiferent de I_D

nu se mai consideră lichefiabile, indiferent de compoziția granulometrică și starea de îndesare.

Din același motiv, rezistența la lichefiere " R_f ", pentru un anumit număr de cicluri ale solicitării se exprimă de regulă prin parametrul adimensional (numit și efort unitare de forfecare ciclic normalizat) [130] .

$$R_f = \tau_{\max,1} / \sigma'_o \quad (1.30)$$

în care:

$\tau_{\max,1}$ - efortul unitar tangențial maxim la care se pre-
duce lichefierea într-un număr dat de cicluri
de solicitare uniformă ;

σ'_o - efortul unitar normal efectiv inițial, pentru
o stare de eforturi izotropă existentă la înce-
perea solicitării ciclice.

Încercările de teren urmăresc de regulă aprecierea stării de îndesare a depozitelor, ca principal factor care condiționează sensibilitatea de lichefiere.

Se enumeră următoarele tipuri de determinări :

a - prelevarea unor probe pentru determinarea gradului de îndesare ;

- probe netulburate prelevate cu stanța ;
- dispozitivul tip Soițăst ;
- dispozitivul tip Bishop ;

b - încercări de penetrare ;

- penetrarea dinamică standard ;

- penetrare dinamică cu con ;

- penetrare statică ;

Prelevarea unor probe "netulburate" cu stanța este posibilă din șanțuri sau puțuri, de la adâncimi relativ mici și deasupra nivelului apei subterane. La adâncimi mai mari pot apare erori din cauza relevării terenului prin îndepărtarea sarcinii geologice sau îndesării în urma coborîrii forțate a nivelului apei freactice.

Dispozitivul tip Soiltest (ASTMD 2167-66) măsoară cu ajutorul unui balon împins de apă volumul unei gropi din care s-a scos o cantitate cunoscută de pământ.

Dispozitivul tip Bishop poate fi acționat în foraje sub nivelul apei subterane. Greutatea volumică în stare uscată γ_d , se determină cu relația

$$\gamma_d = \frac{G_s}{A \cdot l - \Delta_v} \quad (1.31)$$

în care : G_s - greutatea materialului extras, uscat în etuva la 105-110 °C;

A - aria secțiunii transversale a prelevatorului

l - adâncimea pe care prelevatorul a fost forțat să intre prin presare în pământ ;

Δ_v - volumul de nisip pierdut la baza prelevatorului.

Încercarea de penetrare dinamică standard este cea mai utilizată metodă indicată pentru aprecierea sensibilității la lichefierea depozitelor de pământuri necoezive. Metoda recomandată prin STAS 1242/5-81 nu este adecvată folosirii în cazul pământurilor lichefiabile.

Penetrarea dinamică cu con se va efectua în conformitate cu prevederile " Instrucțiunilor tehnice pentru cercetarea terenului de fundare prin penetrare dinamică cu con," indicativ Cl76-84.

Penetrarea statică se va efectua conform STAS 1242/2-76.

Efectuarea penetrării standard formează obiectul STAS 1242/3-81, " Teren de fundare. Cercetarea terenului prin penetrarea dinamică și foraj. Metoda nu se poate utiliza în cazul pământurilor refulante în gaura de foraj sau care manifestă fenomene tixotropice. Ca urmare, metodică prevăzută în STAS 1242/5-81 nu poate fi aplicată la pământuri lichefiabile.

Societatea Internațională de Geotehnică și Fundații a numit un comitet tehnic pentru redactarea unor instrucțiuni de efectuare a încercării de penetrare standard (SPT) în 1985. Un material preliminar a fost întocmit în octombrie 1985 ; aceste recomandări

internaționale provizorii au fost folosite la prezenta redactare. Au fost avute de asemenea în vedere standardele în vigoare în SUA și Japonia, țări în care S.P.T. este principala încercare în teren utilizată prin determinarea sensibilității la lichefiere a terenurilor nisipoase.

Cu ajutorul S.P.T. se determină rezistența pământului într-un foraj, prin înfigerea unui tub carotier, obținându-se astfel și probe tulburate pentru identificare. Rezistența la penetrare poate fi corelată cu caracteristici ale pământului.

Rezistența la penetrare (N) reprezintă numărul de căderi ale unui berbec cu masa de 63,5 kg de la o înălțime de 76 cm pe o ni-covăla montată în capul unui teren de tije, necesar pentru înfi-gerea pe 30 cm a unui tub carotier.

Ca mod de interpretare a rezultatelor, pentru compensarea efectului presiunilor negative în apa din pori care pot apărea la nisipurile cu indicele porilor inferior celui critic, la nisipurile fine sau prăfoase saturate, sub pinză de apă subterană, dacă, valcarea n' înregistrată depășește 15, rezistența la penetrare standard va fi corectată astfel :

$$N = 15 \pm 0,5 (n' - 15) \quad (1.32)$$

Gradul de indesare I_D poate fi apreciat în mod orientativ cu relația :

$$I_D = 0,21 \sqrt{n(\sigma'_v + 0,7)} \quad (1.33)$$

în care: σ'_v - este sarcina geologică efectivă exprimată în daN/cm^2 .

Lichefiabilitatea pământurilor granulometrice lichefiabile poate fi apreciată cu ajutorul graficului din (fig.1.28).

Criteriul de apreciere a lichefiabilității din (fig.1.28) poate fi folosit și în cazul acestei determinări stabilind corelația între rezistența la penetrare statică " q_c ", și rezistența la penetrare dinamică standard " N ".

Se admite în general că raportul între " q_c " (daN/cm^2) și " N " (lovituri/30 cm) este de 3,5 ... 4 la nisipuri fine și 4,5 ... 5 la nisipuri grosiere.

1.4.2. Interpretarea cantitativă a rezultatelor penetrării dinamice cu con.

Înainte de a trece la determinarea unor caracteristici ale pământurilor este absolut necesar să numărăm de lovitură " N_{30} ".

să fie reprezentativ pentru stratul respectiv.

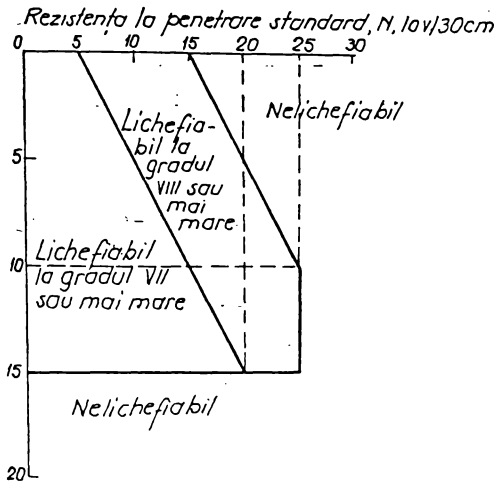


Fig. 1.28. Aprecierea lichefiabilității depozitelor de pământuri nisipoase cu suprafața practic orizontală pe baza rezultatelor penetrării dinamice standard.

In acest scop se stabilește :

- natura terenului
- numărul de lovituri care se alege ca o valoare medie pe straturi elementare, numai sub o adâncime critică ;
- adâncimea critică rezultate din diagrama de penetrare.

Cu această ocazie se vor elimina vîrfurile din diagrama de penetrare provocată de fragmentele mari sau alte incluziuni.

1.4.2.1. Aspecte privind aprecierea unor caracteristici fizice ale pămînturilor

a) Gradul de îndesare

Pentru stabilirea gradului de îndesare s-au făcut o serie de experiențe pe medii nisipoase riguroase controlate din punct de vedere al granulozității gradului de îndesare, a capacității de îndesare, etc.

Pe baza unor prelucrări statistice Melzer [55] a stabilit o formulă generală pentru calculul gradului de îndesare :

$$I_D = a_1 \cdot \log N_{20} = a_2 \cdot \gamma_h + a_3 \pm s_y \quad (1.34)$$

în care: N_{20} - numărul de lovituri pentru înaintarea conului penetrometrului pe adâncimea de 20 cm ;

γ_h - sarcină geologică la nivelul vîrfului penetrometrului;

a_1, a_2, a_3 - coeficienții care depinde de utilaj și de natura terenului;

s_y - abaterea medie.

In tabelul 1.11 se prezintă valorile coeficienților pentru determinarea gradului de îndesare în funcție de rezultatele penetrării cu penetrometrul dinamic ușor și greu în diferite tipuri de

pământuri și domeniul de valabilitate a corelației (1.34).

-Tabélul.1.11. Valori ale coeficienților de determinare
 $I_d = f(R_d)$

Tipul penetrometrului	Natura terenului	Coeficienții				Domeniul de valabilitate		
		a_1	a_2	a_3	a_y	starea de în-desare	γ_h (daN/cm ²)	adîncimea (m)
PDG	Nisip mediu fin	0,283	0,375	0,445	0,068	Mediu în-desat	0,0-0,8	0,5
PDG	Nisip mare	0,378	0,226	0,385	0,059	Idem	0,5-1,0	2,5-6
PDU	Nisip cu pietriș	0,716	0,224	0,193	0,068	Idem	1,0-1,5	6-8
PDU	Nisip mediu fin	0,252	0,309	0,297	0,065	Idem	0,0-0,8	0-5
PDU	Nisip mare	0,364	0,231	0,273	0,062	Idem	0,5-1,0	2,5-6

Menzenbach a stabilit o relație aproximativă pentru determinarea gradului de în-desare în cazul folosirii penetrometrului dinamic greu [94].

$$I_D = 1,15 \times 0,281 \cdot n \frac{N_{20}}{h_{cr} + 0,53 (\gamma_h - 0,16)} \quad (1.35)$$

în care :

$$n = \frac{h_{cr}}{d}$$

h_{cr} = adîncimea critică;

d = diametrul conului penetrometrului;

N_{20} = γ_h sau semnificația din relația (1.34).

b) Indicele porilor

Indicele porilor se apreciază pe baza corelațiilor obținute pentru nisipuri [55], care au următoarea formă generală :

$$e = -a_1 \log N_{20} + a_2 \gamma_h + a_3 + a_y \quad (1.36)$$

Termenii din relația (1.36) au aceeași semnificație cu cei din relația (1.34). Pentru penetrometrul dinamic ușor și greu

(A.R.I.) determinat experimental și în funcție de condițiile cu care s-au efectuat încercările, formula (1.36) se particularizează :

- pentru PDG :

$$e = 0,092 \log N_{20} + 0,166 \gamma_h + 0,625 \pm 0,033 \quad (1.36a)$$

- pentru PDU :

$$e = 0,080 \log N_{20} + 0,076 \gamma_h + 0,680 \pm 0,032 \quad (1.36.b.)$$

În urma unor încercări efectuate pe nisip cu un penetrometru dinamic greu, Vorobkov [30] a stabilit dependența dintre porozitatea "n" și numărul de lovituri :

$$n = 46 - 7,5 \log N_{10} \quad (1.37)$$

În figura (1.29) se dau corelațiile obținute de Platkin [77] în condiții de laborator între numărul de lovituri N_{10} și gradul de îndesare I_D , indicele porilor "e" și greutatea volumică uscată γ_d pentru o umplutură de nisip fin cu umiditate redusă.

Corelațiile stabilite de diverși cercetători, sînt extrem de variate deoarece pămînturile încercate se deosebesc printr-o serie de factori care toți concură și influențează rezistența la penetrare.

c) Indicele de consistență

Încercarea de penetrare dinamică este nesigură în cazul pămînturilor argiloase din cauza influenței presăunii apei care depinde de viteza de penetrare, permeabilitatea și gradul de umiditate al pămîntului.

Din această cauză diferitele corelații stabilite între rezistența la penetrare și starea de consistență sînt satisfăcătoare numai pentru concluzii calitative.

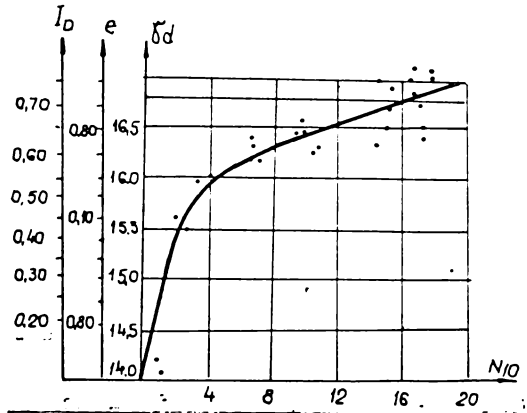


Fig. 1.29. Legătura între N_{10} și I_D , e ; γ_h .

În tabelul 1.12 se prezintă criteriile IPROTIM [27] pentru aprecierea stării de consistență cu penetrometrul mijlociu (PDM)

sau ușor (PDU) pentru argilă prăfoasă din zona de nord-vest a orașului Timișoara pe adâncimi de 1,0-4,0 m.

Tabelul 1.12. Criterii IPROTIM pentru determinarea "I_c" pentru argilă prăfoasă.

Starea de consistență	Indicele de consistență (I _c)	N ₁₀ PDM	N ₃₀ PDU	Caracteristici argilă prăfoasă
plastic consistent	0,50-0,75	5-10	7-15	w _L =43-54 %
plastic vîrtos	0,75-1,00	10-20	15-25	n=38-43 %
tare	1,00	20	25	w _p =17-20 % s _r =0,7-0,9

cu penetrometrul ușor utilizat în Bulgaria, s-a aplicat și consistență criteriile fiind prezentate în tabelul 1.13

Tabelul.1.13. Aprecierea lui I_c pentru categorii de pământ în funcții de N₁₀ PDU

Numărul de lovituri N ₁₀			Indicele de consistență (I _c)
argilă nisipoasă	nisip argilos	argilă	
4	7	3	0 < I _c < 0,25
4-5	7-8	3-5	0,25 < I _c < 0,50
5-6	8-10	5-7	0,50 < I _c < 0,75
6-10	10-16	7-10	0,75 < I _c < 1
10	16	14	I _c = 1

1.4.2.2. Aspecte privind aprecierea unor caracteristici mecanice

a. unghiul frecării interioare

Incercări de penetrare efectuate în URSS [112] au dat posibilitatea stabilirii unor corelații între rezistența dinamică p_d și unghiul frecării interioare la diverse pământuri, rezultatele prezentate în tabelul 1.14.

Tabelul.1.14. Corelări între Pd și ϕ pentru diverse pământuri

Pd(daN/cm ²)	Unghiul frecării interioare ϕ		
	Nisip mediu și grosier	Nisip fin	Nisip prăfos
20	30	28	26
35	33	30	28
70	36	33	30
110	38	35	32
140	40	37	34
175	41	38	35

Presiunea sau rezistența dinamică din (tabelul 1.14) se calculează cu relația :

$$P_d = \frac{K \cdot L \cdot j \cdot n}{z} \quad (1.38)$$

în care :

- k - coeficientul care ține seama de pierderea de energie pentru o lovitură de berbec în funcție de adâncimea avînd valoarea 0,65 ... 0,49 cînd adâncimea se schimbă de la 0 la 20 m ;
 - L - lucrul mecanic specific pe unitatea de suprafață a conului ;
 - j - coeficientul care ține seama de frecarea din teren și pînometrul, avînd valori în intervalul 1-0,6 ;
 - n - numărul de lovituri ;
 - z - pătrunderea pentru un număr dat de lovituri.
- b) - modul de deformație edometric, M

pentru aprecierea caracteristicilor de compresibilitate, cercetările efectuate pînă în prezent s-au analizat în direcția stabilirii unor corelații statistice între rezistența la penetrare și caracteristicile de compresibilitate a terenului determinate în laborator sau pe teren.

O largă răspîndire au primit corelațiile pentru aprecierea modulului de deformație edometric, M, care deși prezintă o împrăștiere destul de mare au de partea lor avantajul rapidității și a prețului de cost scăzut:

În cazul pămînturilor nisipoase Chde [58] și Moussa [56] au stabilit relații :

$$M = \frac{d\sigma}{d_s} = \left(\frac{\sigma}{\sigma_1} \right)^w \cdot V \quad (1.39)$$

în care :

σ - efort normal daN/cm²;

σ_1 - efort unitar, 1,0 daN/cm²;

V, W - coeficienți dependenți de natura retenului care rezultă din diagrama presiune - tasare relativă reprezentată în scară dublu logaritmică (fig.1.30).

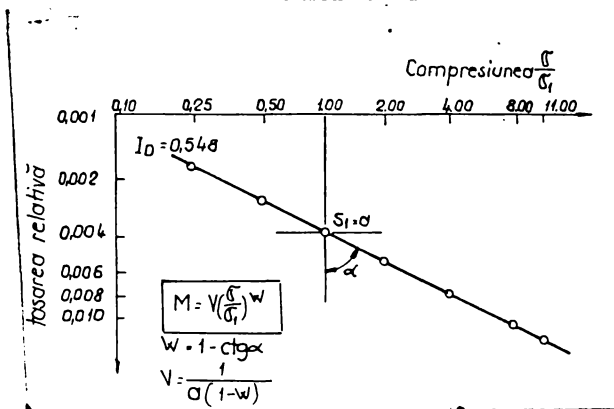


Fig.1.30. Diagrama compresiune - deformație pentru un pământ coeziv.

Inercările efectuate în nisipuri și nișipuri pietriș au arătat că $W = 0,50$ și este independentă de rezistența la penetrație.

În literatură, se prezintă, după Menzenbach [94], legătura dintre rezistențele de penetrare pentru PDG și PEU la nisipuri sau nișipuri cu pietriș și valorile coeficientului de rigiditate, v , calculate cu relațiile lui Mousa,

[56] pentru diverse adâncimi.

În (fig.1.31) sînt reprezentate curbele obținute pe baza încărcărilor efectuate în nisip cu PDG, pentru simplificare pe axa ordonatelor s-a reprezentat valoarea M corespunzătoare lui $\sigma = 1,0$ daN/cm²; adică $M = V$.

Coeficientul de rigiditate, V , s-a calculat cu ajutorul rezultatelor penetrării dinamice, cu relație stabilită de Melzer [55] :

$$v = a_1 \log N20 - a_2 \gamma h + a_3 \pm s_y \quad (1.40)$$

în care :

a_1, a_2, a_3 - coeficienții care depinde de natura terenului și de tipul penetrometrului;

s_y - abaterea medie.

Valorile modulului E , date de Menzenbach [94] (fig.1.28) sînt mult mai mici ca urmare a tulburării probelor de nisip cu ocazia recoltării și introducerii probei în edometru.

Cu penetrometrul dinamic ușor utilizat în Bulgaria [105] s-au stabilit următoarele corelații în funcția de natura terenului:

- nisip cu pietriș;

$$M = 8,0 N_{10}^{-9};$$

- nisip;

$$M = 6,5 N_{10}^{+3};$$

- nisip argilos;

$$M = 6,7 N_{10}^{-24};$$

- argilă nisipoasă

$$M = 4,3 M_{10}^{-27};$$

- argilă;

$$M = 4,0 N_{10}^{-11};$$

c. Modulul de deformare liniară E

Experiențele efectuate de Saskov

[96] în terenuri nisipoase cu placa

de 5000 cm² cuplate cu sonde de penetrare dinamică cu penetrometrul dinamic greu tip UBP (G₁ = 60 kg ; H = 80 cm) au stabilit o dependență liniară între modulul de deformare E și rezistența dinamică la penetrare R'd.

$$E = \alpha R'd \tag{1.41}$$

Valoarea coeficientului α depinde de natura terenului și de tipul penetrometrului.

Dudler lucrând în condiții asemănătoare cu Saskov a obținut următoarea corelație [96].

$$E = (55 - 5p) N_{10} \tag{1.42}$$

în care E - modulul de deformare obținut cu placa de încărcare în intervalul p = 1,0- 5,0 daN/cm²;

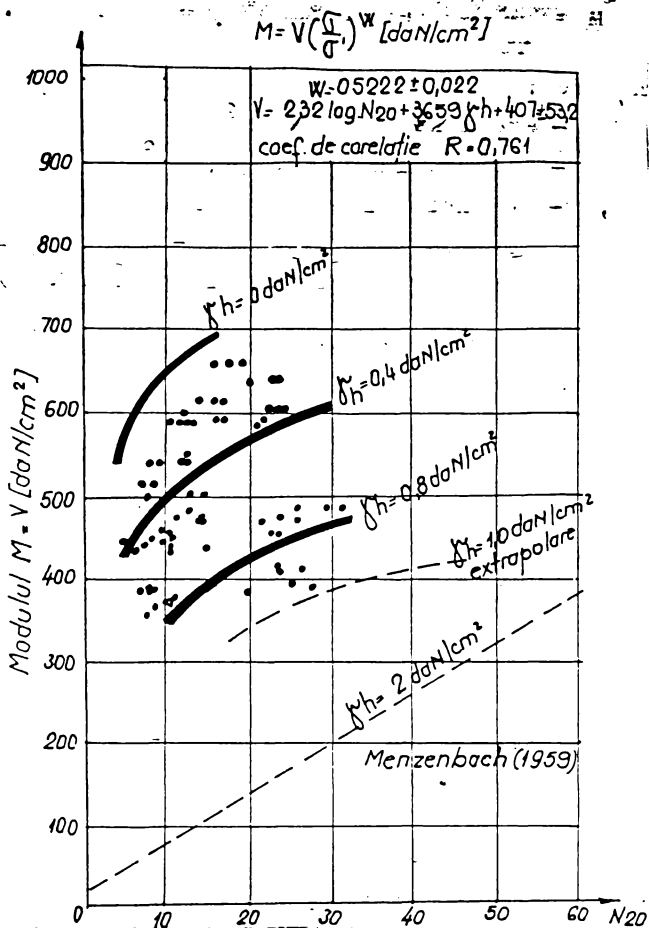


Fig. 1.31. Dependența dintre modulul M și numărul de lovituri N20 (PDG) în cazul nisipului

- p - presiunea de placă, daN/cm²

Tabelul.1.15. Valorile al a₁, a₂, a₃ și s_y și domeniile de valabilitate

Tipul penetrometrului	Natura terenului	- Coeficienți			Abateri medii s _y	Domeniul de valabilitate			
		a ₁	a ₂	a ₃		V [daN/cm ²]	e [daN/cm ²] e _{max} - e _{min}	adâncimea (m)	
PDG	Nisip mediu fin	232,0	365,9	407,0	53,2	200-700	0,262 - 0,366	0,0 - 0,8	0-5
PDG	Nisip mare	740,5	575,5	165,2	114,1	400-1000	0,420 - 0,476	0,5 - 1,00	2,5-6
PDU	Nisip mediu fin	229,8	322,0	251,2	49,2	300-700	0,262 - 0,336	0,0 - 0,8	0-5
PDU	Nisip mare	687,8	574,5	300,0	121,2	440-1000	0,420 - 0,476	0,6 - 1,0	2,5-6

Pentru nisipură neuniforme de pietriș, în intervalul 5-10 100/cm, ce corespunde domeniului (slab îndesat), Dudler a stabilit relația :

$$E = (55 - 5p) N_{10} - 100 \quad (1.43)$$

Tabelul.1.16. Corelații pentru stabilirea E = f(Pd)

Pd (daN/cm ²)	Modulul de deformare E (daN/cm ²)		
	Nisip grosier și mijlociu	Nisip fin	Nisip prafos
20	200 - 160	130	80
35	260 - 210	190	130
70	390 - 340	290	220
110	490 - 440	350	280
140	550 - 500	400	320
175	600 - 550	450	350

La Simpozionul de la Stokholm, Trofimenkov [112] a prezentat corelația pentru stabilirea modulului de deformare în funcție de rezistența dinamică, calculată cu formula (1.38) Valorile modulului sunt prezentate în tabelul .1.16.

Numărul de lovituri N_{10} se alege ca o medie pe adâncimea activă a plăcii. Cu penetrometrul, dinamic ușor utilizat în Bulgaria [105] s-au stabilit pentru modulul de deformație în funcție de natura terenului următoarele corelații :

- nisip cu pietriș	$E = 2 N_{10} + 2$
- nisip	$E = 16 N_{10} - 12$
- nisip argilos	$E = 17 N_{10} - 80$
- argilă nisipoasă	$E = 11 N_{10} - 88$
- argilă	$E = 9,5 N_{10} - 50$

1.4.2.3. Aprecierea capacității portante a terenului de fundare

În cazurile curente, la fundațiile cu suprafața care în raport cu čota de fundare în terenuri omogene, mărimea presiunii admisibile se calculează cu relația :

$$P_{ad} = \frac{R'd}{20} \quad (1.44)$$

în care : $R'd$ - este rezistența dinamică calculată cu formula plandeză, relația (1.15.a)

Prin compararea expresiilor date de Caquot și Kerisel [11] pentru rezistențele sub vârful penetrometrului și sub o fundație, rezultă coeficienți de siguranță mari (peste 4) în cazurile aplicării relației (1.44), dar la care nu se renunță în cazul când cercetarea terenului se face numai prin penetrare.

Când se dispune de date mai ample asupra terenului obținute cu alte metode de cercetare, este justificat să se reducă valoarea coeficientului de siguranță, astfel în cazul fundațiilor de mică adâncime în terenuri omogene, presiunea admisibilă se poate calcula cu relația :

$$P_{ad} = \frac{R'd}{15} \quad (1.41.a)$$

1.4.2.4. Evaluarea capacității portante a piloților

Una din cele mai importante aplicații ale încercărilor de penetrare dinamică este stabilirea piloților purtători pe vîrf introduși în teren prin baterie [41].

Între capacitatea portantă a piloților și rezistența de penetrare exprimat prin numărul de lovituri, N_z . N_z s-a stabilit pînă în prezent o relație directă.

În urma unor experiențe efectuate în pămînturi nisipoase [104] s-a ajuns la concluzia că estimarea capacității portante a piloților flotanți este posibilă folosind rezultatele penetrării dinamice cu con în baza legăturii stabilite între

rezistența dinamică medie pe lungimea pilotului și echivalentul frecării specifice pe mantașua acestuia. Rezistența dinamică de penetrare se calculează cu relația :

în care:
$$R_d = \frac{G_1 \cdot H}{e} \quad (1.45)$$

G_1 - masa berbecului

H - înălțimea de cădere

e - pătrunderea conului sub o lovitură

Echivalentul frecării specifice este :

$$f_m = \frac{F_{lim}}{A_p} \quad (1.46)$$

în care: F_{lim} - capacitatea portantă a pilotului ;

A_p - aria laterală a pilotului

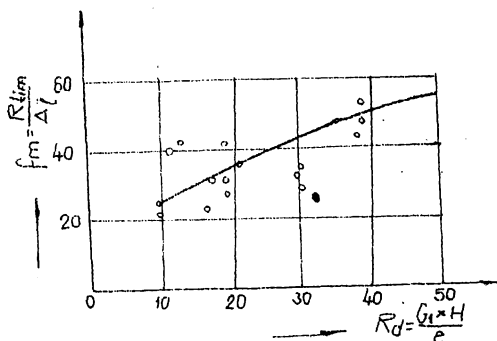


Fig. 1.32. Diagrama de variație dintre rezistența dinamică medie și echivalentul frecării specifice

În fig. (1.32) se prezintă diagrame de variație a echivalentului frecării specifice în funcție de rezistența dinamică pentru un pilot din beton armat.

Pentru aprecierea capacității portante a piloților, sondușele de penetrare dinamică se pot utiliza în corelare cu încercări de probă, pentru reducerea volumului acestora [41].

Un procedeu des folosit pentru aprecierea capacității portante a piloților este cel bazat pe relații stabilite prin penetrarea statică, prin utilizarea unor corelații de trecere de la rezistența dinamică la cea statică.

NOTĂ : Materialele prezentate în anexa de față reprezintă stadiul documentar elaborat în ideea de-a putea să permită autorului cunoașterea unor aspecte în domeniu, pentru a-i permite abordarea în continuare a penetrării dinamice cu con și tijă protejată de mantașua/fără frecare.

BORDEROU Anexa 2

REZULTATE MĂSURĂTORI - LISTINGURI

- Anexa 2.1 Rezultatele măsurătorilor (de laborator) penetrărilor dinamice usoare (N_{10PDU}) și rezistențele dinamice (Rd) - perioadă mai-octombrie 1987 -
- Anexa 2.2. Rezultatele măsurătorilor (de laborator) penetrărilor dinamice ușoare cu mantă (N_{10PDU_m}) și rezistențele dinamice ($Rd(m)$) - perioada mai-octombrie 1987
- Anexa 2.3. Valori măsurate respectiv calculate a rezultatelor penetrărilor statice cu con - perioada mai-octombrie 1987
- Anexa 2.4. Rezultatele măsurătorilor penetrării dinamice cu con (N_{10}) și rezistențele dinamice (Rd) laborator - perioada octombrie - decembrie 1987
- Anexa 2.5. Rezultatele măsurătorilor penetrărilor dinamice cu con și mantă ($N_{10(m)}$) și rezistențelor dinamice ($Rd(m)$) laborator - perioad. octombrie - decembrie 1987
- Anexa 2.6. Valori măsurate respectiv calculate a rezultatelor penetrărilor statice cu con - perioada octombrie - decembrie
- Anexa 2.7. Rezultatele măsurătorilor penetrărilor dinamice ușoare (cu și fără mantă) și rezistențele dinamice - amplasament curtea catedrei -
- Anexa 2.8 Rezultatele măsurătorilor penetrării dinamice cu con (N_{10}) și rezistențele dinamice (Rd) - amplasament stadion -
- Anexa 2.9 Rezultatele măsurătorilor penetrării dinamice cu con și mantă ($N_{10(m)}$) și rezistențele dinamice ($Rd(m)$) amplasament stadion -
- Anexa 2.10 Schema penetrometrului dinamic mijlociu și greu cu acționare mecanică
- Anexa 2.11 - 2.32 respectiv listinguri 2.5... 2.26 și datele primare de la laborator 1 (stratificație mai - octombrie 1987) laborator 2 (stratificație octombrie - decembrie 1987); curtea catedrei; stadion și datele de pe amplasamentul CET Timisoara, prelucrate de calculator

Anexa 2.1 - Rezultatele măsurătorilor (de laborator) penetrărilor dinamice ușoare (PDU) N_{10} și rezistențele dinamice aferente R_d - perioada mai - oct. 1987 -

nr. crt	adânci- med h [cm]	număr de lovituri				rezistența dinamică				valori medii	
		$N_{10(1)}$	$N_{10(2)}$	$N_{10(3)}$	$N_{10(4)}$	$R_{d(1)}$	$R_{d(2)}$	$R_{d(3)}$	$R_{d(4)}$	N_{10}	R_d [daN/cm ²]
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	10,0	2,0	4,0	2,0	2,0	6,25	12,43	6,21	6,21	2,5	7,77
2	20,0	2,0	3,0	3,0	3,0	6,25	9,33	9,33	9,33	2,75	8,56
3	30,0	5,0	4,0	4,0	4,0	14,88	12,43	12,43	12,43	4,25	13,0
4	40,0	7,0	6,0	5,0	6,0	21,74	18,61	15,54	18,62	6,0	18,67
5	50,0	10,0	8,0	6,0	6,0	31,09	24,87	18,61	18,62	7,5	23,2
6	60,0	9,0	8,0	6,0	7,0	28,01	24,87	18,61	21,89	7,5	23,3
7	70,0	14,0	9,0	7,0	7,0	43,79	28,01	21,89	21,89	9,25	28,83
8	80,0	11,0	8,0	7,0	8,0	34,54	24,87	21,89	24,87	8,5	26,5
9	90,0	11,0	9,0	8,0	8,0	34,54	28,01	24,84	24,87	9,0	28
10	100,0	10,0	9,0	6,0	8,0	31,09	28,01	18,61	24,87	8,25	25
11	110,0	10,0	9,0	7,0	8,0	27,65	24,91	19,47	22,12	8,25	23,5
12	120,0	9,0	8,0	8,0	7,0	24,91	22,12	22,12	19,47	8,0	22,15
13	130,0	15,0	14,0	13,0	14,0	41,27	38,95	36,38	38,95	14,0	38,9
14	140,0	17,0	16,0	15,0	16,0	47,01	44,60	41,27	44,60	16,0	44,6
15	150,0	15,0	14,0	14,0	15,0	41,27	38,25	38,95	41,27	14,5	40,6
16	160,0	17,0	16,0	15,0	15,0	47,68	44,61	41,27	41,27	15,75	43,7
17	170,0	18,0	16,0	15,0	16,0	50,28	44,61	41,27	44,60	16,25	45,15
18	180,0	19,0	15,0	16,0	15,0	53,18	41,90	44,60	41,22	16,25	45,2
19	190,0	15,0	15,0	14,0	14,0	41,27	41,27	44,60	38,95	15,0	41,40
20	200,0	15,0	16,0	16,0	15,0	41,27	44,60	44,60	41,27	15,5	42,82
21	210,0	15,0	14,0	15,0	14,0	37,16	35,07	37,16	35,07	14,5	36,6
22	220,0	11,0	11,0	11,0	12,0	27,66	27,66	27,66	30,00	11,25	28,24
23	230,0	9,0	9,0	10,0	10,0	22,43	22,43	24,90	24,90	9,5	23,6
24	240,0	8,0	7,0	8,0	7,0	19,92	17,53	19,92	17,53	7,5	18,72
25	250,0	9,0	8,0	9,0	8,0	22,43	19,92	19,92	22,43	8,5	21,17
26	260,0	9,0	10,0	10,0	12,0	22,43	24,90	24,90	30,00	10,25	25,5
27	270,0	12,0	11,0	12,0	11,0	30,00	27,66	30,00	27,66	11,5	28,83
28	280,0	40,0	40,0	40,0	40,0	99,60	99,60	99,60	40,0	40,0	99,60

Anexa 2.2- Rezultatele măsurătorilor de laborator penetrărilor dinamice ușoare cu manta (PDUM) N_{10m} și rezistențele dinamice R_{dm} - perioada mai-oct.1987

nr. crt.	adâncimea h [cm]	număr de lovituri				rezistența dinamică				valori medii	
		$N_{10(m)1}$	$N_{10(m)2}$	$N_{10(m)3}$	$N_{10(m)4}$	$R_{d(m)1}$	$R_{d(m)2}$	$R_{d(m)3}$	$R_{d(m)4}$	$N_{10(m)}$	R_d
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	10,0	2,0	4,0	2,0	1,0	6,23	24,87	6,21	3,10	2,25	10,7
2	20,0	2,0	3,0	3,0	3,0	6,23	9,35	9,33	9,33	2,75	8,5
3	30,0	4,0	4,0	4,0	3,0	12,43	12,43	12,43	9,33	3,75	11,6
4	40,0	5,0	4,0	5,0	5,0	15,54	12,43	15,54	15,54	4,75	14,7
5	50,0	6,0	5,0	5,0	5,0	18,61	15,55	15,54	15,54	5,25	16,3
6	60,0	8,0	5,0	6,0	5,0	24,87	15,55	18,63	15,54	6,0	18,6
7	70,0	7,0	5,0	6,0	6,0	21,89	15,55	18,63	18,63	6,0	18,6
8	80,0	6,0	4,0	8,0	6,0	18,61	12,43	24,87	18,63	6,0	18,6
9	90,0	6,0	5,0	7,0	6,0	18,61	15,55	21,89	18,63	6,0	18,6
10	100,0	8,0	4,0	8,0	5,0	21,89	12,43	21,89	18,63	6,0	18,7
11	110,0	8,0	4,0	8,0	5,0	22,12	11,06	22,12	13,82	6,25	17,0
12	120,0	6,0	4,0	6,0	5,0	16,55	11,06	16,55	13,82	5,25	12,2
13	130,0	12,0	11,0	11,0	10,0	33,31	30,72	30,72	27,65	11,00	30,7
14	140,0	14,0	13,0	12,0	38,95	38,95	36,38	36,38	33,31	13,0	36,3
15	150,0	12,0	12,0	10,0	13,0	33,31	33,34	37,65	36,38	11,75	32,8
16	160,0	14,0	13,0	12,0	14,0	38,95	36,38	33,31	38,95	13,25	36,3
17	170,0	15,0	15,0	14,0	14,0	41,27	41,90	38,95	38,95	14,50	40,9
18	180,0	17,0	13,0	13,0	15,0	47,68	38,95	36,38	41,27	14,75	41,2
19	190,0	15,0	13,0	14,0	14,0	41,27	36,38	38,95	38,95	14,0	38,9
20	200,0	13,0	11,0	12,0	12,0	36,38	30,72	33,31	33,31	12,0	33,3
21	210,0	10,0	9,0	10,0	9,0	24,90	22,43	24,90	22,43	9,5	23,2
22	220,0	8,0	5,0	10,0	9,0	19,92	12,45	24,90	22,43	8,0	19,9
23	230,0	8,0	5,0	8,0	9,0	19,92	12,45	19,92	22,43	7,5	18,6
24	240,0	6,0	4,0	7,0	7,0	14,91	9,96	17,53	17,53	6,0	14,9
25	250,0	6,0	5,0	6,0	6,0	14,91	14,91	14,91	14,91	5,75	14,9
26	260,0	5,0	6,0	7,0	8,0	12,45	17,53	19,92	17,53	6,25	15,5
27	270,0	6,0	6,0	6,0	7,0	14,91	14,91	17,53	14,91	6,0	14,9
28	280,0	40,0	40,0	40,0	40,6	99,60	99,60	99,60	99,60	40,0	99,6

Anexa 2.3 - Valori măsurate respectiv calculate a rezultatelor penetrărilor statice cu con -stratificății - perioadă mai-oct. 1987

nr. crt.	adîncim. stratului h. [cm]	rezistența pe vârful conului				valori medii
		Rp1 [daN/cm ²]	Rp2	Rp3	Rp4	Rp [daN/cm ²]
0	1	2	3	4	5	6
1	10,0	10,41	10,15	9,95	10,30	10,20
2	20,0	11,22	11,05	10,90	10,80	10,99
3	30,0	17,50	17,55	17,45	17,52	17,50
4	40,0	24,31	24,30	24,35	24,28	24,31
5	50,0	30,22	30,10	30,25	30,15	30,18
6	60,0	30,22	30,25	30,30	30,15	30,23
7	70,0	37,51	37,50	37,45	37,53	37,49
8	80,0	34,80	34,82	34,78	34,81	34,80
9	90,0	36,71	36,70	36,65	36,80	36,71
10	100,0	33,52	33,50	33,51	33,45	33,49
11	110,0	31,85	31,88	31,65	31,70	31,77
12	120,0	56,20	56,25	56,30	56,22	56,24
13	130,0	64,32	64,30	64,28	64,35	64,31
14	140,0	58,25	58,30	58,15	58,32	58,25
15	150,0	63,51	63,50	63,53	63,54	63,52
16	160,0	65,12	64,90	65,20	65,10	65,08
17	170,0	65,20	65,30	65,40	65,10	65,25
18	180,0	60,81	60,60	60,72	60,85	60,74
19	190,0	62,23	62,30	62,35	62,42	62,32
20	200,0	63,20	63,25	63,30	63,15	63,22
21	210,0	62,10	62,20	62,15	62,30	62,18
22	220,0	58,21	58,05	58,20	58,25	58,17
23	230,0	49,83	49,80	49,75	49,85	49,80
24	240,0	38,84	38,84	38,80	38,75	38,80
25	250,0	30,75	30,70	30,72	30,78	30,73
26	260,0	34,10	34,15	34,25	34,20	34,17
27	270,0	41,22	40,95	41,10	41,20	41,11
28	280,0	146,20	148,15	150,10	142,90	146,83

Anexa 2.4 - Rezultatele măsurărilor penetrării dinamice cu con N_{10} și rezistența dinamică (R_d) laborator - perioadă oct. - dec. 1987

nr. crt	h [cm]	număr de lovituri				rezistența dinamică [daN/cm ²]				Valori medii	
		N_{10}^1	N_{10}^2	N_{10}^3	N_{10}^4	R_{d1}	R_{d2}	R_{d3}	R_{d4}	N_{10}	R_d
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	10	2	2	2	2	6,21	6,21	6,21	6,21	2,0	6,21
2	20	2	2	3	2	6,21	6,21	9,33	6,21	2,25	6,99
3	30	3	3	2	3	9,33	9,33	6,21	9,33	2,75	8,55
4	40	4	4	4	4	12,43	12,43	12,43	12,43	4,0	12,43
5	50	6	5	6	6	18,61	15,54	18,61	18,61	5,75	17,84
6	60	6	5	5	5	18,61	15,54	15,54	18,61	5,5	17,07
7	70	7	7	7	7	21,89	21,89	21,89	21,89	7,0	21,89
8	80	8	9	8	9	24,87	28,00	24,87	28,00	8,5	26,43
9	90	13	12	12	13	40,90	37,30	37,30	40,90	12,5	39,10
10	100	13	13	13	13	40,90	40,90	40,90	40,90	13,0	40,90
11	110	14	16	15	16	38,95	44,24	38,95	44,24	15,0	41,59
12	120	14	13	14	13	38,95	36,38	38,95	36,38	13,0	37,34
13	130	20	19	19	18	55,30	52,53	52,53	49,77	13,5	52,55
14	140	21	20	21	20	58,82	55,30	58,82	55,30	19,0	57,05
15	150	20	20	21	21	55,30	55,30	58,82	58,82	20,5	57,06
16	160	20	21	22	21	55,30	58,82	60,83	58,82	21,5	58,44
17	170	23	22	24	23	64,30	60,83	66,36	64,30	23,0	63,94
18	180	21	21	22	22	58,82	58,82	60,83	60,83	21,5	59,82
19	190	14	13	15	14	38,94	32,76	41,47	38,94	14,0	38,02
20	200	14	14	14	13	38,94	38,94	38,94	38,94	13,75	38,19
21	210	13	13	11	10	32,76	32,76	27,67	24,90	11,75	29,52
22	220	12	10	11	9	30,00	24,96	27,67	22,43	10,5	25,25
23	230	10	9	9	10	24,90	22,43	22,43	24,90	9,5	23,66
24	240	10	10	10	10	24,90	24,90	24,90	24,90	10,0	24,90
25	250	11	12	11	11	27,67	29,88	27,67	27,90	11,25	28,22
26	260	10	11	11	10	24,90	15,71	15,71	24,90	10,5	20,30
27	270	40	38	41	39	99,60	94,62	102,09	97,11	39,5	98,35
28	280	45	43	45	46	113,18	107,07	113,18	114,54	44,75	111,99

Anexa 2.5 - Rezultatele măsurărilor penetrărilor dinamice cu con și manta (N_{10m}) și rezistența dinamică (R_{dm}) = laborator, perioada oct. - dec. 1987

nr. crt	h [cm]	numărul de lovituri				rezistența din. [dan/cm ²]				valori med	
		$N_{10}(m_1)$	$N_{10}(m_2)$	$N_{10}(m_3)$	$N_{10}(m_4)$	$R_d(m_1)$	$R_d(m_2)$	$R_d(m_3)$	$R_d(m_4)$	$N_{10}(m)$	$R_d(m)$
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	10	1,5	2	1,5	1,5	4,66	6,21	4,66	4,66	1,62	5,0
2	20	2,5	2	2,5	2	7,77	6,21	7,77	6,21	2,25	6,0
3	30	2,5	3	2	2,5	7,77	9,32	6,21	7,77	2,5	7,7
4	40	3,5	3	3,5	3,5	10,88	10,88	9,32	10,88	3,37	10-
5	50	5,5	5	5	5,5	15,54	17,09	15,54	15,25	5,25	14-
6	60	5,5	5	5	5	17,09	15,54	15,54	15,54	5,12	15-
7	70	6,0	6	5,5	6	18,65	18,65	17,09	18,65	5,87	15-
8	80	7,0	8	6,5	7	21,76	24,87	20,20	21,76	7,12	20-
9	90	11	10	10,5	10	34,54	31,09	32,64	31,09	10,37	32-
10	100	12	12	11	12	37,30	37,30	34,54	37,30	11,75	36-
11	110	11	11	9,5	9,0	30,72	30,72	24,90	24,90	10,00	27-
12	120	12	12	11	11	33,31	33,31	30,72	30,72	11,5	31-
13	130	17	18	15	18	47,68	49,77	41,27	49,77	17,0	47-
14	140	18	17	17,5	17	49,77	47,04	48,38	47,0	17,37	48-
15	150	18	18	18	19	49,77	49,77	52,53	49,77	18,25	50-
16	160	18	18	18	17	49,77	47,68	49,77	47,68	17,50	48-
17	170	20	20	18	18	49,77	49,77	55,30	49,77	19,00	52-
18	180	18	17	18	17	55,30	47,68	49,77	47,68	17,50	48-
19	190	13	12	12	13	49,77	33,18	33,18	35,94	12,50	34,5
20	200	11	10	10	11	35,94	27,65	27,65	30,72	10,50	29,7
21	210	11	8	9	8	30,72	19,92	22,43	19,92	9,0	22-
22	220	9,5	7	9	7	27,66	17,43	22,43	17,43	8,12	20-
23	230	7	7	6,5	7	23,65	17,43	16,18	17,43	6,87	17,1
24	240	7	8	7	8	17,43	19,92	17,43	19,92	7,50	18,6
25	250	7	10	8	9	17,43	24,90	19,92	22,43	8,25	21,1
26	260	9	7	8	8	17,43	17,43	19,92	19,92	8,00	19,9
27	270	35	34	37	36	22,41	84,66	92,13	89,64	35,50	88,3
28	280	40	39	40	41	99,60	97,11	99,60	102,09	40,00	99,6

Anexa 2.6 - Valori măsurate respectiv calculate a rezultatelor penetrărilor statice cu con - perioada oct. - dec. 1987

nr. crt.	h [cm]	rezistență pe vârful conic [dan/cm ²]				valori medii
		R _{p1}	R _{p2}	R _{p3}	R _{p4}	R _{p med} [dan/cm ²]
0	1	2	3	4	5	6
1	10	12,25	12,22	12,31	12,18	12,24
2	20	13,51	13,50	13,53	13,52	13,51
3	30	16,49	16,50	16,54	16,54	16,51
4	40	24,15	24,10	24,21	24,31	24,19
5	50	31,52	31,52	31,60	31,65	31,57
6	60	33,30	33,35	33,42	33,48	33,38
7	70	35,10	35,16	35,25	35,23	35,18
8	80	38,20	38,24	38,35	38,50	38,32
9	90	50,15	50,25	50,24	50,35	50,24
10	100	52,20	52,15	50,25	52,34	52,23
11	110	60,20	60,25	60,27	60,31	60,25
12	120	54,35	54,35	54,40	54,55	54,41
13	130	76,30	76,36	76,60	76,55	76,45
14	140	82,41	82,45	81,90	82,50	82,31
15	150	82,37	82,30	82,40	82,45	82,38
16	160	83,35	83,87	83,87	83,50	83,64
17	170	92,10	92,50	92,30	92,25	92,28
18	180	86,40	86,45	86,80	86,15	86,45
19	190	56,15	56,10	56,30	56,35	56,22
20	200	55,35	55,40	55,38	55,45	55,39
21	210	47,15	47,15	46,90	46,95	47,03
22	220	42,10	42,24	42,35	42,05	42,18
23	230	38,30	38,35	38,20	38,15	38,25
24	240	40,15	40,15	39,95	40,28	40,13
25	250	45,18	45,25	45,30	45,20	45,23
26	260	52,40	46,25	46,35	46,15	47,78
27	270	52,40	52,35	52,45	52,50	52,42
28	280	158,10	157,50	156,95	158,75	157,82

Anexa 2.7- Rezultatele măsurătorilor penetrărilor dinamice ușoare cu și fără manta și rezistențele dinamice (amplasament „catedra”).

nr. crt.	h [cm]	numărul de lovituri				rezistența dinamică [dan/cm ²]				valori medii [dan/cm ²]			
		N10 ₁	N10 ₂	N10 (m ₁)	N10 (m ₂)	Rd ₁	Rd ₂	Rd(m ₁)	Rd(m ₂)	N10	Rd	N10 (m)	Rd(m)
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	10	25	25	25	25	77,73	77,73	77,73	77,73	25	77,73	25,0	77,73
2	20	27	27	26	26	84,03	81,82	81,82	81,82	27	82,92	26,0	81,82
3	30	24	24	24	23	75,84	75,84	75,84	72,31	24	75,84	23,8	74,0
4	40	29	29	24	25	91,45	91,45	75,84	77,73	29	91,45	24,5	76,78
5	50	29	28	28	26	91,45	88,84	84,03	81,82	28,5	90,14	26,5	82,9
6	60	31	30	28	27	97,17	91,45	88,84	84,03	30,5	94,31	27,5	86,4
7	70	25	26	23	24	77,73	81,82	72,31	75,84	25,5	79,77	23,5	74,0
8	80	21	20	20	19	66,15	62,18	62,18	59,79	20,5	64,16	19,5	60,9
9	90	14	14	13	12	43,79	43,79	40,91	37,46	14,0	43,79	12,5	39,7
10	100	10	11	10	10	31,09	34,54	31,09	31,09	10,5	32,81	10,0	31,0
11	110	11	12	9	9	30,72	33,31	33,31	24,91	11,5	32,01	9,0	24,9
12	120	10	10	9	9	27,65	27,65	24,91	24,91	10,0	27,65	9,0	24,9
13	130	9	8	8	7	24,91	22,12	22,12	19,47	8,5	23,51	7,5	20,79
14	140	7	8	7	7	19,47	22,12	19,47	19,47	7,5	20,79	7,0	19,4
15	150	7	7	6	6	19,47	19,47	16,55	16,55	7,0	19,47	6,0	16,5
16	160	7	8	7	7	19,47	22,12	19,47	19,47	7,5	20,79	7,0	19,4
17	170	8	9	7	7	22,12	24,91	19,47	19,47	8,5	23,51	7,0	19,4
18	180	8	9	6	6	22,12	24,91	16,55	16,55	8,5	23,51	6,0	16,55
19	190	9	9	8	7	24,91	24,91	22,12	19,47	9,0	24,91	7,5	20,79
20	200	9	9	8	8	24,91	24,91	22,12	22,12	9,0	24,91	8,0	22,12
21	210	9	10	9	9	22,43	24,90	22,43	22,43	9,5	23,66	9,0	22,4
22	220	9	10	9	9	22,43	24,90	22,43	22,43	9,5	23,66	9,0	22,4
23	230	8	9	8	8	19,92	22,43	19,92	19,92	8,5	21,17	8,0	19,92
24	240	7	7	7	6	17,53	17,53	17,53	14,91	7,0	17,53	6,5	16,22
25	250	8	8	8	7	19,92	19,92	19,92	17,53	8,0	16,22	7,5	18,72
26	260	6	7	6	6	14,91	17,53	14,91	14,91	6,5	16,22	6,0	14,9
27	270	6	7	5	5	14,91	17,53	12,45	12,45	6,5	16,22	5,0	12,45
28	280	6	5	4	5	12,45	14,91	9,96	12,45	5,5	13,68	4,5	11,20

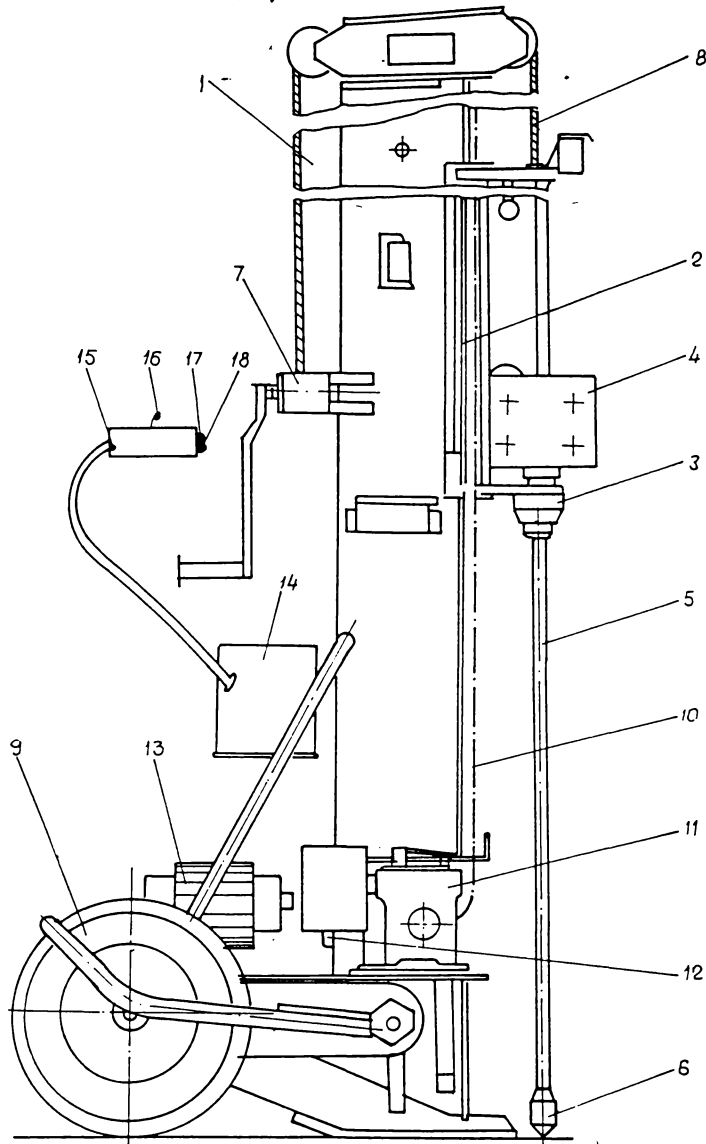
Anexa 2.8 - Rezultatele măsurătorilor penetrării dinamice cu con și rezistența dinamică
 R_d - amplasament Stadion)

nr. crt	h [cm]	nr. de lovituri				rezistența dinamică [dan/cm ²]				valori medii	
		N ₁₀ ¹	N ₁₀ ²	N ₁₀ ³	N ₁₀ ⁴	R _{d1}	R _{d2}	R _{d3}	R _{d4}	N ₁₀	R _d
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	10	9	7	7	9	28,01	21,89	21,89	28,01	8	24,95
2	20	25	19	9	20	73,73	53,61	28,01	62,30	18,25	55,41
3	30	35	21	20	35	111,05	66,15	62,18	111,05	27,75	74,60
4	40	28	28	23	26	88,84	88,84	73,21	81,82	26,25	69,95
5	50	28	28	21	28	88,84	88,84	66,15	88,84	26,25	65,16
6	60	26	30	29	28	81,82	94,22	91,45	88,84	28,25	71,08
7	70	29	30	21	28	91,45	94,22	72,31	88,84	27,00	75,00
8	80	30	32	27	29	94,22	100,30	84,03	91,45	29,50	79,50
9	90	29	36	27	28	91,45	115,16	84,03	88,84	30,00	81,87
10	100	27	30	27	23	84,03	94,22	84,03	72,31	26,75	73,64
11	110	24	28	24	22	67,45	79,01	64,45	61,45	24,50	63,84
12	120	23	29	23	22	64,31	81,33	64,31	61,45	24,50	56,85
13	130	21	23	22	15	58,84	64,31	61,45	41,27	20,25	50,46
14	140	14	18	14	16	38,95	50,28	38,95	44,60	15,50	43,19
15	150	14	15	14	14	38,95	41,27	38,95	38,95	14,25	39,53
16	160	12	14	12	14	33,31	38,95	33,31	38,95	13,00	36,13
17	170	10	16	12	13	26,65	44,60	33,31	36,38	12,75	35,48
18	180	13	18	13	13	36,38	50,38	36,38	36,38	14,25	39,85
19	190	11	19	15	13	30,72	53,18	41,27	36,38	14,50	40,38
20	200	11	15	11	11	30,72	41,27	30,72	30,72	12,00	33,35
21	210	11	13	10	10	27,66	32,76	24,90	24,90	11,00	27,55
22	220	10	13	8	11	24,90	32,76	19,92	27,66	10,50	26,31
23	230	10	12	11	12	24,90	30,00	27,66	30,00	11,25	28,14
24	240	11	12	10	12	27,66	30,00	24,90	30,00	11,25	28,14
25	250	11	14	10	18	27,66	35,07	24,90	45,27	13,25	33,22
26	260	11	14	10	20	24,90	35,07	24,90	49,80	13,75	34,35
27	270	10	18	11	15	24,90	45,27	27,66	37,16	13,50	33,75
28	280	10	21	10	17	24,90	52,97	24,90	42,93	12,00	36,42
29	290	10	16	10	16	24,90	40,16	24,43	40,16	13,00	32,53
30	300	9	16	9	17	22,43	40,16	22,43	42,93	12,75	31,98
31	310	10	19	10	14	22,64	43,54	22,64	31,89	13,25	30,17
32	320	16	18	16	16	36,52	41,17	36,52	36,52	16,50	37,60
33	330	18	18	18	16	41,17	41,17	41,17	36,52	17,50	40,00
34	340	18	10	18	23	41,17	22,64	41,17	52,66	17,25	39,41
35	350	13	11	13	25	29,79	25,16	29,79	56,61	15,50	35,33
36	360	12	10	10	21	27,28	22,64	27,28	48,18	13,75	31,34
37	370	14	15	14	20	31,89	33,79	31,89	45,28	15,75	35,71
38	380	14	12	14	19	31,89	27,28	31,89	45,54	14,75	33,65
39	390	14	14	14	13	31,89	31,89	31,89	39,79	13,75	31,36
40	400	27	14	17	14	39,04	31,89	39,04	31,89	15,50	35,46
41	410	21	20	21	13	44,17	41,52	44,17	27,32	18,75	39,29
42	420	20	20	20	12	41,52	41,52	41,52	25,01	18,00	37,20
43	430	30	25	12	13	61,07	51,91	25,01	27,32	20,00	41,32
44	440	25	20	15	15	51,91	41,52	30,99	30,99	18,75	38,85
45	450	21	22	17	16	44,17	46,14	35,80	33,49	19,00	39,90
46	460	21	21	19	19	41,17	44,17	39,93	39,93	24,00	41,30
47	470	26	25	24	21	54,64	51,91	50,64	44,17	24,00	50,34
48	480	26	26	25	19	64,54	54,64	50,64	39,93	24,00	49,96
49	490	27	25	24	22	56,11	51,91	50,64	46,14	24,50	51,20

Anexa 2.9 - Rezultatele măsurătorilor penetrării dinamice cu con și manta și rezistența dinamică ($R_{d(m)}$) - amplasament „Stadion”

nr. crt.	h [cm]	nr. de lovituri				rezistența dinamică [dan/cm ²]				valori medii	
		N10 (m1)	N10 (m2)	N10 (m3)	N10 (m4)	Rd(m1)	Rd(m2)	Rd(m3)	Rd(m4)	N10(m)	Rd(m)
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	10	9	8	7	5	28,01	24,87	21,89	15,54	7,25	22,57
2	20	30	18	11	20	94,22	56,53	34,54	62,30	19,75	61,89
3	30	23	25	18	25	72,31	77,73	56,53	77,73	22,15	71,07
4	40	24	16	19	22	75,84	50,15	59,79	69,09	20,25	63,71
5	50	24	12	18	24	75,84	37,46	56,53	75,84	22	61,40
6	60	19	17	27	25	59,79	53,51	84,03	77,73	22	68,79
7	70	21	29	17	25	66,15	91,45	53,61	77,73	23	72,23
8	80	26	30	15	26	81,82	94,22	46,40	81,82	24,25	76,44
9	90	26	35	17	23	81,82	111,05	53,61	72,31	25,25	80,69
10	100	23	29	18	18	72,31	91,45	56,53	56,53	22	69,20
11	110	22	28	16	16	61,45	79,01	44,60	44,60	20,50	51,41
12	120	19	24	16	16	53,18	67,05	44,60	44,60	18,75	52,45
13	130	19	22	14	14	53,18	61,45	38,95	38,95	17,25	48,13
14	140	13	17	11	15	36,38	47,68	30,72	41,27	14	39,01
15	150	13	13	12	13	36,38	36,38	33,31	36,38	12,75	35,61
16	160	11	13	8	13	30,72	36,38	22,12	36,38	11,25	31,40
17	170	9	14	11	11	24,91	38,95	30,72	30,72	11,25	31,32
18	180	11	16	11	11	30,72	44,60	30,72	30,72	12,25	34,19
19	190	10	17	14	12	27,65	47,68	38,95	33,31	13,25	36,89
20	200	9	14	10	10	24,91	38,95	37,65	27,61	10,75	29,79
21	210	7	12	9	9	17,53	30,00	22,43	22,43	9,25	23,09
22	220	8	12	8	10	19,92	30,00	19,92	24,90	9,5	23,68
23	230	6	11	10	11	14,91	27,66	24,90	27,66	9,5	23,78
24	240	7	10	9	10	17,53	24,90	22,43	24,90	9	22,44
25	250	8	12	9	16	19,92	30,00	22,43	40,16	11,25	28,12
26	260	7	12	8	18	17,53	30,00	19,92	45,27	11,25	28,18
27	270	8	16	9	14	19,92	40,16	22,43	35,07	11,75	29,39
28	280	8	18	8	15	19,92	45,27	19,92	37,16	12,25	30,56
29	290	8	15	8	13	19,92	37,16	19,92	32,76	11	27,44
30	300	8	15	8	13	19,92	37,16	19,92	32,76	11	27,44
31	310	9	18	9	12	20,40	41,17	20,40	27,28	12	27,31
32	320	10	17	8	14	22,64	39,04	18,11	31,89	12,25	27,92
33	330	11	18	10	14	25,16	41,17	22,64	31,89	13,25	30,21
34	340	10	9	13	20	22,64	20,40	29,79	45,28	13	29,52
35	350	9	10	12	23	20,40	22,64	27,28	52,66	13,0	30,74
36	360	9	9	11	19	20,40	20,40	25,16	43,54	12	27,37
37	370	10	13	11	16	22,64	29,79	25,16	36,52	12,5	28,52
38	380	11	10	12	15	25,16	22,64	27,28	23,79	12	27,21
39	390	11	11	12	10	25,16	25,16	27,28	22,64	11	25,06
40	400	13	13	16	11	29,79	29,79	36,52	25,16	13,25	30,31
41	410	15	15	18	10	30,99	30,99	37,75	20,76	12	30,12
42	420	13	13	15	9	27,32	27,32	30,99	18,70	12,50	26,08
43	430	17	16	8	9	35,80	33,49	16,61	18,70	12,50	26,15
44	440	16	17	12	14	33,49	35,80	25,01	29,24	14,75	30,88
45	450	14	15	16	13	29,24	33,49	30,99	27,32	14,5	30,26
46	460	16	16	16	18	33,49	33,49	33,49	37,75	16,5	34,55
47	470	19	18	20	18	39,93	37,75	41,52	37,75	18,75	39,23
48	480	18	19	21	17	37,75	35,80	44,17	35,80	18,75	38,38
49	490	18	18	20	18	37,75	37,75	41,52	37,75	18,5	38,63
50	500	19	19	19	18	39,93	35,80	39,93	37,75	18,75	38,35

Penetrometru dinamic mijlociu și greu cu acționare mecanică



1. Cărlig de ghidare cu talpă
2. Sistem de lovire
3. Nicovală cu dispoz. de fixare
4. Berbec
5. Tijă
6. Con de penetrare
7. Troliu manual
8. Cablu de ridicare
9. Roți cu cameră de aer

10. Lanț de antrenare berbec
11. Reductor de turație
12. Motor termic
13. Motor electric
14. Tablou electric
15. Cutia de comandă
16. Întrerupător
17. Indicator de nr. de lovituri
18. Bec de semnalizare

N₁ X₀ H₁ Y₀ H₂
28 0,000 1,000 0,000 1,000

X	Y	M	U	UM	U2M	V	VM	V2M	VM
2,250	10,200	1	2,250	2,250	5,06	10,200	10,200	104,040	22,950
2,750	10,990	1	2,750	2,750	7,56	10,990	10,990	120,780	30,223
3,750	17,500	1	3,750	3,750	14,06	17,500	17,500	306,250	65,625
4,750	24,310	1	4,750	4,750	22,56	24,310	24,310	590,976	115,473
5,250	30,180	1	5,250	5,250	27,56	30,180	30,180	910,832	158,445
5,250	56,240	1	5,250	5,250	27,56	56,240	56,240	3162,938	295,260
5,750	30,730	1	5,750	5,750	33,06	30,730	30,730	944,333	175,698
1	25,73572		4,25						
6,000	30,230	1	6,000	6,000	36,00	30,230	30,230	913,853	181,380
6,000	22,490	1	6,000	6,000	36,00	22,490	22,490	505,800	134,940
6,000	34,800	1	6,000	6,000	36,00	34,800	34,800	1211,040	208,800
6,000	36,710	1	6,000	6,000	36,00	36,710	36,710	1347,624	220,260
6,000	37,490	1	6,000	6,000	36,00	37,490	37,490	1405,500	224,940
6,000	38,800	1	6,000	6,000	36,00	38,800	38,800	1505,440	232,800
6,000	41,110	1	6,000	6,000	36,00	41,110	41,110	1650,032	246,660
6,250	31,770	1	6,250	6,250	39,06	31,770	31,770	1009,333	198,563
6,250	34,170	1	6,250	6,250	39,06	34,170	34,170	1167,589	213,563
2	34,17445		6,65555						
7,500	49,800	1	7,500	7,500	56,25	49,800	49,800	2490,040	373,500
8,000	58,170	1	8,000	8,000	64,00	58,170	58,170	3383,749	465,360
9,000	62,180	1	9,000	9,000	81,00	62,180	62,180	3866,353	559,620
3	56,71667		8,16667						
11,000	64,310	1	11,000	11,000	121,00	64,310	64,310	4135,776	707,410
11,750	63,520	1	11,750	11,750	138,06	63,520	63,520	4034,791	745,360
12,000	63,220	1	12,000	12,000	144,00	63,220	63,220	3986,763	758,640
13,000	68,250	1	13,000	13,000	169,00	68,250	68,250	4393,063	857,250
13,250	65,090	1	13,250	13,250	175,56	65,090	65,090	4235,407	862,310
4	62,876		12,2						
14,000	60,300	1	14,000	14,000	196,00	60,300	60,300	3683,732	672,480
14,500	65,250	1	14,500	14,500	210,25	65,250	65,250	4267,663	846,125
14,750	60,740	1	14,750	14,750	217,56	60,740	60,740	3669,348	695,915
46,000	145,830	1	40,000	40,000	1600,00	146,830	146,830	21559,650	3573,200
5	83,785		20,8125						

SM SU SUM S02M SV SVM S02M S0VM
28,000 253,000 253,000 3640,250 1307,390 1307,390 179812,050 116544,750

UB VB R H
9,036 46,693 0,233 1,177

XB YB BYX BYY
9,036 46,693 3,494 0,252

T = 1,098001
S02Y = 50,15609
S02Y = 695,0645
SX = 7,082097
SY = 26,36407
M = 175,2424
SY* = 25,689
T = 6,097522
TT = 0,8767759

$$R_p = f(N_{10m}) \quad (2.23)$$

$$N_{10m} = f(R_p) \quad (2.24)$$

N - X0 H1 Y0 H2
28 0,000 1,000 0,000 1,000

X	Y	M	U	UM	U2M	V	VM	V2M	UVM
2,250	2,500	1	2,250	2,250	5,06	2,500	2,500	6,250	5,625
2,750	2,750	1	2,750	2,750	7,56	2,750	2,750	7,563	7,563
3,750	4,250	1	3,750	3,750	14,06	4,250	4,250	18,063	15,938
4,750	6,000	1	4,750	4,750	22,56	6,000	6,000	36,000	28,500
5,250	7,500	1	5,250	5,250	27,56	7,500	7,500	56,250	39,375
5,250	8,000	1	5,250	5,250	27,56	8,000	8,000	64,000	42,000
5,750	8,500	1	5,750	5,750	33,06	8,500	8,500	72,250	48,875
1	5,642857		4,25						
6,000	7,500	1	6,000	6,000	36,00	7,500	7,500	56,250	45,000
6,000	7,500	1	6,000	6,000	36,00	7,500	7,500	56,250	45,000
6,000	8,250	1	6,000	6,000	36,00	8,250	8,250	68,063	49,500
6,000	8,500	1	6,000	6,000	36,00	8,500	8,500	72,250	51,000
6,000	9,000	1	6,000	6,000	36,00	9,000	9,000	81,000	54,000
6,000	9,250	1	6,000	6,000	36,00	9,250	9,250	85,563	55,500
6,000	11,500	1	6,000	6,000	36,00	11,500	11,500	132,250	69,000
6,250	8,250	1	6,250	6,250	39,06	8,250	8,250	68,063	51,563
6,250	10,250	1	6,250	6,250	39,06	10,250	10,250	105,063	64,063
2	8,88889		6,05555						
7,500	9,500	1	7,500	7,500	56,25	9,500	9,500	90,250	71,250
8,000	11,250	1	8,000	8,000	64,00	11,250	11,250	126,563	90,000
9,000	14,500	1	9,000	9,000	81,00	14,500	14,500	210,250	133,500
3	11,75		8,16667						
11,000	14,000	1	11,000	11,000	121,00	14,000	14,000	196,000	154,000
11,750	14,500	1	11,750	11,750	139,06	14,500	14,500	210,250	170,375
12,000	15,500	1	12,000	12,000	144,00	15,500	15,500	240,250	186,000
13,000	16,000	1	13,000	13,000	169,00	16,000	16,000	256,000	208,000
13,250	15,750	1	13,250	13,250	175,56	15,750	15,750	248,063	208,688
4	15,15		12,2						
14,000	15,000	1	14,000	14,000	196,00	15,000	15,000	225,000	210,000
14,500	16,250	1	14,500	14,500	210,25	16,250	16,250	264,063	235,625
14,750	16,250	1	14,750	14,750	217,56	16,250	16,250	264,063	239,588
40,000	40,000	1	40,000	40,000	1600,00	40,000	40,000	1600,000	1600,000
5	21,875		20,8125						

SM SU SUM SU2M SV SVM SV2M SUVM
28,000 253,000 253,000 3640,250 318,000 318,000 4915,875 4176,625

UB VB R H
9,036 11,357 0,981 5,095

XB YB BYX BXY
9,036 - 11,357 0,962 0,999

F= 0,3562906

SS2I= 50,15609

SS2Y= 48,30754

SX= 7,082097

$$N_{10} = f(N_{10m}) \quad (2.25)$$

$$N_{10m} = f(N_{10}) \quad (2.26)$$

N	X0	H1	Y0	H2						
28	0,000	1,000	0,000	1,000						
X	Y	M	U	UM	U2M	V	VM	V2M	UVM	
8,560	8,560	1	8,560	8,560	73,27	8,560	8,560	73,274	73,274	
10,100	7,770	1	10,100	10,100	102,01	7,770	7,770	60,373	78,477	
11,650	13,040	1	11,650	11,650	135,72	13,040	13,040	1170,042	1151,916	
14,290	21,170	1	14,290	14,290	204,20	21,170	21,170	1448,169	1302,519	
14,490	22,150	1	14,490	14,490	209,96	22,150	22,150	1490,623	1320,954	
14,760	18,630	1	14,760	14,760	217,86	18,630	18,630	1347,077	1274,979	
14,950	28,830	1	14,950	14,950	223,50	28,830	28,830	1831,169	1431,009	
21	17,16429		12,68571							
14,980	18,720	1	14,980	14,980	224,40	18,720	18,720	1350,438	1280,426	
15,580	25,550	1	15,580	15,580	242,74	25,550	25,550	1652,803	1398,069	
16,310	23,290	1	16,310	16,310	266,02	23,290	23,290	1542,424	1379,860	
17,280	23,530	1	17,280	17,280	298,60	23,530	23,530	1553,661	1406,598	
18,630	26,540	1	18,630	18,630	347,08	26,540	26,540	1704,372	1494,440	
18,640	23,340	1	18,640	18,640	347,45	23,340	23,340	1544,756	1435,058	
18,670	28,070	1	18,670	18,670	348,57	28,070	28,070	1787,925	1524,067	
18,670	28,890	1	18,670	18,670	348,57	28,890	28,890	1834,632	1539,376	
18,680	23,660	1	18,680	18,680	348,94	23,660	23,660	1559,796	1441,969	
2	24,62111		17,49333							
18,710	25,640	1	18,710	18,710	350,06	25,640	25,640	1657,410	1479,724	
23,310	36,630	1	23,310	23,310	543,56	36,630	36,630	11341,757	1353,945	
23,690	28,240	1	23,690	23,690	561,22	28,240	28,240	1797,498	1669,006	
3	30,17		21,90333							
30,720	38,950	1	30,720	30,720	943,72	38,950	38,950	11517,103	11155,544	
32,670	40,680	1	32,670	32,670	11067,33	40,680	40,680	11654,862	11329,016	
33,310	42,880	1	33,310	33,310	11103,56	42,880	42,880	11838,594	11428,333	
36,380	44,640	1	36,380	36,380	11323,51	44,640	44,640	11992,723	11624,003	
36,890	43,700	1	36,890	36,890	11360,87	43,700	43,700	11909,630	11612,093	
4	42,17		33,994							
38,950	41,490	1	38,950	38,950	11517,10	41,490	41,490	11721,420	11616,036	
40,260	45,190	1	40,260	40,260	11620,87	45,190	45,190	12042,136	11819,349	
41,070	45,230	1	41,070	41,070	11686,75	45,230	45,230	12045,753	11857,596	
99,600	99,600	1	99,600	99,600	19920,16	99,600	99,600	13920,160	13920,160	
5	57,8775		54,97							

SM	SU	SUM	SU2M	SV	SVN	SV2M	SUVM
28,000	701,800	701,800	125943,380	874,610	874,610	135390,750	129938,700
UB	VB	R	H				
25,064	31,236	0,976	5,073				
XB	YB	BYX	BXY				
25,064	31,236	0,960	0,993				

F= 0,2966149
SS2X= 309,3802
SS2Y= 298,9394
SX= 17,58921
SY= 17,28986
M= 296,934
SYX= 16,97831
T= 2,503175
TT= 0,1449246

$$R_d = f(R_{dm}) \quad (2.27)$$

$$R_{dm} = f(R_d) \quad (2.28)$$

M	X0	H1	Y0	H2	U1	U2	V1	V2	UUM	UY	UY
88	0,000	1,000	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	X	Y	M	U1	U2	V1	V2	UUM	UY	UY	UY
	2,750	2,750	1	2,750	2,750	5,06	7,500	2,750	2,750	5,625	7,563
	3,750	4,250	1	3,750	3,750	14,06	7,250	4,250	4,250	18,063	15,938
	4,750	6,000	1	4,750	4,750	22,56	6,000	6,000	6,000	36,000	28,500
1		3,875		3,375							
	5,250	7,500	1	5,250	5,250	27,56	7,500	7,500	7,500	56,250	39,375
	5,250	8,000	1	5,250	5,250	27,56	8,000	8,000	8,000	64,000	42,000
	5,750	8,500	1	5,750	5,750	33,06	8,500	8,500	8,500	72,250	48,875
	6,000	7,000	1	6,000	6,000	36,00	7,000	7,000	7,000	49,000	42,000
	6,000	7,500	1	6,000	6,000	36,00	7,500	7,500	7,500	56,250	45,000
	6,000	7,500	1	6,000	6,000	36,00	7,500	7,500	7,500	56,250	45,000
	6,000	8,250	1	6,000	6,000	36,00	8,250	8,250	8,250	68,063	49,500
	6,000	8,500	1	6,000	6,000	36,00	8,500	8,500	8,500	72,250	51,000
	6,000	8,500	1	6,000	6,000	36,00	8,500	8,500	8,500	72,250	51,000
	6,000	9,000	1	6,000	6,000	36,00	9,000	9,000	9,000	81,000	54,000
	6,000	9,250	1	6,000	6,000	36,00	9,250	9,250	9,250	85,563	55,500
	6,000	11,500	1	6,000	6,000	36,00	11,500	11,500	11,500	132,250	69,000
2		8,416667		5,854167							
	6,250	8,250	1	6,250	6,250	39,06	8,250	8,250	8,250	68,063	51,563
	6,250	10,250	1	6,250	6,250	39,06	10,250	10,250	10,250	105,063	64,063
	6,500	7,000	1	6,500	6,500	42,25	7,000	7,000	7,000	49,000	45,500
	6,870	9,500	1	6,870	6,870	47,20	9,500	9,500	9,500	90,250	65,265
	7,000	7,500	1	7,000	7,000	49,00	7,500	7,500	7,500	56,250	52,500
	7,000	7,500	1	7,000	7,000	49,00	7,500	7,500	7,500	56,250	52,500
	7,000	8,500	1	7,000	7,000	49,00	8,500	8,500	8,500	72,250	59,500
	7,250	9,500	1	7,250	7,250	52,56	9,500	9,500	9,500	90,250	68,875
	7,500	8,000	1	7,500	7,500	56,25	8,000	8,000	8,000	64,000	60,000
	7,500	8,500	1	7,500	7,500	56,25	8,500	8,500	8,500	72,250	63,750
	7,500	9,000	1	7,500	7,500	56,25	9,000	9,000	9,000	81,000	67,500
	7,500	9,500	1	7,500	7,500	56,25	9,500	9,500	9,500	90,250	71,250
	7,500	10,000	1	7,500	7,500	56,25	10,000	10,000	10,000	100,000	75,000
3		8,692307		7,047692							
	8,000	8,500	1	8,000	8,000	64,00	8,500	8,500	8,500	72,250	68,000
	8,000	9,000	1	8,000	8,000	64,00	9,000	9,000	9,000	81,000	72,000
	8,000	10,750	1	8,000	8,000	64,00	10,750	10,750	10,750	115,563	86,000
	8,000	11,250	1	8,000	8,000	64,00	11,250	11,250	11,250	126,563	90,000
	8,120	10,500	1	8,120	8,120	65,93	10,500	10,500	10,500	110,250	85,260
	8,250	11,250	1	8,250	8,250	68,06	11,250	11,250	11,250	126,563	92,813
	9,000	9,500	1	9,000	9,000	81,00	9,500	9,500	9,500	90,250	85,500
	9,000	9,500	1	9,000	9,000	81,00	9,500	9,500	9,500	90,250	85,500
	9,000	10,000	1	9,000	9,000	81,00	10,000	10,000	10,000	100,000	90,000
	9,000	11,250	1	9,000	9,000	81,00	11,250	11,250	11,250	126,563	101,250
	9,000	11,500	1	9,000	9,000	81,00	11,500	11,500	11,500	132,250	103,500
	9,000	11,750	1	9,000	9,000	81,00	11,750	11,750	11,750	138,063	105,750
4		10,39583		8,530833							
	9,250	11,000	1	9,250	9,250	85,56	11,000	11,000	11,000	121,000	101,750
	9,500	10,250	1	9,500	9,500	90,25	10,250	10,250	10,250	105,063	97,375
	9,500	10,500	1	9,500	9,500	90,25	10,500	10,500	10,500	110,250	99,750
	9,500	11,250	1	9,500	9,500	90,25	11,250	11,250	11,250	126,563	106,875
	9,620	12,500	1	9,620	9,620	92,54	12,500	12,500	12,500	156,250	120,250
	10,370	12,500	1	10,370	10,370	107,54	12,500	12,500	12,500	156,250	129,625
	10,500	13,750	1	10,500	10,500	110,25	13,750	13,750	13,750	189,063	144,375

F = 2,553731
 S2X = 20,1968
 S2Y = 22,98965
 SX = 4,494085
 SY = 4,794752
 M = 20,61271
 Y = 4,767431

$$N_{10} = f(N_{10m}) \quad (2.29)$$

$$N_{10m} = f(N_{10}) \quad (2.30)$$

SS2X= 172,1928
 SS2Y= 2.993492
 SX5613,182080
 SY= 1,730171
 M= 20,02331
 Y= 1,705971

- 73 -

Anexo 2
 Listing 2.1
 16

SS2X= 172,1928
 SS2Y= 2.993492
 SX= 13,12223
 SY= 1,730171
 M= 20,02331
 Y= 1,705971
 T= 0,4799128
 TT= 0,0370913

	H1	Y0	H2							
	1,000	0,000	1,000							
	M	U	UM	U2M	V	VM	V2M	UVM		
T=	10,47991281,800	1	12,000	12,000	144,00	1,800	1,800	3,240	21,600	
TT=	19,0370913,000	1	15,000	15,000	225,00	1,000	1,000	1,000	15,000	
1	1,4		13,5							
17,500	2,000	1	17,500	17,500	306,25	2,000	2,000	4,000	35,000	
20,000	2,000	1	20,000	20,000	400,00	2,000	2,000	4,000	40,000	
21,000	2,000	1	21,000	21,000	441,00	2,000	2,000	4,000	42,000	
2	2		19,5							
25,000	3,000	1	25,000	25,000	625,00	3,000	3,000	9,000	75,000	
27,500	2,600	1	27,500	27,500	756,25	2,600	2,600	6,760	71,500	
27,500	3,200	1	27,500	27,500	756,25	3,200	3,200	10,240	88,000	
27,500	3,600	1	27,500	27,500	756,25	3,600	3,600	12,960	99,000	
31,500	4,000	1	31,500	31,500	992,25	4,000	4,000	16,000	126,000	
3	3,28		27,8							
35,000	3,400	1	35,000	35,000	1225,00	3,400	3,400	11,560	119,000	
35,000	4,400	1	35,000	35,000	1225,00	4,400	4,400	19,360	154,000	
35,000	5,000	1	35,000	35,000	1225,00	5,000	5,000	25,000	175,000	
37,500	3,200	1	37,500	37,500	1406,25	3,200	3,200	10,240	120,000	
37,500	3,200	1	37,500	37,500	1406,25	3,200	3,200	10,240	120,000	
37,500	4,400	1	37,500	37,500	1406,25	4,400	4,400	19,360	165,000	
37,500	5,000	1	37,500	37,500	1406,25	5,000	5,000	25,000	187,500	
4	4,055714		36,42857							
40,000	4,000	1	40,000	40,000	1600,00	4,000	4,000	16,000	160,000	
40,000	6,000	1	40,000	40,000	1600,00	6,000	6,000	36,000	240,000	
42,500	3,500	1	42,500	42,500	1806,25	3,500	3,500	12,250	148,750	
42,500	4,200	1	42,500	42,500	1806,25	4,200	4,200	17,640	179,500	
42,500	5,700	1	42,500	42,500	1806,25	5,700	5,700	32,490	242,250	
5	4,68		41,5							
45,000	4,000	1	45,000	45,000	2025,00	4,000	4,000	16,000	180,000	
45,000	5,600	1	45,000	45,000	2025,00	5,600	5,600	31,360	250,000	
47,500	4,400	1	47,500	47,500	2256,25	4,400	4,400	19,360	205,000	
47,500	5,900	1	47,500	47,500	2256,25	5,900	5,900	34,810	260,250	
47,500	6,900	1	47,500	47,500	2256,25	6,900	6,900	47,610	327,750	
6	5,36		46,5							
51,500	5,000	1	51,500	51,500	2652,25	5,000	5,000	25,000	257,500	
51,500	5,600	1	51,500	51,500	2652,25	5,600	5,600	31,360	298,400	
51,500	6,600	1	51,500	51,500	2652,25	6,600	6,600	43,560	339,900	
7	5,733334		51,5							
55,000	6,600	1	55,000	55,000	3025,00	6,600	6,600	43,560	363,000	
55,000	7,200	1	55,000	55,000	3025,00	7,200	7,200	51,840	356,000	
57,500	5,000	1	57,500	57,500	3306,25	5,000	5,000	25,000	297,500	
57,500	7,000	1	57,500	57,500	3306,25	7,000	7,000	49,000	402,500	
8	6,45		56,25							
60,000	6,000	1	60,000	60,000	3600,00	6,000	6,000	36,000	350,000	
60,000	8,000	1	60,000	60,000	3600,00	8,000	8,000	64,000	480,000	
9	7		60							

SM SU SUM SU2M SV SVM SV2M SUVM
 36,000 1419,000 1419,000 161959,000 161,000 161,000 824,800 7046,900

UB VB R H
 39,417 4,472 0,582 5,218

XB YB BYI BXY
 39,417 4,472 0,116 6,689

F= 0,774812E-02

$$-N_{10} = f(R_p) \quad (2.31)$$

N X0 H1 Y0 H2
36 0,000 1,000 0,000 1,000

X	Y	M	U	UM	U2M	V	VM	SV	SVM
12,500	3,250	1	12,500	12,500	156,25	3,250	3,250	10,563	40,625
15,000	7,000	1	15,000	15,000	225,00	7,000	7,000	49,000	105,000
1		5,125		13,75					
17,500	7,000	1	17,500	17,500	306,25	7,000	7,000	49,000	122,500
20,000	7,400	1	20,000	20,000	400,00	7,400	7,400	54,760	148,000
21,000	8,000	1	21,000	21,000	441,00	8,000	8,000	64,000	168,000
2		7,465567		19,5					
25,000	12,000	1	25,000	25,000	625,00	12,000	12,000	144,000	300,000
27,500	13,500	1	27,500	27,500	756,25	13,500	13,500	182,250	371,250
27,500	14,100	1	27,500	27,500	756,25	14,100	14,100	198,810	387,750
27,500	15,100	1	27,500	27,500	756,25	15,100	15,100	228,010	415,250
31,500	15,100	1	31,500	31,500	992,25	15,100	15,100	228,010	475,650
3		13,96		27,8					
35,000	16,000	1	35,000	35,000	1225,00	16,000	16,000	256,000	560,000
35,000	17,300	1	35,000	35,000	1225,00	17,300	17,300	299,290	605,500
35,000	20,000	1	35,000	35,000	1225,00	20,000	20,000	400,000	700,000
37,500	17,000	1	37,500	37,500	1406,25	17,000	17,000	289,000	637,500
37,500	17,000	1	37,500	37,500	1406,25	17,000	17,000	289,000	637,500
37,500	20,000	1	37,500	37,500	1406,25	20,000	20,000	400,000	750,000
37,500	22,500	1	37,500	37,500	1406,25	22,500	22,500	506,250	843,750
4		18,54286		36,42857					
40,000	16,000	1	40,000	40,000	1600,00	16,000	16,000	256,000	640,000
40,000	19,000	1	40,000	40,000	1600,00	19,000	19,000	361,000	760,000
42,500	18,000	1	42,500	42,500	1806,25	18,000	18,000	324,000	765,000
42,500	19,000	1	42,500	42,500	1806,25	19,000	19,000	361,000	807,500
42,500	20,700	1	42,500	42,500	1806,25	20,700	20,700	428,490	879,750
5		18,54		41,5					
45,000	17,000	1	45,000	45,000	2025,00	17,000	17,000	289,000	765,000
45,000	21,000	1	45,000	45,000	2025,00	21,000	21,000	441,000	845,000
47,500	20,000	1	47,500	47,500	2256,25	20,000	20,000	400,000	950,000
47,500	22,800	1	47,500	47,500	2256,25	22,800	22,800	519,840	1083,000
47,500	24,000	1	47,500	47,500	2256,25	24,000	24,000	576,000	1140,000
6		20,96		46,5					
51,500	21,000	1	51,500	51,500	2652,25	21,000	21,000	441,000	1081,500
51,500	22,800	1	51,500	51,500	2652,25	22,800	22,800	519,840	1174,200
51,500	25,000	1	51,500	51,500	2652,25	25,000	25,000	625,000	1287,500
7		22,93333		51,5					
55,000	22,500	1	55,000	55,000	3025,00	22,500	22,500	506,250	1237,500
55,000	26,000	1	55,000	55,000	3025,00	26,000	26,000	676,000	1430,000
57,500	25,500	1	57,500	57,500	3306,25	25,500	25,500	650,250	1466,250
57,500	29,000	1	57,500	57,500	3306,25	29,000	29,000	841,000	1667,500
8		25,75		56,25					
60,000	28,000	1	60,000	60,000	3600,00	28,000	28,000	784,000	1680,000
60,000	31,000	1	60,000	60,000	3600,00	31,000	31,000	961,000	1860,000
9		29,5		60					

SSX = 171,4165
 SSY = 42,52678
 SX = 13,09261
 SY = 6,521256
 M = 81,20341
 SY = 6,430044
 T = 1,185603
 TT = 9,183969E-02

SM SU SUM SU2M SV SVM SV2M SVM
 36,000 1419,500 1419,500 161971,250 660,550 660,550 13608,610 128897,970

UB VB R H
 39,431 18,349 0,951 5,627

XB YB BYX BXY
 39,431 18,349 0,474 1,909

F = 1,970014

$$-Rd_{PDM} = f(Rp) \quad (2.32)$$

N X0 H1 Y0 H2
36 0,000 1,000 0,000 1,000

X	Y	M	U	UM	U2M	V	VM	V2M	UVM
0,000	15,000	2	0,000	0,000	0,00	15,000	27,000	405,000	0,000
1	15		0						
0,230	12,000	1	0,230	0,230	0,05	12,000	12,000	144,000	2,765
0,301	17,500	2	0,301	0,602	0,18	17,500	35,000	612,500	10,536
0,301	20,000	2	0,301	0,602	0,18	20,000	40,000	800,000	12,041
0,301	21,000	2	0,301	0,602	0,18	21,000	42,000	882,000	12,643
2	18,42857		0,290947						
0,415	27,500	3	0,415	1,245	0,52	27,500	82,500	2268,750	34,235
0,477	25,000	3	0,477	1,241	0,59	25,000	65,000	1625,000	31,013
3	26,33929		0,4438277						
0,505	27,500	3	0,505	1,616	0,82	27,500	89,000	2420,000	44,453
0,505	37,000	4	0,505	1,819	0,92	37,000	133,200	4928,400	67,286
0,505	37,000	4	0,505	2,021	1,02	37,000	148,000	5476,000	74,762
0,531	35,000	3	0,531	1,807	0,96	35,000	119,000	4165,000	63,246
0,531	42,500	4	0,531	2,339	1,24	42,500	187,000	7947,500	99,387
0,556	27,500	5	0,556	2,782	1,55	27,500	137,500	3781,250	76,492
4	34,43644		0,5246893						
0,591	40,000	3	0,591	1,891	1,12	40,000	128,000	5120,000	75,656
0,602	31,500	3	0,602	1,927	1,16	31,500	100,800	3175,200	60,688
0,602	45,000	4	0,602	2,649	1,59	45,000	198,000	8910,000	119,208
0,623	42,500	5	0,623	3,116	1,94	42,500	212,500	9031,250	132,441
5	40,46203		0,6065386						
0,643	35,000	4	0,643	2,574	1,66	35,000	140,000	4900,000	90,093
0,643	47,000	6	0,643	3,861	2,48	47,000	282,000	13254,000	181,454
0,663	37,500	4	0,663	2,320	1,54	37,500	131,250	4921,875	66,987
0,699	35,000	4	0,699	2,936	2,05	35,000	147,000	5145,000	102,749
0,699	51,500	6	0,699	3,994	2,78	51,500	293,550	15117,820	205,183
0,699	57,500	4	0,699	2,796	1,95	57,500	230,000	13225,000	160,763
6	44,56423		0,6740826						
0,740	45,000	6	0,740	4,146	3,07	45,000	252,000	11340,000	186,571
0,740	51,500	4	0,740	3,258	2,41	51,500	226,500	11669,900	167,766
0,748	42,500	6	0,748	4,414	3,30	42,500	250,750	10656,880	187,608
0,763	40,000	7	0,763	5,268	4,02	40,000	276,000	11040,000	210,706
0,763	47,500	5	0,763	3,817	2,91	47,500	237,500	11281,250	181,314
0,778	37,500	6	0,778	4,358	3,39	37,500	210,000	7875,000	163,412
0,778	60,000	7	0,778	5,136	4,00	60,000	396,000	23760,000	308,148
7	46,22125		0,7599045						
0,820	51,500	7	0,820	5,409	4,43	51,500	339,900	17504,850	278,563
0,820	55,000	7	0,820	5,901	4,84	55,000	396,000	21780,000	324,539
0,833	47,500	5	0,833	4,163	3,47	47,500	237,500	11281,250	197,721
0,845	57,500	7	0,845	5,916	5,00	57,500	402,500	23143,750	340,152
0,857	55,000	6	0,857	5,144	4,41	55,000	330,000	18150,000	282,920
8	53,64465		0,8343375						
0,903	60,000	8	0,903	7,225	6,52	60,000	480,000	28800,000	433,483
9	60		0,9030901						

SS2X = 0,0270351
 SS2Y = 131,0477
 SX = 0,1644235
 SY = 11,44761
 M = 1,584424
 SY = 11,412
 T = 1,700226
 TT = 10,37279

SM SU SUM SU2M SV SVM SV2M SUVM
 161,000 22,015 109,111 78,271 1417,500 7014,050 326538,400 5006,975

UB VB R H
 0,678 43,566 0,842 10,648

XB YB BYX BXY
 0,678 43,566 58,606 0,012

F = 3,051815

$$R_p = f(N_{10PDM}) \quad (2.33)$$

Anexo 2.16
 listing 2.1

N X0 H1 Y0 H2
 33 0,030 1,000 0,060 1,000

X	Y	M	U	UM	U2M	V	VM	V2M	UVM
18,000	6,750	1	18,000	18,000	324,00	6,750	6,750	45,563	121,500
19,000	5,000	1	19,000	19,000	361,00	5,000	5,000	25,000	95,000
1	5,875		18,5						
19,500	5,300	1	19,500	19,500	380,25	5,300	5,300	28,090	103,350
20,500	9,000	1	20,500	20,500	420,25	9,000	9,000	81,000	184,500
21,500	6,000	1	21,500	21,500	462,25	6,000	6,000	36,000	129,000
2	6,766667		20,5						
23,000	6,700	1	23,000	23,000	529,00	6,700	6,700	44,890	154,100
24,000	8,000	1	24,000	24,000	576,00	8,000	8,000	64,000	192,000
24,500	8,250	1	24,500	24,500	600,25	8,250	8,250	68,063	202,125
24,500	11,250	1	24,500	24,500	600,25	11,250	11,250	126,563	275,625
3	8,55		24						
26,000	7,500	1	26,000	26,000	676,00	7,500	7,500	56,250	195,000
27,500	15,000	1	27,500	27,500	756,25	15,000	15,000	225,000	412,500
28,000	12,700	1	28,000	28,000	784,00	12,700	12,700	161,290	355,600
4	11,73333		27,16667						
29,000	9,800	1	29,000	29,000	841,00	9,800	9,800	96,040	284,200
29,000	9,800	1	29,000	29,000	841,00	9,800	9,800	96,040	284,200
30,000	11,700	1	30,000	30,000	900,00	11,700	11,700	136,890	351,000
30,000	14,700	1	30,000	30,000	900,00	14,700	14,700	216,090	441,000
31,000	11,300	1	31,000	31,000	961,00	11,300	11,300	127,690	350,300
31,000	12,000	1	31,000	31,000	961,00	12,000	12,000	144,000	372,000
5	11,55		30						
32,000	13,000	1	32,000	32,000	1024,00	13,000	13,000	169,000	416,000
32,000	14,300	1	32,000	32,000	1024,00	14,300	14,300	204,490	457,600
33,000	11,000	1	33,000	33,000	1089,00	11,000	11,000	121,000	363,000
33,000	16,000	1	33,000	33,000	1089,00	16,000	16,000	256,000	528,000
6	13,575		32,5						
34,000	10,000	1	34,000	34,000	1156,00	10,000	10,000	100,000	340,000
35,000	12,000	1	35,000	35,000	1225,00	12,000	12,000	144,000	420,000
36,000	17,700	1	36,000	36,000	1296,00	17,700	17,700	313,290	467,200
7	13,23333		35						
37,000	15,000	1	37,000	37,000	1369,00	15,000	15,000	225,000	555,000
37,000	16,000	1	37,000	37,000	1369,00	16,000	16,000	256,000	592,000
37,000	21,000	1	37,000	37,000	1369,00	21,000	21,000	441,000	777,000
8	17,33333		37						
39,000	19,000	1	39,000	39,000	1521,00	19,000	19,000	361,000	741,000
40,000	13,000	1	40,000	40,000	1600,00	13,000	13,000	169,000	520,000
40,000	16,000	1	40,000	40,000	1600,00	16,000	16,000	256,000	640,000
9	16		39,66667						
41,000	17,700	1	41,000	41,000	1681,00	17,700	17,700	313,290	725,700
42,000	17,700	1	42,000	42,000	1764,00	17,700	17,700	313,290	743,400
10	17,7		41,5						

SX = 6,854653
 SY = 4,215654
 M = 24,52002
 SY = 4,151289
 T = 1,372932
 TT = 0,2033975

SM SU SUM SU2M SV SVM SV2M S SVM
 33,000 1004,000 1004,000 132049,500 400,150 400,150 5420,818 12958,900

VB VB R H
 30,424 12,126 0,849 4,800

XS YR BXX BXY
 30,424 12,126 0,522 1,380

F = 0,5960359
 SS2X = 46,98627
 SS2Y = 17,77174

$$N10PDM = f(N10PDU) \quad (2.34)$$

X	Y	M	U	UM	UM	V	VM	V2M	UVM
5,000	19,000	1	5,000	5,000	25,00	19,000	19,000	\$361,000	95,000
5,300	19,500	1	5,300	5,300	28,09	19,500	19,500	\$380,250	\$103,350
		19,25			5,15				
6,000	21,500	1	6,000	6,000	36,00	21,500	21,500	\$462,250	\$129,000
6,700	18,000	1	6,700	6,700	44,89	18,000	18,000	\$324,000	\$120,600
6,700	23,000	1	6,700	6,700	44,89	23,000	23,000	\$529,000	\$154,100
		20,93333			6,466667				
8,000	24,000	1	8,000	8,000	64,00	24,000	24,000	\$576,000	\$192,000
8,300	25,000	1	8,300	8,300	68,89	25,000	25,000	\$625,000	\$207,500
8,300	26,000	1	8,300	8,300	68,89	26,000	26,000	\$676,000	\$215,800
9,000	21,000	1	9,000	9,000	81,00	21,000	21,000	\$441,000	\$189,000
		24			8,400001				
9,800	29,000	1	9,800	9,800	96,04	29,000	29,000	\$841,000	\$284,200
9,800	29,000	1	9,800	9,800	96,04	29,000	29,000	\$841,000	\$284,200
10,000	34,000	1	10,000	10,000	100,00	34,000	34,000	\$1156,000	\$340,000
		30,66667			9,866667				
11,000	33,000	1	11,000	11,000	121,00	33,000	33,000	\$1089,000	\$363,000
11,300	25,000	1	11,300	11,300	127,69	25,000	25,000	\$625,000	\$282,500
11,300	31,000	1	11,300	11,300	127,69	31,000	31,000	\$961,000	\$350,300
11,700	30,000	1	11,700	11,700	136,89	30,000	30,000	\$900,000	\$351,000
12,300	31,000	1	12,300	12,300	151,29	31,000	31,000	\$961,000	\$381,300
12,300	35,000	1	12,300	12,300	151,29	35,000	35,000	\$1225,000	\$430,500
		30,93333			11,65				
13,000	28,000	1	13,000	13,000	169,00	28,000	28,000	\$784,000	\$354,000
13,000	33,000	1	13,000	13,000	169,00	33,000	33,000	\$1089,000	\$429,000
13,300	40,000	1	13,300	13,300	176,89	40,000	40,000	\$1600,000	\$532,000
14,300	32,000	1	14,300	14,300	204,49	32,000	32,000	\$1024,000	\$457,600
		33,25			13,4				
14,700	30,000	1	14,700	14,700	216,09	30,000	30,000	\$900,000	\$441,000
14,700	37,000	1	14,700	14,700	216,09	37,000	37,000	\$1369,000	\$543,900
15,000	28,000	1	15,000	15,000	225,00	28,000	28,000	\$784,000	\$420,000
		31,66667			14,8				
16,000	33,000	1	16,000	16,000	256,00	33,000	33,000	\$1089,000	\$528,000
16,000	37,000	1	16,000	16,000	256,00	37,000	37,000	\$1369,000	\$592,000
16,000	40,000	1	16,000	16,000	256,00	40,000	40,000	\$1600,000	\$640,000
		36,66667			16				
17,300	42,000	1	17,300	17,300	299,29	42,000	42,000	\$1764,000	\$726,600
17,600	36,000	1	17,600	17,600	309,76	36,000	36,000	\$1296,000	\$633,600
17,600	41,000	1	17,600	17,600	309,76	41,000	41,000	\$1681,000	\$721,600
		39,66667			17,5				
19,000	39,000	1	19,000	19,000	361,00	39,000	39,000	\$1521,000	\$741,000
21,000	37,000	1	21,000	21,000	441,00	37,000	37,000	\$1369,000	\$777,000
		38			20				

SX = 4,164203
 SY = 6,80933
 M = 24,21622
 SY = 6,70536
 T = 2,180316
 TT = 0,5317034

SM	SU	SUM	SUM2M	SV	SVM	SV2M	SUVM
33,000	401,300	431,300	5434,950	1007,000	1007,000	\$32212,500	\$13020,650

UB	VB	R	H
12,161	30,515	0,854	4,831

(2)

XB YB BX BY
 12,161 30,515 1,397 0,522
 F = 1,758848
 SS2X = 17,34059
 SS2Y = 46,36697

$$N_{10PDU} = f(N_{10PDM}) \quad (2.35)$$

VERIFIED

N	X0	H1	Y0	H2						
31	0,000	1,000	0,000	1,000						
	X	Y	M	U	UM	U2M	V	VM	V2M	UVM
76,000	15,200	1	76,000	76,000	\$5776,00	15,200	15,200	\$231,040	\$1155,200	
79,000	16,000	1	79,000	79,000	\$6247,00	16,000	16,000	\$256,000	\$1264,000	
80,000	19,200	1	80,000	80,000	\$6400,00	19,200	19,200	\$368,640	\$1536,000	
1	15,8		28,33334							
85,000	18,000	1	85,000	85,000	\$7225,00	18,000	18,000	\$324,000	\$1530,000	
90,000	17,600	1	90,000	90,000	\$8100,00	17,600	17,600	\$309,760	\$1584,000	
90,000	22,800	1	90,000	90,000	\$9100,00	22,800	22,800	\$519,840	\$2052,000	
96,000	19,000	1	96,000	96,000	\$9216,00	19,000	19,000	\$361,000	\$1824,000	
2	19,35		90,25							
100,000	21,000	1	\$100,000	\$100,000	\$10000,00	21,000	21,000	\$441,000	\$2100,000	
100,000	23,800	1	\$100,000	\$100,000	\$10000,00	23,800	23,800	\$566,440	\$2380,000	
100,000	20,400	1	\$100,000	\$100,000	\$10000,00	20,400	20,400	\$416,160	\$2040,000	
100,000	27,000	1	\$100,000	\$100,000	\$10000,00	27,000	27,000	\$729,000	\$2700,000	
3	23,05		100							
100,000	19,200	1	\$100,000	\$100,000	\$10000,00	19,200	19,200	\$368,640	\$1920,000	
100,000	24,600	1	\$100,000	\$100,000	\$10000,00	24,600	24,600	\$605,160	\$2460,000	
100,000	26,000	1	\$100,000	\$100,000	\$10000,00	26,000	26,000	\$676,000	\$2600,000	
4	23,26667		100							
104,000	22,800	1	\$104,000	\$104,000	\$10816,00	22,800	22,800	\$519,840	\$2371,200	
104,000	26,600	1	\$104,000	\$104,000	\$10816,00	26,600	26,600	\$707,560	\$2756,400	
107,000	26,600	1	\$107,000	\$107,000	\$11449,00	26,600	26,600	\$707,560	\$2846,200	
107,000	25,800	1	\$107,000	\$107,000	\$11449,00	25,800	25,800	\$718,240	\$2867,600	
5	25,7		105,5							
110,000	27,800	1	\$110,000	\$110,000	\$12100,00	27,800	27,800	\$771,840	\$3058,000	
110,000	26,800	1	\$110,000	\$110,000	\$12100,00	26,800	26,800	\$718,240	\$2948,000	
110,000	29,200	1	\$110,000	\$110,000	\$12100,00	29,200	29,200	\$851,640	\$3212,000	
6	27,93333		110							
111,000	27,000	1	\$111,000	\$111,000	\$12321,00	27,000	27,000	\$729,000	\$2997,000	
111,000	24,800	1	\$111,000	\$111,000	\$12321,00	24,800	24,800	\$618,040	\$2752,800	
111,000	28,600	1	\$111,000	\$111,000	\$12321,00	28,600	28,600	\$817,960	\$3174,600	
112,000	31,600	1	\$112,000	\$112,000	\$12544,00	31,600	31,600	\$998,560	\$3539,200	
7	28		111,25							
118,000	29,600	1	\$118,000	\$118,000	\$13924,00	29,600	29,600	\$876,160	\$3492,800	
120,000	27,200	1	\$120,000	\$120,000	\$14400,00	27,200	27,200	\$739,840	\$3264,000	
121,000	28,800	1	\$121,000	\$121,000	\$14641,00	28,800	28,800	\$829,440	\$3484,800	
125,000	30,200	1	\$125,000	\$125,000	\$15625,00	30,200	30,200	\$912,040	\$3775,000	
8	28,95		121							
134,000	30,600	1	\$134,000	\$134,000	\$17956,00	30,600	30,600	\$936,360	\$4100,400	
135,000	28,200	1	\$135,000	\$135,000	\$18225,00	28,200	28,200	\$795,240	\$3807,000	
9	29,4		134,5							

SM	SU	SUM	SU2M	SV	SVM	SV2M	SUVM
31,000	3246,000	3246,000	\$346166,000	763,000	763,000	\$19419,240	\$81602,200

UB	VB	R	H
104,710	24,613	0,853	4,670

XB	YB	BYX	BYX
104,710	24,613	0,272	2,672
F= 1,863515			
SS2X= 209,2796			
SS2Y= 21,31983			
SX= 14,4665			
SY= 4,61734			
M= 56,95704			

$$N_{10PDM} = f(Rp) \quad (2.36)$$

N	X0	H1	Y0	H2						
31	0,000	1,000	0,000	1,000						
	X	Y	M	U	UM	U2M	V	VM	V2M	UVM
76,000	38,100	1	76,000	76,000	\$5776,00	38,100	38,100	\$1451,610	\$2895,600	
79,000	37,220	1	79,000	79,000	\$6241,00	37,220	37,220	\$1385,328	\$2940,380	
80,000	44,740	1	80,000	80,000	\$6400,00	44,740	44,740	\$2001,668	\$3579,200	
1		40,02		78,33334						
85,000	32,530	1	85,000	85,000	\$7225,00	32,530	32,530	\$1058,201	\$2765,050	
90,000	44,110	1	90,000	90,000	\$8100,00	44,110	44,110	\$1945,692	\$3969,900	
90,000	41,290	1	90,000	90,000	\$8100,00	41,290	41,290	\$1704,864	\$3716,100	
96,000	38,650	1	96,000	96,000	\$9216,00	38,650	38,650	\$1493,823	\$3710,400	
2		39,145		90,25						
100,000	42,720	1	\$100,000	\$100,000	\$10000,00	42,720	42,720	\$1824,999	\$4272,000	
100,000	48,420	1	\$100,000	\$100,000	\$10000,00	48,420	48,420	\$2344,496	\$4842,000	
100,000	47,460	1	\$100,000	\$100,000	\$10000,00	47,460	47,460	\$2252,451	\$4746,000	
100,000	51,680	1	\$100,000	\$100,000	\$10000,00	51,680	51,680	\$2670,823	\$5168,000	
3		47,57		100						
100,000	44,670	1	\$100,000	\$100,000	\$10000,00	44,670	44,670	\$1995,409	\$4467,000	
100,000	50,040	1	\$100,000	\$100,000	\$10000,00	50,040	50,040	\$2504,002	\$5004,000	
100,000	52,890	1	\$100,000	\$100,000	\$10000,00	52,890	52,890	\$2797,352	\$5289,000	
4		49,2		100						
104,000	58,970	1	\$104,000	\$104,000	\$10816,00	58,970	58,970	\$3477,461	\$6132,880	
104,000	48,080	1	\$104,000	\$104,000	\$10816,00	48,080	48,080	\$2311,687	\$5000,320	
107,000	45,650	1	\$107,000	\$107,000	\$11449,00	45,650	45,650	\$2083,923	\$4884,550	
107,000	45,660	1	\$107,000	\$107,000	\$11449,00	45,880	45,880	\$2104,975	\$4903,160	
5		49,645		105,5						
110,000	50,250	1	\$110,000	\$110,000	\$12100,00	50,250	50,250	\$2525,363	\$5527,500	
110,000	54,980	1	\$110,000	\$110,000	\$12100,00	54,980	54,980	\$3022,800	\$6047,800	
110,000	55,890	1	\$110,000	\$110,000	\$12100,00	55,890	55,890	\$3123,692	\$6147,900	
6		55,70567		116						
111,000	51,680	1	\$111,000	\$111,000	\$12321,00	51,680	51,680	\$2670,823	\$5736,480	
111,000	47,850	1	\$111,000	\$111,000	\$12321,00	47,850	47,850	\$2289,622	\$5311,350	
111,000	54,750	1	\$111,000	\$111,000	\$12321,00	54,750	54,750	\$2997,563	\$6077,250	
112,000	54,100	1	\$112,000	\$112,000	\$12544,00	54,100	54,100	\$2926,810	\$6059,200	
7		52,095		111,25						
118,000	53,950	1	\$118,000	\$118,000	\$13324,00	53,950	53,950	\$2910,603	\$6566,100	
120,000	52,070	1	\$120,000	\$120,000	\$14400,00	52,070	52,070	\$2711,285	\$6248,400	
121,000	62,920	1	\$121,000	\$121,000	\$14641,00	62,920	62,920	\$3958,926	\$7613,320	
125,000	65,550	1	\$125,000	\$125,000	\$15625,00	65,550	65,550	\$4296,803	\$8193,750	
8		58,6225		121						
134,000	52,380	1	\$134,000	\$134,000	\$17956,00	52,380	52,380	\$2743,665	\$7018,920	
135,000	53,980	1	\$135,000	\$135,000	\$18225,00	53,980	53,980	\$2913,840	\$7287,300	
9		53,18		134,5						
	SM	SU	SUM	SU2M	SV	SVM	SV2M	SUVM		
31,000	3246,000	3246,000	\$346166,000	1523,450	1523,450	\$76500,270	\$161926,800			
	UB	VB	R	H						
104,710	49,144	0,752	4,118							

$$R_{dPDM} = f(R_p) \quad (2.37)$$

XB YB BYX BXY
 104,710 49,144 0,383 1,474
 F= 2,34439
 SS2X= 209,2796
 SS2Y= 54,41719
 SX= 14,4665
 SY= 7,376801
 M= 30,22917
 SY = 7,256849
 T = 3,092263
 TT = 0,2172867

N	X0	H1	Y0	H2						
41	0,000	1,000	0,000	1,000						
X	Y	M	U	UM	U2M	V	VM	V2M	UVM	
3,000	7,000	1	3,000	3,000	9,00	7,000	7,000	49,000	21,000	
3,000	10,000	1	3,000	3,000	9,00	10,000	10,000	*100,000	30,000	
4,000	17,000	1	4,000	4,000	16,00	17,000	17,000	*289,000	68,000	
1	11,33333		3,333333							
4,750	16,000	1	4,750	4,750	22,56	16,000	16,000	*256,000	76,000	
5,000	14,500	1	5,000	5,000	25,00	14,500	14,500	*210,250	72,500	
5,000	16,000	1	5,000	5,000	25,00	16,000	16,000	*256,000	80,000	
5,250	15,500	1	5,250	5,250	27,56	15,500	15,500	*240,250	81,375	
5,250	18,000	1	5,250	5,250	27,56	18,000	18,000	*324,000	94,500	
5,250	20,000	1	5,250	5,250	27,56	20,000	20,000	*400,000	*105,000	
2	16,66667		5,083333							
6,000	14,000	1	6,000	6,000	36,00	14,000	14,000	*196,000	84,000	
6,000	15,000	1	6,000	6,000	36,00	15,000	15,000	*225,000	90,000	
6,000	16,000	1	6,000	6,000	36,00	16,000	16,000	*256,000	96,000	
6,000	17,500	1	6,000	6,000	36,00	17,500	17,500	*306,250	*105,000	
6,000	18,500	1	6,000	6,000	36,00	18,500	18,500	*342,250	*111,000	
7,000	18,000	1	7,000	7,000	49,00	18,000	18,000	*324,000	*126,000	
7,000	21,000	1	7,000	7,000	49,00	21,000	21,000	*441,000	*147,000	
3	17,14286		6,285714							
7,500	20,500	1	7,500	7,500	56,25	20,500	20,500	*420,250	*153,750	
7,750	20,500	1	7,750	7,750	60,06	20,500	20,500	*420,250	*158,875	
8,000	24,000	1	8,000	8,000	64,00	24,000	24,000	*576,000	*192,000	
8,500	21,000	1	8,500	8,500	72,25	21,000	21,000	*441,000	*178,500	
8,500	23,000	1	8,500	8,500	72,25	23,000	23,000	*529,000	*195,500	
4	21,8		8,05							
10,000	18,500	1	10,000	10,000	100,00	18,500	18,500	*342,250	*185,000	
10,000	24,000	1	10,000	10,000	100,00	24,000	24,000	*576,000	*240,000	
10,000	25,000	1	10,000	10,000	100,00	25,000	25,000	*625,000	*250,000	
11,000	25,500	1	11,000	11,000	121,00	25,500	25,500	*650,250	*260,500	
11,000	28,000	1	11,000	11,000	121,00	28,000	28,000	*784,000	*308,000	
5	24,2		10,4							
11,900	30,000	1	11,900	11,900	141,61	30,000	30,000	*900,000	*357,000	
11,900	32,500	1	11,900	11,900	141,61	32,500	32,500	*1056,250	*388,750	
12,000	27,000	1	12,000	12,000	144,00	27,000	27,000	*729,000	*324,000	
12,000	27,500	1	12,000	12,000	144,00	27,500	27,500	*756,250	*330,000	
6	29,25		11,95							
15,000	29,000	1	15,000	15,000	225,00	29,000	29,000	*841,000	*435,000	
15,000	30,000	1	15,000	15,000	225,00	30,000	30,000	*900,000	*450,000	
15,000	33,000	1	15,000	15,000	225,00	33,000	33,000	*1089,000	*495,000	
16,000	34,000	1	16,000	16,000	256,00	34,000	34,000	*1156,000	*544,000	
16,000	37,500	1	16,000	16,000	256,00	37,500	37,500	*1406,250	*600,000	
7	32,7		15,4							
17,500	42,500	1	17,500	17,500	306,25	42,500	42,500	*1806,250	*743,750	
17,500	43,500	1	17,500	17,500	306,25	43,500	43,500	*1892,250	*761,250	
8	43		17,5							
19,000	40,000	1	19,000	19,000	361,00	40,000	40,000	*1600,000	*760,000	
19,000	44,000	1	19,000	19,000	361,00	44,000	44,000	*1936,000	*836,000	
20,000	42,000	1	20,000	20,000	400,00	42,000	42,000	*1764,000	*840,000	
20,000	48,000	1	20,000	20,000	400,00	48,000	48,000	*2304,000	*960,000	
9	43,5		19,5							

F = 1,888443
SS2X = 25,88194
SS2Y = 102,8811
SX = 5,08743
SY = 10,14303
M = 49,83889
SY = 10,01857
T = 1,446864
TT = 0,2879328

SM	SU	SUM	SU2M	SV	SVM	SV2M	SUVM
41,000	414,550	414,550	5226,783	1024,500	1024,500	*29715,250	*12352,250
UB	VB	R	H				

$$N_{10PDU} = f(N_{10PDM}) \quad (2.38)$$

42	0,000	1,000	0,000	1,000						
X	Y	M	U	UM	U2M	V	VM	V2M	UVM	
7,000	3,000	1	7,000	7,000	49,00	3,000	3,000	9,000	21,000	
10,000	3,000	1	10,000	10,000	100,00	3,000	3,000	9,000	30,000	
14,000	6,000	1	14,000	14,000	196,00	6,000	6,000	36,000	84,000	
1		4		10,33333						
14,500	5,000	1	14,500	14,500	210,25	5,000	5,000	25,000	72,500	
15,000	6,000	1	15,000	15,000	225,00	6,000	6,000	36,000	90,000	
15,500	5,250	1	15,500	15,500	240,25	5,250	5,250	27,563	81,375	
16,000	4,750	1	16,000	16,000	256,00	4,750	4,750	22,563	76,000	
16,000	5,000	1	16,000	16,000	256,00	5,000	5,000	25,000	80,000	
16,000	6,000	1	16,000	16,000	256,00	6,000	6,000	36,000	96,000	
2		5,333333		15,5						
17,000	4,000	1	17,000	17,000	289,00	4,000	4,000	16,000	68,000	
17,500	6,000	1	17,500	17,500	306,25	6,000	6,000	36,000	105,000	
18,000	5,250	1	18,000	18,000	324,00	5,250	5,250	27,563	94,500	
18,000	7,000	1	18,000	18,000	324,00	7,000	7,000	49,000	126,000	
18,000	10,000	1	18,000	18,000	324,00	10,000	10,000	100,000	180,000	
18,500	6,000	1	18,500	18,500	342,25	6,000	6,000	36,000	111,000	
18,500	6,000	1	18,500	18,500	342,25	6,000	6,000	36,000	111,000	
3		6,321429		17,92857						
20,000	5,250	1	20,000	20,000	400,00	5,250	5,250	27,563	105,000	
20,500	7,750	1	20,500	20,500	420,25	7,750	7,750	60,063	158,875	
21,000	7,000	1	21,000	21,000	441,00	7,000	7,000	49,000	147,000	
21,000	8,500	1	21,000	21,000	441,00	8,500	8,500	72,250	178,500	
23,000	7,500	1	23,000	23,000	529,00	7,500	7,500	56,250	178,500	
23,000	8,500	1	23,000	23,000	529,00	8,500	8,500	72,250	195,500	
23,500	10,000	1	23,500	23,500	552,25	10,000	10,000	100,000	235,000	
24,000	8,000	1	24,000	24,000	576,00	8,000	8,000	64,000	192,000	
4		7,8125		22						
25,000	10,000	1	25,000	25,000	625,00	10,000	10,000	100,000	250,000	
25,500	11,000	1	25,500	25,500	650,25	11,000	11,000	121,000	281,500	
26,000	12,000	1	26,000	26,000	676,00	12,000	12,000	144,000	302,000	
27,000	12,000	1	27,000	27,000	729,00	12,000	12,000	144,000	324,000	
28,000	11,000	1	28,000	28,000	784,00	11,000	11,000	121,000	308,000	
29,000	15,000	1	29,000	29,000	841,00	15,000	15,000	225,000	435,000	
5		11,33333		26,75						
30,000	12,000	1	30,000	30,000	900,00	12,000	12,000	144,000	360,000	
30,000	15,000	1	30,000	30,000	900,00	15,000	15,000	225,000	450,000	
33,000	12,000	1	33,000	33,000	1089,00	12,000	12,000	144,000	396,000	
33,000	15,000	1	33,000	33,000	1089,00	15,000	15,000	225,000	459,000	
34,000	16,000	1	34,000	34,000	1156,00	16,000	16,000	256,000	544,000	
6		14		32						
38,000	16,000	1	38,000	38,000	1444,00	16,000	16,000	256,000	608,000	
40,000	19,000	1	40,000	40,000	1600,00	19,000	19,000	361,000	750,000	
7		17,5		39						
42,000	20,000	1	42,000	42,000	1764,00	20,000	20,000	400,000	840,000	
42,500	17,500	1	42,500	42,500	1806,25	17,500	17,500	306,250	743,750	
43,500	17,500	1	43,500	43,500	1892,25	17,500	17,500	306,250	761,250	
44,000	19,000	1	44,000	44,000	1936,00	19,000	19,000	361,000	855,000	
46,000	20,000	1	46,000	46,000	2116,00	20,000	20,000	400,000	920,000	
8		18,8		43,6						

F= 1,416192
 SS2X= 99,38966
 SS2Y= 25,67193
 .SX = 9,969437
 SY = 5,066748
 M = 48,67418
 SY = 5,006065
 T = 0,7363662
 TF = 0,0747577

3M	SU	SUM	SU2M	SV	SVM	SV2M	SUVM
42,000	1042,000	1042,000	23926,500	420,750	420,750	5267,563	12434,250
UB	VB	R	H				

$$N_{10PDM} = f(N_{10PDU}) \quad (2.39)$$

N	X0	H1	Y0	H2	Z	Y	M	U	UM	U2M	V	VM	V2M	UVM
40	0.000	1.000	0.000	1.000										
					1	1.602	1	1.602	1.602	2.57	1.061	1.061	1.125	1.699
					1	1.602	1	1.602	1.602	2.57	1.155	1.155	1.335	1.851
					1		1.163617		1.60206					
					1	1.653	1	1.653	1.653	2.73	1.079	1.079	1.165	1.784
					1	1.653	1	1.653	1.653	2.73	1.204	1.204	1.450	1.991
					1	1.672	1	1.672	1.672	2.80	1.176	1.176	1.383	1.967
					2		1.153131		1.659508					
					1	1.699	1	1.699	1.699	2.89	1.190	1.190	1.417	2.022
					1	1.699	1	1.699	1.699	2.89	1.217	1.217	1.482	2.068
					1	1.716	1	1.716	1.716	2.94	1.161	1.161	1.349	1.993
					3		1.163728		1.704648					
					1	1.740	1	1.740	1.740	3.03	1.161	1.161	1.349	2.021
					1	1.756	1	1.756	1.756	3.08	1.079	1.079	1.165	1.895
					1	1.756	1	1.756	1.756	3.08	1.332	1.332	1.775	2.340
					1	1.756	1	1.756	1.756	3.08	1.380	1.380	1.905	2.423
					4		1.2083		1.751997					
					1	1.771	1	1.771	1.771	3.14	1.267	1.267	1.606	2.244
					1	1.778	1	1.778	1.778	3.16	1.362	1.362	1.854	2.421
					5		1.131445		1.774502					
					1	1.799	1	1.799	1.799	3.24	1.230	1.230	1.514	2.214
					1	1.813	1	1.813	1.813	3.29	1.279	1.279	1.635	2.318
					1	1.820	1	1.820	1.820	3.31	1.217	1.217	1.482	2.215
					6		1.241229		1.810599					
					1	1.845	1	1.845	1.845	3.40	1.176	1.176	1.383	2.170
					1	1.845	1	1.845	1.845	3.40	1.255	1.255	1.576	2.316
					1	1.845	1	1.845	1.845	3.40	1.312	1.312	1.721	2.426
					7		1.21736		1.845038					
					1	1.869	1	1.869	1.869	3.49	1.322	1.322	1.748	2.472
					1	1.869	1	1.869	1.869	3.49	1.332	1.332	1.775	2.491
					1	1.869	1	1.869	1.869	3.49	1.342	1.342	1.802	2.509
					8		1.11156		1.869232					
					1	1.886	1	1.886	1.886	3.56	1.279	1.279	1.635	2.412
					1	1.886	1	1.886	1.886	3.56	1.301	1.301	1.693	2.454
					1	1.886	1	1.886	1.886	3.56	1.312	1.312	1.721	2.475
					1	1.886	1	1.886	1.886	3.56	1.362	1.362	1.854	2.569
					1	1.892	1	1.892	1.892	3.58	1.398	1.398	1.954	2.645
					9		1.1331241		1.887612					
					1	1.914	1	1.914	1.914	3.66	1.161	1.161	1.349	2.223
					1	1.914	1	1.914	1.914	3.66	1.267	1.267	1.606	2.425
					1	1.914	1	1.914	1.914	3.66	1.332	1.332	1.775	2.550
					1	1.914	1	1.914	1.914	3.66	1.431	1.431	2.049	2.739
					10		1.208366		1.913814					
					1	1.924	1	1.924	1.924	3.70	1.217	1.217	1.482	2.343
					1	1.924	1	1.924	1.924	3.70	1.279	1.279	1.635	2.461
					1	1.924	1	1.924	1.924	3.70	1.342	1.342	1.802	2.583
					1	1.924	1	1.924	1.924	3.70	1.362	1.362	1.854	2.620
					11		1.1800097		1.924279					
					1	1.954	1	1.954	1.954	3.82	1.279	1.279	1.635	2.499
					1	1.954	1	1.954	1.954	3.82	1.301	1.301	1.693	2.543
					1	1.954	1	1.954	1.954	3.82	1.322	1.322	1.748	2.584
					1	1.954	1	1.954	1.954	3.82	1.380	1.380	1.905	2.697
					12		1.1320554		1.954243					

F = 0,8214433
SS2X = 1,070203E-02
SS2Y = 8,411938E-03
SX = 0,1034506
SY = 9,171662E-02
T = 3,878532E-02
TT = 0,3796924

$$\log N_{10PDM} = f(\log R_p) (2.40)$$

SM	SU	SUM	SU2M	SV	SVM	SV2M	SUVM
40.000	73.036	73.036	133.773	50.620	50.620	64.387	92.667

N	X0	H1	Y0	H2						
40	0,000	1,000	0,000	1,000						
X	Y	H	U	UM	U2M	V	VM	V2M	UVM	
40,000	11,500	1	40,000	40,000	\$1600,00	11,500	11,500	\$132,250	\$460,000	
40,000	14,300	1	40,000	40,000	\$1600,00	14,300	14,300	\$204,490	\$572,000	
1		12,9		40						
45,000	12,000	1	45,000	45,000	\$2025,00	12,000	12,000	\$144,000	\$540,000	
45,000	16,000	1	45,000	45,000	\$2025,00	16,000	16,000	\$256,000	\$720,000	
47,000	15,000	1	47,000	47,000	\$2209,00	15,000	15,000	\$225,000	\$705,000	
2		14,33333		45,66667						
50,000	15,500	1	50,000	50,000	\$2500,00	15,500	15,500	\$240,250	\$775,000	
50,000	16,500	1	50,000	50,000	\$2500,00	16,500	16,500	\$272,250	\$825,000	
52,000	14,500	1	52,000	52,000	\$2704,00	14,500	14,500	\$210,250	\$754,000	
3		15,5		50,66667						
55,000	14,500	1	55,000	55,000	\$3025,00	14,500	14,500	\$210,250	\$797,500	
57,000	12,000	1	57,000	57,000	\$3249,00	12,000	12,000	\$144,000	\$684,000	
57,000	21,500	1	57,000	57,000	\$3249,00	21,500	21,500	\$462,250	\$1225,500	
57,000	24,000	1	57,000	57,000	\$3249,00	24,000	24,000	\$576,000	\$1368,000	
4		18		56,5						
59,000	18,500	1	59,000	59,000	\$3481,00	18,500	18,500	\$342,250	\$1091,500	
60,000	23,000	1	60,000	60,000	\$3600,00	23,000	23,000	\$529,000	\$1380,000	
5		20,75		59,5						
63,000	17,000	1	63,000	63,000	\$3969,00	17,000	17,000	\$289,000	\$1071,000	
65,000	19,000	1	65,000	65,000	\$4225,00	19,000	19,000	\$361,000	\$1235,000	
66,000	16,500	1	66,000	66,000	\$4356,00	16,500	16,500	\$272,250	\$1069,000	
6		17,5		64,66666						
70,000	15,000	1	70,000	70,000	\$4900,00	15,000	15,000	\$225,000	\$1050,000	
70,000	18,000	1	70,000	70,000	\$4900,00	18,000	18,000	\$324,000	\$1260,000	
70,000	20,500	1	70,000	70,000	\$4900,00	20,500	20,500	\$420,250	\$1435,000	
7		17,83333		70						
74,000	21,000	1	74,000	74,000	\$5476,00	21,000	21,000	\$441,000	\$1554,000	
74,000	21,500	1	74,000	74,000	\$5476,00	21,500	21,500	\$462,250	\$1591,000	
74,000	22,000	1	74,000	74,000	\$5476,00	22,000	22,000	\$484,000	\$1628,000	
8		21,5		74						
77,000	13,500	1	77,000	77,000	\$5929,00	13,500	13,500	\$361,000	\$1463,000	
77,000	20,000	1	77,000	77,000	\$5929,00	20,000	20,000	\$400,000	\$1540,000	
77,000	20,500	1	77,000	77,000	\$5929,00	20,500	20,500	\$420,250	\$1578,500	
77,000	23,000	1	77,000	77,000	\$5929,00	23,000	23,000	\$529,000	\$1771,000	
78,000	25,000	1	78,000	78,000	\$6084,00	25,000	25,000	\$625,000	\$1950,000	
9		21,5		77,2						
82,000	14,500	1	82,000	82,000	\$6724,00	14,500	14,500	\$210,250	\$1189,000	
82,000	18,500	1	82,000	82,000	\$6724,00	18,500	18,500	\$342,250	\$1517,000	
82,000	21,500	1	82,000	82,000	\$6724,00	21,500	21,500	\$462,250	\$1763,000	
82,000	27,000	1	82,000	82,000	\$6724,00	27,000	27,000	\$729,000	\$2214,000	
10		20,375		82						
84,000	16,500	1	84,000	84,000	\$7056,00	16,500	16,500	\$272,250	\$1386,000	
84,000	19,000	1	84,000	84,000	\$7056,00	19,000	19,000	\$361,000	\$1596,000	
84,000	22,000	1	84,000	84,000	\$7056,00	22,000	22,000	\$484,000	\$1848,000	
84,000	23,000	1	84,000	84,000	\$7056,00	23,000	23,000	\$529,000	\$1932,000	
11		20,125		84						
90,000	19,000	1	90,000	90,000	\$8100,00	19,000	19,000	\$361,000	\$1710,000	
90,000	20,000	1	90,000	90,000	\$8100,00	20,000	20,000	\$400,000	\$1800,000	
90,000	21,000	1	90,000	90,000	\$8100,00	21,000	21,000	\$441,000	\$1890,000	
90,000	24,000	1	90,000	90,000	\$8100,00	24,000	24,000	\$576,000	\$2160,000	
12		21		90						
SM	SU	SUM	SU2M	SV	SVM	SU2M	SUVM			
40,000	2750,000	2750,000	\$198014,000	752,800	752,800	\$14730,240	\$53118,000			

F = 0,956884
SS2X = 229,5256
SS2Y = 14,42421
SX = 15,1501
SY = 3,797921
M = -34,94862
SY = 3,750138
T = 1,681806
TT = 0,1124237

$$N10PDM = f(Rp) \quad (2.4)$$

N	X0	H1	Y0	H2						
40	0,000	1,000	0,000	1,000						
	X	Y	M	U	UM	U2M	V	VM	V2M	VM2
	Rp	Rd PDM								
40,000	30,000	1	40,000	40,000	#1600,00	30,000	30,000	#900,000	#1200,000	
40,000	32,500	1	40,000	40,000	#1600,00	32,500	32,500	#1056,250	#1300,000	
		31,25		40						
45,000	30,500	1	45,000	45,000	#2025,00	30,500	30,500	#930,250	#1372,500	
45,000	33,500	1	45,000	45,000	#2025,00	33,500	33,500	#1122,250	#1507,500	
47,000	30,000	1	47,000	47,000	#2209,00	30,000	30,000	#900,000	#1410,000	
		31,33333		45,66667						
50,000	37,000	1	50,000	50,000	#2500,00	37,000	37,000	#1369,000	#1850,000	
50,000	39,500	1	50,000	50,000	#2500,00	39,500	39,500	#1560,250	#1975,000	
52,000	32,500	1	52,000	52,000	#2794,00	32,500	32,500	#1056,250	#1690,000	
		36,33333		50,66667						
55,000	32,500	1	55,000	55,000	#3025,00	32,500	32,500	#1056,250	#1787,500	
57,000	30,000	1	57,000	57,000	#3249,00	30,000	30,000	#900,000	#1710,000	
57,000	46,500	1	57,000	57,000	#3249,00	46,500	46,500	#2162,250	#2650,500	
57,000	50,000	1	57,000	57,000	#3249,00	50,000	50,000	#2500,000	#2950,000	
		39,75		56,5						
59,000	42,000	1	59,000	59,000	#3481,00	42,000	42,000	#1764,000	#2478,000	
60,000	46,000	1	60,000	60,000	#3600,00	46,000	46,000	#2116,000	#2760,000	
		44		59,5						
63,000	40,000	1	63,000	63,000	#3969,00	40,000	40,000	#1600,000	#2520,000	
65,000	48,000	1	65,000	65,000	#4225,00	48,000	48,000	#2004,000	#3120,000	
66,000	39,000	1	66,000	66,000	#4356,00	39,000	39,000	#1521,000	#2374,000	
		42,33333		64,66666						
70,000	32,500	1	70,000	70,000	#4900,00	32,500	32,500	#1056,250	#2275,000	
70,000	42,000	1	70,000	70,000	#4900,00	42,000	42,000	#1764,000	#2340,000	
70,000	47,000	1	70,000	70,000	#4900,00	47,000	47,000	#2236,000	#2930,000	
		40,5		70						
74,000	47,000	1	74,000	74,000	#5476,00	47,000	47,000	#2236,000	#3478,000	
74,000	48,500	1	74,000	74,000	#5476,00	48,500	48,500	#2352,250	#3539,000	
74,000	49,500	1	74,000	74,000	#5476,00	49,500	49,500	#2450,250	#3663,000	
		48,33333		74						
77,000	41,500	1	77,000	77,000	#5929,00	41,500	41,500	#1722,250	#3195,500	
77,000	43,000	1	77,000	77,000	#5929,00	43,000	43,000	#1849,000	#3311,000	
77,000	45,000	1	77,000	77,000	#5929,00	45,000	45,000	#2025,000	#3485,000	
77,000	49,500	1	77,000	77,000	#5929,00	49,500	49,500	#2450,250	#3811,500	
78,000	51,500	1	78,000	78,000	#6084,00	51,500	51,500	#2652,250	#4017,000	
		46,1		77,2						
82,000	30,000	1	82,000	82,000	#6724,00	30,000	30,000	#900,000	#2460,000	
82,000	41,500	1	82,000	82,000	#6724,00	41,500	41,500	#1722,250	#3409,000	
82,000	45,000	1	82,000	82,000	#6724,00	45,000	45,000	#2025,000	#3690,000	
82,000	52,000	1	82,000	82,000	#6724,00	52,000	52,000	#2704,000	#4254,000	
		42,125		82						
84,000	38,500	1	84,000	84,000	#7056,00	38,500	38,500	#1482,250	#3204,000	
84,000	45,000	1	84,000	84,000	#7056,00	45,000	45,000	#2025,000	#3780,000	
84,000	48,000	1	84,000	84,000	#7056,00	48,000	48,000	#2304,000	#4032,000	
84,000	50,000	1	84,000	84,000	#7056,00	50,000	50,000	#2500,000	#4200,000	
		45,375		84						
90,000	41,000	1	90,000	90,000	#8100,00	41,000	41,000	#1681,000	#3690,000	
90,000	44,000	1	90,000	90,000	#8100,00	44,000	44,000	#1936,000	#3960,000	
90,000	45,000	1	90,000	90,000	#8100,00	45,000	45,000	#2025,000	#4050,000	
90,000	50,000	1	90,000	90,000	#8100,00	50,000	50,000	#2500,000	#4500,000	
		45		90						
SM	SU	SUM	SU2M	SV	SVM	SV2M	SVM2			
40,000	2750,000	2750,000	#196014,000	1666,500	1666,500	#71361,750	#117053,000			

F = 1,253479
SS2X = 229,5256
SS2Y = 49,51278
SX = 15,1501
SY = 7,030837
M = 63,61859
SY = 6,948374
T = 3,147588
TT = 0,2104069

$$Rd_{PDM} = f(Rp) \quad (2.42)$$

N X0 H1 Y0 H2
43 0,000 1,000 0,000 1,000

X	Y	M	U	UM	U2M	V	VM	V2M	UVM
3,800	24,500	1	3,800	3,800	14,44	24,500	24,500	1600,250	93,100
4,400	20,000	1	4,400	4,400	19,36	20,000	20,000	1400,000	88,000
4,400	19,000	1	4,400	4,400	19,36	19,000	19,000	1361,000	83,600
4,400	19,000	1	4,400	4,400	19,36	19,000	19,000	1361,000	83,600
4,800	19,500	1	4,800	4,800	23,04	19,500	19,500	1380,250	93,600
5,200	22,500	1	5,200	5,200	27,04	22,500	22,500	1506,250	117,000
1	20,75		4,5						
6,000	19,500	1	6,000	6,000	36,00	19,500	19,500	1380,250	117,000
6,000	22,000	1	6,000	6,000	36,00	22,000	22,000	1484,000	132,000
6,000	27,000	1	6,000	6,000	36,00	27,000	27,000	1729,000	162,000
6,500	21,000	1	6,500	6,500	42,25	21,000	21,000	1441,000	136,500
7,000	25,000	1	7,000	7,000	49,00	25,000	25,000	1625,000	175,000
7,000	31,500	1	7,000	7,000	49,00	31,500	31,500	1992,250	220,500
7,600	27,500	1	7,600	7,600	57,76	27,500	27,500	1756,250	209,000
7,800	24,500	1	7,800	7,800	60,84	24,500	24,500	1600,250	191,100
2	24,75		6,7375						
8,000	22,000	1	8,000	8,000	64,00	22,000	22,000	1484,000	176,000
8,200	30,000	1	8,200	8,200	67,24	30,000	30,000	1900,000	246,000
8,600	25,000	1	8,600	8,600	73,96	25,000	25,000	1625,000	215,000
8,600	27,000	1	8,600	8,600	73,96	27,000	27,000	1729,000	232,200
9,100	32,000	1	9,100	9,100	82,81	32,000	32,000	1624,000	251,200
9,200	30,000	1	9,200	9,200	84,64	30,000	30,000	1500,000	226,000
9,600	27,000	1	9,600	9,600	92,16	27,000	27,000	1729,000	255,200
9,600	34,000	1	9,600	9,600	92,16	34,000	34,000	1756,250	302,400
3	28,375		8,662501						
10,000	23,000	1	10,000	10,000	100,00	23,000	23,000	1529,000	200,000
10,200	29,500	1	10,200	10,200	104,04	29,500	29,500	1670,250	230,500
10,400	32,000	1	10,400	10,400	108,16	32,000	32,000	1624,000	232,000
10,400	33,500	1	10,400	10,400	108,16	33,500	33,500	1722,250	248,400
11,100	33,500	1	11,100	11,100	123,21	33,500	33,500	1722,250	271,850
11,400	30,000	1	11,400	11,400	129,96	30,000	30,000	1500,000	242,000
11,400	35,000	1	11,400	11,400	129,96	35,000	35,000	1725,000	299,000
4	30,92857		10,7						
12,000	28,500	1	12,000	12,000	144,00	28,500	28,500	1612,250	242,000
12,000	33,000	1	12,000	12,000	144,00	33,000	33,000	1689,000	296,000
12,000	35,500	1	12,000	12,000	144,00	35,500	35,500	1760,250	326,000
12,400	39,000	1	12,400	12,400	153,76	39,000	39,000	1821,000	383,600
13,000	33,000	1	13,000	13,000	169,00	33,000	33,000	1689,000	329,000
13,000	34,000	1	13,000	13,000	169,00	34,000	34,000	1756,000	342,000
13,000	37,000	1	13,000	13,000	169,00	37,000	37,000	1869,000	381,000
13,000	40,000	1	13,000	13,000	169,00	40,000	40,000	1900,000	420,000
5	35		12,55						
14,000	39,000	1	14,000	14,000	196,00	39,000	39,000	1821,000	346,000
14,200	37,500	1	14,200	14,200	201,64	37,500	37,500	1706,250	332,500
15,000	37,500	1	15,000	15,000	225,00	37,500	37,500	1706,250	352,500
6	38		14,4						
15,100	43,500	1	15,100	15,100	228,01	43,500	43,500	1892,250	356,850
15,600	40,000	1	15,600	15,600	243,36	40,000	40,000	1700,000	324,000
16,000	44,000	1	16,000	16,000	256,00	44,000	44,000	1936,000	370,000
7	42,5		15,56667						

F = 0,3271062
SS2X = 11,70737
SS2Y = 49,15726
SX = 3,421604
SY = 7,011223
M = 21,63437
SY = 6,929216
T = 1,627285
TT = 0,4812198

SM SU SUM SU2M SV SVM SV2M SUVH
43,000 417,000 417,000 4535,641 1287,500 1287,500 140614,750 110394,400

UB VB R H

$$N_{10PDU} = f(N_{10PDM}) (2.43)$$

N	X0	H1	Y0	H2						
43	0,000	1,000	0,000	1,000						
X	Y	M	U	UM	U2M	V	VM	V2M	UVM	
19,000	4,400	1	19,000	19,000	361,00	4,400	4,400	19,360	83,600	
19,000	4,400	1	19,000	19,000	361,00	4,400	4,400	19,360	83,600	
19,500	4,800	1	19,500	19,500	380,25	4,800	4,800	23,040	93,600	
19,500	6,000	1	19,500	19,500	380,25	6,000	6,000	36,000	117,000	
20,000	4,000	1	20,000	20,000	400,00	4,000	4,000	16,000	80,000	
21,000	6,400	1	21,000	21,000	441,00	6,400	6,400	40,960	134,400	
22,000	6,000	1	22,000	22,000	484,00	6,000	6,000	36,000	132,000	
22,000	8,000	1	22,000	22,000	484,00	8,000	8,000	64,000	176,000	
1		5,5		20,25						
22,500	5,200	1	22,500	22,500	506,25	5,200	5,200	27,040	117,000	
23,000	10,000	1	23,000	23,000	529,00	10,000	10,000	100,000	230,000	
24,500	3,800	1	24,500	24,500	600,25	3,800	3,800	14,440	93,100	
24,500	7,800	1	24,500	24,500	600,25	7,800	7,800	60,840	191,100	
25,000	7,000	1	25,000	25,000	625,00	7,000	7,000	49,000	175,000	
25,000	8,700	1	25,000	25,000	625,00	8,700	8,700	75,690	217,500	
2		7,083334		24,08333						
27,000	6,000	1	27,000	27,000	729,00	6,000	6,000	36,000	162,000	
27,000	9,700	1	27,000	27,000	729,00	9,700	9,700	94,090	261,900	
27,500	7,600	1	27,500	27,500	756,25	7,600	7,600	57,760	209,000	
28,000	8,600	1	28,000	28,000	784,00	8,600	8,600	73,960	240,800	
28,500	12,000	1	28,500	28,500	812,25	12,000	12,000	144,000	342,000	
29,500	10,200	1	29,500	29,500	870,25	10,200	10,200	104,040	300,900	
30,000	8,000	1	30,000	30,000	900,00	8,000	8,000	64,000	240,000	
30,000	9,200	1	30,000	30,000	900,00	9,200	9,200	84,640	276,000	
30,000	11,400	1	30,000	30,000	900,00	11,400	11,400	129,960	342,000	
3		9,18889		28,61111						
31,000	7,000	1	31,000	31,000	961,00	7,000	7,000	49,000	217,000	
32,000	9,100	1	32,000	32,000	1024,00	9,100	9,100	82,810	291,200	
32,000	10,500	1	32,000	32,000	1024,00	10,500	10,500	110,250	336,000	
33,000	12,000	1	33,000	33,000	1089,00	12,000	12,000	144,000	396,000	
33,000	13,000	1	33,000	33,000	1089,00	13,000	13,000	169,000	429,000	
4		10,32		32,2						
33,500	11,100	1	33,500	33,500	1122,25	11,100	11,100	123,210	371,850	
34,000	9,600	1	34,000	34,000	1156,00	9,600	9,600	92,160	326,400	
34,000	10,400	1	34,000	34,000	1156,00	10,400	10,400	108,160	353,600	
34,000	13,000	1	34,000	34,000	1156,00	13,000	13,000	169,000	442,000	
35,000	11,400	1	35,000	35,000	1225,00	11,400	11,400	129,960	399,000	
35,500	12,000	1	35,500	35,500	1260,25	12,000	12,000	144,000	426,000	
37,000	13,000	1	37,000	37,000	1369,00	13,000	13,000	169,000	481,000	
37,500	14,200	1	37,500	37,500	1406,25	14,200	14,200	201,640	532,500	
37,500	15,000	1	37,500	37,500	1406,25	15,000	15,000	225,000	562,500	
5		12,18889		35,33333						
39,000	12,400	1	39,000	39,000	1521,00	12,400	12,400	153,760	483,600	
39,000	14,000	1	39,000	39,000	1521,00	14,000	14,000	196,000	546,000	
40,000	15,600	1	40,000	40,000	1600,00	15,600	15,600	243,360	624,000	
40,500	13,000	1	40,500	40,500	1640,25	13,000	13,000	169,000	526,500	
43,500	15,000	1	43,500	43,500	1892,25	15,000	15,000	225,000	652,500	
44,000	16,000	1	44,000	44,000	1936,00	16,000	16,000	256,000	704,000	
6		14,33333		41						

$$F = 0,1035938$$

$$SS2x = 49,34469$$

$$SS2y = 11,81551$$

$$SX = 7,024578$$

$$SY = 3,437371$$

$$M = 21,758$$

$$SY = 3,397166$$

$$r = 0,8005842$$

$$TT = 0,1153178$$

$$N_{10PDM} = f(N_{10PDU}) \quad (2.44)$$

SM	SU	SUM	SU2M	SV	SVM	SV2M	SUVM
43,000	1289,000	1289,000	140712,500	416,500	416,500	4530,491	13399,150

UB	VB	R	H
29,977	9,686	0,301	5,840

10 11
1,000 1,000

Anexo 2.2C
Isifing 2.23

10		11		12		13		14		15	
10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1,000	2,500					2,500	2,500	5,000	2,500		2,500
2,000	6,000					6,000	6,000	14,000	6,000	16,000	16,000
3,000	10,500					10,500	6,000	20,500	16,000	16,000	16,000
4,000	14,000					14,000	14,000	28,000	28,000	42,000	42,000
5,000	18,000					18,000	18,000	36,000	36,000	45,000	45,000
6,000	22,000					22,000	22,000	44,000	44,000	60,000	60,000
7,000	26,000					26,000	26,000	52,000	52,000	69,000	69,000
8,000	30,000					30,000	30,000	60,000	60,000	78,000	78,000
9,000	34,000					34,000	34,000	68,000	68,000	87,000	87,000
10,000	38,000					38,000	38,000	76,000	76,000	96,000	96,000
11,000	42,000					42,000	42,000	84,000	84,000	105,000	105,000
12,000	46,000					46,000	46,000	92,000	92,000	114,000	114,000
13,000	50,000					50,000	50,000	100,000	100,000	123,000	123,000
14,000	54,000					54,000	54,000	108,000	108,000	132,000	132,000
15,000	58,000					58,000	58,000	116,000	116,000	141,000	141,000
16,000	62,000					62,000	62,000	124,000	124,000	150,000	150,000
17,000	66,000					66,000	66,000	132,000	132,000	159,000	159,000
18,000	70,000					70,000	70,000	140,000	140,000	168,000	168,000
19,000	74,000					74,000	74,000	148,000	148,000	177,000	177,000
20,000	78,000					78,000	78,000	156,000	156,000	186,000	186,000
21,000	82,000					82,000	82,000	164,000	164,000	195,000	195,000
22,000	86,000					86,000	86,000	172,000	172,000	204,000	204,000
23,000	90,000					90,000	90,000	180,000	180,000	213,000	213,000
24,000	94,000					94,000	94,000	188,000	188,000	222,000	222,000
25,000	98,000					98,000	98,000	196,000	196,000	231,000	231,000
26,000	102,000					102,000	102,000	204,000	204,000	240,000	240,000
27,000	106,000					106,000	106,000	212,000	212,000	249,000	249,000
28,000	110,000					110,000	110,000	220,000	220,000	258,000	258,000
29,000	114,000					114,000	114,000	228,000	228,000	267,000	267,000
30,000	118,000					118,000	118,000	236,000	236,000	276,000	276,000
31,000	122,000					122,000	122,000	244,000	244,000	285,000	285,000
32,000	126,000					126,000	126,000	252,000	252,000	294,000	294,000
33,000	130,000					130,000	130,000	260,000	260,000	303,000	303,000
34,000	134,000					134,000	134,000	268,000	268,000	312,000	312,000
35,000	138,000					138,000	138,000	276,000	276,000	321,000	321,000
36,000	142,000					142,000	142,000	284,000	284,000	330,000	330,000
37,000	146,000					146,000	146,000	292,000	292,000	339,000	339,000
38,000	150,000					150,000	150,000	300,000	300,000	348,000	348,000
39,000	154,000					154,000	154,000	308,000	308,000	357,000	357,000
40,000	158,000					158,000	158,000	316,000	316,000	366,000	366,000
41,000	162,000					162,000	162,000	324,000	324,000	375,000	375,000
42,000	166,000					166,000	166,000	332,000	332,000	384,000	384,000
43,000	170,000					170,000	170,000	340,000	340,000	393,000	393,000
44,000	174,000					174,000	174,000	348,000	348,000	402,000	402,000
45,000	178,000					178,000	178,000	356,000	356,000	411,000	411,000
46,000	182,000					182,000	182,000	364,000	364,000	420,000	420,000
47,000	186,000					186,000	186,000	372,000	372,000	429,000	429,000
48,000	190,000					190,000	190,000	380,000	380,000	438,000	438,000
49,000	194,000					194,000	194,000	388,000	388,000	447,000	447,000
50,000	198,000					198,000	198,000	396,000	396,000	456,000	456,000
51,000	202,000					202,000	202,000	404,000	404,000	465,000	465,000
52,000	206,000					206,000	206,000	412,000	412,000	474,000	474,000
53,000	210,000					210,000	210,000	420,000	420,000	483,000	483,000
54,000	214,000					214,000	214,000	428,000	428,000	492,000	492,000
55,000	218,000					218,000	218,000	436,000	436,000	501,000	501,000
56,000	222,000					222,000	222,000	444,000	444,000	510,000	510,000
57,000	226,000					226,000	226,000	452,000	452,000	519,000	519,000
58,000	230,000					230,000	230,000	460,000	460,000	528,000	528,000
59,000	234,000					234,000	234,000	468,000	468,000	537,000	537,000
60,000	238,000					238,000	238,000	476,000	476,000	546,000	546,000
61,000	242,000					242,000	242,000	484,000	484,000	555,000	555,000
62,000	246,000					246,000	246,000	492,000	492,000	564,000	564,000
63,000	250,000					250,000	250,000	500,000	500,000	573,000	573,000
64,000	254,000					254,000	254,000	508,000	508,000	582,000	582,000
65,000	258,000					258,000	258,000	516,000	516,000	591,000	591,000
66,000	262,000					262,000	262,000	524,000	524,000	600,000	600,000
67,000	266,000					266,000	266,000	532,000	532,000	609,000	609,000
68,000	270,000					270,000	270,000	540,000	540,000	618,000	618,000
69,000	274,000					274,000	274,000	548,000	548,000	627,000	627,000
70,000	278,000					278,000	278,000	556,000	556,000	636,000	636,000
71,000	282,000					282,000	282,000	564,000	564,000	645,000	645,000
72,000	286,000					286,000	286,000	572,000	572,000	654,000	654,000
73,000	290,000					290,000	290,000	580,000	580,000	663,000	663,000
74,000	294,000					294,000	294,000	588,000	588,000	672,000	672,000
75,000	298,000					298,000	298,000	596,000	596,000	681,000	681,000
76,000	302,000					302,000	302,000	604,000	604,000	690,000	690,000
77,000	306,000					306,000	306,000	612,000	612,000	699,000	699,000
78,000	310,000					310,000	310,000	620,000	620,000	708,000	708,000
79,000	314,000					314,000	314,000	628,000	628,000	717,000	717,000
80,000	318,000					318,000	318,000	636,000	636,000	726,000	726,000
81,000	322,000					322,000	322,000	644,000	644,000	735,000	735,000
82,000	326,000					326,000	326,000	652,000	652,000	744,000	744,000
83,000	330,000					330,000	330,000	660,000	660,000	753,000	753,000
84,000	334,000					334,000	334,000	668,000	668,000	762,000	762,000
85,000	338,000					338,000	338,000	676,000	676,000	771,000	771,000
86,000	342,000					342,000	342,000	684,000	684,000	780,000	780,000
87,000	346,000					346,000	346,000	692,000	692,000	789,000	789,000
88,000	350,000					350,000	350,000	700,000	700,000	798,000	798,000
89,000	354,000					354,000	354,000	708,000	708,000	807,000	807,000
90,000	358,000					358,000	358,000	716,000	716,000	816,000	816,000
91,000	362,000					362,000	362,000	724,000	724,000	825,000	825,000
92,000	366,000					366,000	366,000	732,000	732,000	834,000	834,000
93,000	370,000					370,000	370,000	740,000	740,000	843,000	843,000
94,000	374,000					374,000	374,000	748,000	748,000	852,000	852,000
95,000	378,000					378,000	378,000	756,000	756,000	861,000	861,000
96,000	382,000					382,000	382,000	764,000	764,000	870,000	870,000
97,000	386,000					386,000	386,000	772,000	772,000	879,000	879,000
98,000	390,000					390,000	390,000	780,000	780,000	888,000	888,000
99,000	394,000					394,000	394,000	788,000	788,000	897,000	897,000
100,000	398,000					398,000	398,000	796,000	796,000	906,000	906,000

94	95	101	102	90M	91M	92M
81,000	239,711	77	1704,198	152,000	114,000,160	4548,000
VE	VS					
6,775	19,733					

18 16
6,775 19,733
F= 0.4970160
SXX= 7,749223
SYY= 47,04879
SX= 2,780743
SY= 5,658211
N= 16,50719
SXY= 6,754484
T= 2,121906

TT = 0,7740685

Anexa 2.30
listing 2.2

N	X0	H1	Y0	H2						
33	0,000	1,000	0,000	1,000						
	X	Y	M	U	UM	U2M	V	VM	V2M	VM
	-2,500	1,000	1	2,500	2,500	6,25	1,000	1,000	1,000	2,500
	6,500	2,600	1	6,500	6,500	42,25	-2,600	2,600	6,760	16,900
	9,000	2,000	1	9,000	9,000	81,00	2,000	2,000	4,000	18,000
1			1,866667	6						
	11,500	4,800	1	11,500	11,500	132,25	4,800	4,800	23,040	55,200
	13,000	4,200	1	13,000	13,000	169,00	4,200	4,200	17,640	54,600
	14,000	3,000	1	14,000	14,000	196,00	3,000	3,000	9,000	42,000
	14,000	6,000	1	14,000	14,000	196,00	6,000	6,000	36,000	84,000
	15,000	3,000	1	15,000	15,000	225,00	3,000	3,000	9,000	45,000
	15,000	6,600	1	15,000	15,000	225,00	6,600	6,600	43,560	99,000
2		4,6		13,75						
	16,000	5,000	1	16,000	16,000	256,00	5,000	5,000	25,000	80,000
	17,000	5,600	1	17,000	17,000	289,00	5,600	5,600	31,360	95,200
	18,000	3,600	1	18,000	18,000	324,00	3,600	3,600	12,960	64,800
	18,000	8,000	1	18,000	18,000	324,00	8,000	8,000	64,000	144,000
	19,000	7,000	1	19,000	19,000	361,00	7,000	7,000	49,000	133,000
3		5,84		17,6						
	20,000	6,600	1	20,000	20,000	400,00	6,600	6,600	43,560	132,000
	20,000	7,800	1	20,000	20,000	400,00	7,800	7,800	60,840	156,000
	21,000	6,000	1	21,000	21,000	441,00	6,000	6,000	36,000	126,000
	21,000	8,400	1	21,000	21,000	441,00	8,400	8,400	70,560	176,400
	21,000	3,000	1	21,000	21,000	441,00	9,000	9,000	81,000	189,000
	21,500	10,000	1	21,500	21,500	462,25	10,000	10,000	100,000	215,000
	22,000	6,300	1	22,000	22,000	484,00	6,300	6,300	39,690	138,600
	23,000	6,500	1	23,000	23,000	529,00	6,500	6,500	42,250	145,500
	23,000	9,000	1	23,000	23,000	529,00	9,000	9,000	81,000	197,000
4		7,733333		21,36667						
	24,500	8,000	1	24,500	24,500	600,25	8,000	8,000	64,000	196,000
	25,000	6,500	1	25,000	25,000	625,00	6,500	6,500	39,690	157,500
	25,000	10,500	1	25,000	25,000	625,00	10,500	10,500	110,250	265,000
	25,500	9,000	1	25,500	25,500	650,25	9,000	9,000	81,000	229,500
	27,000	7,200	1	27,000	27,000	729,00	7,200	7,200	51,840	194,400
	27,500	10,000	1	27,500	27,500	756,25	10,000	10,000	100,000	275,000
	27,500	11,000	1	27,500	27,500	756,25	11,000	11,000	121,000	302,500
5		8,871428		26						
	29,000	10,000	1	29,000	29,000	841,00	10,000	10,000	100,000	290,000
	29,000	10,000	1	29,000	29,000	841,00	10,000	10,000	100,000	290,000
	31,000	11,200	1	31,000	31,000	961,00	11,200	11,200	125,440	347,200
6		10,4		29,66667						
	SM	SU	SUM	SU2M	SV	SVM	SV2M	SUVM		
	33,000	652,000	652,000	14339,000	225,300	225,300	1782,550	4970,800		
	UB	VB	R	H						
	19,758	6,827	0,870	4,924						
	IB	YB	BYX	BYX						
	19,758	6,827	0,356	2,126						

$$N_{10PDM} = f(N_{10PDU}) \quad (2.46)$$

F= 0,1933849
 SS2X= 45,53315
 SS2Y= 7,63642
 SX= 6,747826
 SY= 2,763407
 M= 16,23183
 SY*= 2,721215
 T= 0,8371578
 TT= 0,1259869

Anexa 2.3²
 listing 2.2

N X0 H1 Y0 H2
 41 0,000 1,000 0,000 1,000

- 89 -

X	Y	M	U	UM	U2M	V	VM	V2M	UVM
6,000	4,500	1	6,000	6,000	36,00	4,500	4,500	20,250	27,000
6,000	6,000	1	6,000	6,000	36,00	6,000	6,000	36,000	36,000
9,000	7,000	1	9,000	9,000	81,00	7,000	7,000	49,000	63,000
1	5,833333		7						
11,000	4,500	1	11,000	11,000	121,00	4,500	4,500	20,250	49,500
12,000	5,500	1	12,000	12,000	144,00	5,500	5,500	30,250	66,000
13,000	4,500	1	13,000	13,000	169,00	4,500	4,500	20,250	58,500
13,000	6,000	1	13,000	13,000	169,00	6,000	6,000	36,000	78,000
2	5,125		12,25						
14,000	4,000	1	14,000	14,000	196,00	4,000	4,000	16,000	56,000
14,000	4,250	1	14,000	14,000	196,00	4,250	4,250	18,063	59,500
14,500	5,000	1	14,500	14,500	210,25	5,000	5,000	25,000	72,500
14,500	8,500	1	14,500	14,500	210,25	8,500	8,500	72,250	123,250
14,500	10,000	1	14,500	14,500	210,25	10,000	10,000	100,000	145,000
16,000	4,000	1	16,000	16,000	256,00	4,000	4,000	16,000	64,000
3	5,958333		14,58333						
18,000	11,250	1	18,000	18,000	324,00	11,250	11,250	126,563	202,500
18,000	11,750	1	18,000	18,000	324,00	11,750	11,750	138,063	211,500
20,000	6,000	1	20,000	20,000	400,00	6,000	6,000	36,000	120,000
22,000	6,000	1	22,000	22,000	484,00	6,000	6,000	36,000	132,000
23,000	6,750	1	23,000	23,000	529,00	6,750	6,750	45,563	155,250
4	8,35		20,2						
28,000	10,000	1	28,000	28,000	784,00	10,000	10,000	100,000	280,000
30,000	5,000	1	30,000	30,000	900,00	5,000	5,000	25,000	150,000
31,000	7,500	1	31,000	31,000	961,00	7,500	7,500	56,250	132,500
35,000	8,500	1	35,000	35,000	1225,00	8,500	8,500	72,250	137,500
5	7,75		31						
40,000	7,000	1	40,000	40,000	1600,00	7,000	7,000	49,000	280,000
40,000	10,000	1	40,000	40,000	1600,00	10,000	10,000	100,000	400,000
6	8,5		40						
50,000	10,000	1	50,000	50,000	2500,00	10,000	10,000	100,000	500,000
50,000	11,250	1	50,000	50,000	2500,00	11,250	11,250	126,563	562,500
50,000	12,500	1	50,000	50,000	2500,00	12,500	12,500	156,250	625,000
7	11,25		50						
55,000	7,000	1	55,000	55,000	3025,00	7,000	7,000	49,000	385,000
55,000	13,500	1	55,000	55,000	3025,00	13,500	13,500	182,250	742,500
55,000	14,500	1	55,000	55,000	3025,00	14,500	14,500	210,250	797,500
57,000	12,000	1	57,000	57,000	3249,00	12,000	12,000	144,000	684,000
8	11,75		55,5						
63,000	15,500	1	63,000	63,000	3969,00	15,500	15,500	240,250	976,500
67,000	14,000	1	67,000	67,000	4489,00	14,000	14,000	196,000	938,000
9	14,75		65						
70,000	16,250	1	70,000	70,000	4900,00	16,250	16,250	264,063	1137,500
75,000	13,500	1	75,000	75,000	5625,00	13,500	13,500	182,250	1012,500
77,000	18,500	1	77,000	77,000	5929,00	18,500	18,500	342,250	1124,500
10	16,08333		74						
85,000	17,000	1	85,000	85,000	7225,00	17,000	17,000	289,000	1145,000
90,000	13,000	1	90,000	90,000	8100,00	13,000	13,000	169,000	1170,000
90,000	17,000	1	90,000	90,000	8100,00	17,000	17,000	289,000	1530,000
90,000	20,000	1	90,000	90,000	8100,00	20,000	20,000	400,000	1800,000
90,000	20,500	1	90,000	90,000	8100,00	20,500	20,500	420,250	1845,000
11	17,5		89						

F = 0,6788331
 SS2X = 765,1248
 SS2Y = 22,85923
 SX = 27,6609
 SY = 4,781133
 M = 115,9974
 SY = 4,722467
 T = 1,263945
 TT = 4,626192E-02

SM SU SUM SU2M SV SVM SV2M SUMM
 41,000 1631,500 1631,500 95526,750 409,500 409,500 5004,375 22935,000

$$R_p = f(N_{10 PDM}) \quad (2.47)$$

N X0 H1 Y0 H2
41 0,000 1,000 0,000 1,000

Anexo 2.3
Visting 2.2

X	Y	M	U	UM	UM	V	VM	V2M	UVM
6,000	12,000	1	6,000	6,000	36,00	12,000	12,000	144,000	72,000
6,000	15,000	1	6,000	6,000	36,00	15,000	15,000	225,000	90,000
9,000	19,000	1	9,000	9,000	81,00	19,000	19,000	361,000	171,000
11,000	13,500	1	11,000	11,000	121,00	13,500	13,500	182,250	148,500
12,000	14,000	1	12,000	12,000	144,00	14,000	14,000	196,000	168,000
13,000	18,500	1	13,000	13,000	169,00	18,500	18,500	342,250	240,500
13,000	22,000	1	13,000	13,000	169,00	22,000	22,000	484,000	286,000
14,000	16,500	1	14,000	14,000	196,00	16,500	16,500	272,250	231,000
14,000	17,500	1	14,000	14,000	196,00	17,500	17,500	306,250	245,000
14,500	13,500	1	14,500	14,500	210,25	13,500	13,500	182,250	195,750
14,500	16,000	1	14,500	14,500	210,25	16,000	16,000	256,000	232,000
14,500	18,500	1	14,500	14,500	210,25	18,500	18,500	342,250	268,250
16,000	29,500	1	16,000	16,000	256,00	29,500	29,500	870,250	472,000
18,000	30,000	1	18,000	18,000	324,00	30,000	30,000	900,000	540,000
18,000	32,000	1	18,000	18,000	324,00	32,000	32,000	1024,000	576,000
20,000	18,500	1	20,000	20,000	400,00	18,500	18,500	342,250	370,000
22,000	18,000	1	22,000	22,000	484,00	18,000	18,000	324,000	396,000
23,000	26,000	1	23,000	23,000	529,00	26,000	26,000	676,000	598,000
28,000	40,000	1	28,000	28,000	784,00	40,000	40,000	1600,000	1120,000
30,000	18,500	1	30,000	30,000	900,00	18,500	18,500	342,250	555,000
31,000	27,000	1	31,000	31,000	961,00	27,000	27,000	729,000	837,000
35,000	29,000	1	35,000	35,000	1225,00	29,000	29,000	841,000	875,000
40,000	29,000	1	40,000	40,000	1600,00	29,000	29,000	841,000	1160,000
40,000	40,000	1	40,000	40,000	1600,00	40,000	40,000	1600,000	1600,000
50,000	38,000	1	50,000	50,000	2500,00	38,000	38,000	1444,000	1900,000
50,000	40,000	1	50,000	50,000	2500,00	40,000	40,000	1600,000	2000,000
50,000	43,000	1	50,000	50,000	2500,00	43,000	43,000	1849,000	2150,000
55,000	20,000	1	55,000	55,000	3025,00	20,000	20,000	400,000	1100,000
55,000	48,500	1	55,000	55,000	3025,00	48,500	48,500	2352,250	2657,500
55,000	52,000	1	55,000	55,000	3025,00	52,000	52,000	2704,000	2860,000
57,000	48,000	1	57,000	57,000	3249,00	48,000	48,000	2304,000	2736,000
63,000	51,000	1	63,000	63,000	3969,00	51,000	51,000	2601,000	3213,000
67,000	50,000	1	67,000	67,000	4489,00	50,000	50,000	2500,000	3350,000
70,000	51,000	1	70,000	70,000	4900,00	51,000	51,000	2601,000	3570,000
75,000	50,000	1	75,000	75,000	5625,00	50,000	50,000	2500,000	3750,000
77,000	52,000	1	77,000	77,000	5929,00	52,000	52,000	2704,000	4004,000
85,000	42,500	1	85,000	85,000	7225,00	42,500	42,500	1806,250	3612,500
90,000	45,000	1	90,000	90,000	8100,00	45,000	45,000	2025,000	4050,000
90,000	53,000	1	90,000	90,000	8100,00	53,000	53,000	2809,000	4770,000
90,000	55,000	1	90,000	90,000	8100,00	55,000	55,000	3025,000	4950,000
90,000	59,500	1	90,000	90,000	8100,00	59,500	59,500	3540,250	5355,000
SM	SU	SUM	SUM	SV	SVM	SV2M	SVM		
41,000	1631,500	1631,500	295526,750	1328,000	1328,000	51932,000	267485,000		

F = 0,4717405
SS2X = 784,2529
SS2Y = 228,5175
SX = 28,00451
SY = 15,11679
M = 366,008
SY = 14,74809
T = 3,855037
TT = 0,1393678

$$R_{DPM} = f(R_p) \quad (2.48)$$