

INSTITUTUL POLITEHNIC "TRAIAN VOILĂ"
TIMIȘOARA
FACULTATEA DE INGENIERIE
CATEDRA DE MECANICĂ AERIANĂ ȘI CLADIRI.

DR. G. CORNĂLIU

CONTRIBUȚII LA TEORIA ȘI APLICĂȚIILE
CALCULUI DIFERENȚIAL
SERIE DE EXERCITII

BIBLIOTECA CENTRALĂ
UNIVERSITATEA "POLITEHNICĂ"
TIMIȘOARA

COORDONATOR ȘI ÎNȚEBĂTOR :
Prof. dr. docent. Ing. Ioan Filimon

1982

INSTITUTUL POLITEHNIC TIMIȘOARA	
MĂRȚI	
Volume	464 185
Dez.	340 E

PREFATA

Realizarea castelelor de apă preocupă pe specialiștii din cercetare, proiectare și execuție, în vederea găsirii unor soluții constructive cu consumuri specifice reduse, a unor tehnologii de execuție cu grad sporit de securitate a muncii, cu durate scurte de execuție și productivități ridicate.

Lucrarea de față își propune să prezinte realizările existente în țară și străinătate, precum și realizările originale din domeniul tehnologiilor de execuție, al instalațiilor necesare și al soluțiilor constructive.

Astfel, se prezintă realizarea unor cofraje liftate, care a reprezentat un progres important în activitatea șantierelor de construcții, tehnologia fiind adoptată la numeroase lucrări executate în țară.

Este prezentată soluția constructivă de realizare integrală a rezervorului la sol și liftarea lui cu instalații de trolii electrohidraulice, care au caracter de originalitate și se folosesc la realizarea a 4 lucrări experimentale din județul Timiș.

Se prezintă investigațiile teoretice și experimentale pentru elementele de rezemare a rezervorului pe turnul de beton armat, precum și realizarea unui rezervor experimental din elemente cu simplă curbă în plan vertical.

Efectele favorabile obținute în ceea ce privește creșterea productivității muncii, scurtarea duratelor de execuție, asigurarea condițiilor de securitate a muncii, au determinat institutele de specialitate ca, pe parcursul elaborării lucrării, să preia și să generalizeze tehnologia de liftare a cofrajelor și instalația de liftare cu trolii electrohidraulice.

Preocupările de realizare a elementelor prefabricate cu simplă curbă vor fi continuate prin realizarea unui rezervor experimental, care nu a putut fi prins în lucrarea de față din motive de timp.

Autorul își exprimă pe această cale recunoștința sa față

de conducătorul științific prof.dr.doc.ing.Filimon Ioan pentru îndrumările și sprijinul acordat pe întreaga durată de pregătire a doctoratului.

Autorul mulțumește de asemenea tovarășilor ing.Nistor Cornel și ing.Bîlcu Mihai de la Direcția Tehnică din Ministerul Construcțiilor Industriale, care l-au sprijinit pe toată durata de elaborare a acestei lucrări.

De asemenea, autorul mulțumește tovarășului ing.Mihăilă Gheorghe de la I.Ç.P.A.I.U.C. București și tovarășului ing.Seleș Liviu de la I.C.C.P.D.C. Filiala Timișoara pentru sprijinul acordat în realizarea lucrărilor de cercetare și proiectare.

Adresez mulțumiri tovarășului ing.Molot Gheorghe, directorul Trustului de construcții industriale Timișoara, tovarășilor colaboratori din cadrul Atelierului de proiectare și șantiere, pentru încrederea și sprijinul acordat, pentru contribuția pe care și-au adus-o în aplicarea pe șantiere a ideilor cuprinse în lucrarea de față.

Timișoara, Octombrie 1982.

Autorul,

CONTINUT

Prefață	II
Cap.1 Generalități	
1.1. Necesitate și scurt istoric	1
1.2. Perspectiva realizării castelelor de apă	8
1.3. Obiectivele cercetării	9
Cap. 2 Capacitatea și forma geometrică	
2.1. Stabilirea capacității rezervoarelor	11
2.2. Forma geometrică a rezervoarelor	12
2.2.1. Metoda lui Keitzel	12
2.2.2. Metoda lui Fouquet	14
2.2.3. Rezervoare de egală rezistență	16
2.2.4. Rezervoare cilindrice realizate din elemente prefabricate cu dublă curbură	17
2.2.5. Contribuții la stabilirea formei pentru elemente prefabricate cu simplă curbură	20
Cap.3 Alcătuirea constructivă a castelelor de apă	
3.1. Castele de apă cu rezervor dreptunghiular (in secțiune plană)	26
3.2. Castel de apă cu rezervor cilindric	26
3.3. Castele de apă cu rezervor conic	26
3.4. Castel de apă cu rezervor troncon îmbinat cu cilindru	30
3.5. Castele de apă cu rezervor de forma unui hiperboloid sau catenoid de rotație	32
3.6. Castele de apă din elemente prefabricate.	32
3.6.1. Castele cu capacitatea de 200 mc. integral prefabricate realizate în Italia	32
3.6.2. Castel de mare capacitate prefabricat proiectat în Italia	36
3.6.3. Castele de 1000 mc. prefabricate realizate în Finlanda	38
3.6.4. Castel de apă de mare capacitate realizat din elemente prefabricate în Finlanda	39

3.6.5. Castel de apă integral prefabricat proiectat în România	41
Cap. 4 Tehnologii de execuție a rezervoarelor la castele de apă	
4.1. Rezervoare executate pe eșafodaje montate pe toată înălțimea turnului	43
4.2. Rezervoare executate pe eșafodaje montate pe turnul de beton armat	43
4.3. Eșafodaje liftate	44
4.3.1. Primele tehnologii de liftare a cofrajelor în România	44
4.3.2. Contribuții la realizarea tehnologiei de cofrare	48
4.3.2.1. Tehnologia de lucru	49
4.4. Rezervoare liftate	53
4.4.1. Rezervoare liftate prin împingere	53
4.4.2. Rezervoare liftate prin tragere	56
4.5. Rezervoare hiperbolice realizate prin glisare	59
4.6. Rezervoare realizate din prefabricate montate la înălțime	61
Cap. 5 Contribuții la realizarea unei instalații de liftare	
5.1. Analiza diverselor sisteme, aparate și dispozitive de liftare din țară și străinătate	62
5.1.1. Instalații de liftare prin tragere existente în țara noastră	62
5.1.1.1. Instalația de ridicare - coborâre cu verine hidraulice de 16 tf.	62
5.1.1.2. Instalație de ridicare cu verine hidraulice de 24 tf.	63
5.1.1.3. Liftări de cuve cu instalații T.C.I.B.	65
5.1.1.4. Liftări cu alte instalații	66
5.1.2. Instalații de liftare prin tragere existente în străinătate	67
5.1.2.1. Instalație din R.S. Cehoslovacia	67

5.1.2.2. Instalație din R.P.Bulgaria	68
5.1.2.3. Instalație din U.R.S.S. . . .	69
5.1.2.4. Instalație din R.D.G. . . .	69
5.1.2.5. Instalație din Suedia . . .	69
5.1.2.6. Instalație din S.U.A. . . .	73
5.1.2.7. Instalație din Elveția. . .	74
5.2. Concluzii asupra tipurilor de instalații analizate	76
5.3. Studii de realizare a unor instalații de liftare	78
5.3.1. Instalații de liftare cu platformă telescopică pentru castele de apă..	78
5.3.2. Instalație de liftare cu trolii electrohidraulice	82
Cap. 6 Contribuții la realizarea castelilor de apă în soluții cu grad sporit de industrializare	
6.1. Castel de apă experimental realizat la Timișoara	92
6.2. Experimentări pe machetă a grinzii inelare de rezervare a rezervorului pe turn	104
6.2.1. Alcătuirea elementului experimental	104
6.2.2. Descrierea încercării. Aparatură	107
6.2.3. Prelucrarea rezultatelor experimentale. Concluzii	113
6.3. Studii asupra posibilităților de realizare a rezervoarelor pentru castele de apă în forme noi	115
6.3.1. Studiu de realizare a unui castel cu capacitatea de 2000 mc.	115
6.3.1.1. Variantele 1A și 1B. . .	117
6.3.1.2. Variantele 2A și 2B. . .	119
6.3.1.3. Rezervor de 2000 mc. din beton armat prefabricat	121
6.3.2. Rezervor cu capacitatea de 200 mc. realizat din elemente prefabricate cu simplă curbură	126

- VII -

6.4. Castel de apă cu capacitatea de 500 mc. lifat cu trolii electrodraulice.	136
6.5. Castel de apă cu capacitatea de 200 mc. reproiectat	139
Cap. 7 Concluzii	143

1. GENERALITATI

1.1. NECESITATE SI SCURT ISTORIC

Alimentările cu apă sînt cunoscute încă din antichitate. Romanii au construit numeroase apeducte, dintre care unele sînt folosite și astăzi. Apa din izvoare, captată în rezervoare naturale, era transportată cu conducte de lemn, argilă arsă sau canale, spre localități. Pentru a permite traversarea unor denivelări ale terenului, construcțiile de susținere din zidărie de piatră erau mult dezvoltate pe verticală și au rămas ca mărturie peste secole a performanțelor atinse în acele timpuri.

În Orientul Apropiat de asemenea sînt cunoscute din antichitate alimentări cu apă; unele dintre ele foloseau roata cu cupe acționată de oameni pentru ridicarea apei la înălțime.

Apariția războiului de țesut și a mașinei cu aburi a marcat începutul perioadei de industrializare și a impus existența a numeroase gospodării de apă.

Este cunoscut că una din primele aplicații ale mașinii cu aburi a fost pomparea apei din mine. Apariția castelurilor de apă este direct legată de dezvoltarea tehnicii de pompare a apei și de utilizarea mașinilor cu aburi.

Diferențele mari între debitele de consum și alimentare cu apă, precum și asigurarea unei presiuni minime, a impus necesitatea stocării apei în rezervoare. În regiunile de deal se caută să se amplaseze rezervoarele pe terenurile mai înalte din zona, iar în zonele de șes adeseori rezervoarele se amplasează în castele de apă, la care apa este urcată prin pompare.

La început, rezervoarele castelurilor de apă aveau capacități reduse, pînă la 100 m.c., turnurile de susținere aveau de asemenea înălțimi reduse, (10 - 15 m.), materialele folosite fiind lemnul, oțelul și zidăria de cărămidă sau piatră (fig.1).

Apariția betonului armat la jumătatea secolului al XIX-lea și elaborarea unor reguli de calcul ingineresc către sfîrșitul

aceluiși secol, a contribuit substanțial la realizarea unor rezervoare de apă de mare capacitate, cît și a turnurilor de susținere necesare la castelele de apă.

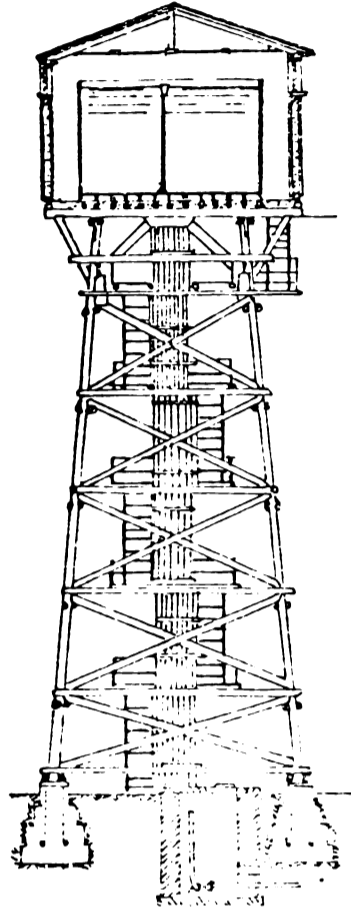


Fig. 1

Castelele de apă, la fel ca rezervoarele amplasate la o înălțime corespunzătoare cînd terenul permite, au în principal următoarele funcții :

- asigură compensarea diferențelor de debit existente între alimentare și consum pe durata a 24 de ore;
- asigură o presiune constantă în rețeaua de distribuție a apei;
- asigură o rezervă de apă pentru stingerea incendiilor.

În țara noastră, ca și în alte țări, castelele de apă au apărut în marile concentrări urbane de șes, cît și ca urmare a dezvoltării industriei.

În București Castelul de apă Foișor (fig.2) este proiectat de inginer Elie Radu în 1890. / 49 /

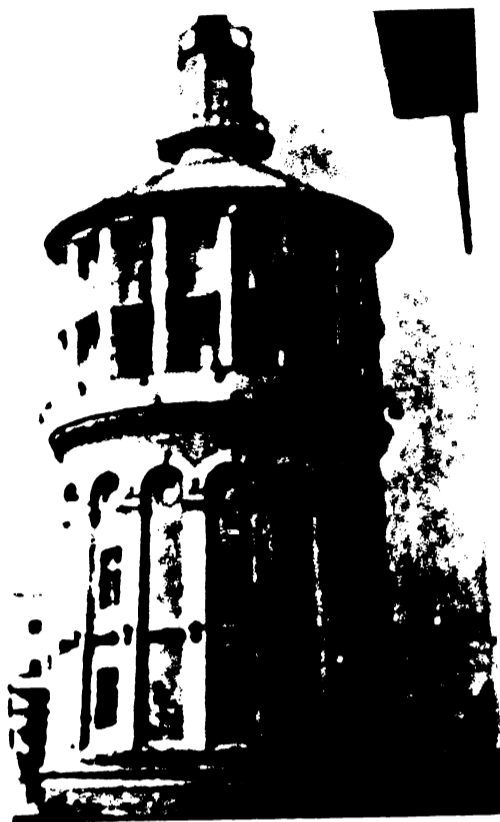


Fig. 2.

Primul castel de apă în țara noastră executat în întregime din beton armat este cel construit de Calea Ferată în 1907 la Palas, de formă cilindrică, cu fundul format dintr-o calotă sferică convexă, cu capacitate de 60 m.c., ridicat pe 8 stâlpi de 12 m. înălțime, rigidizați cu două planșee. În 1908 se construiesc castele de apă în stațiile C.F. Ploiești și Timișoara.

În această fază de început, rezervorul de apă este înconjurat de un perete exterior de beton armat (cca 9 cm. grosime), lăsând un spațiu liber circular, care servește și ca izolant termic.

În anii 1908-1909 se construiește castelul de apă de 150 m.c. de la Manufactura de tutun Belvedere, cu o capacitate de 150 m.c. și înălțime de 30 m.

În 1909 inginer Elie Radu proiectează castelul de apă de la Turnu-Severin, care are două rezervoare suprapuse, cu o capacitate totală de 1.025 m.c. Forma rezervorului este cilindrică cu fundul plat, iar înălțimea totală este de 40,4 m. Execuția castelului s-a realizat între anii 1910-1913 (fig. 3).

La Timișoara, pentru asigurarea apei potabile, au fost construite între anii 1905-1906 două castele cu capacitatea de 500 mc. (fig. 4).



Fig. 3



Fig. 4

In 1913 la Brăila s-a terminat execuția castelului de apă cu două rezervoare suprapuse (800 m.c. și 400 m.c.).

După primul război mondial, la Bazoș - Timișoara s-a construit un castel la care turnul de susținere este din zidărie de piatră, construcția fiind folosită ca spațiu de locuit (fig. 5).

O soluție similară o are și castelul de apă de la Abatorul Timișoara (fig. 6).

Industria în dezvoltare și necesitățile urbane au condus la realizarea castelelor de apă cu capacități tot mai mari, cu turnuri de susținere de 35-40 m. înălțime.

Castelul de apă realizat la Fîngu-Vii (fig. 7) după anul 1944, s-a executat cu rezervor cilindric și fund cu inversă curbă, în care inelul de susținere este solicitat numai la sarcini verticale (sistem Intze) . Capacitatea lui este de 500 m.c. și înălțimea de 30 m.

După introducerea sistemului Intze se renunță la peretele exterior de protecție, capacitatea rezervoarelor la Calea Ferată

începe să fie tipizată la 100, 200, 300 și 500 m.c.



Fig. 5



Fig. 6

După anul 1950 apar primele castele de apă de formă tronconică în țara noastră. Utilizarea la început a formei tronconice pentru capacități mici se extinde pînă la capacitatea de 2.000 m.c.

Primul castel de această formă și cu capacitatea de 2.000 m.c. s-a executat în anul 1965 la București Militari (fig. 8).

Dezvoltarea economică a țării noastre după cel de al II-lea război mondial a impus realizarea unui mare număr de castele de apă pe lângă noile unități industriale, agrozootehnice sau centre urbane. În această perioadă, castelele de apă s-au realizat pe bază de proiecte tip cu excepția celor de 1.000 m.c. și 2.000 m.c., care s-au tipizat numai din anul 1971.

În multe țări, după cel de al II-lea război mondial, la realizarea castelelor de apă s-a folosit betonul precomprimat, atât la turnul de susținere, cât și la rezervorul propriuzis.

În 1954 se execută la Rabat (maroc) un rezervor de 1.000 m.c. de formă tronconică cu o înălțime totală de 27 m. , al cărui turn este format din stâlpi rigidizați pe două nivele. Alături de

alte castele remarcabile, dar de formă cilindrică, executate la Cocody (Coasta de Fildeș) - 2.000 m.c., Bron - Parilly (Franța) - 8.000 m.c., Champagne (Franța) - 1.500 m.c., castelul de la Rabat a realizat cel mai redus consum de oțel-beton, conducînd la consacrarea formei tronconice pentru o lungă perioadă de timp. /3/



Fig 7

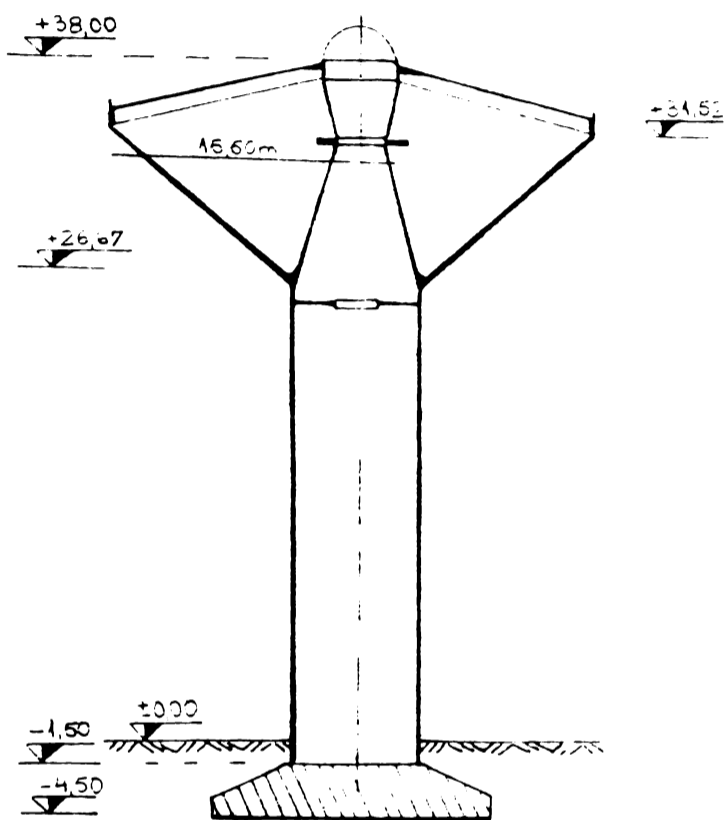


Fig 8

În Suedia, Franța, R.F.G și alte țări se aplică frecvent soluția de castel cu rezervor tronconic de beton precomprimat.

În Anglia se folosește cu precădere soluția castelelor cu rezervoare cilindrice (fig. 9); de altfel această soluție mai este folosită în S.U.A, Suedia, etc. /24/

În Ungaria se execută castele de apă la care rezervorul este din metal, iar turnul din beton armat (fig. 10) . 27/

O mare răspîndire o au castelele cu rezervor metalic de formă sferică (hidrosferă).

Și în România s-au executat hidrosfere cu capacitate de 60 m.c. și 120 m.c. , dar soluția a fost abandonată datorită înalțimii

reduse și consumului mare de oțel.

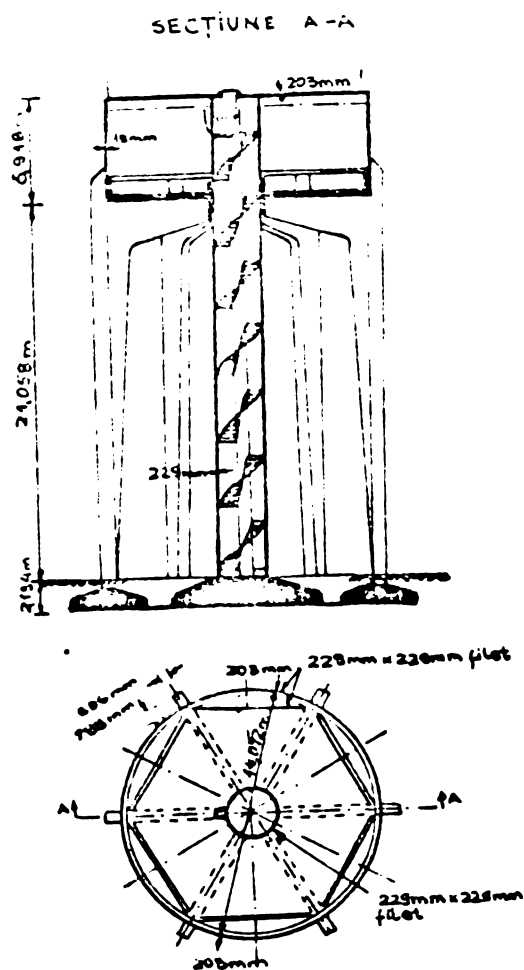


Fig. 9

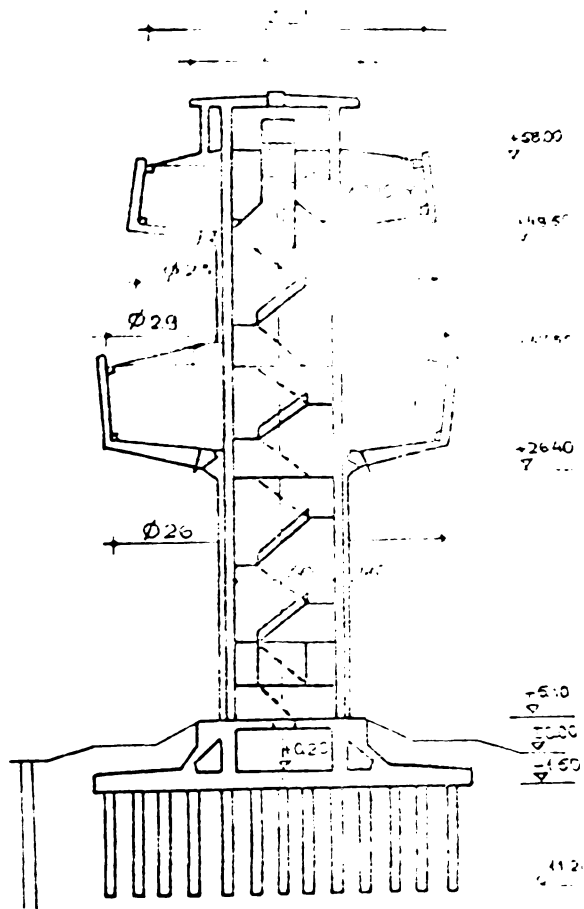


Fig. 10

În S.U.A., unde se aplică des soluții cu metal, formele sînt foarte variate. Una din cele mai raspîndite este prezentată în fig. 11.

La simpozionul IASS de la Budapesta din 1978 s-a prezentat evoluția soluțiilor constructive și a tehnologiilor de lucru/25 / conform anexei.

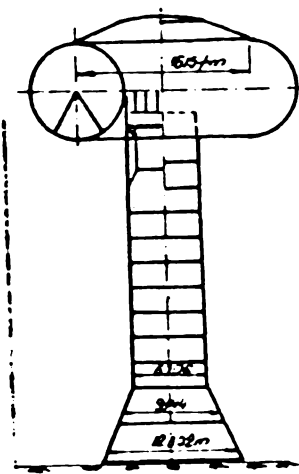
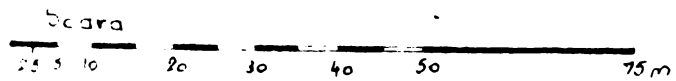
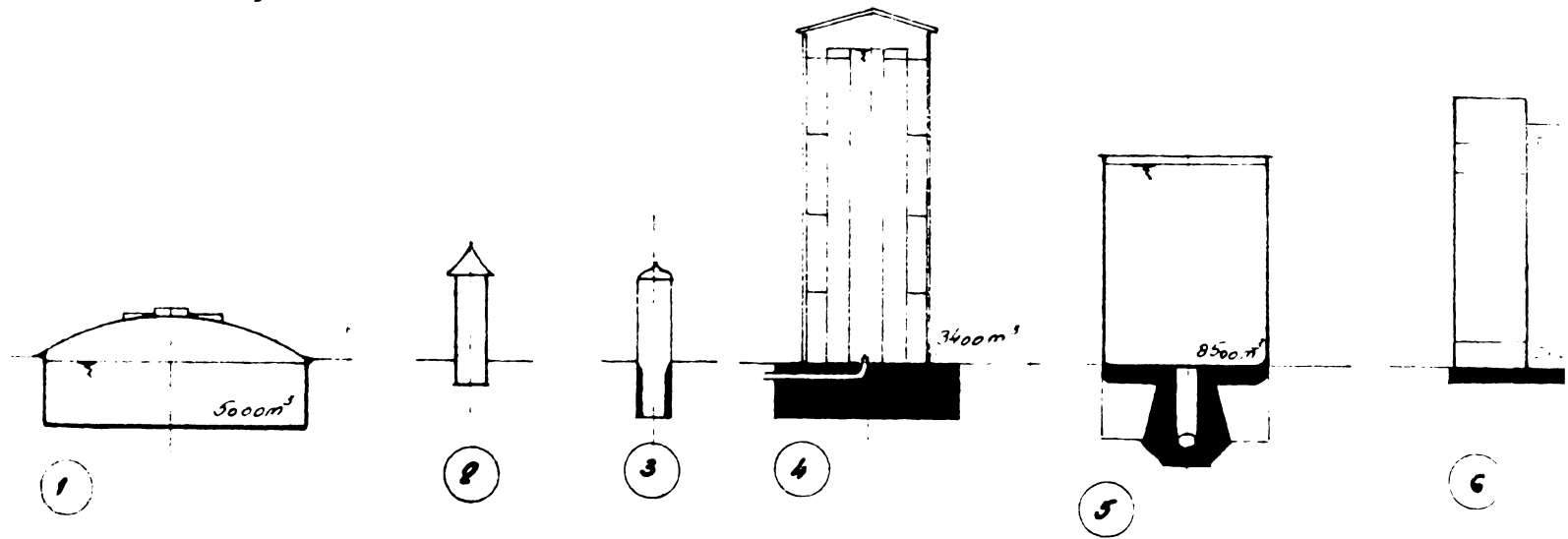


Fig. 11

REZERVOARE DE APA COL

Nr	Tipu castel	Tara proven	Anul	presiunea portanta a terenului la baza grapa
1	Proiect tip	R.S.G.	1963	—
2	Proiect tip	R.F.G.	1961	—
3	Baden	Suedia	1952	—
4	Albert-kanal	Belgia	1973	—
5	Ledroch-Kraftwerk	R.F.G.	1961	—
6	Hartwald	R.F.G.	1961	—
7	Waldhausen	R.F.G.	1973	—
8	Turku	Finlanda	1967	—
9	Orebro	Suedia	1955	—
10	Ludwigsburg	R.F.G.	1969	—
11	Zoltbarvof	Olonda	1964	—
12	Lodshre	Belgia	1968	—
13	Zonoskrone	Suedia	1970	—



DESCARCAREA SARCINI PE PLACA DE FUNDATIE

1.2. PERSPECTIVA REALIZĂRII CASTELELOR DE APA

Consumul de apă potabilă și industrială în creștere conduce la construirea de noi rezervoare și castele de apă, motiv pentru care organisme internaționale se preocupă de cunoașterea performanțelor obținute și analiza perspectivelor de perfecționare a acestor construcții.

Consumul de apă este în continuă creștere pe plan mondial; creșterea anuală în 1965 a fost de 1,9 % în R.F.G., de 3,1 % în R.D.G și de 6,7 % în S.U.A.

Creșterea consumului de apă potabilă și industrială este o consecință a creșterii populației, a gradului de confort și a dezvoltării industriale.

Sistemele de aprovizionare și depozitare a apei trebuie să asigure constant compensarea între consum și aprovizionare, anual, trimestrial, lunar, săptămânal și zilnic. Din această cauză sistemele de depozitare a apei includ acumulări cu baraje, lacuri, rezervoare și castele de apă.

Factorii care determină construirea castelelor de apă constau în principal din :

- considerații de siguranță în caz de incendii
- considerații de siguranță pentru desfășurarea unor procese tehnologice în industrie, zootehnie, etc.

- considerații de siguranță în asigurarea unui regim de presiune cu variații mici în rețeaua de distribuție;

- considerații de compensare a debitelor

Existența unor debite de alimentare a castelului relativ constante impune necesitatea unor rezerve de apă care să poată satisface debitele de consum, care în anumite perioade depășesc mult debitele de alimentare a castelului. Această situație se întâlnește des în localități mici, în industrie, construcții agrozootehnice, etc.

Factorii care frânează construcția castelelor de apă constau în principal din :

- variația debitelor de consum în marile centre urbane se face tot mai des pe seama extinderii spațiilor de pompare, condiționat de existența apei în rezervoare subterane;

- aplicarea instalațiilor de hidrofoare în cazul unor debite relativ mici;

- unitățile de execuție acceptă greu construirea castelelor de apă, care nu sînt rentabile, nu au tehnologii suficient de productive.

Factorii care frînează construcția castelelor de apă sînt în bună parte artificiali. Aplicarea unui tarif diferențiat pentru consumul de energie electrică pe perioada de 24 de ore, perfecționarea tehnologiilor de execuție și evaluarea mai atentă a prețului pentru construirea castelelor de apă, ar putea să conducă la anihilarea acestor factori artificiali.

1.3. OBIECTIVELI CERCETĂRII

La realizarea castelelor de apă din beton armat se folosesc cele mai noi cunoștințe teoretice, materiale cu caracteristici superioare, tehnologii de execuție cu mare grad de complexitate, ceea ce necesită executanți capabili să respecte regulile tehnice convenite.

Consider că din această cauză, atât proiectarea cît și executarea castelelor de apă sînt adevărate performanțe tehnice care constituie o dovadă a nivelului de dezvoltare tehnologică atins.

În țara noastră există studii aprofundate asupra proiectării și realizării rezervoarelor de apă, / 45 / , care au permis obținerea de rezultate comparabile cu performanțele de vîrf atinse pe plan mondial, ca durată de execuție și consumuri specifice de materiale.

Studiile efectuate în țara noastră asupra castelelor de apă au aprofundat stabilirea de forme bine adaptate la solicitări / 8,1 / , utilizarea de betoane precomprimate / 32 / , a unor prefabricate pentru construcția rezervorului / 42.43 / , reducerea solicitărilor din seism prin introducerea în turn a unor piese din neopren / 48 / , și altele.

Institutede de proiectări și unități de execuție se preocupă de perfecționarea soluțiilor constructive, a tehnologiilor de execuție și a instalațiilor aferente.

Fundația castelelor de apă este general admisă să se realizeze din beton armat. O reducere substanțială de betoane și armături s-ar putea obține pe seama folosirii piloților de beton armat. Dimensiunile fundațiilor sînt foarte mari pentru presiuni admisibile de 2 daN/cm^2 , așa cum este în proiectele tip.

Turnul de beton armat realizat prin glisare reprezintă o soluție rațională general acceptată. Reduceri importante de betoane și armături s-ar putea obține pe seama realizării de betoane postcomprimare care sînt posibile pe majoritatea șantiierelor din țara noastră.

Rezervorul de beton armat constituie o parte a castelului de apă asupra căruia se îndreaptă eforturile specialiștilor de a stabili soluții constructive perfecționate, aplicarea unor tehnologii de execuție cît mai simple, rapide și cu un grad de siguranță corespunzător.

Lucrarea de față se ocupă în principal de rezervorul castelelor de apă .

Realizările remarcabile obținute pe plan mondial în ultimii ani sînt cunoscute superficial datorită metodelor de protecție prin brevete.

Lucrarea de față își propune să realizeze o sinteză și o sistematizare a unor cunoștințe existente, să contribuie la cercetarea și experimentarea căilor de progres; obiectivele principale pot fi enunțate astfel :

- analiza principalelor soluții constructive aplicate la realizarea castelelor de apă;
- analiza principalelor tehnologii și instalații folosite;
- contribuții la stabilirea unor soluții constructive care să permită reducerea duratelor de execuție, reducerea volumului de muncă pe șantier și reducerea consumului de materiale;
- contribuții la îmbunătățirea tehnologiilor de lucru și a instalațiilor aferente în vederea reducerii duratelor de execuție și a pericolului de accidentare.

2. CAPACITATEA SI FORMA GEOMETRICA

2.1. STABILIREA CAPACITATEI REZERVOARELOR

Necesarul de apă al centrelor populate se poate grupa în următoarele categorii :

- necesar pentru nevoi gospodărești ale populației
- necesar pentru consumul în clădiri publice
- necesar pentru industria locală
- necesar pentru combaterea incendiilor
- necesar tehnologic pentru funcționarea sistemelor de alimentări cu apă;
- necesar pentru consum industrial

Necesarul de apă pentru nevoi gospodărești ale populației în centre urbane mari este în prezent de cca 100 l/om zi, avînd tendința de creștere spre 500 l/om zi, către sfîrșitul acestui secol.

Necesarul pentru industrii locale și consum industrial aduce de obicei sporuri mari care de cele mai multe ori impun realizarea unor rețele separate.

Volumul total al rezervorului (V) rezultă din însumarea volumului de compensare (V.c) cu capacitatea pentru rezerva de incendiu (V.i) /SIAS 1343/77/.

$$V = V.c. + V.i.$$

Capacitatea pentru compensare se determină analitic sau grafic, cunoscîndu-se atît legea de variație a alimentării rezervorului, cît și legea de variație a consumului apei din rezervor în 24 de ore, / 68 / . Sînt de asemenea stabilite reguli de calcul a rezervei de apă pentru incendii.

În țara noastră proiectele pentru construcția castelelor de apă sînt tipizate și au capacitatea maximă de 2.000 m.c.

Castelele de apă de cel puțin 1.000 m.c. sînt considerate de mare capacitate.

Amplasarea rezervorului castelului se face la o cotă de nivel corespunzătoare pentru a asigura presiunea necesară din rețea.

Inălțimile uzuale la baza rezervorului sînt de 30,35, 40, și mai rar 50 m. (în industria chimică).

2.2. FORMA GEOMETRICA A REZERVOARELOR

Presiunea lichidului fiind o încărcare rotațional simetrică față de un ax vertical, cele mai raționale rezervoare sînt cu formă de învelitori de rotație pentru care solicitarea conduce la eforturi principale în lungul curbelor meridiene și paralele /20,24,41,44,71/.

Forma tronconică a rezervoarelor a condus la reducerea consumurilor specifice de beton și oțel. Comparativ cu forma cilindrică, pe lângă avantajele de scurtare a duratei de execuție și forma arhitectonică este mai agreată.

Rezervoare de egală rezistență cu grosimi constante se pot obține dacă punem condiția ca eforturile principale înelare și meridiene să fie egale. Asemenea rezervoare sub formă de catenoid de rotație se realizează cu economii importante de materiale față de forma tronconică, dar realizarea cofrajului pentru un astfel de rezervor este dificilă, motiv pentru care această formă este foarte rar aplicată în execuție.

În ultimii ani se studiază și a început aplicarea prefabricatelor la construcția de rezervoare. Plăcile prefabricate au de obicei simplă curbura (pe direcția scurtă) sau dublă curbura, pentru a se adapta cît mai bine posibil la presiunile lichidului depozitat. Cu asemenea prefabricate, care se assemblează prin post comprimare, se realizează rezervoare circular simetrice / 70 /. În țara noastră există preocupări pentru extinderea acestui sistem de prefabricare a rezervorului și în domeniul castelelor de apă, / 43 / .

În continuare voi prezenta cîteva preocupări de stabilire a formei optime pentru rezervoare la castele de apă.

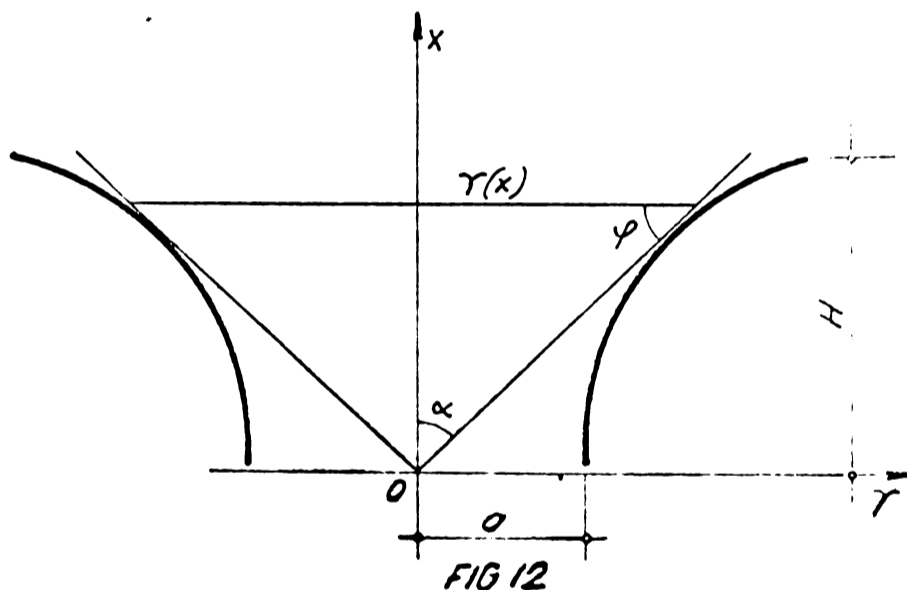
2.2.1. METODA LUI KRITZEL / 38 /

Se aplică criteriul consumului minim de materiale la rezervoarele castelelor de apă din beton armat. Metoda presupune cunoașterea inițială a formei suprafeței de rotație cu curbura Gauss negativă, prin aproximarea acesteia cu forme geometrice cunoscute : troncon,

catenoid, etc., la care se introduce simplificarea că se neglijează eforturile de încovoiere. Se consideră că grosimea peretelui și secțiunea de armătură la un nivel oarecare sînt proporționale cu efortul N_x de la nivelul respectiv.

Studiile făcute prin această metodă au condus la concluzia că se poate reduce cantitatea de beton și armătura cu 22 % în varianta cu rezervorul în formă de catenoid de rotație față de varianta cu rezervorul tronconic.

Curba care generează catenoidul de rotație are expresia (fig. 12) :



$$r = a \operatorname{ch} \frac{x}{b}, \text{ în care :}$$

r - raza la nivelul x

a - valoare minimă a razei

x - înălțimea coloanei de apă

b - valoarea pentru care funcția $Q(b, H)$ își atinge minimumul

Corelația datelor teoretice trebuie făcută cu considerații constructive și de execuție, deoarece în unele cazuri se poate ajunge la partea superioară la diametre exagerat de mari, care complică execuția acoperișului. În lucrarea / 8 / sînt analizate eforturile ce apar în pereții rezervoarelor de diferite forme, stabilindu-se și o formă îmbunătățită apropiată de catenoid (tabel nr.1).

TABEL 1
TABEL COMPARATIV AL EFORTURILOR
IN PERETII REZERVOARELOR

CAPACITATE	FORMA PERETE REZERVOR	EFORT INELAR $N\theta_{max-t/ml}$	EFORT MERIS $N\varphi_{max-t/ml}$
1000	TRONCON	-34.2	+72.0
	HIPERBOLOID	-30.1	+107.0
	PARABOLA CUBICA	-26.0	+52.0
	CATENOID	-92.0	+64.0
	FORMA INBUNATAT.	-20.0	+68.0
2000	TRONCON	-70.0	+180.0
	HIPERBOLOID	-68.0	+242.0
	PARABOLA CUBICA	-54.7	+99.0
	CATENOID	-44.5	+88.0
	FORMA INBUNAT	-48.9	+97.0
3000	TRONCON	-72.0	+164.0
	HIPERBOLOID	-71.0	+200.0
	PARABOLA CUBICA	-59.1	+84.0
	CATENOID	-41.0	+78.0
	FORMA INBUNATAT	-50.0	+80.0

2.2.2. METODA LUI FOUQUET / 17 /

Alegerea soluției optime se face pe criteriul indicelui prețului de cost raportat la metrul cub de apă înmagazinată pentru rezervoarele de formă cilindrică și tronconică.

Analiza rezervorului tronconic făcută prin această metodă scoate în evidență creșterea efortului de întindere în peretele rezervorului atunci când unghiul de înclinare variază de la 50° spre 30° (cu orizontala). La unghiuri sub 30° creșterea solicitării este bruscă și foarte importantă.

Cele mai economice rezervoare tronconice rezultă a fi la capacități de $4-700 \text{ m}^3$ - pentru înclinare $1/5$ a peretelui și de $4-500 \text{ m}^3$ pentru înclinare $1/3$.

Notînd cu K raportul între raza minimă și maximă a tronconiului de con, soluțiile economice sînt pentru $K = 0,5$.

În figurile 13 și 14 sînt reprezentate curbele de variație a prețului pe m^3 de apă la rezervoare cilindrice și tronconice.

Analiza rezervorului cilindric conduce la concluzia că înălțimea economică o avem la $h \geq r$.

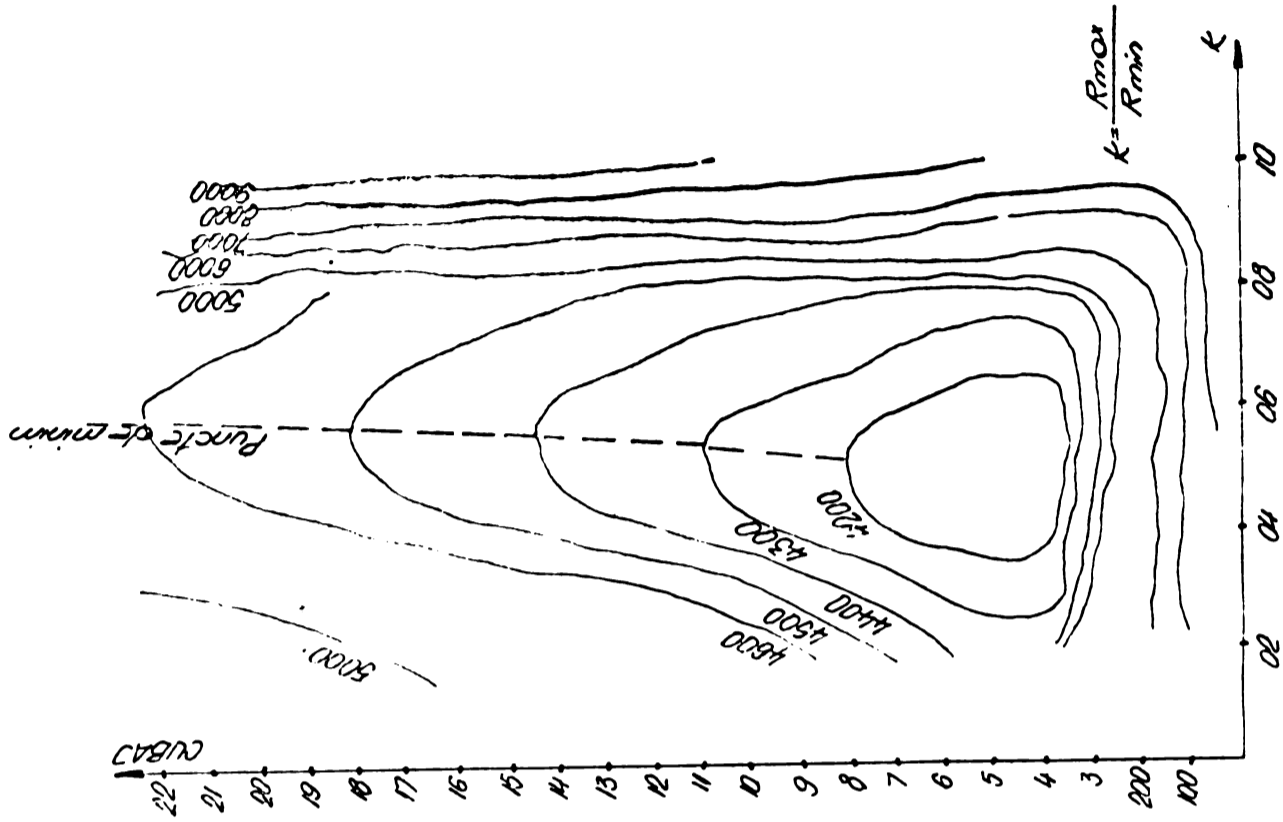


FIG 14 Variatio pretului pe mc de apă în rezervoare tronconice după Feuguet

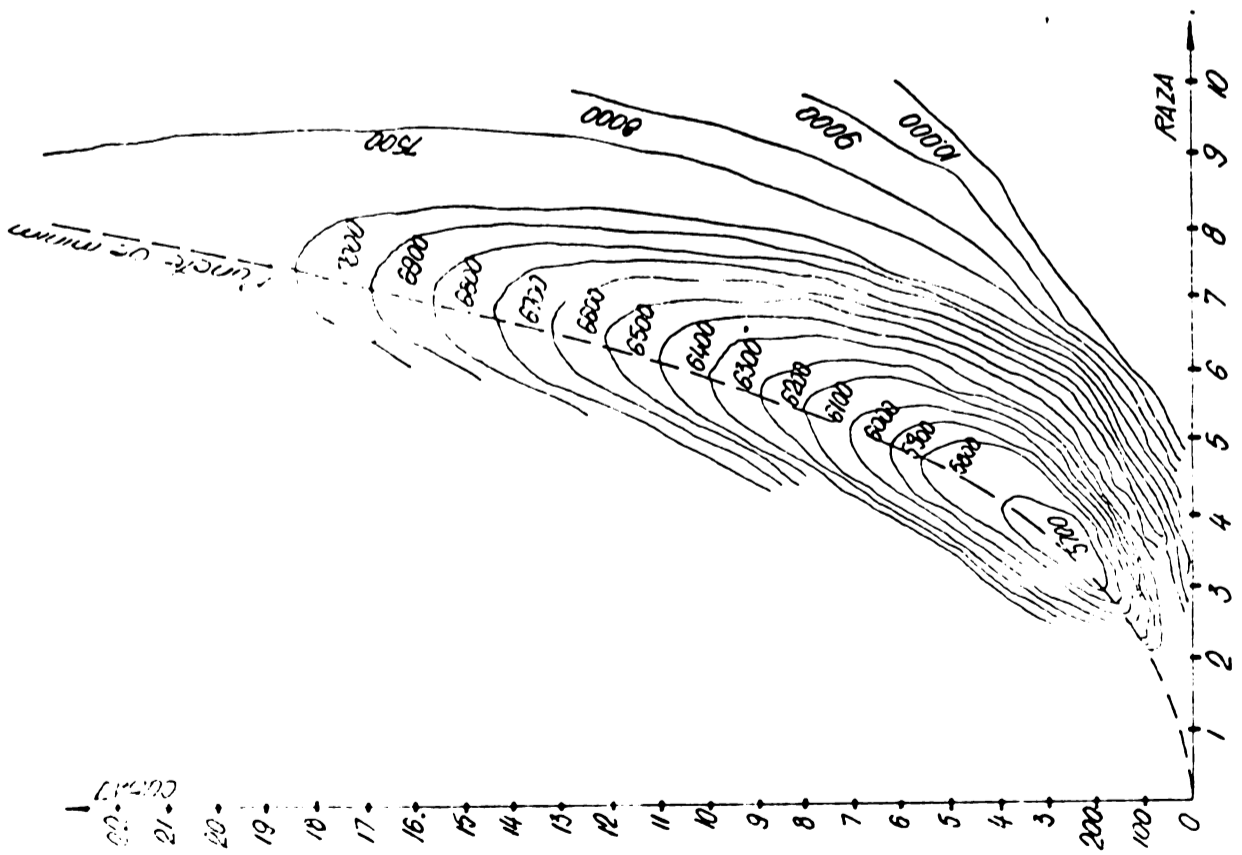


FIG 13 Variatio pretului pe mc de apă în rezervoare cilindrice după Feuguet

2.2.3. REZERVOARE DE EGALA REZISTENTA (formă de picătură)

În cazul recipientelor încărcate cu lichide, ecuația de echilibru a suprafețelor de rotație în teoria de membrană este:

$$\frac{N_{\varphi}}{r_1} + \frac{N_{\theta}}{r_2} = \phi = \gamma z$$

N_{φ} - efectul pe direcția meridianului

N_{θ} - efortul pe direcția paralelei

r_1 - raza de curbură pe meridian

r_2 - raza de curbură pe paralelă

γ - greutatea specifică a lichidului

z - înălțimea coloanei de lichid

Dacă se pune condiția de egală rezistență,

$$N_{\varphi} = N_{\theta} = \sigma \cdot \delta = N$$

σ - rezistența materialului

δ - grosimea peretelui

ecuația suprafeței devine (fig. 15):

$$\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} = \frac{\gamma \cdot z}{N}$$

$$\text{dar } r = \frac{x}{\sin \varphi}$$

$$r_1 d\varphi = dr = \frac{dx}{\cos \varphi}$$

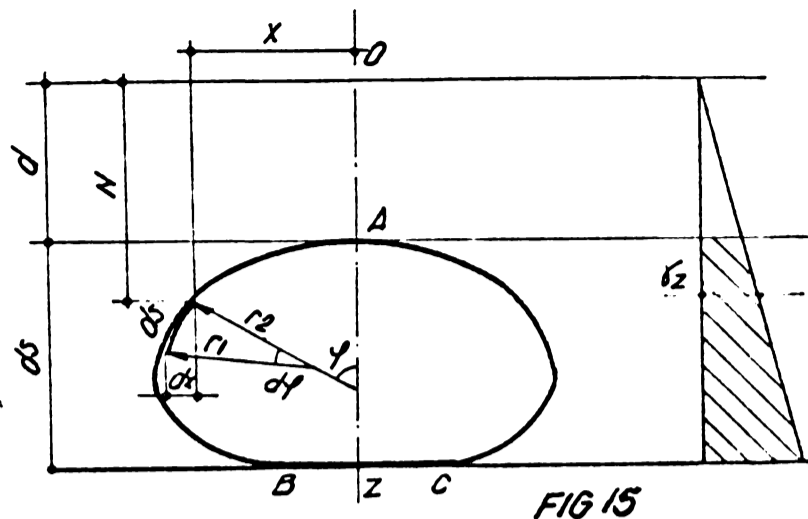
$$\frac{1}{r_1} = \frac{\cos \varphi \cdot d\varphi}{dx} = \frac{d \sin \varphi}{dx}$$

deci ecuația devine:

$$\frac{d \sin \varphi}{dx} + \frac{\sin \varphi}{x} = \frac{\gamma \cdot z}{N \varphi}$$

dacă notăm $u = \sin \varphi$, avem:

$$\frac{du}{dx} + \frac{u}{x} = \frac{\gamma z}{N \varphi} \quad \text{și} \quad \frac{dz}{dx} = \frac{u}{\sqrt{1-u^2}}$$



Forma membranei se poate obține grafic sau prin integrare numerică. Această formă de rezervor pentru lichide este valabilă ca formă de egală rezistență numai în cazul când rezervorul este complet umplut și nu prezintă suprasarcină p_0 . În exploatare această situație nu se întâlnește și din cauza ei apar solicitări importante de încovoiere, în special la partea superioară a rezervorului, pentru care se prevăd rigidizări suplimentare.

Asemenea rezervoare sînt foarte bine adaptate la solicitări, dar realizarea lor în bune condițiuni se face numai din metal.

2.2.4. REZERVOARE CILINDRICE REALIZATE DIN ELEMENTE PREFABRICATE CU DUBLA CURBURA / 70 /.

Elementele prefabricate au curbura verticală și orizontală, fiind bine adaptate la solicitările din presiunea lichidelor.

Pentru a se ajunge la o formă rațională s-a studiat influența raportului $\frac{l_1}{l_2}$ asupra eforturilor ce apar pe cele două direcții (N^{22} , N^{11}).

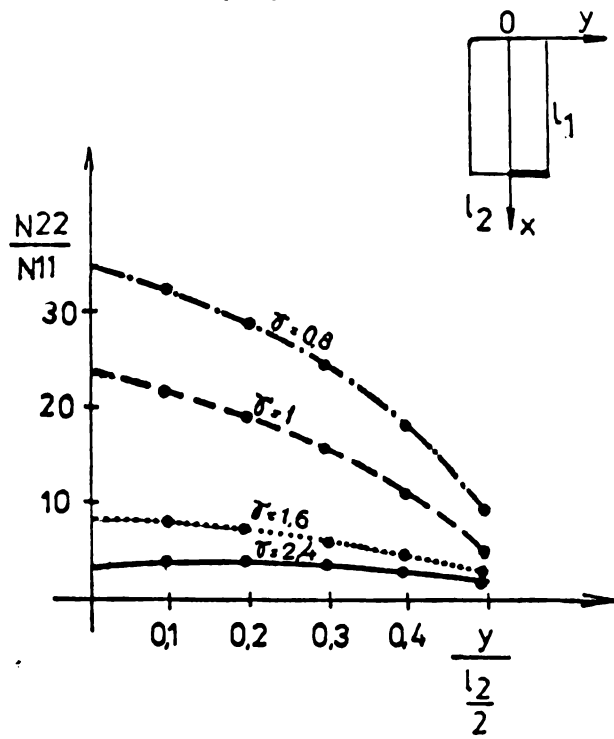
În figura 16 este redată variația N^{22}/N^{11} de-a lungul axei $x = 1$, pentru $\gamma = \frac{l_1}{l_2}$, iar în figura 17 de-a lungul axei $y = \frac{l_2}{2}$, în figura 18 de-a lungul axei $y = 0$.

Se observă că pe măsura apropierii de forma pătrată N^{22}/N^{11} crește, ceea ce este neeconomic.

De asemenea a fost studiată influența săgeții curbei directoare verticale în figura 19, constatîndu-se o scădere a costului total pe măsura creșterii săgeții, curba tinzînd către o

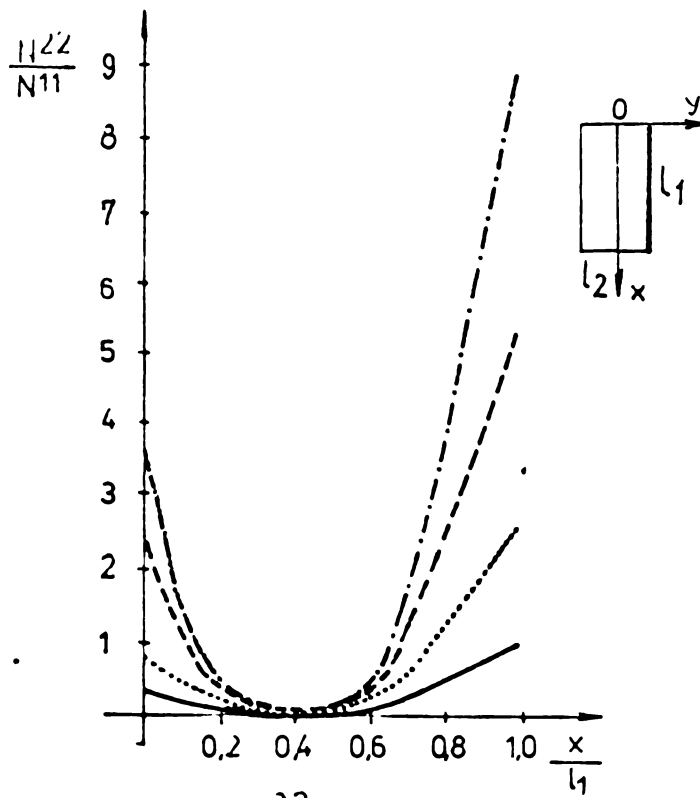
1.4.185/340 E

valoare minimă pentru $\alpha = 0,16$.



Variația $\frac{N_{22}}{N_{11}}$ de-a lungul axei $x=l_1$ pentru $\gamma = \frac{l_1}{l_2}$

Fig. 16

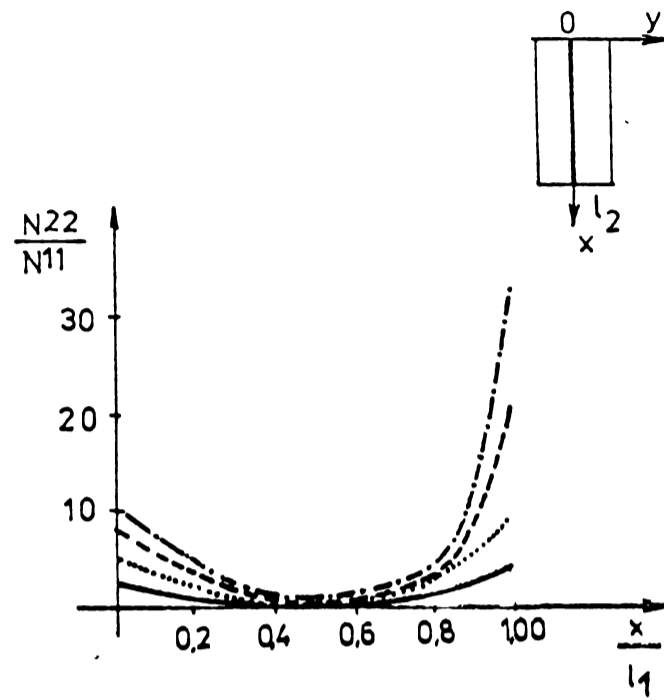


Variația $\frac{N_{22}}{N_{11}}$ de-a lungul axei $y=\frac{l_2}{2}$ pentru $\gamma = \frac{l_1}{l_2}$

Fig. 17

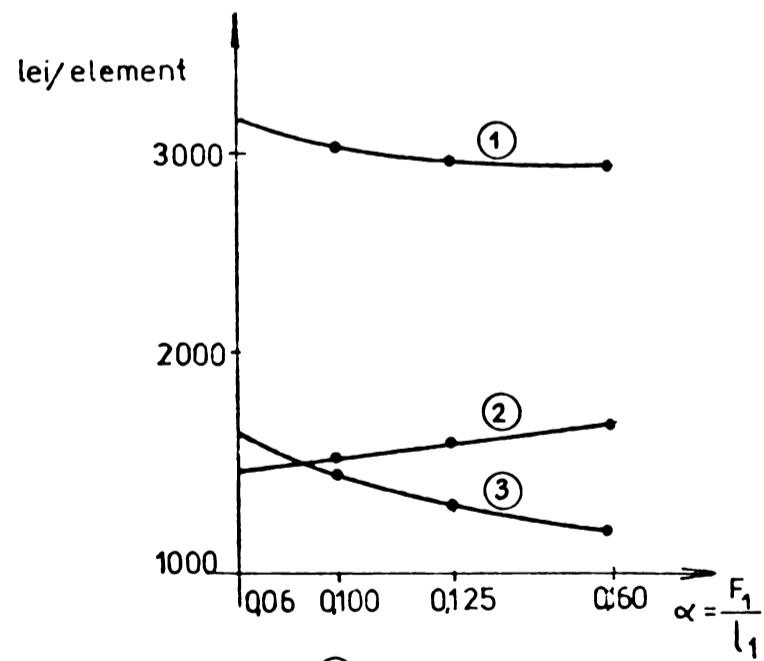
464185

340 E



Variatia $\frac{N_{22}}{N_{11}}$ dealungul axei $y=0$ pentru $\alpha = \frac{l_1}{l_2}$

Fig. 18



CURBA ① cost total
 ② cost beton
 ③ cost armatură

Săgeata curbei verticale

Fig. 19

Influența curbei directoare rezultate a fost de asemenea studiată constatându-se o scădere a valorii N^{22}/N^{11} pe măsura creșterii valorii lui $\beta = \frac{F_2}{L_2}$ (F_2 - săgeata curbei orizontale).

Valoarea considerată ca optimă este $\beta = 0,18$.

Studiile efectuate au condus la realizarea unor progrese însemnate în direcția vitezei de execuție, a reducerii consumului de materiale (cca 11 % ciment și 40 % oțel).

2.2.5. CONTRIBUTII LA STABILITATEA FORMEI PUNERII ELEMENTE PREFABRICATE CU SIMPLA CURBURA

Pentru stabilirea ecuației curbei directoare verticale se consideră o bandă de lățime unitară, simplă rezemată la partea superioară și articulată la partea inferioară. Vom căuta să determinăm ecuația liniei mediane astfel încât presiunea lichidului să nu producă momente încovoietoare.

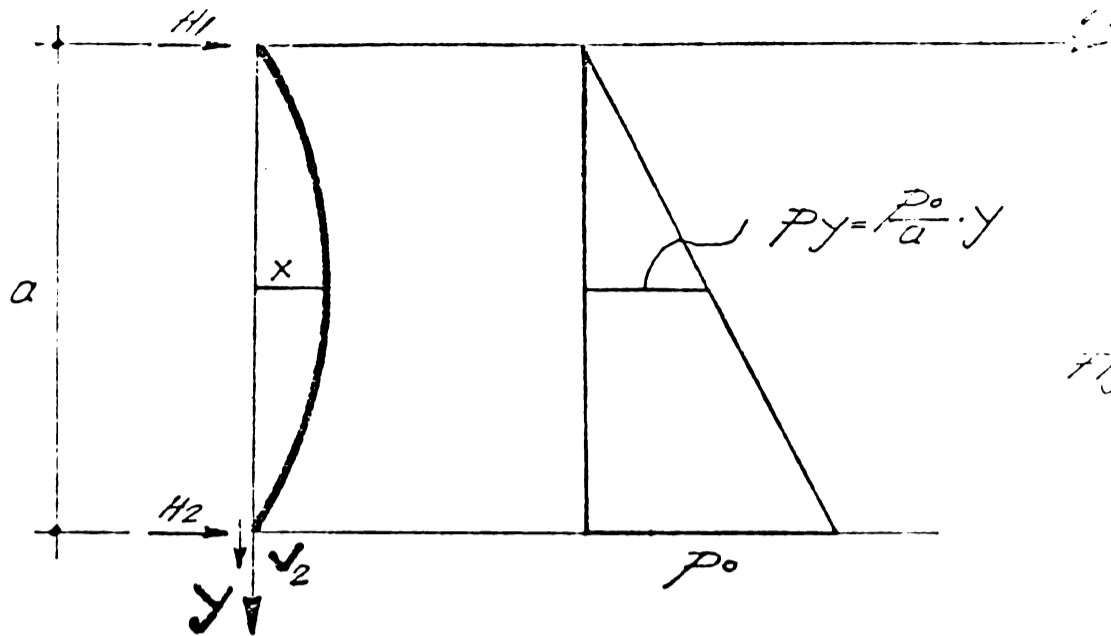


Fig. 20

$$My - V_2 \cdot x = 0$$

$$\frac{\partial^2 My}{\partial y^2} = -p_y = -\frac{p_0}{a} \cdot y$$

$$\frac{\partial My}{\partial y} = -\frac{p_0}{2a} y^2 + C_1$$

$$My = -\frac{p_0}{6a} y^3 + C_1 y + C_2$$

$$y=0, My=0 \Rightarrow C_2=0$$

$$y=a, My=0 \Rightarrow C_1 = \frac{p_0}{6} a$$

$$My = -\frac{p_0}{6a} y^3 + \frac{p_0}{6} a y$$

$$-\frac{p_0}{6a} y^3 + \frac{p_0}{6} a y - V_2 \cdot x = 0$$

$$x = \frac{p_0}{6a} \sqrt{2} (a^2 y - y^3)$$

$$\frac{\partial x}{\partial y} = 0 \quad \frac{p_0}{6a} \sqrt{2} (a^2 - 3y^2) = 0 \Rightarrow y = \frac{a}{\sqrt{3}}$$

$$x_{max} = f_{max} = -\frac{p_0 a^2}{9\sqrt{3}\sqrt{2}}$$

$$\text{doco} \quad x_{max} = \frac{1}{5,2} a$$

$$\frac{1}{5,2} \cdot a = \frac{p_0 a^2}{9\sqrt{3}\sqrt{2}} \quad \sqrt{2} = \frac{5,2 \cdot p_0 a}{9\sqrt{3}} = 0,334 \cdot p_0 a$$

$$x = \frac{p_0}{6a \cdot 0,334 p_0 a} (a^2 y - y^3)$$

$$x = \frac{1}{2a^2} (a^2 y - y^3)$$

$$\left(\frac{\partial x}{\partial y}\right)_{y=0} = \frac{1}{2a^2} (a^2 - 3a^2) = -\frac{2a^2}{2a^2} = -1$$

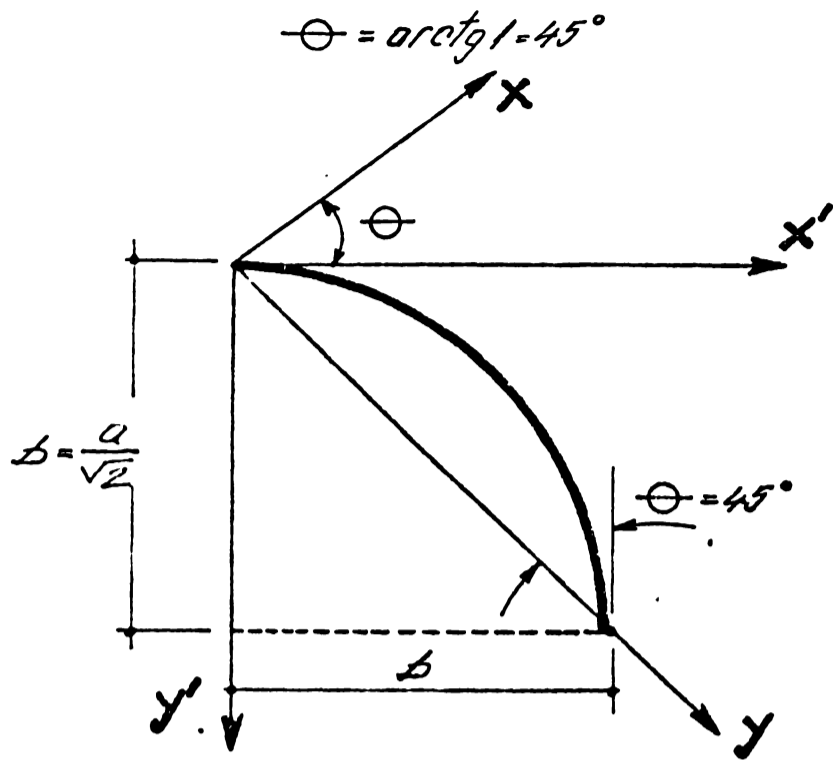


Fig. 21

Se caută ca tangenta la curbă în punctul $x=0, y=a$ să fie verticală. Pentru aceasta se rotește curba cu unghiul θ .

Se consideră că se rotește sistemul de axe xOy cu unghiul θ în poziția $x'Oy'$ fig. 21

Pentru această rotire sînt valabile următoarele relații:

$$\begin{cases} x = x' \cos \theta - y' \sin \theta \\ y = x' \sin \theta + y' \cos \theta \end{cases}$$

Ecuația curbei scrisă în coordonate $x'y'$ devine:

$$x' \cos \theta - y' \sin \theta = \frac{1}{2a^2} [a^2 (x' \sin \theta + y' \cos \theta) - (x' \sin \theta + y' \cos \theta)^3]$$

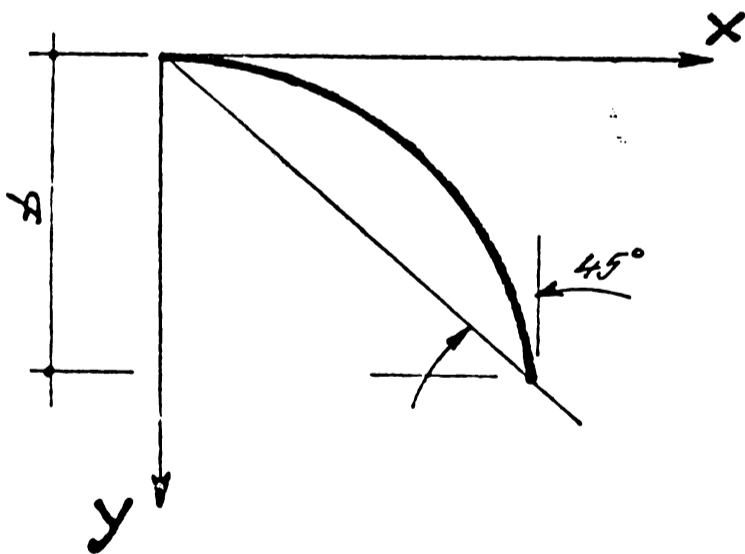


Fig. 22

Pentru simplificarea noului sistem de axe de coordonate se va nota tot cu xOy fig. 22

$$\theta = 45^\circ \quad \sin \theta = \cos \theta = 0,707$$

$$x - 3y = -0,25 \frac{1}{b^2} (x+y)^3$$

$$\boxed{(-x+3y) 4b^2 = (x+y)^3} \text{ ec. curbei}$$

Se verifică dacă punctul $M(b \operatorname{tg} \theta, b)$ se află pe curbă.

$$\operatorname{tg} \theta = 1$$

$$(-b+3b) \cdot 4b^2 = (b+b)^3$$

$$8b^3 = 8b^3$$

Se caută tangenta la curbă în punctul $x=0, y=0$

$$4b^2 \left(-\frac{\partial x}{\partial y} + 3 \right) = 3(x+y)^2 \left(\frac{\partial x}{\partial y} + 1 \right)$$

Se înlocuiesc valorile $x=0, y=0$

$$4b^2 \left(3 - \frac{\partial x}{\partial y} \right) = 0$$

$$\frac{\partial x}{\partial y} = 3$$

$$\theta' = \arctg 3 = 71.57^\circ$$

$$\theta_0' = \theta' - 45 = 26.57^\circ$$

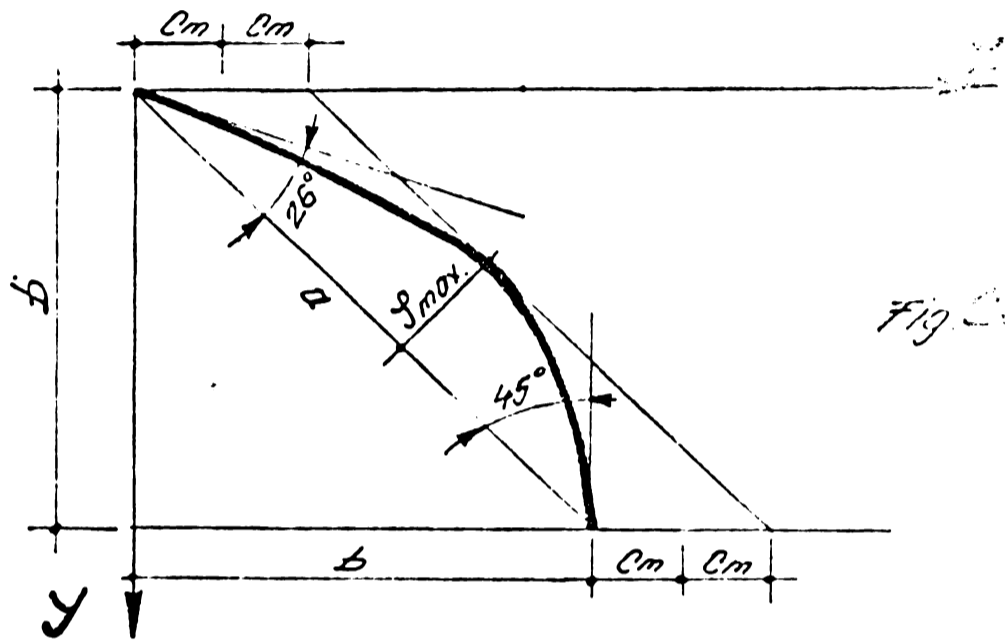


Fig. 23

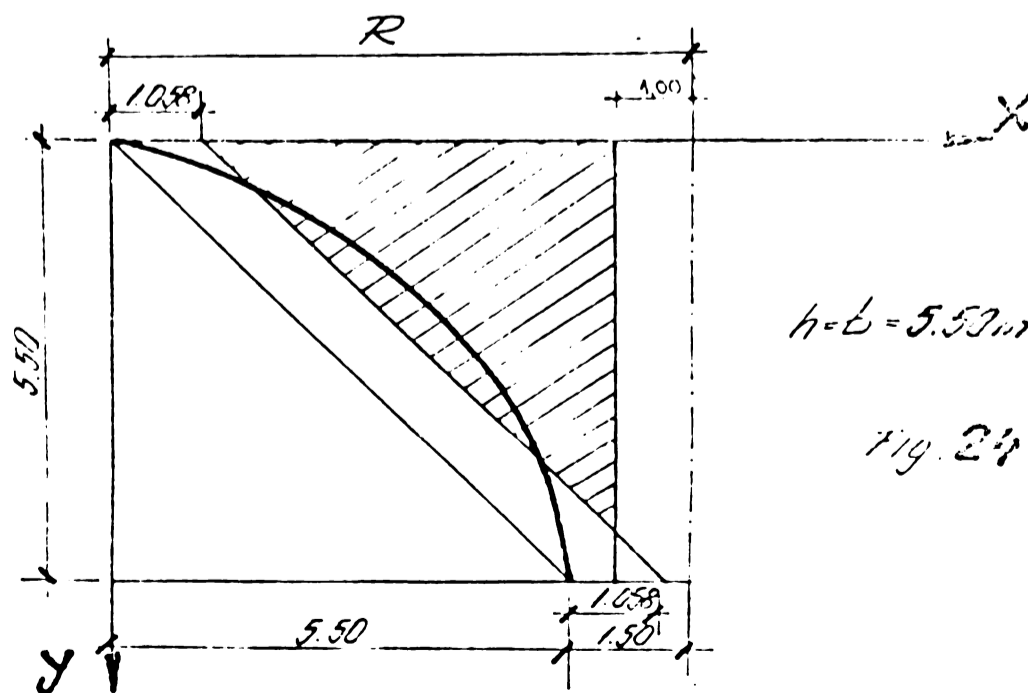
$$b = 5.50 \text{ m}$$

$$a = b\sqrt{2} = 7.778 \text{ m}$$

$$y_{max} = \frac{1}{5.2} \cdot a = 1.496 \text{ m}$$

$$y_m = \frac{y_{max}}{2} = 0.748 \text{ m}$$

$$cm = y_m \cdot \sqrt{2} = 1.058 \text{ m}$$



$$h = b = 5.50 \text{ m}$$

Fig. 24

Volumul trunchiului de con care aproximează volumul rezervorului fig 24 cu capacitate de 200 mc:

$$V_{med.} = \frac{\pi h}{3} [(R-1,058)^2 + (R-6,558)^2 + (R-1,058)(R-6,558)] - \pi \cdot 1^2 \cdot 200$$

$$\frac{\pi \cdot 5,5}{3} (3R^2 - 3(1,058 + 6,558)R + 51,065) - 5,5\pi = 200$$

$$R^2 - 7,616R + 17,022 - 1 - 11,575 = 0$$

$$R^2 - 7,616R + 4,447 = 0$$

$$R = 3,808 + \sqrt{3,808^2 - 4,447} = 6,979$$

$$R = 6,979$$

dacă se alege $R = 7m \Rightarrow$

$$r = 1,479$$

$$r = 1,5m$$

$R = 7,000m$
$r = 1,500m$
$h = b = 5,50m$

Circonferința inelului superior $C = 2\pi R = 43,982m$

Circonferința inelului inferior $c = 2\pi r = 9,425m$

Dacă peretele exterior se execută din 16 elemente prefabricate, acestea vor avea dimensiunile

$$l_1 = 2,749m$$

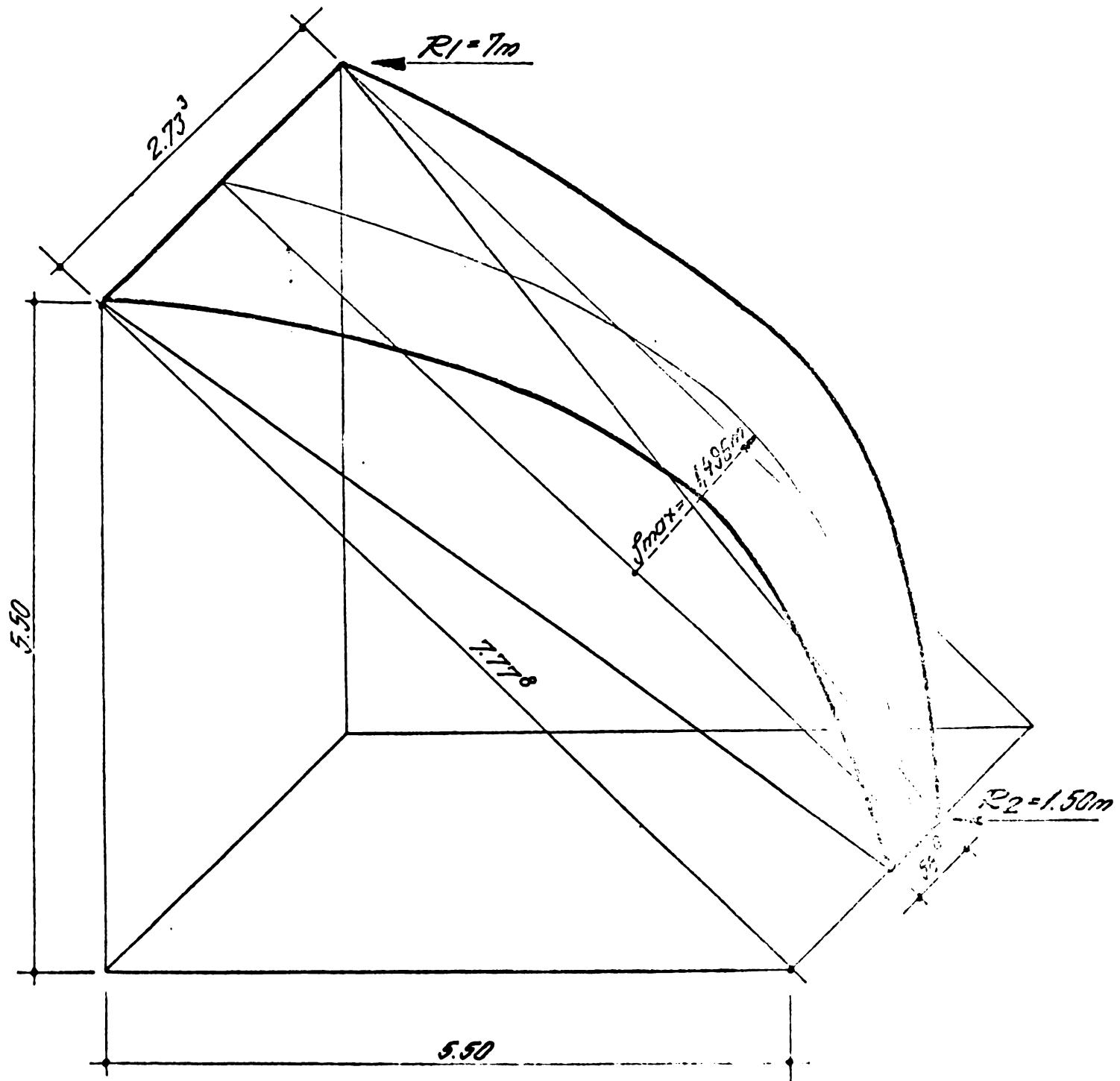
$l_2 = 0,589m$ (lungimi curbe pe arcul de cerc)

$$d_1 = R \frac{\sin \frac{\pi}{8}}{\sin \frac{7\pi}{16}} = 2,733m$$

$$d_2 = r \frac{\sin \frac{\pi}{8}}{\sin \frac{7\pi}{16}} = 0,586m$$

(d_1, d_2 - lungimi pe coardă)

Fig. 25



Asemenea elemente prefabricate sînt static determinate exterior și static nedeterminate interior, prin introducerea tiranților.
Forma geometrică a acestor prefabricate este bine adaptată la solicitări, iar realizarea elementelor este mult simplificată.

3. ALCATUIREA CONSTRUCTIVA A CASTELELOR DE APA

3.1. CASTELE DE APA CU REZERVOR DREPTUNGHIALAR(IN SECTIUNE PLANA) / 21 /

Se folosesc foarte rar, în cazul capacităților foarte mici sau foarte mari. Această formă a fost practic abandonată și în construcția de rezervoare rezemate direct pe teren.

Asemenea alcătuirii constructive se mai întâlnesc totuși în străinătate pentru capacități foarte mari.

Pereții sînt de obicei plăci rigidizate cu nervuri, planșeul de fund și de acoperiș are forme constructive variate.

Turnul de susținere este format de obicei din stâlpi legați cu rigle la diferite nivele. În Anglia se execută de multe ori asemenea turnuri cu ziduri de beton armat, interiorul turnului fiind folosit pentru diverse activități (spații administrative, depozite, spații de producție, etc.).

Fundațiile constau din rețele de grinzi pe care se descarcă stâlpii sau zidurile de beton armat ale turnului.

3.2. CASTEL DE APA CU REZERVOR CILINDRIC / 21 /

Se folosește deasemenea foarte rar, la capacități foarte mici (sub 500 mc.) sau foarte mari (peste 5000 mc.).

Pereții sînt realizați din plăci solicitate la întindere avînd rezolvări simple și economice.

Realizarea planșeului de fund pune mari probleme, solicitările fiind mari, iar alcătuirea constructivă limitată ca formă, ceea ce conduce la soluții greoaie, neeconomice.

Turnul de susținere este de obicei format din stâlpi solidarizați între ei cu rigle la diferite nivele.

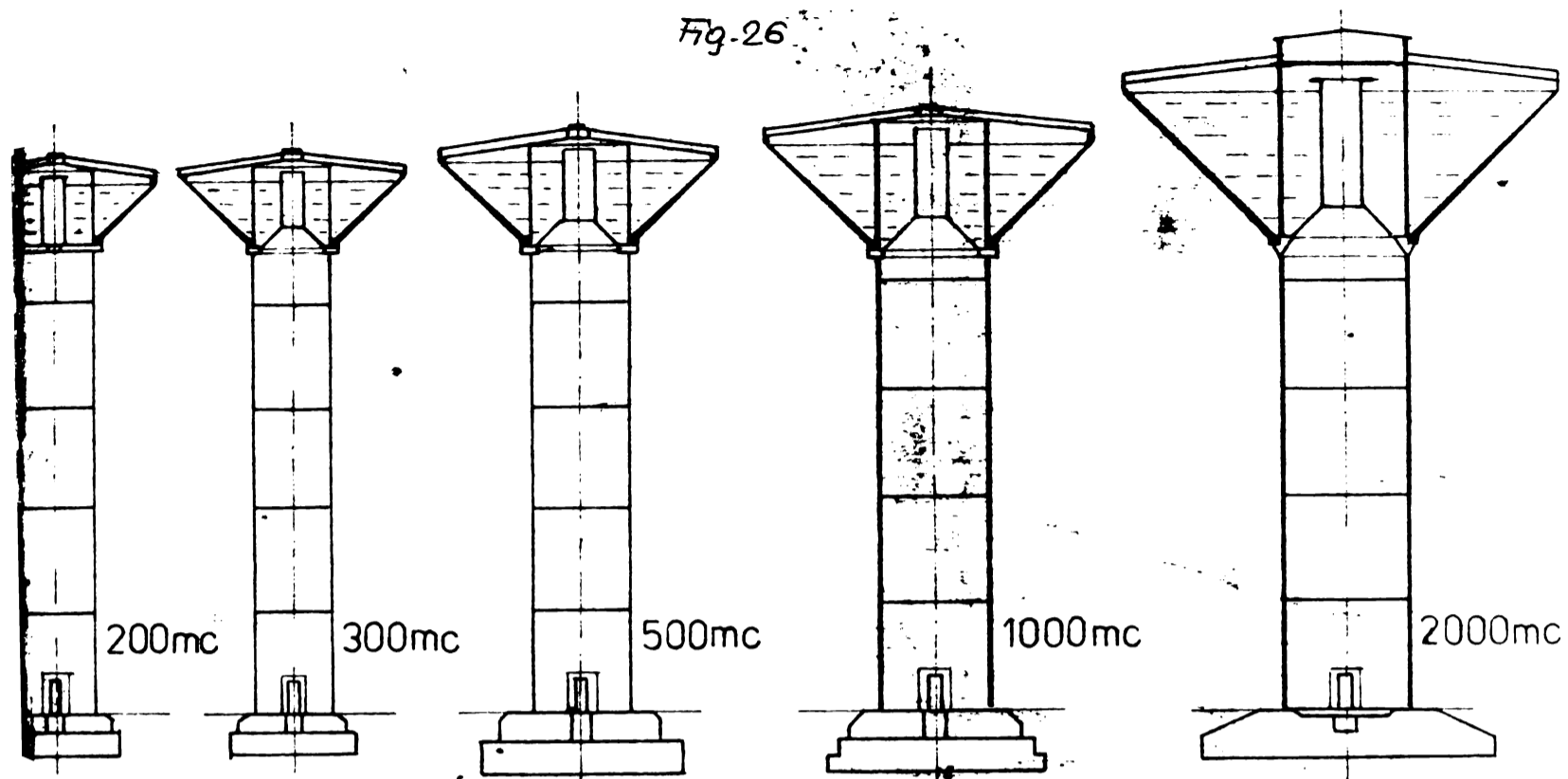
3.3. CASTELE DE APA CU REZERVOR CONIC

Această formă a apărut și s-a răspîndit rapid după cel de al doilea război mondial. În țara noastră această soluție este tipizată (fig.26). / 6, 9, 22, 38 /

Această formă se aplică la realizarea unor capacități foarte variate (200 pînă la 12000 mc.).

Inclinarea pînzei față de orizontală a variat între 31° și 60° ; cea mai des folosită este înclinarea de 45° . Creșterea unghiului de înclinare conduce la înălțimi mari de apă în rezervor cu implicații nedorite în rețelele de distribuție. Reducerea exagerată a unghiului de înclinare conduce la apariția unor solicitări mari în peretele rezervorului.

Fig. 26



Redăm câteva elemente geometrice ale proiectelor de realizare a castelului de 2000 mc. din țara noastră, a castelului de 1500 mc. de la Dourvin (Franța) - fig.27, a castelului de 12000 mc. de la Riad (fig.28). / 26,27/

	1	2	3
- Unghiul de înclinare cu orizontala	45°	30°	45°
- Grosimea maximă a peretelui rezervorului	40 cm	25 cm	60 cm
- Grosimea minimă a peretelui rezervorului	20 cm	15 cm	30 cm
- Diametrul exterior al turnului de susținere	8 m	4,6 m	11 m
- Diametrul maxim al rezervorului	27,8 m	28,2 m	54 m
- Grosimea peretelui turnului	40 cm	30 cm	40 cm
- Înălțimea maximă a rezervorului	51,6 m	42,3 m	60 m
- Adâncimea fundației sub nivelul terenului	3 m	2,5 m	17 m

Castelele de la Dourvin și Riad au rezervoare executate din beton precomprimat; același material este folosit și la turnul de susținere.

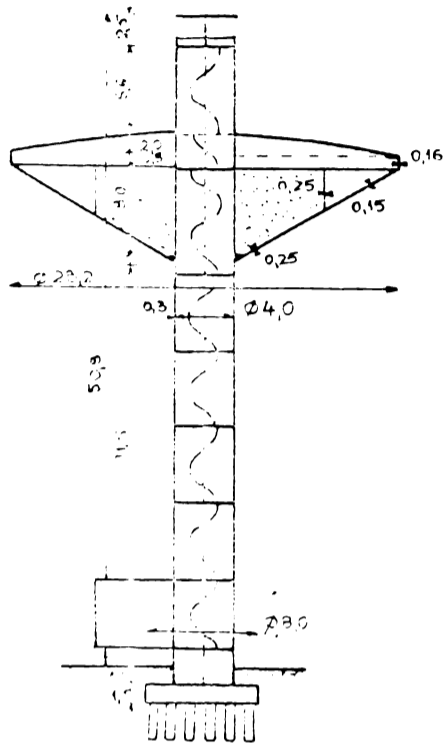


Fig 27



Fig. 28

Turnul de susținere se soluționează în varianta de tub cilindric; înălțimile mari și dificultățile de execuție a turnurilor cu stâlpi au condus la eliminarea acestei variante de alcătuire.

Castelul de la Riad cu capacitate de 12000 mc. a înglobat în rezervor 110 tone armături pentru precomprimare și 1650 mc. de beton, care s-a turnat fără întrerupere.

La partea superioară a rezervorului este un planșeu rezemat pe stâlpi (fig.29).

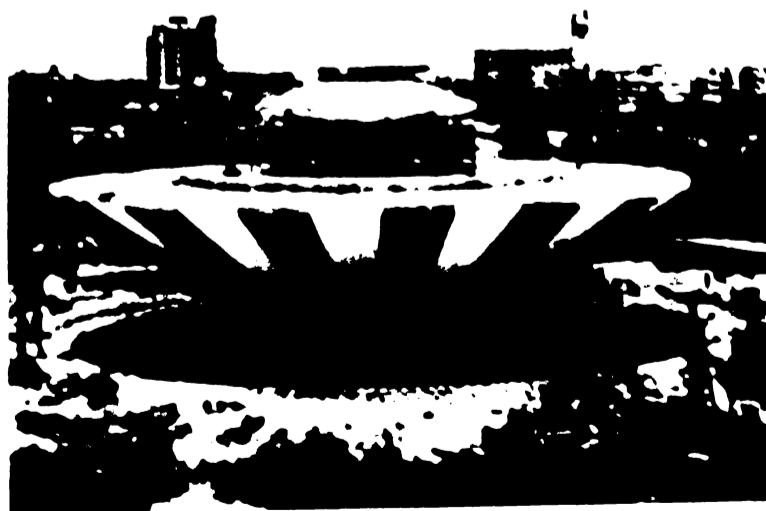


Fig 29

În zona centrală, peste acest planșeu, este un rezervor suplimentar de 350 mc. Pe planșeu este amenajată în zona centrală o sală de primire spațioasă climatizată, care spre exterior se lărgeste cu o terasă mare. Accesul este asigurat cu două lifturi amplasate în turn.

Se remarcă la castelele executate la Örebro (Suedia) și Riad executarea unui racord între peretele înclinat al rezervorului și turnul de susținere, ceea ce conduce la reducerea momentelor de încovoiere. În figura 30 am redat schița castelului de 9000 mc. executat la Örebro, care are aceeași soluție constructivă și la care se poate observa zona de racord. / 14 /

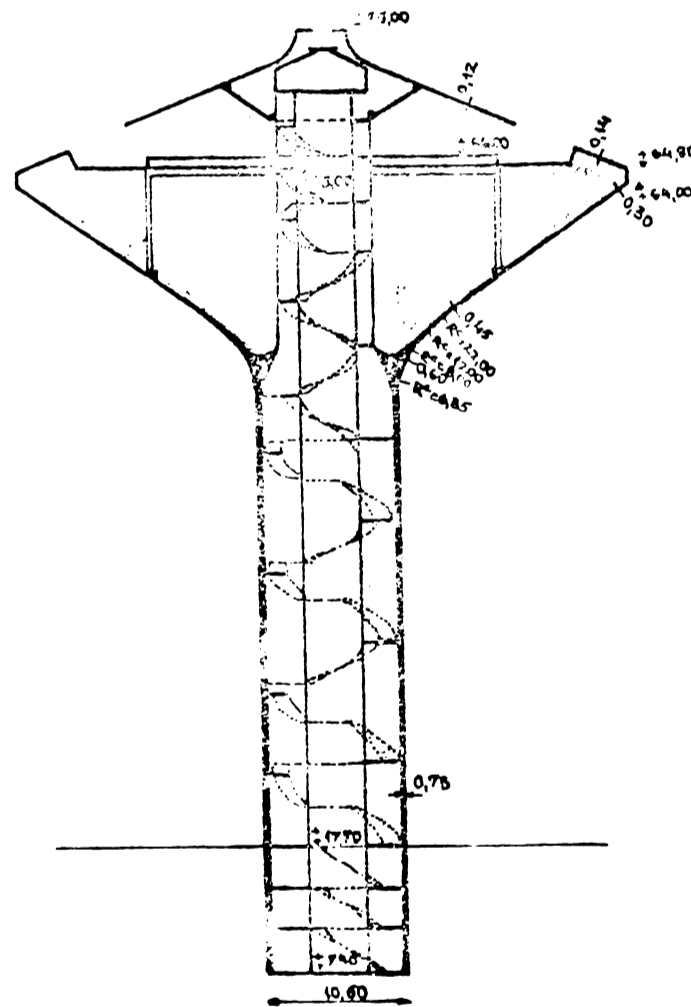


Fig 30

Nervurile exterioare ale cupei tronconice servesc la ancorarea cablurilor de precomprimare, spre deosebire de castelul executat la Dourvin, la care aceste nervuri erau amplasate în interiorul rezervorului.

La Dourvin acoperișul este realizat dintr-o cupolă de beton armat monolit de 8 cm grosime, care la reazemul pe pânza tronconică nu are un inel de rigidizare.

3.4. CASTEL DE APA CU REZERVOR TRONCON IMBINAT CU CILINDRU

La Bremen (R.F.G.) s-a executat un castel de apă cu capacitate de 2700 mc. (fig.31) a cărui realizare a durat un timp record : 100 zile. / 50 /

Turnul cilindric are 6 nervuri verticale și s-a executat din beton armat glisat. Cuva tronconică s-a executat din beton armat la sol, după care s-a realizat precomprimarea cu cabluri în plan orizontal. Precomprimarea radială pe generatoare s-a executat după ridicarea cuvei la costă (fig.32, 33, 34).

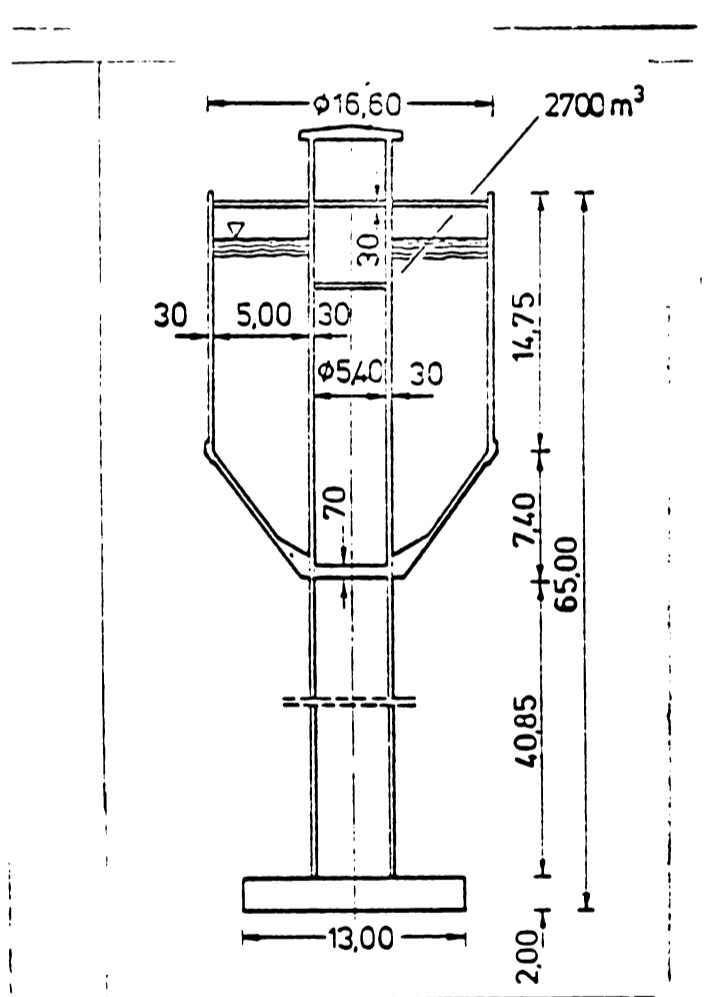


Fig 31

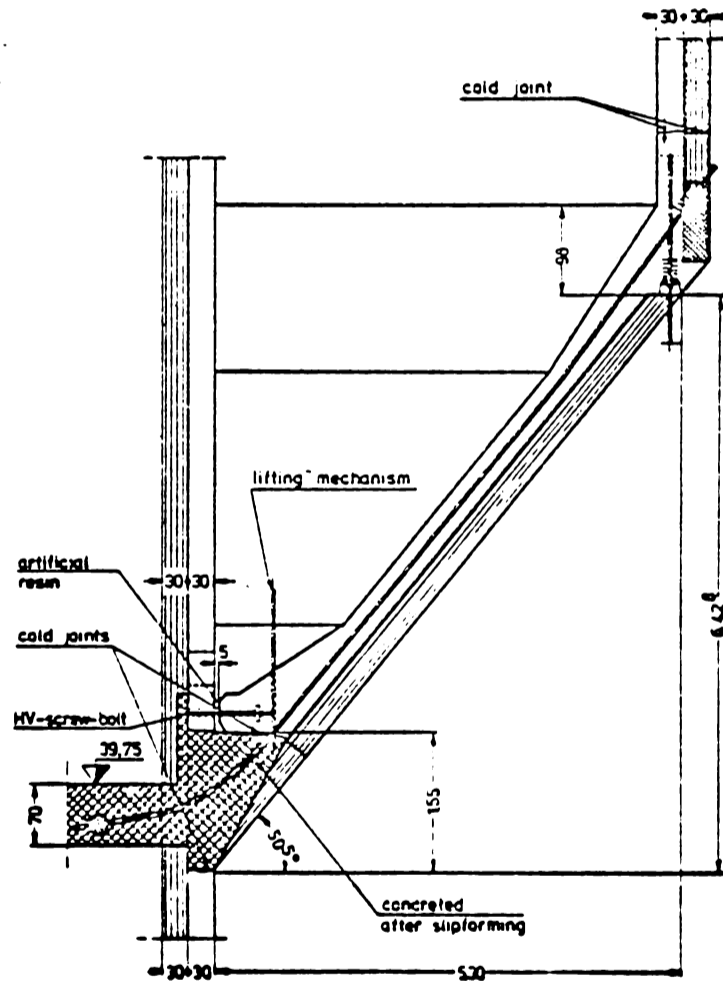


Fig 32

Partea cilindrică a rezervorului s-a glisat după ridicarea și fixarea pe turn a cuvei tronconice. Și această porțiune a rezervorului s-a pretensionat pe generatoare și în plan orizontal.

Se remarcă înălțimea de peste 20 m a coloanei de apă în rezervor, care generează mari variații de presiune în rețeaua de distribuție a apei.

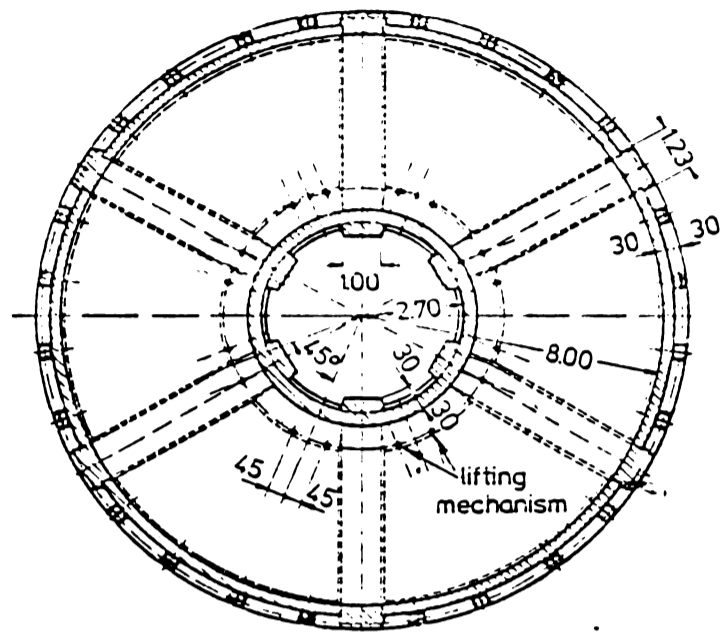


Fig 33

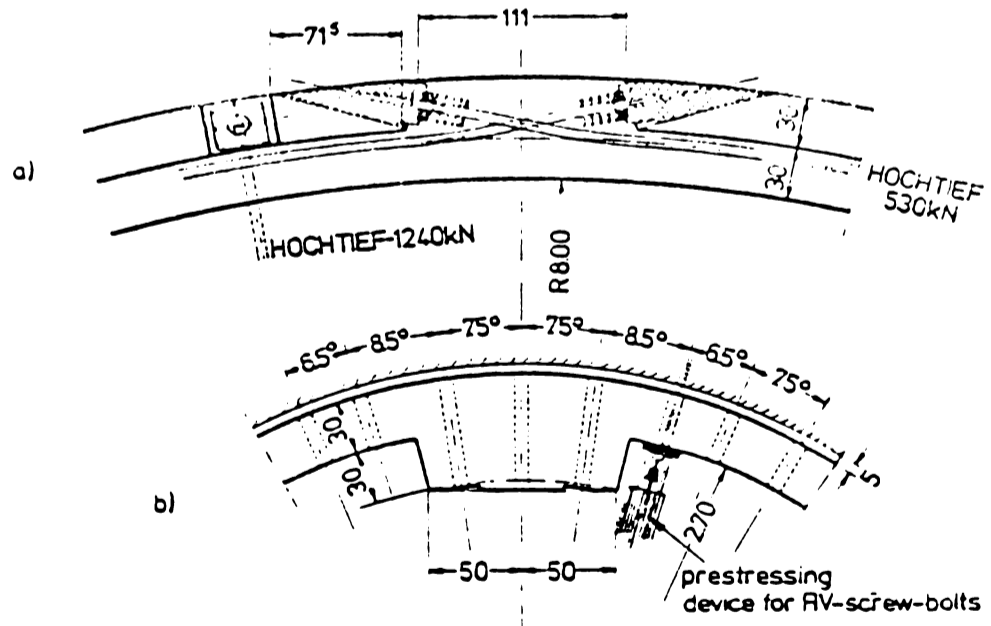


Fig 34

3.5. CASTELE DE APA CU REZERVOR DE FORMA UNUI HIPERBOLOID SAU CATENOID DE ROTATIE

Redăm în figura 35 schița unui castel realizat în Polonia cu capacitate de 750 mc., iar în figura 36 schița unui castel realizat în Ungaria cu capacitate de 1.000 mc. /37/

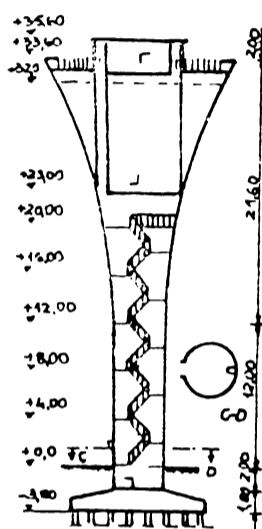


Fig. 35

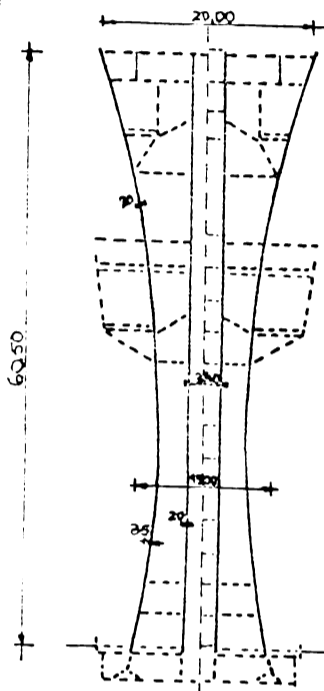


Fig. 36

Realizarea acestei lucrări s-a făcut cu beton armat turnat în cofraje pășitoare sau în cofraje glisante cu secțiune variabilă.

În Franța s-au executat castele cu capacitate de 2.000 mc. de formă hiperbolică din elemente prefabricate / 53 / . Este de remarcă realizarea izolației hidrofuge la interiorul rezervorului cu folie de material plastic de 1 mm. grosime, care se numește în Franța butil.

La aceste castele de apă partea interioară a rezervorului este dificil de executat.

3.6. CASTELE DE APA DIN ELEMENTE PREFABRICATE

3.6.1. CASTELE CU CAPACITATEA DE 200 mc. INTEGRAL PREFABRICATE REALIZATE ÎN ITALIA, / 18 /

În Italia s-au realizat 16 castele cu capacitate de 200 mc. fiecare într-o soluție de prefabricare integrală.

Redăm în figura 37 o secțiune verticală prin castel. Caracteristicile sale sînt : înălțimea maximă 41,35 m.; diametrul maxim 9,9 m.; înălțimea rezervorului 8,65 m; diametrul exterior al turnului 2,2 m.

Fundația s-a executat din beton armat monolit, iar turnul din inele prefabricate. S-a asamblat tronsonul inferior din inele prefabricate în lungime de 18 m. și tronsonul superior de 15 m. Asamblarea s-a făcut prin precomprimare.

După montarea tronsonului inferior s-a trecut la montarea celui superior (figura 38). La îmbinarea tronsoanelor s-au folosit piese metalice care au permis o îmbinare rapidă.

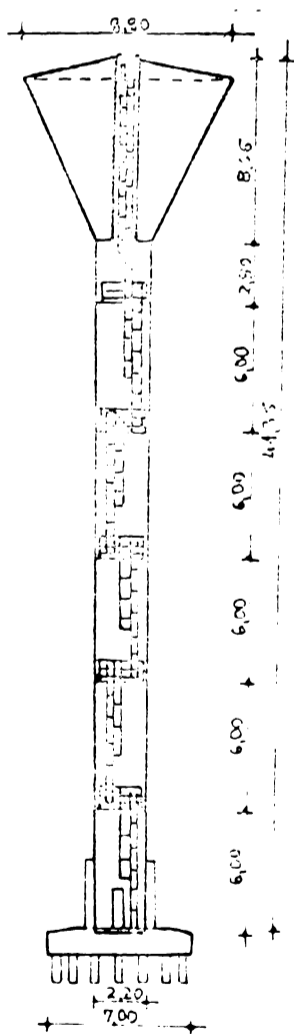


Fig 37



Fig. 38

La partea de sus a tronsonului superior s-a montat de la sol fundul rezervorului (figura 39). După montare s-a executat o solidarizare a ambelor tronsoane prin precomprimare.

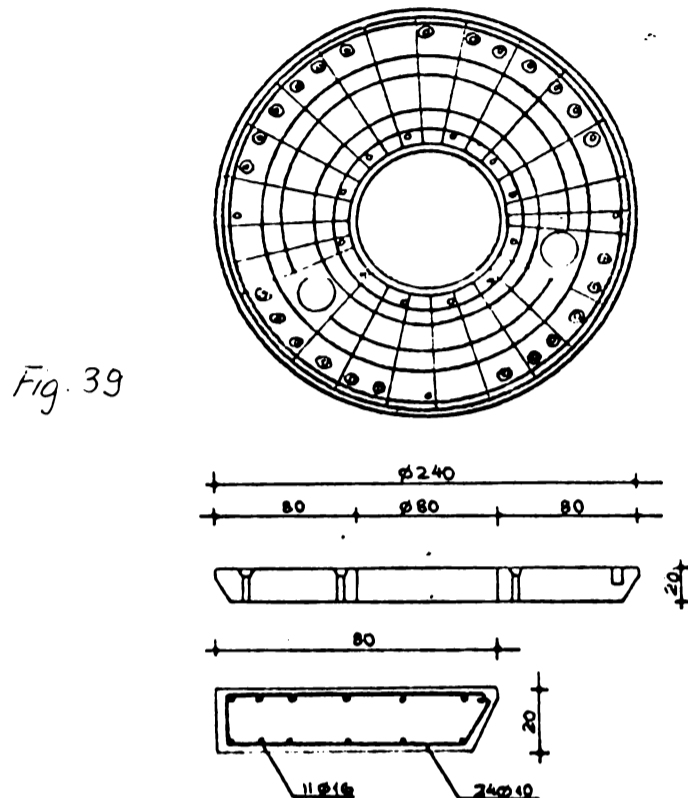


Fig. 39

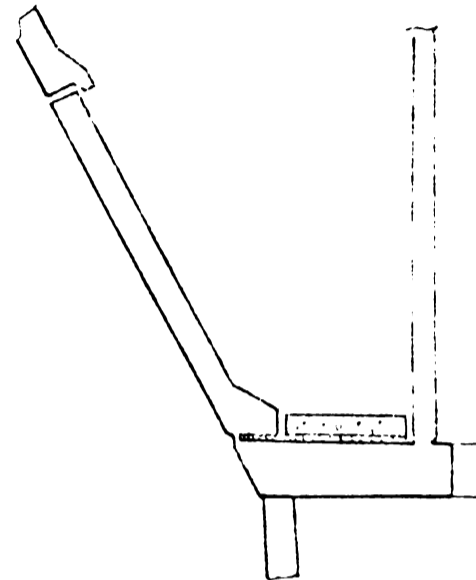


Fig. 40

În figura 40 se observă montarea pe tronsonul superior al turnului a unei piese prefabricate tronconice (detalii în figura 41), a tubului central din rezervor (detalii în figura 42) și a restului de perete înclinat exterior (detalii în figura 43).

Peretele înclinat se precomprimă cu armături orizontale inclusiv pe zona fișiei interioare tronconice. Se remarcă executarea precomprimării pe un semicerc cu lungime minimă de 4 m. (R.min.= 1,25 m

La îmbinarea între prefabricate s-a folosit un amestec de bitum cu asbest similar cu materialul produs la noi în țară pentru etanșarea geamurilor la sere.

Acoperișul s-a realizat din elemente prefabricate (figura 44).

Betonul utilizat la realizarea prefabricatelor a avut marca 550 daN/cm^2 , iar oțelurile pentru armăturile pretensionate $\sigma_r = 135 \text{ daN/mm}^2$.

Datorită prefabricării și bunei organizări a activității a fost posibil ca cele 16 castele de apă să fie realizate în 12 luni, adică un ritm de 1 castel la 3 săptămâni.

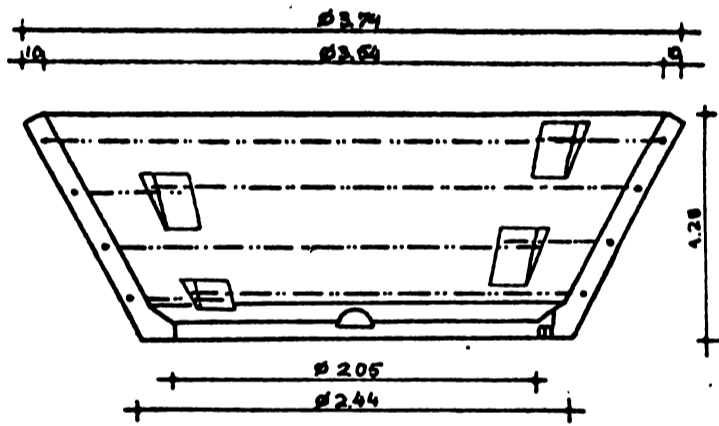
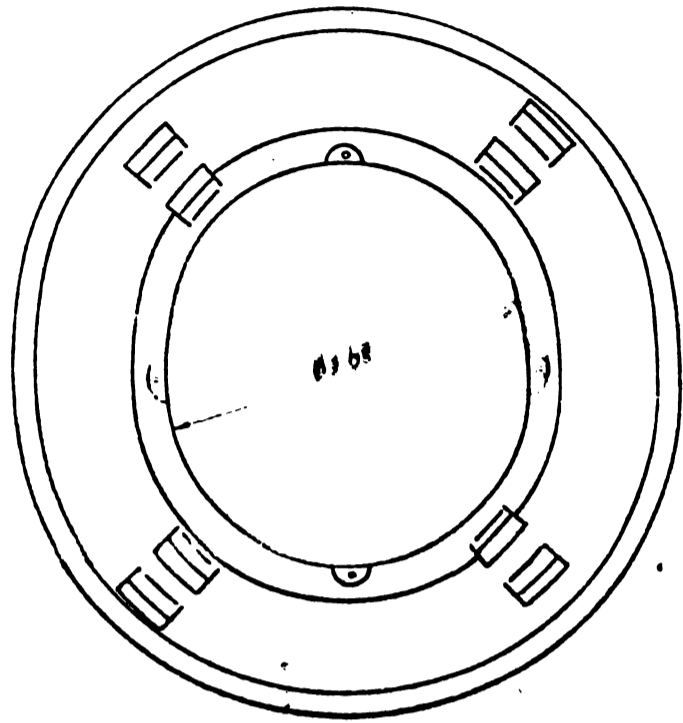


Fig. 41

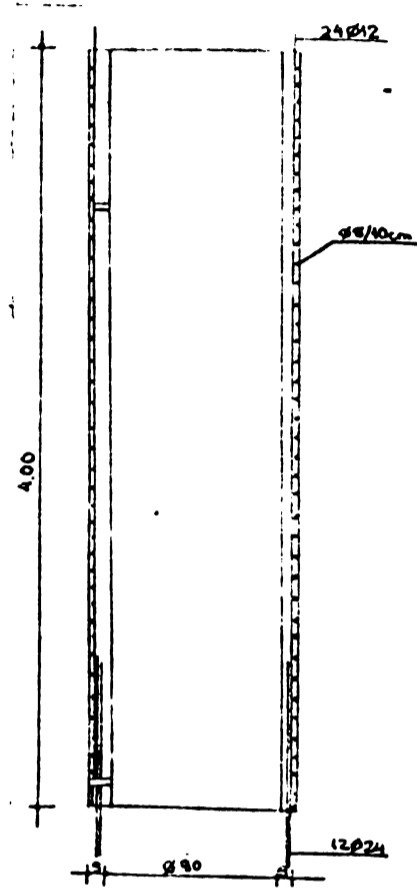


Fig. 42

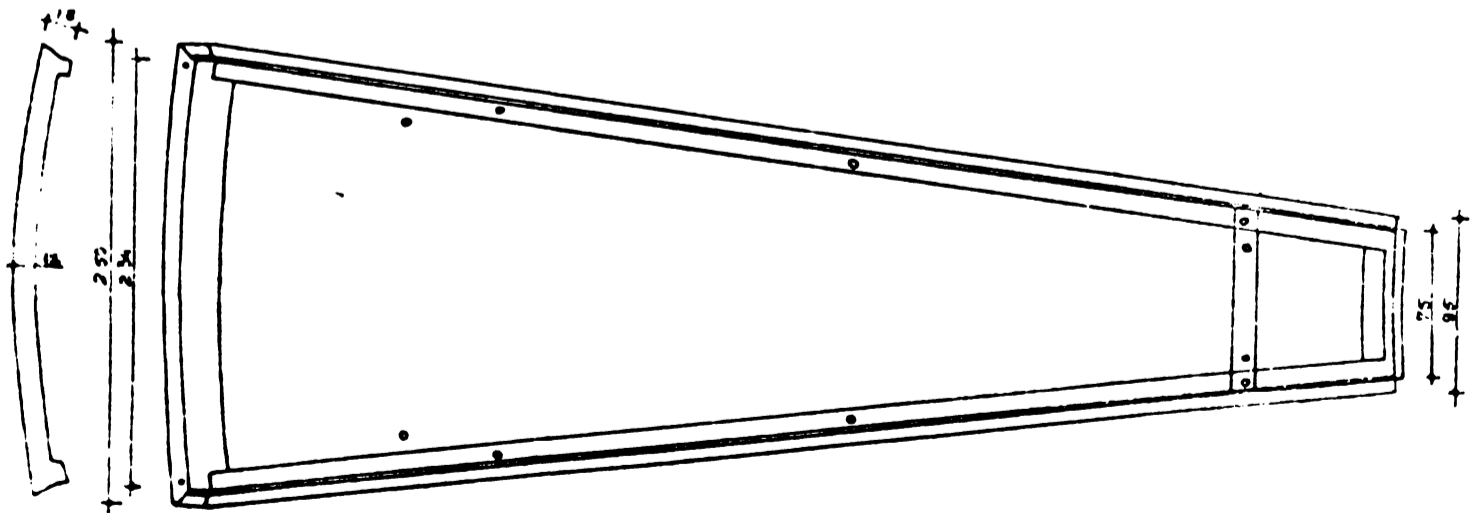


Fig. 43

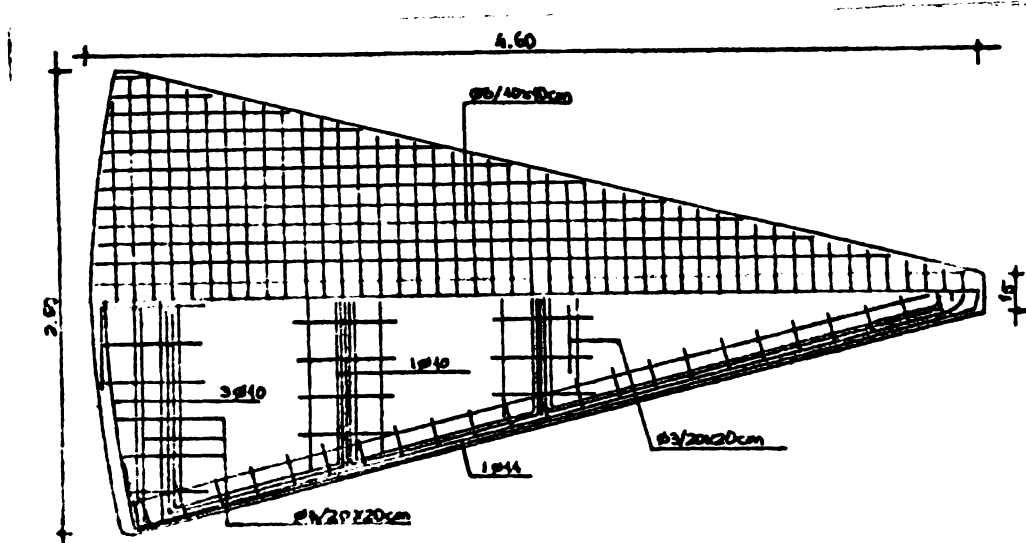


Fig. 44

3.6.2. CASTEL DE MARE CAPACITATE PREFABRICAT PROIECTAT IN ITALIA

In Italia s-a proiectat un castel cu capacitate de circa 3.400 m.c. într-o variantă originală de prefabricare / 7 /

Proiectul a fost elaborat în anul 1969 cu ocazia unui concurs. Redăm în figura 45 o secțiune transversală prin rezervorul castelului, în figura 46 o secțiune orizontală prin rezervor, în figura 47 detalii de realizare a peretelui rezervorului și în figura 48 fazele de execuție tehnologică a lucrării.

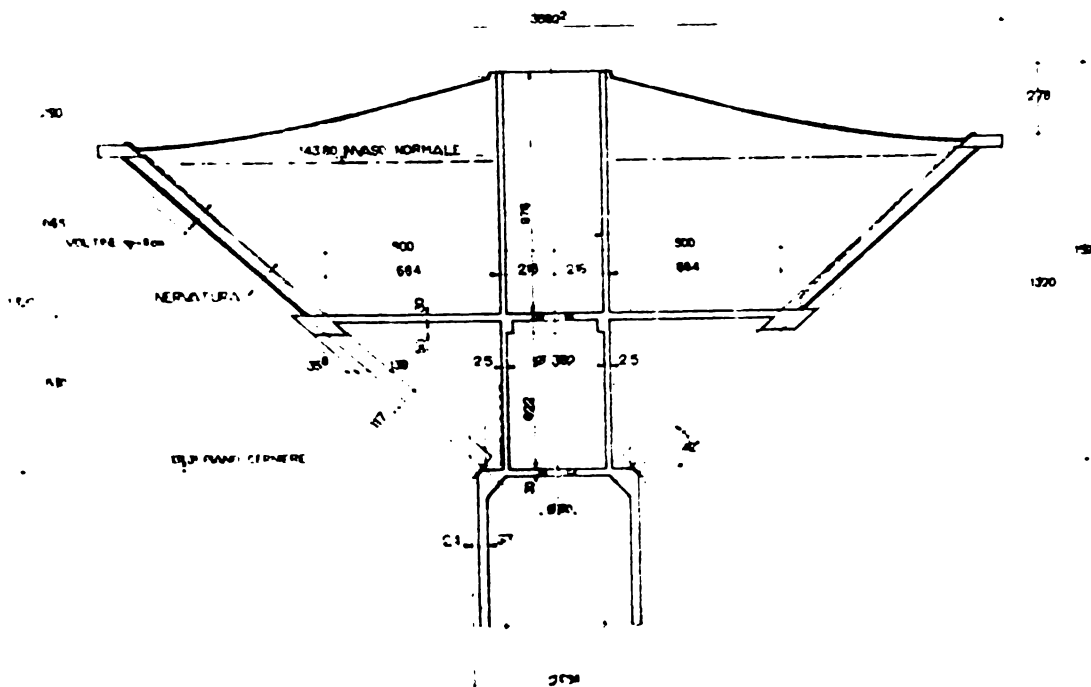


Fig. 45

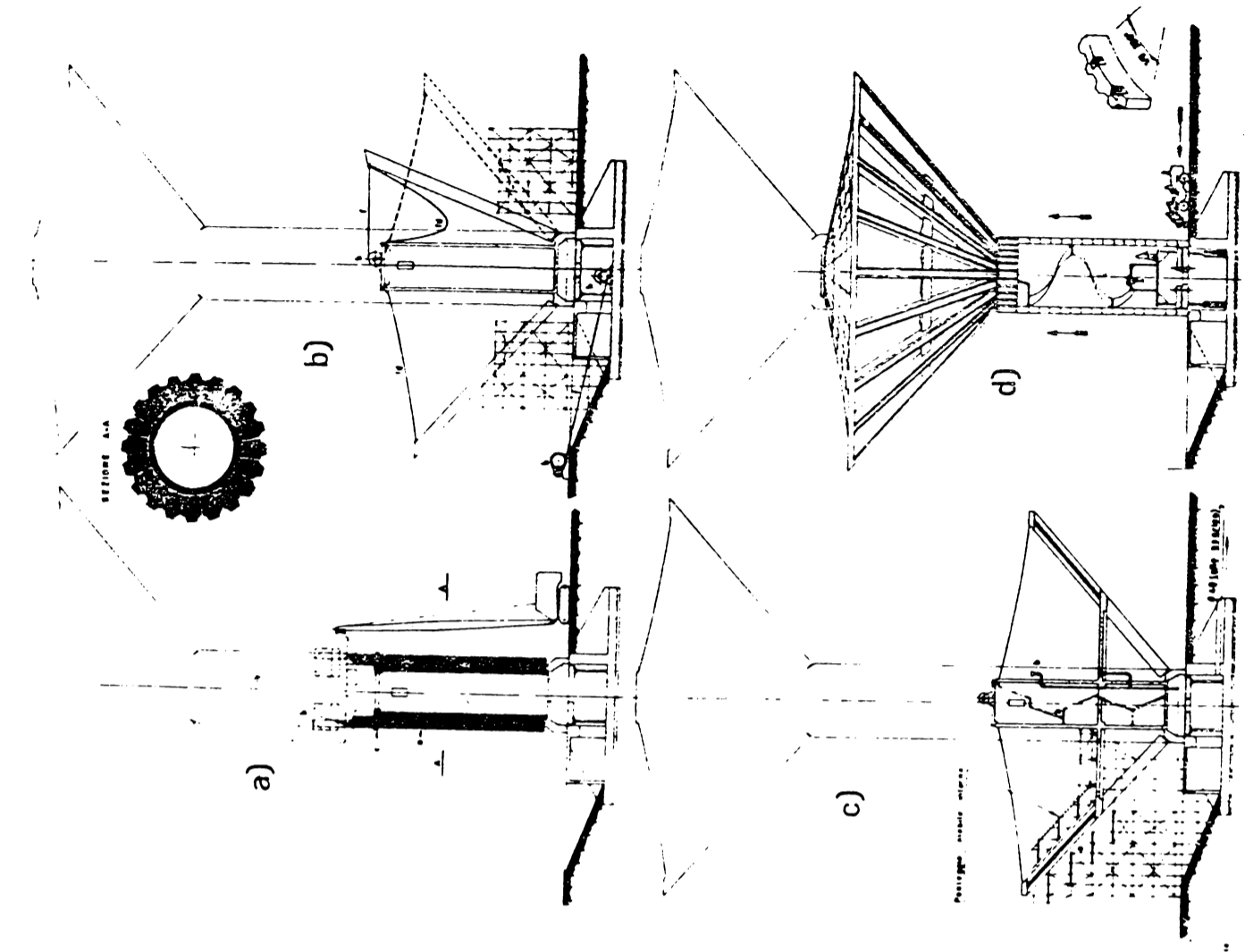


Fig. 48

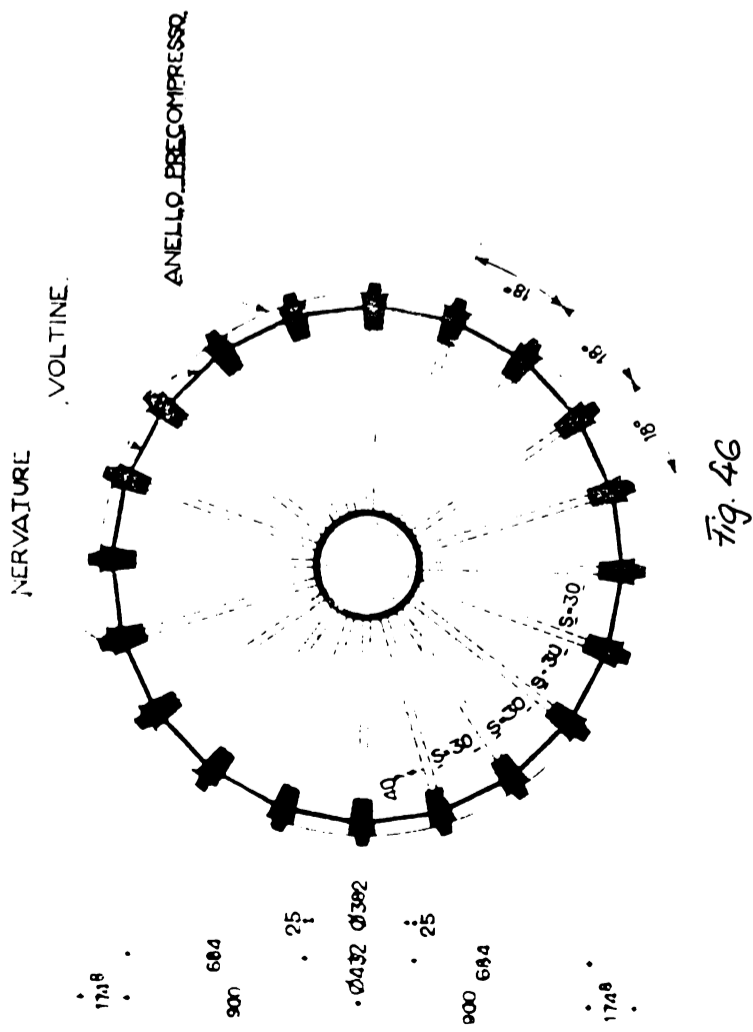


Fig. 46

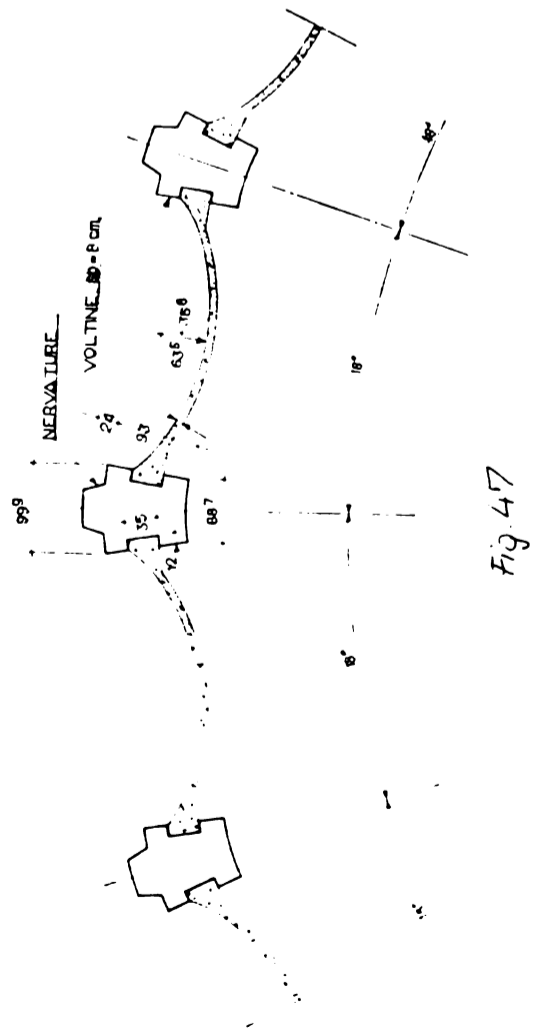


Fig. 47

Fundația este constituită dintr-o placă circulară groasă cu diametrul de 20 m. și nervuri înalte de 4,45 m. Turnul de susținere este cilindric, cu fața interioară netedă (\varnothing int.=5,7 m.) și la exterior cu nervuri verticale.

Rezervorul are ca structură de rezistență 20 de grinzi radiale înclinate la 42° , cu lungimea de 19 m. Pe aceste grinzi radiale rează 20 de bolțișoare tronconice; o placă cu diametrul de 15 m., prevăzută cu nervuri radiale, constituie fundul rezervorului.

Două inele precomprimate asigură asamblarea prefabricatelor: unul la nivelul fundului rezervorului, și altul la nivelul superior al grinzilor radiale.

Acoperișul este realizat din panouri stratificate cu rășina poliesterică și fibre de sticlă. Aceste panouri rează pe cabluri dispuse radial.

3.6.3. CASTELE DE 1.000 m.c. PREFABRICATE REALIZATE IN FINLANDA

In Finlanda se execută castele de apă cu capacitate de 1.000 m.c. într-o formă originală de prefabricare (figura 49) /15,37/

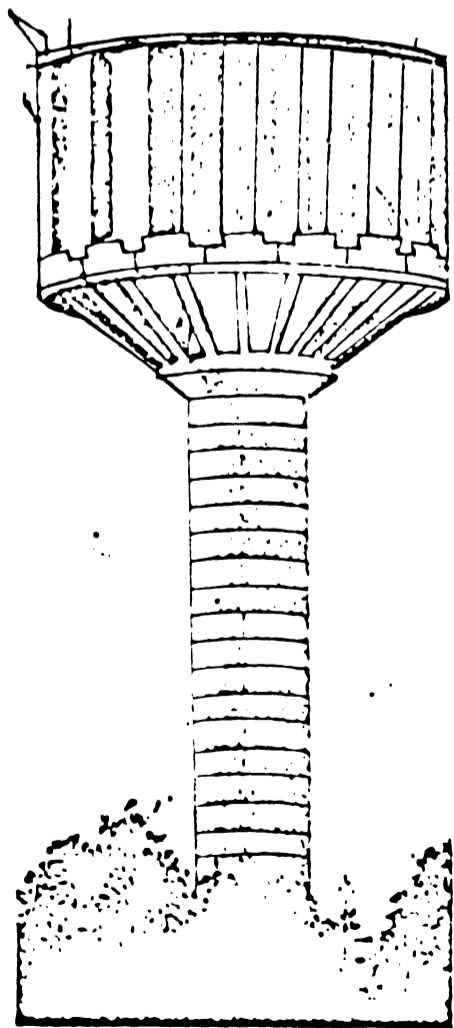


Fig 49

Turnul de susținere are diametrul exterior de 4,4 m. și se realizează din elemente prefabricate postcomprimate.

Înălțimile turnurilor sînt variabile în funcție de condițiile locale. În figura 49 am prezentat un turn cu înălțimea minimă a rezervorului de 30 m.

La cota + 26 m. turnul se realizează din 3 piese prefabricate de forma specială (15 tone fiecare), care permit montarea unor stîlpi înclinați la 45° și continuarea turnului pînă la cota + 30 m.

La partea superioară a turnului se realizează fundul rezervorului din elemente prefabricate în formă de T, legate la o extremitate de stîlpii înclinați, iar la cealaltă de turn. Se montează apoi tubul central.

Pereții se realizează din plăci prefabricate cu simplă curbură pe direcția scurtă.

Acoperișul, realizat din elemente prefabricate, lucrează și la încărcarea din împingerea apei pe pereți.

În Finlanda castelele de 1.000 m.c. necesită izolație termică. La acest castel izolația s-a prevăzut la interiorul rezervorului, iar peste izolația termică s-a executat izolația hidrofugă. În acest mod s-a evitat problema realizării de betoane și îmbinări de prefabricate etanșe.

Asemenea castelele sînt executate în 6 orașe din Finlanda. Atunci cînd sînt necesare capacități mai mari se realizează în același loc mai multe castele de apă.

Se afirmă că la realizarea unui asemenea castel volumul de beton este mai redus cu 20-30 % față de un castel obișnuit de aceleași dimensiuni.

3.6.4. CASTEL DE APA DE MARE CAPACITATE REALIZAT DIN ELEMENTE PREFABRICATE ÎN FINLANDA / 73 /

În 1978 acest castel era prezentat ca cel mai mare castel de apă realizat din elemente prefabricate. (capacitate de cca 6000 mc).
- figurile 50 și 51 -.



Fig 50

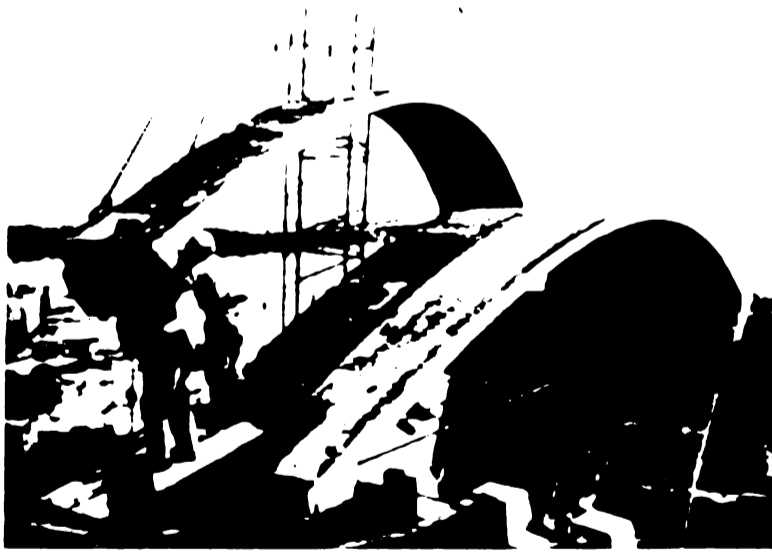


Fig 51

Rezervorul este sprijinit pe 8 stâlpi din beton precomprimat prefabricați cu înălțime de 40 m., prin intermediul unei grinzi circulare formată din 16 elemente prefabricate.

Pereții rezervorului sînt alcătuiți din elemente prefabricate cu o formă bine adaptată la solicitarea apei din rezervor. Nu se fac referiri la modul de protecție a tiranților și modul de etanșare a rezervorului la rosturile dintre prefabricate.

Acoperișul are ca structură de rezistență cabluri de oțel.

Se poate deduce ca elementul prefabricat nu este precomprimat, deoarece săgeata mare a elementului face ca betonul să lucreze numai la compresiune.

Grinda de monolitizare de la partea superioară și cea de la partea inferioară preiau solicitările de întindere ce apar.

Structura pare deosebit de rațională ca formă geometrică, ca utilizare rațională a materialelor (betonul la compresiune și metalul la întindere). Executarea pe șantier a unor asemenea elemente cu simplă curbură nu ridică probleme deosebite.

3.6.5. CASTEL DE APA INTEGRAL PREFABRICAT PROIECTAT IN ROMANIA / 43 /.

Castelul a fost proiectat pentru o capacitate de 500 m.c. Este prevăzută realizarea turnului din elemente prefabricate, iar rezervorul din elemente prefabricate cu dublă curbură (figura 52).

Probleme dificile considerăm că apar la executarea elementelor prefabricate cu dublă curbură, care sînt de serie mică și ridică probleme dificile în cazul executării lor pe șantier.

Montarea elementelor prefabricate s-ar putea realiza cu o macara turn MTA-125, ceea ce ar asigura și o viteză de lucru corespunzătoare.

Proiectul a fost întocmit pentru o lucrare ce urma să se execute pe continentul african și ar fi util să se proiecteze o variantă de aplicare în țara noastră, întrucît unitățile de execuție dispun de capacitatea tehnică necesară executării lucrării.

Apreciem că viteza de execuție va crește mult prin prefabricare, calitatea lucrărilor executate va spori datorită prefabricării, iar consumurile specifice vor fi mult reduse față de soluțiile actuale.

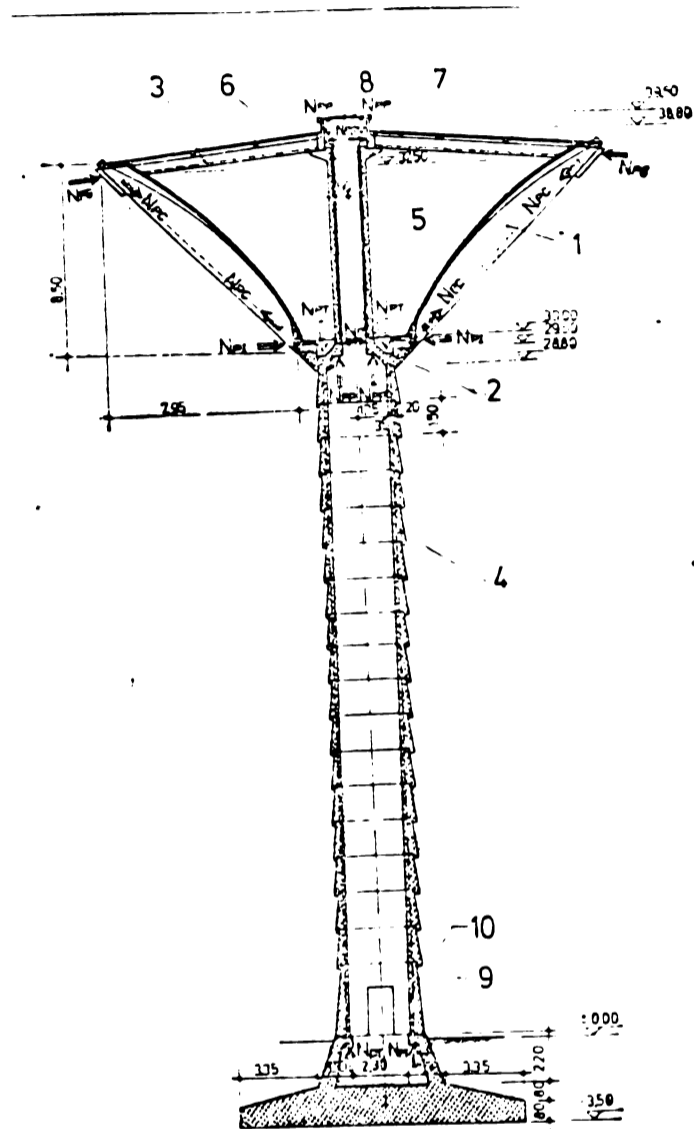
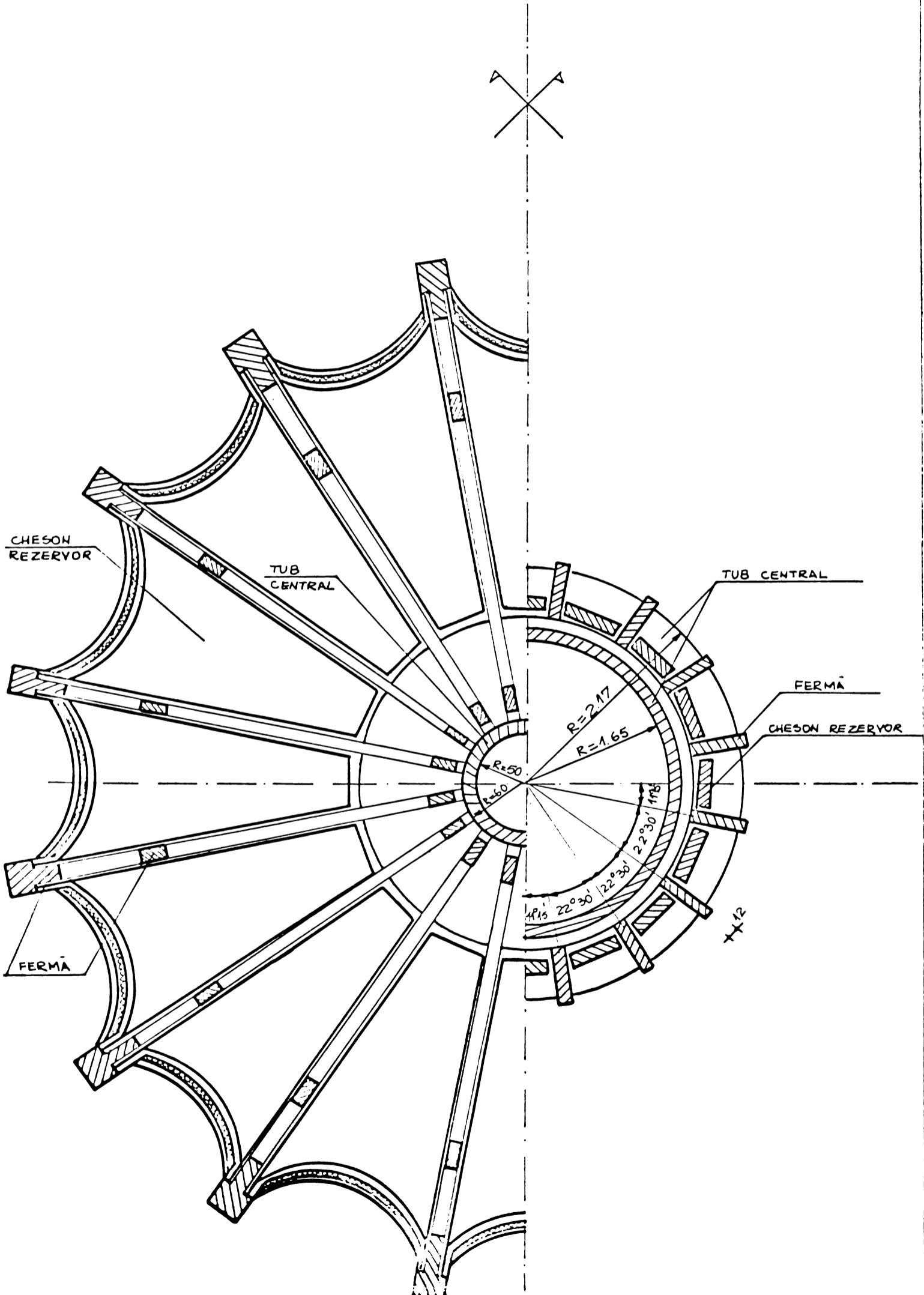


Fig. 52

La Facultatea de Construcții din Cluj Napoca colectivul de structuri a analizat și o altă posibilitate de prefabricare a rezervorului, la care s-a renunțat întrucât conducea la consumuri sporite și rezolvări mai greoase. Redăm alăturat o schiță a soluției constructive studiată la Cluj Napoca.



4. TEHNOLOGII DE EXECUȚIE A REZERVOARELOR LA CASTELE DE APA

4.1. REZERVOARE EXECUTATE PE ESAFODAJE MONTATE PE TOATA ÎNĂLȚIMEA TURNULUI

Asemenea lucrări s-au executat în țara noastră în mod obișnuit la construcția rezervoarelor de mare capacitate (1.000 și 2.000 m.c.) pînă în jurul anului 1970 pe baza unor proiecte unicate la care acoperișul era rezolvat cu placa de beton armat monolit, înglobînd în grinzile radiale profile I expandate, ca armături rigide.

La realizarea unui castel de 2.000 m.c. / 16 / volumul de eșafodaje necesar impunea folosirea a 16 seturi de scelă metalică (un set de scelă metalică tubulară poate asigura schela necesară tencuirii a 600 m.p. pereți).

Construcția unui eșafodaj pe înălțimi mari, capabil să preia sarcini importante (circa 800 de tone) necesită un proiect amănunțit și o construcție îngrijită.

Sistemul a fost deasemenea larg utilizat în străinătate, cantitățile de eșafodaje fiind de-a dreptul impresionante la unele castele de mare capacitate (figura 53) / 4 /.

Volumul mare de materiale înglobate în eșafodaje, durata lungă de execuție a determinat găsirea unor tehnologii mai perfecționate.

4.2. REZERVOARE EXECUTATE PE ESAFODAJE MONTATE PE TURNUL DE BETON ARMAT.

Această tehnologie a fost larg răspîndită în țara noastră pentru realizarea castelelor cu capacitate pînă la 500 m.c., fiind cuprinsă în proiectele tip (figura 54).

Un eșafodaj de formă specială a fost conceput și realizat la construcția castelelor de 1.000 m.c. / 65 / .

Castele de apă cu capacitate de 1.000 și 2.000 m.c., la care acoperișul are o structură din ferme cu zăbrele, folosite cu precădere în industria siderurgică și construcția de mașini, s-au

realizat începînd cu anul 1963 și pînă în jurul anului 1980 cu eșafodaj format din fermele acoperișului, montat pe turnul de beton armat (figurile 53 și 56) / 76,78 /.

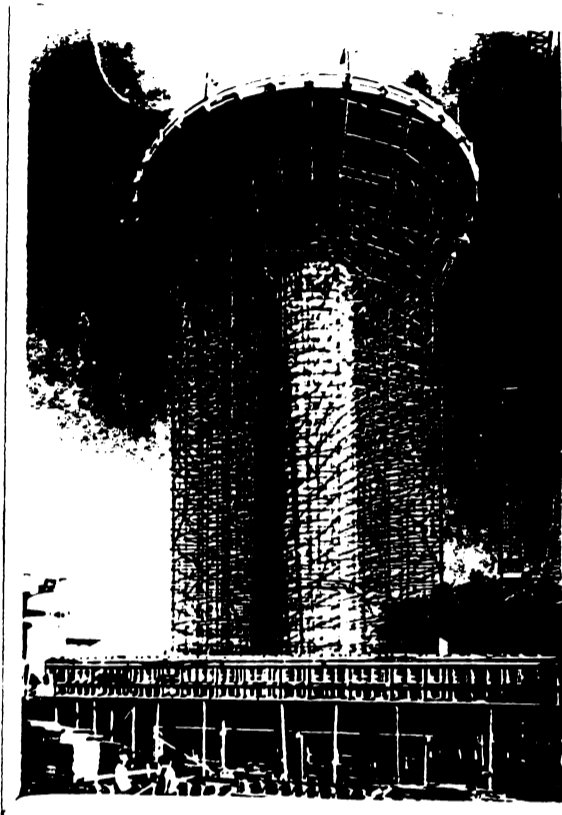


Fig.53

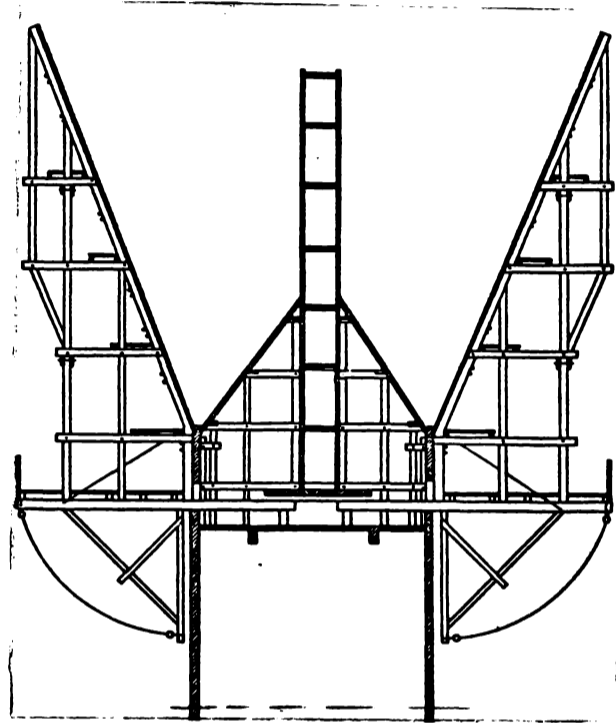


Fig.54

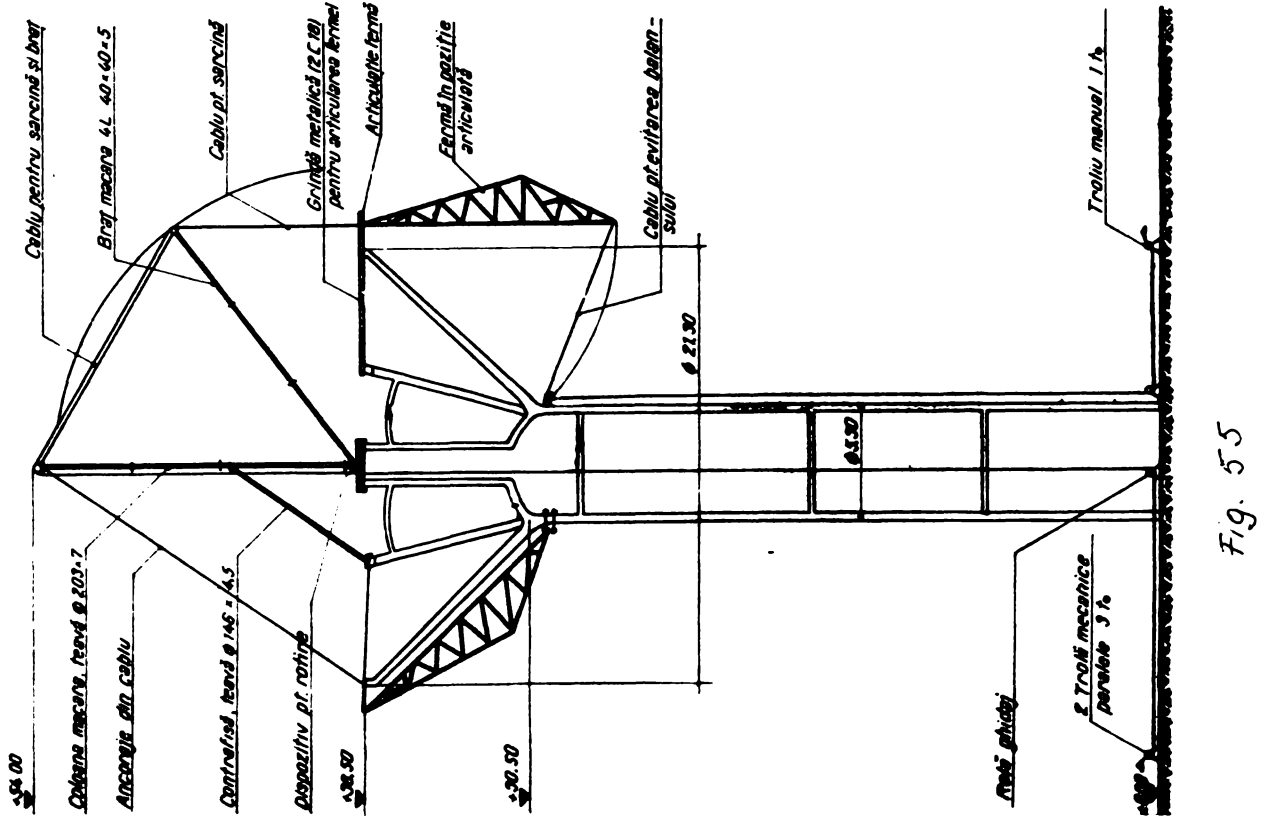
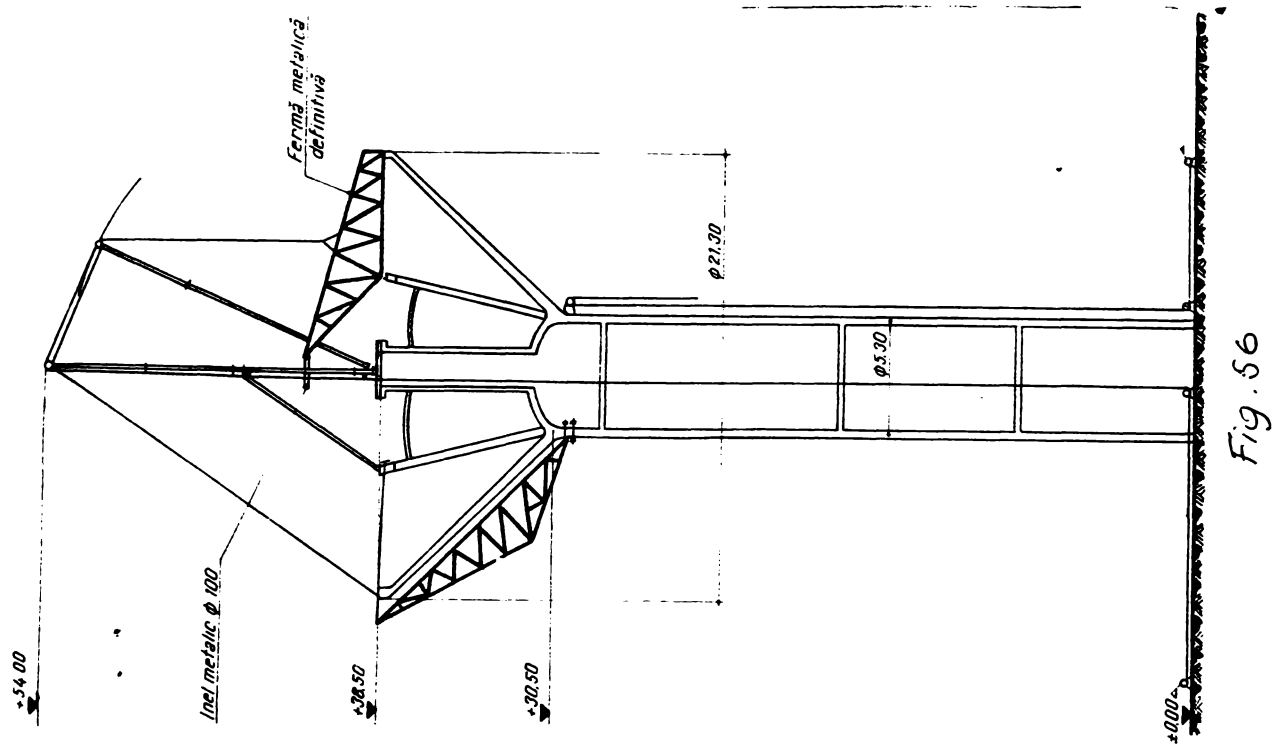
Si în prezent sînt unități de execuție care au proiecte proprii de eșafodaje montate la înălțime pentru realizarea de castele cu capacitate pînă la 500 m.o. (figura 57) / 61 /.

Executarea la înălțime a unor eșafodaje se face cu mari riscuri de accidentare, fapt pentru care sistemul a fost abandonat.

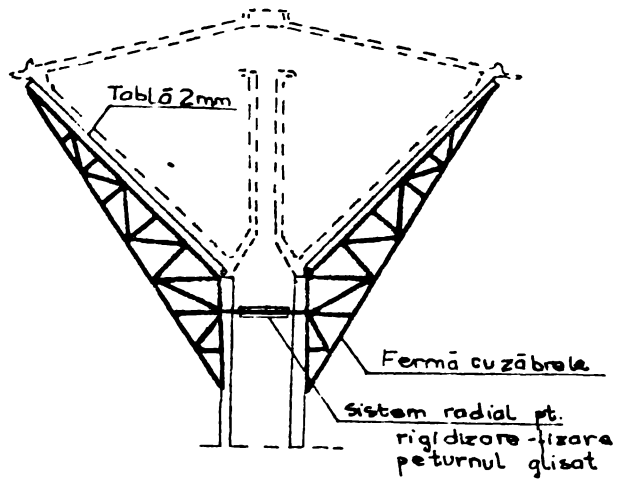
4.3. ESAFODAJE LIFTATE

4.3.1. PRIMELE TEHNOLOGII DE LIFTARE A COFRAJELOR IN ROMANIA.

In anul 1965 se execută în țara noastră primul eșafodaj liftat(figura 58) / 78 / , cu greutate de circa 90 tone; s-au folosit 36 de verine de 3 tone capacitate cu tije din OL 50 \varnothing 25 înabinate cu filet.



SECȚIUNE TRANSVERSALĂ



PANOU TIP PETALĂ

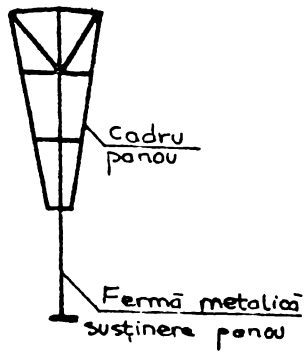


Fig. 57

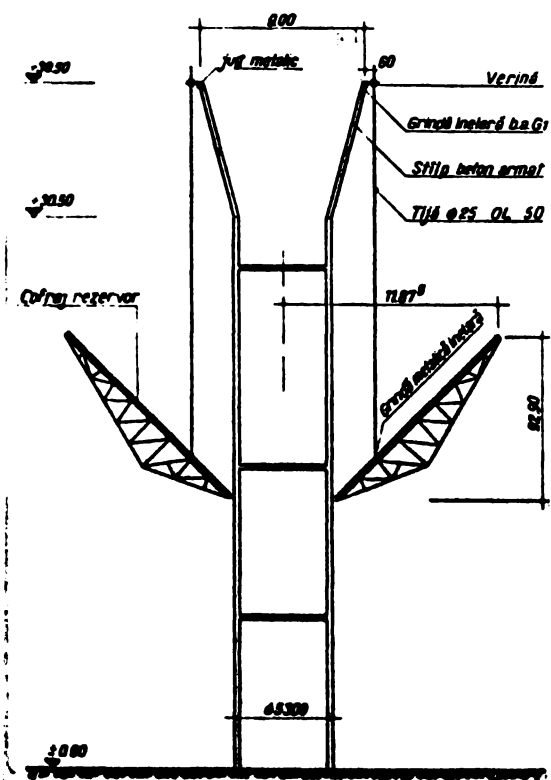


Fig. 58

După betonare cofragul a fost coborât cu circa 1 m. cu ajutorul unor tije filetate (figura 59) . Operația de demontare a cofrajului, a fermelor și montare a acoperișului s-a executat la înălțime, în condiții dificile .

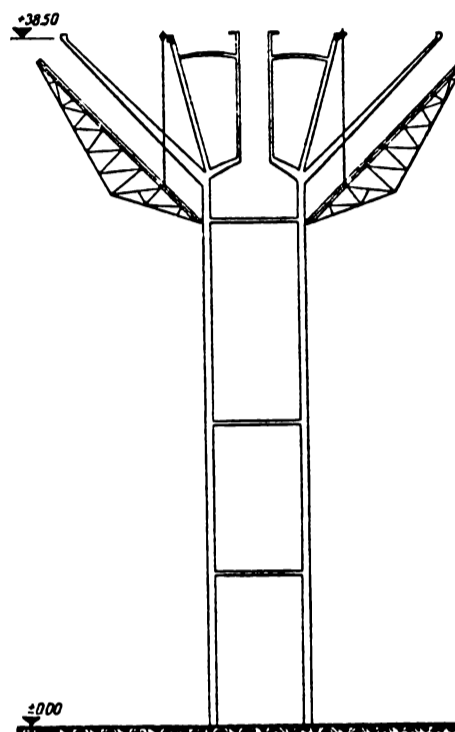


Fig. 59

Este cunoscut și castelul de 1.000 m.c. executat la Buzău cu cofraj liftat, dar la care în loc de ferme s-au folosit grinzi din profile I expandate. Operația de coborire și demontare a cofrajului a prezentat în acest caz mari dificultăți.

Coloanele de tije din OL 50 \varnothing 25 trebuiau verificate și încercate cu atenție întrucât îmbinarea cap la cap cu filet poate crea dificultăți în asigurarea capacității portante minime a coloanei de tije.

În timpul liftării pot apărea perioade cu vânt, care conduc la oscilații periculoase ale coloanelor de tije prin decalibrarea zonelor filetate.

Lipsea unui dispozitiv de sincronizare poate conduce la suprasolicitarea unor coloane de tije, care având capacitatea portantă limitată, pot să se rupă.

Asemenea deficiențe, cât și faptul că demontarea trebuia făcută la înălțime, nu au contribuit la extinderea aplicării acestei tehnologii:

4.3.2. CONTRIBUTII LA REALIZAREA TEHNOLOGIEI DE COFRAJ LIFTATE

În anul 1971 la fabrica de ciment Alejd lucrările de construcții. montaj la trei linii tehnologice se apropiau de sfârșit și punerea lor în funcțiune era condiționată de realizarea unui castel de apă cu capacitatea de 2000 mc. / 55 /

Fundația și turnul de beton armat erau executate, timpul disponibil pentru restul de lucrări fiind de 6 luni(trim.II și III.)

Proiectantul lucrării (I.P.I.M.P.C. Bucuresti) propunea o liftare a cofrajului cu verine de 3 tone, coloane de tije O.L.50 Ø 25, pentru care prezenta un proiect tehnic fără detalii necesare execuției. Proiectul ^{nu} prevedea modul de coborîre sau demontare a cofrajului.

Constructorul nu a putut accepta proiectul de cofraj liftat prezentat de proiectantul castelului de apă.S-a pus problema executării unui eșafodaj din schelă metalică pe toată înălțimea sau realizarea unei tehnologii proprii.

Investigînd posibilitățile procurării de verine urcătoare - coborîtoare, s-a constatat că Centrala de Mecanizare a M.C.Ind. (fost T.U.G.) achiziționase în 1963 din Suedia un set de 12 verine cu capacitate de 16 tone, urcătoare - coborîtoare, care nu-și găseau întrebuințarea. Nici atelierul de proiectare al Centralei de mecanizare nu reușise să verifice experimental modul de funcționare al verinelor la urcare și coborîre.

Existența setului de verine ne-a determinat să realizăm castelul cu tehnologia de liftare a cofrajului.

Determinant în adoptarea acestei tehnologii au fost următoarele:

- durata maximă de realizare 6 luni ;
- nu se puteau asigura dulgheri care să lucreze cu continuitate la această lucrare;
- asigurarea unui set de verine cu urcătoare-coborîtoare.

S-a pornit la proiectarea și realizarea acestui proiect tehnologic de liftare, avînd foarte puține cunoștințe anterioare.

Alcătuirea constructivă a cofrajului, modul de lucru pe timpul liftării, comportarea lui la vînt în timpul liftării și chiar în poziția finală pînă la încărcarea cu beton, modul de comportare a cofrajului la betonarea rezervorului, au constituit o veritabilă activitate de cercetare, proiectare și experimentare care a condus la rezolvări originale, confirmate prin brevetarea tehnologiei de lucru.

..//..

4.3.2.1. TEHNOLOGIA DE LUCRU.

a/ Fazele tehnologice.

Principalele faze tehnologice sînt:

- montarea pe turnul de beton armat a platformei verinelor(fig.60.);
- montarea la sol a cofrajului pe un eșafodaj montarea instalației de liftare și a coloanelor de tije (fig.61.);
- liftarea cofrajului la cota superioară.Se recomandă ca armătura să fie montată pe cofraj la sol(fig.62.) Cofrajul se fixează pe turnul de beton armat.Platforma verinelor se poate demonta sau supraînălța, pentru a permite betonarea -
- coborîrea cofrajului se face după întărirea betonului, împreună cu platforma verinelor montată în rezervor(fig.63.). De pe cofraj se execută operațiile de finisare exterioară a rezervorului.

b/ Alcătuirea cofrajului și a platformei de lucru.

In fig.64 este prezentată o vedere în plan a cofrajului.

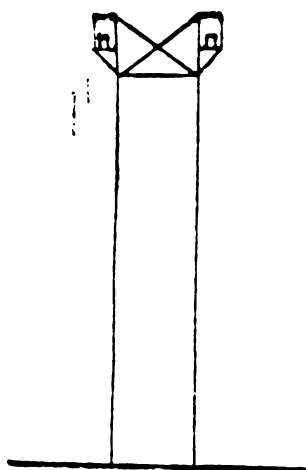


Fig. 60

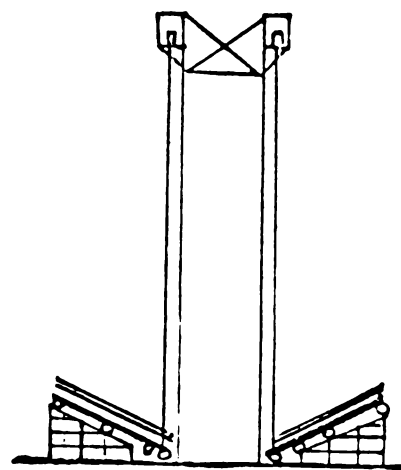


Fig. 61

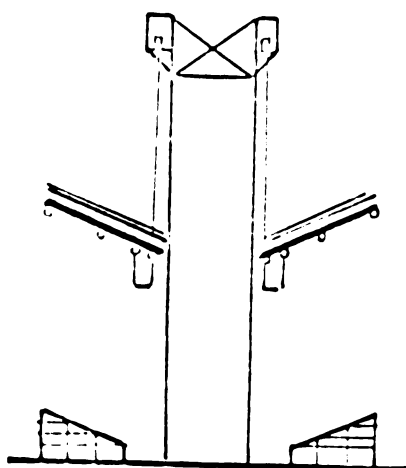


Fig. 62

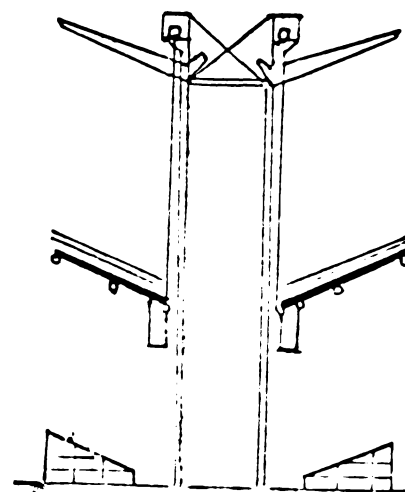


Fig. 63

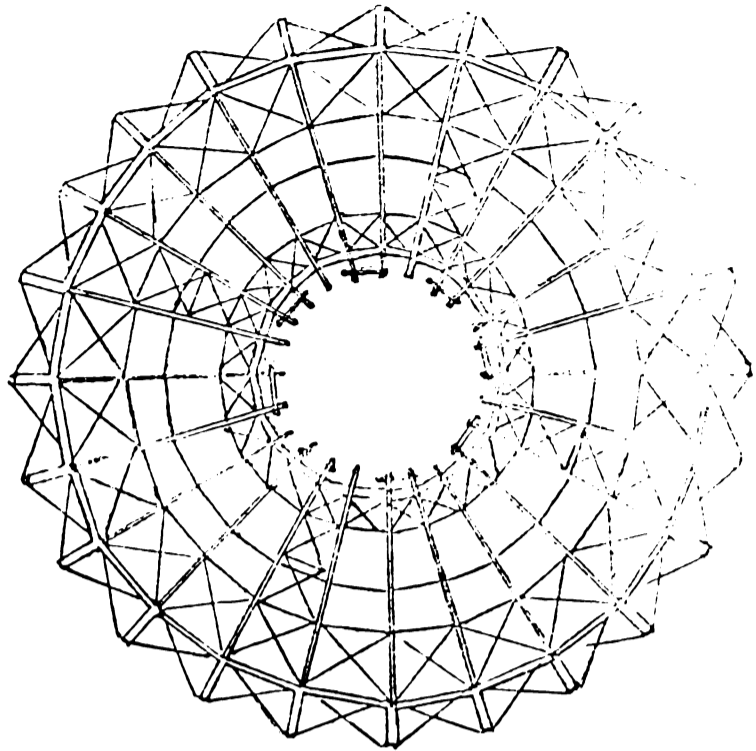


Fig. 64

Grinzile radiale sînt din profile I. expandate(fig.65.)
Inelele orizontale sînt din profile ghesonate îmbinate cu buloane
(fig.66.).

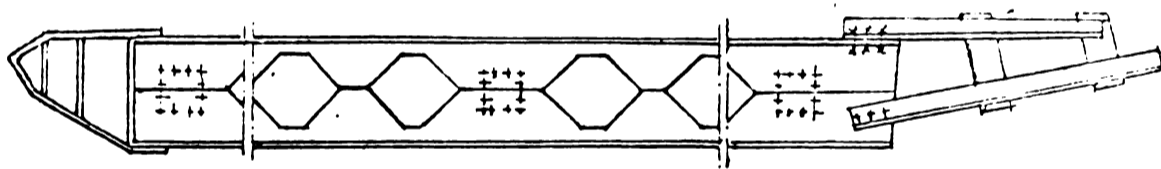


Fig. 65

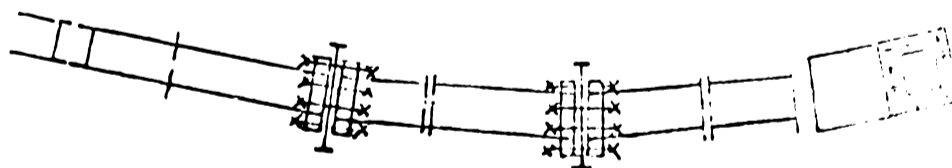


Fig. 66

Platforma de lucru este alcătuită din cadre transversale care au două nivele de lucru(fig.67.)

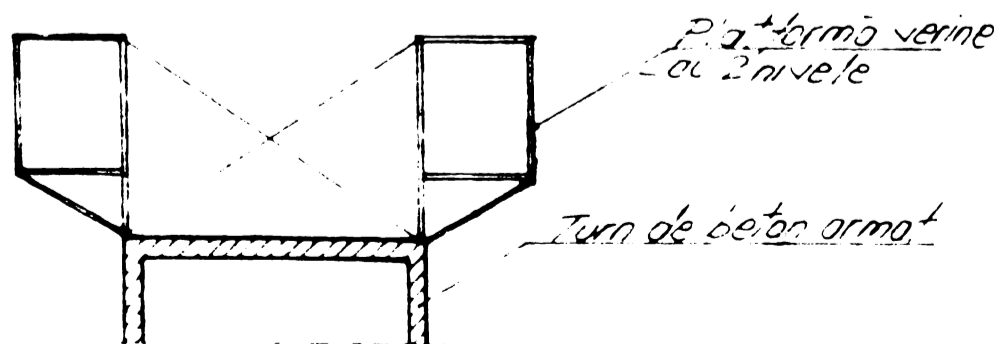
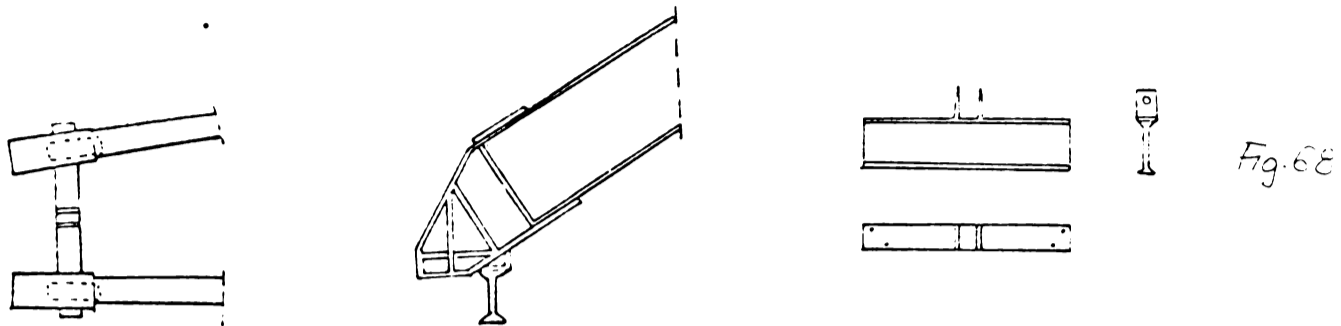


Fig. 67

În timpul liftării construcția metalică bulonată a cofrajului preia cu ușurință deformațiile apărute ca urmare a ridicării nesincrone.

Detaliile de prindere a coloanelor de tije pe cofraj sînt redată în fig.68.



Greutatea mare a betonului proaspăt cca.800 tone la un castel de 2000 mc., impune ca această construcție metalică să fie executată îngrijit și bine verificată înainte de liftare.

În cofraj apar solicitări importante la considerarea ipotezei de rupere a unei coloane de tije.

c/ Instalația de liftare - descriere.

Verina de 16 tone urcătoare - coborîtoare este prezentată în fig.69.

Tijele au secțiune pătrată, se introduc în verină din partea laterală și se pot îmbina în două moduri conform fig.70.

Îmbinarea cu prezon nu este recomandată, întrucît la lungimi mari, coloanele de tije vibrează sub acțiunea vîntului, găurile se decalibreză și se pot produce accidente.

Acționarea unui set de 12 verine se face cu o pompă centrală de ulei, cursa verinei fiind de 10 cm.

Nu este asigurată funcționarea sincronizată a verinelor.

d/ Concluzii:

Castelul de 2000 mc. realizat la Alejd cu cofraj liftat în 1971 a fost brevetat(fig.71.), - / 55 /

În 1972 s-a executat la Cluj un castel de 1000 mc. la care s-a refolosit cofrajul de la Alejd. / 75 /

Cu aceeași tehnologie s-au mai executat în anii următori castele de 2000 mc. și 1000 mc. la fabrica de ciment Deva, la Combinatul Chimic Arad și Combinatul Chimic Tg.Mureș, la Foa de Făianță Lugoj, Foa de Spume Poliuretanică Timișoara și la alte construcții din țara noastră. S-au folosit tehnologii similare la Fieni, Cîmpina, Hoghiz etc.

Cu mici modificări, tehnologia a fost preluată în proiectele tip, / 23 /, executîndu-se numeroase castele de capacități diferite, confirmînd astfel avantajele procedurii.

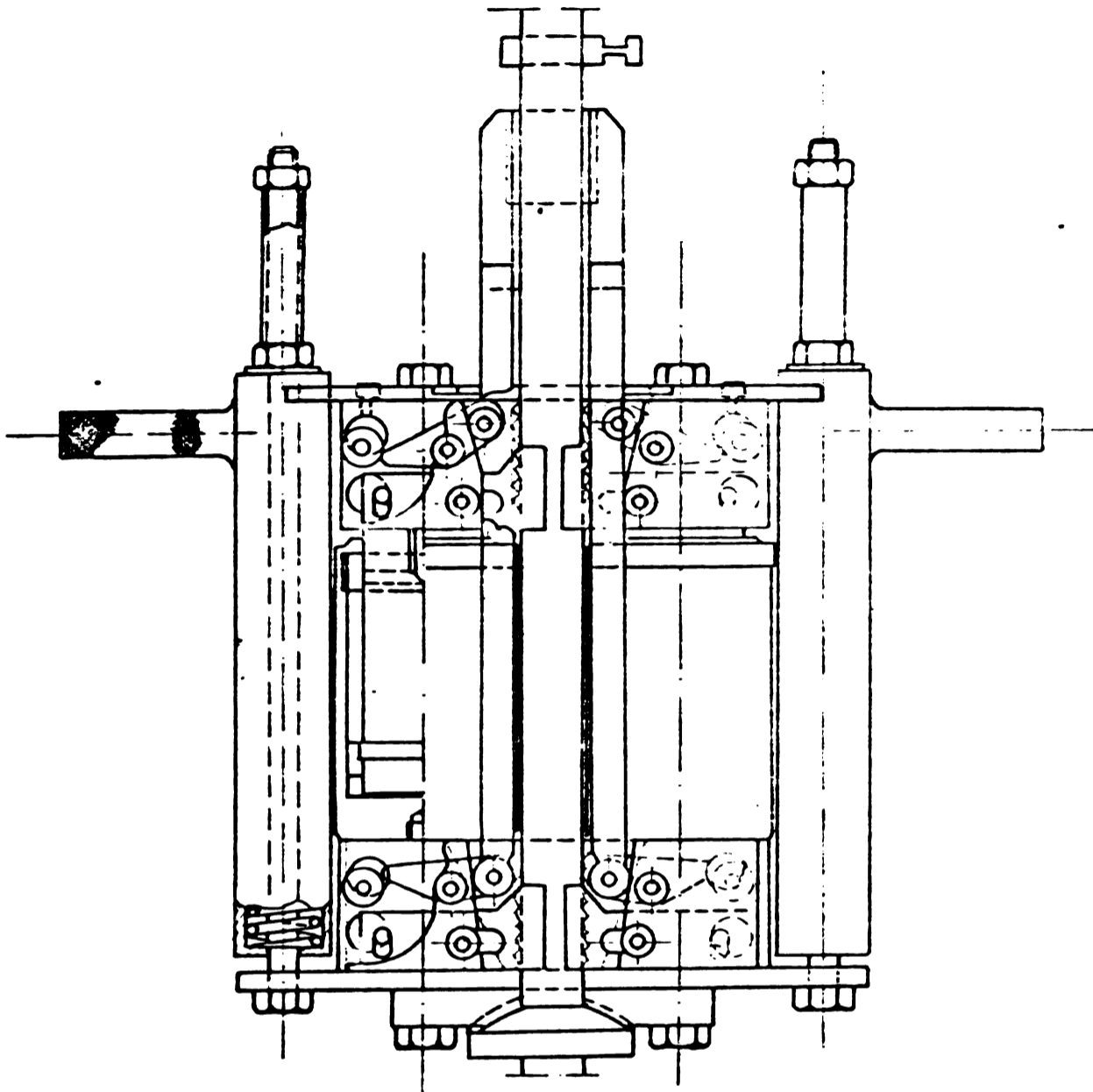


FIG 69 Verin urcător coboritor de 16H CMC15

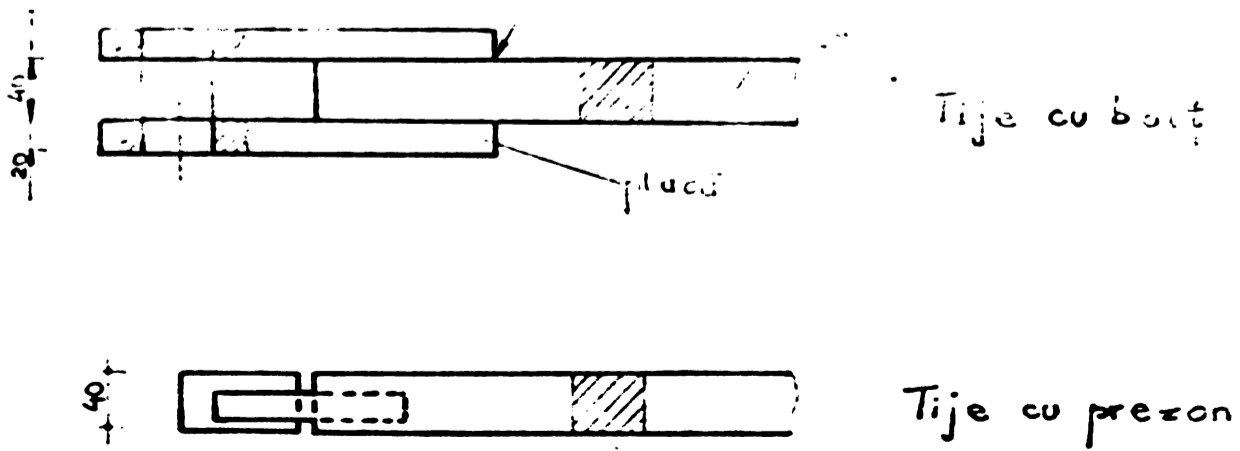
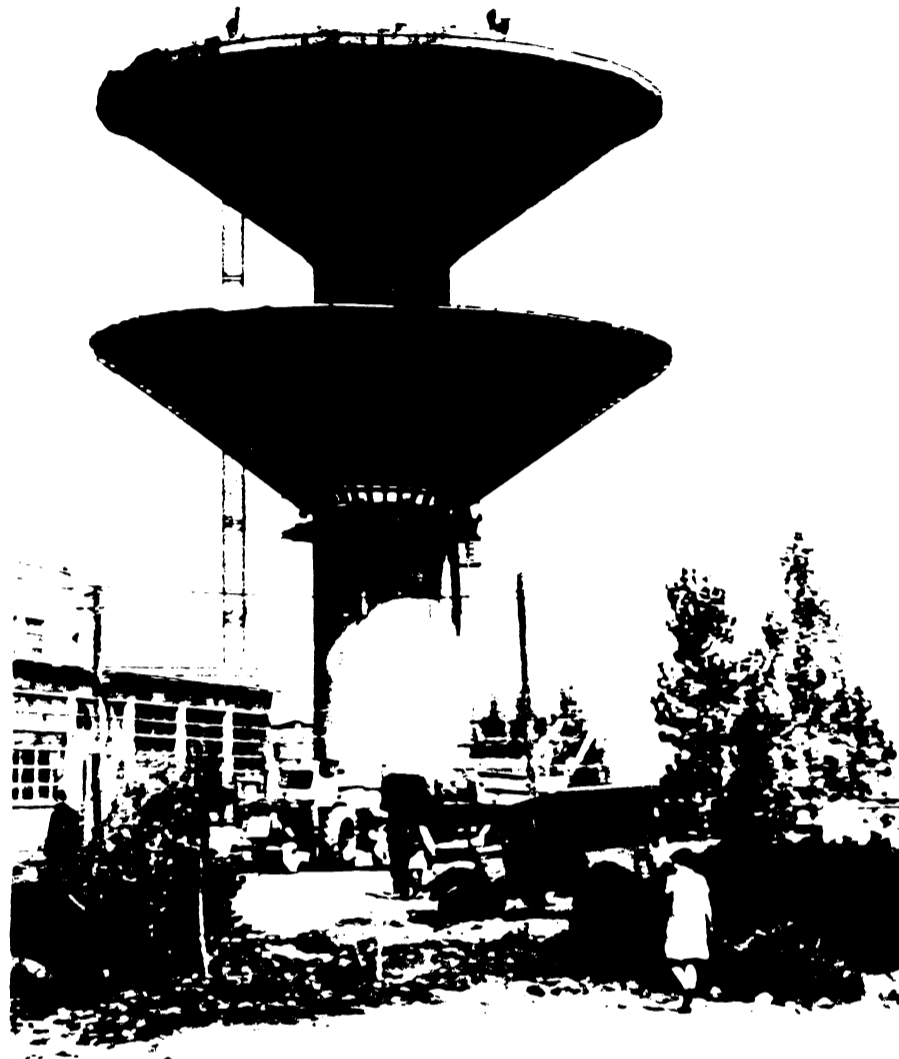


Fig. 70



O serioasă frână în aplicarea mai largă a procedurii a constat în faptul că s-au produs foarte puține verine urcătoare - coboritoare (există în total 3 seturi a 12 verine).-

De asemenea trebuie amintit modul defectuos de funcționare a verinelor la coborire, amplificat și de faptul că personalul lucrează în rezervor, fără a putea să observe direct cofrajul.

4.4. REZERVOARE LIFTATE

4.4.1. REZERVOARE LIFTATE PRIN ÎMPINGERE.

Prima construcție liftată prin împingere a fost realizată de Freyssignet în Franța la ridicarea acoperișului unui hangar în 1951. Undele de beton armat acopereau două porțiuni de teren cu dimensiuni de 58 x 50,75 m., greutatea liftată a fost de 4200 tone iar înălțimea de ridicare de 19,35 m. (fig.72.)

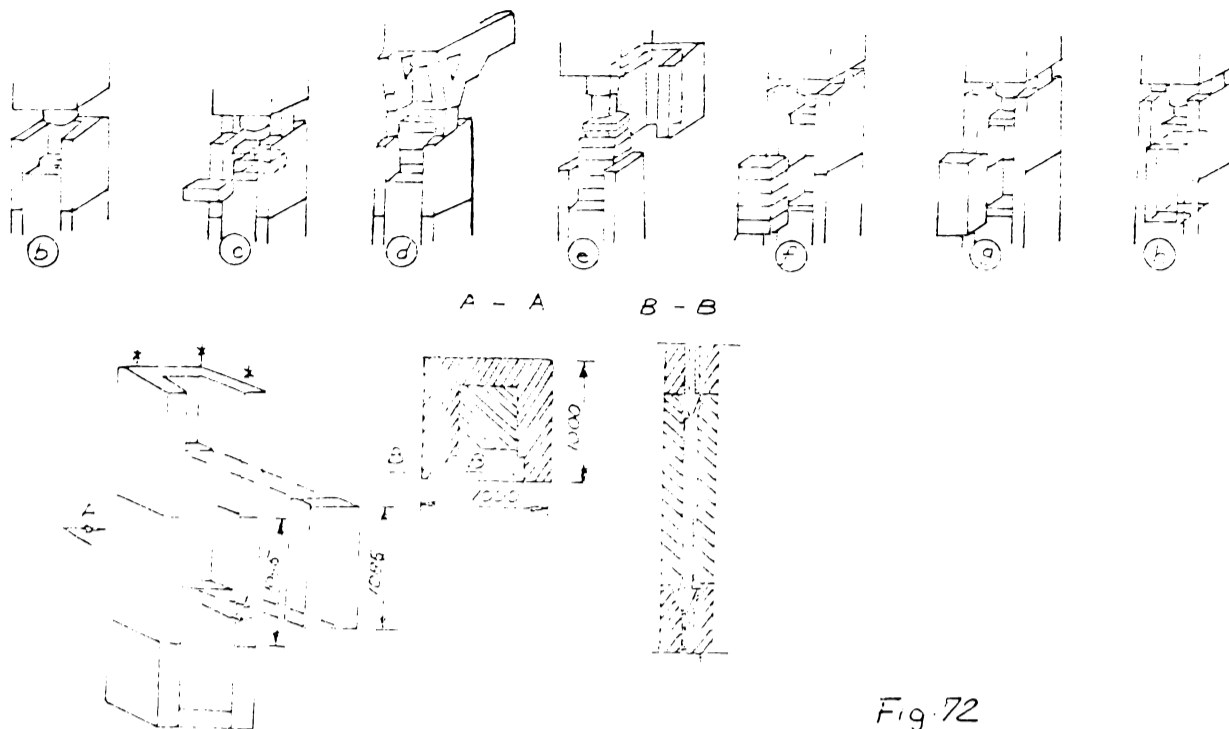


Fig.72

Tehnologii de liftare prin împingere sau aplicat la realizarea castelelor de apă dela :

- Örebro - Suedia 9000 mc. anul 1957 / 14 /
- Helsingborg - Suedia 7600 mc. anul 1961 / 40 /
- Abidjan - Coasta de Fildeș 2000 mc. 1963 / 3 /
- Leipzig - R.D.G. 450 mc. anul 1963 / 11 /
- Copșa Mică - România 300 mc. anul 1965 / 2 /
- Ryadh - Arabia Saudită 12000 mc 970 / 26 /

In fig.73-74 sînt prezentate faze de liftare la castelul de la Ryadh.

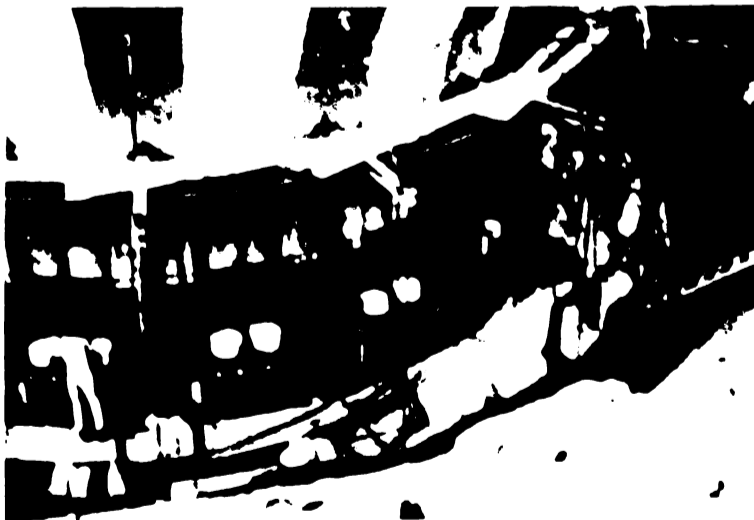


Fig.73



Fig.74

(Rezervorul castelului în greutate de 6400 tone s-a ridicat la 44 m. înălțime cu 32 de prese hidraulice, care s-au montat în perechi pe circumferința turnului.

Presele au avut baza fixată pe rezervor. Ele au fost împărțite în patru grupe : 3 grupe de control a câte două prese și o grupă principală cu 26 de prese.

Cele trei grupe de control au fost plasate la distanțe egale (120°) și deservite de o pompă specială. Grupa principală a fost deservită de două pompe centrale.

Pentru ridicare grupa centrală s-a pus subpresiune pînă în momentul realizării unui echilibru cu greutatea ce trebuia ridicată. Apoi s-a conectat grupa de control, care asigură ridicarea sub-control în trei puncte. Viteza de ridicare de 0,6 - 0,7 cm/min. se stabilea prin grupul de control. Mai puțin solicitată, grupa centrală rămînea mereu sub sarcină. Surplusul de ulei se scurgea printr-un ventil de presiune reglabil și se introducea înapoi în sistem printr-un răcitor de ulei.

Ridicarea zilnică era de 60 cm. în 6 pași de ridicare. Activitatea zilnică consta în decofrarea porțiunii de turn, ridicarea cu 60 de cm., cofrarea, armarea și betonarea următoarei porțiuni de turn.

Deoarece betonul proaspăt al turnului nu poate prelua sarcini, greutatea se transmitea pe stâlpi din blocuri prefabricate rotunde de beton care erau puse sub presă. Blocurile de beton au diametrul aproximativ egal cu al presei; blocurile ajutătoare au 10 cm. înălțime, iar blocurile definitive au 20 cm. înălțime. Blocurile definitive se înglobează în betonul turnului.

Ridicarea s-a urmărit în 4 puncte de control. Devierile la 44 m. ridicare au fost de 3 cm. de la verticală și 4 cm. rotire măsurată la marginea exterioară a rezervorului.

Liftarea s-a făcut în schimburi de 12 ore cu echipe formate din 20 de oameni și a durat 3 luni. Durata totală de realizare a castelului a fost de 22 de luni.

Încercările făcute în țara noastră, ca și în alte țări, de asimilare a acestei tehnologii au eșuat, în principal din următoarele motive:

- asigurarea ridicării verticale presupune existența unei instalații hidraulice special concepută, cu un grad mare de siguranță în funcționare;

- poziția de lucru a muncitorilor, imediat sub rezervor la înălțime, creează o stare de tensiune nervoasă datorită responsabilității mari ce revine fiecăruia. La aceasta contribuie și durata lungă a liftării (cca. 3 luni);

- există alte metode de execuție a castelelor de apă cu capacități obișnuite de pînă la 2000 ms. care permit realizarea unor durate de execuție mai scurte, cu productivitate mai ridicată;

-in cazul unor abateri dela forma geometrică stabilită remediile sînt dificil de executat.

4.4.2. REZERVOARE LIFTATE PRIN TRAGERE.

Liftarea prin tragere apare în S.U.A. în anul 1950/ 4 /, fiind folosită la liftarea planșelor pentru clădiri înalte și se extinde rapid în toată lumea.

La construcția castelilor de apă această tehnologie se aplică la Liverpool - Anglia în anul 1963 la un castel de 2200 mc. / 10 /, Sisseln - Elveția în anul 1967 la un castel de 1100 mc. / 67 /, Dourvin - Franța în anul 1971 la un castel de 1500 m.c. / 60 /, Tîrgoviște - România în anul 1974 la un castel de 1000 mc. etc.

Castelul de la Sisseln are un pilon central de beton armat, care s-a folosit special pentru liftare (fig.75.) Greutatea rezervorului liftat a fost de 715 tone, înălțimea de ridicare 41 m., iar viteza de ridicare realizată pînă la 5,5 m. pe zi.

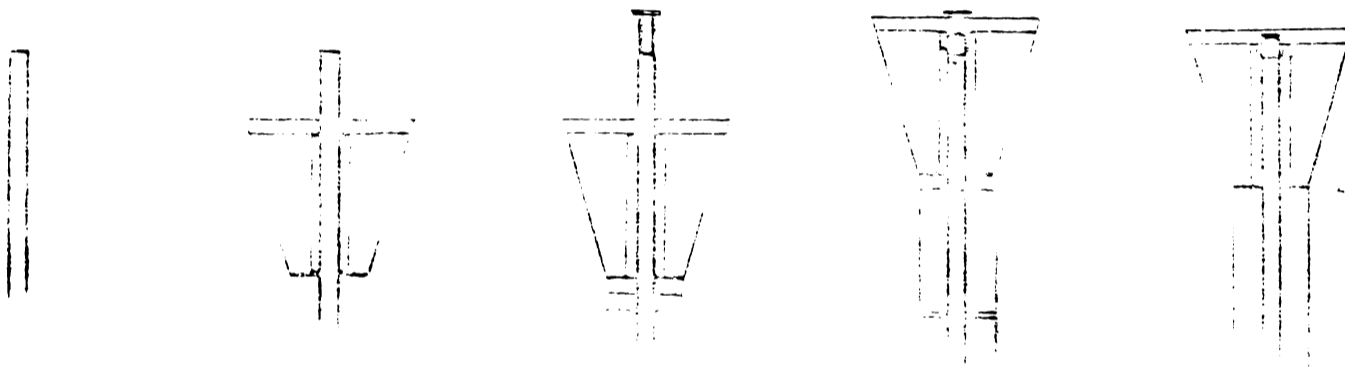


Fig. 75

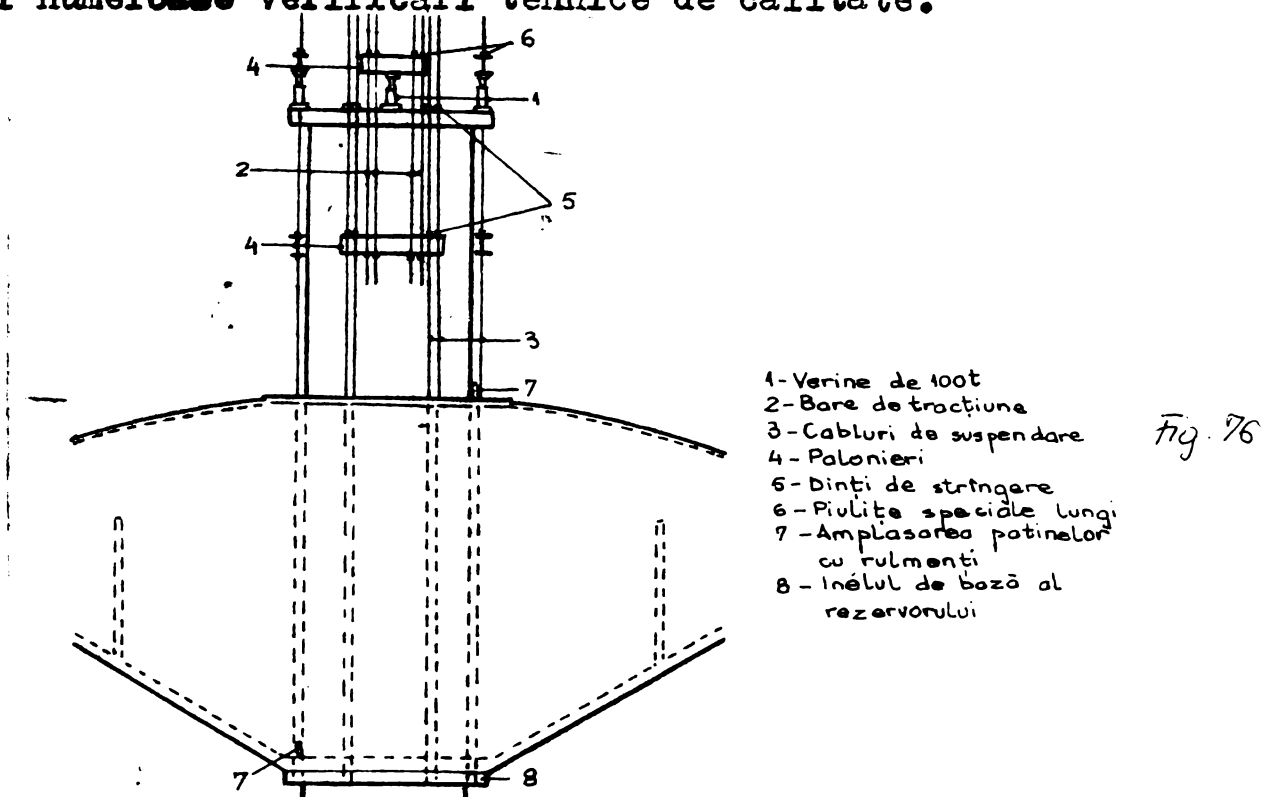
Castelul de apă de la Dourvin - Franța are un turn cilindric de beton armat cu înălțimea de 52,5 m. (fig.27.) Cuva castelului, cu o capacitate de 1500 mc. s-a prefabricat la sol, după care s-a ridicat cea. 35 m. și s-a fixat pe turn. Greutatea rezervorului realizat din beton precomprimat este de 750 tone.

În fig.76 am redat schema de liftare a cuvei. S-au folosit 9 verine hidraulice cu capacitate de 100 tf. fiecare și cursa de 25 cm.

Forța de ridicare a avut un excedent de 20 %. Verinile au fost fixate pe o platformă la partea superioară a turnului. Fiecare verină acționează cele 4 bare de tracțiune filetate în lungime de 8 m. prin intermediul unui palanier superior. Prin intermediul unui palanier inferior, barele de tracțiune antrenează în ridicare cablurile de tracțiune cu care se ridică cuva. Fixarea

barelor de tracțiune pe paloniere se face cu piulițe. Fixarea
cablelor pe palonier se face cu blocaje inel - con. Cablele
folosite au fost de tipul 7 Ø 4 mm., obișnuite la betoane pre-
comprimate. Coeficientul de siguranță la cable a fost 2. Lungimea
cablelor a fost de 35 m., iar la prima ridicare alungirea a fost
de 170 mm. Ridicarea a durat 8 zile, vitezele realizate fiind de
4-5 m. pe zi.

Dispozitivul de ridicare a constituit de fapt un pro-
totip care a necesitat un timp considerabil pentru studii de de-
taliu și numeroase verificări tehnice de calitate.



In țara noastră s-au liftat numeroase rezervoare, dintre
care amintim: / 30 /:

- Tîrgoviște 1000 mc. anul 1974 cu trolii manuale ;
- Alexandria 500 mc. anul 1976 cu trolii manuale ;
- Buzău 1000 mc. anul 1976 cu trolii manuale ;
- Tîrgoviște 1000 mc. anul 1976 cu trolii manuale ;
- București 300 mc. anul 1976 cu prese hidraulice;
- Tr. Măgurele 1000 mc anul 1976 cu trolii manuale ;
- Doicești 500 mc anul 1976 cu prese hidraulice.

In fig. 77 este prezentată o liftare cu trolii manuale
realizată de T.C. Ind. București.

In fig. 78 am schițat modul de lucru la liftarea cu prese
de precomprimare și coloane de tije.

Acest procedeu s-a prevăzut în proiectele tip / 33 /,-
Dificultățile în realizarea coloanelor de tije, în manevrarea piuli-
țelor pe tijele filetate, au condus la folosirea extrem de rar a lif-
tării cu acest procedeu.

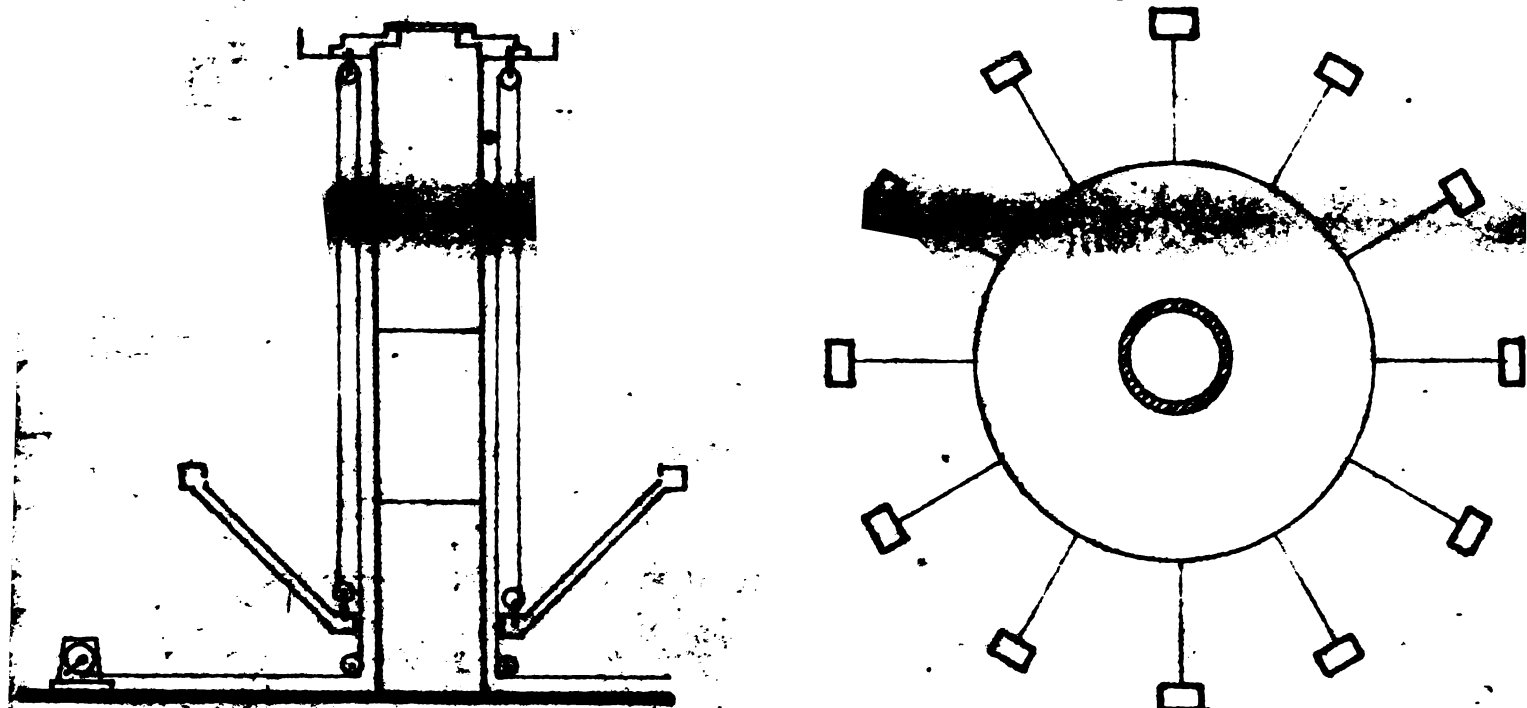
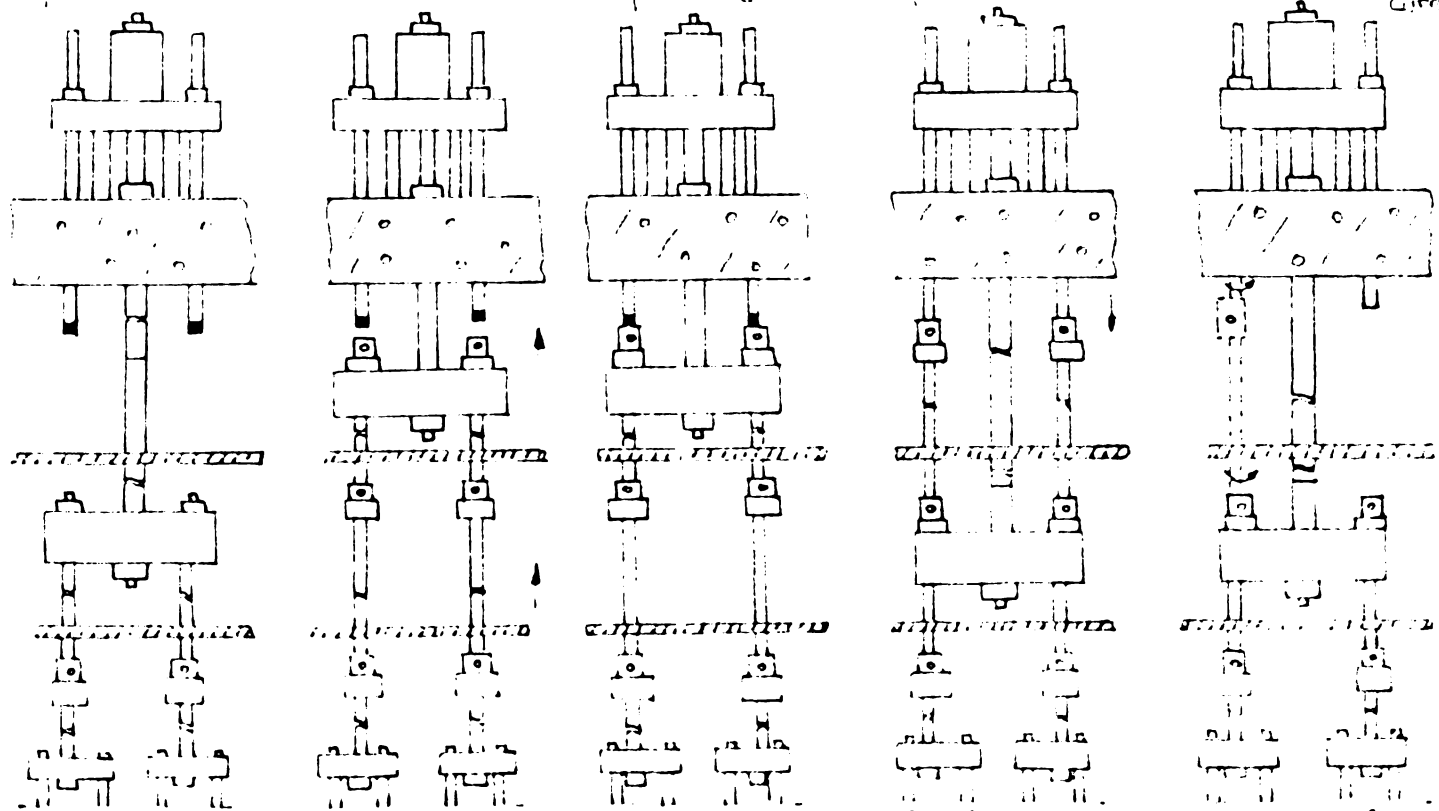


Fig. 77

Fig. 78

Exemple de tipuri de: Kșirare bina centrală Cupla - tijă a lui Cupla - țara centrală Demontare tijă centrală



In anul 1981 la Galați s-a realizat liftarea unui castel cu capacitate de 2000 mc. cu tije cu came tip INCERC / 33 / (fig.79.).

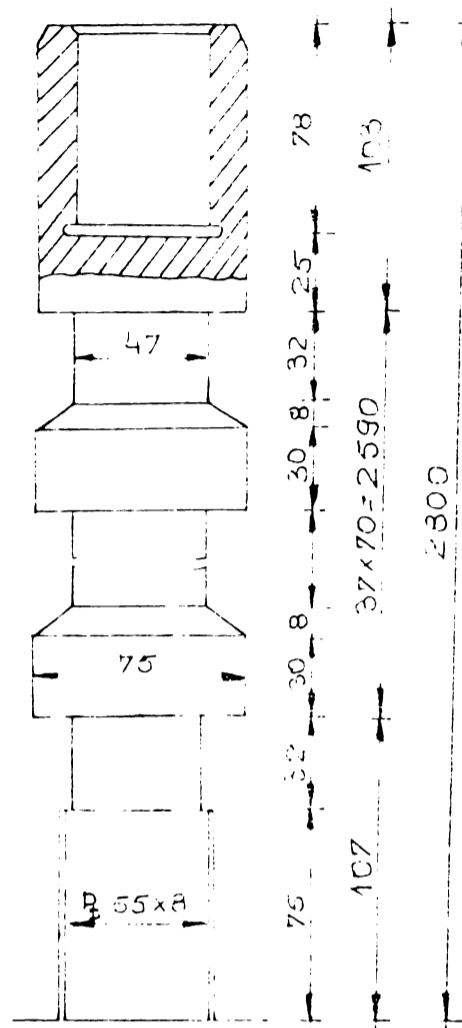


Fig. 79

Cele mai multe castele realizate prin liftare în țara noastră s-au executat cu trolii manuale, ceea ce a condus la soluții constructive cu greutatea cât mai redusă.

4.5. REZERVOARE HIPERBOLICE REALIZATE PRIN GLISARE.

La capitolul 3.5 am relatat despre castele de apă realizate cu rezervor de forma unui hiperboloid de rotație executate în R.P.U., Polonia și alte țări.

Realizarea acestor construcții se face cu cofraje glisante de secțiune și înclinare variabilă - Svétho - System (fig.80) / 54 /. Acest procedeu, realizat și brevetat de o întreprindere din Ungaria în colaborare cu firme suedeze, a fost utilizat la realizarea a numeroase construcții în multe țări.

In ultimii ani s-a impus un procedeu de cofraje pășitoare acționate hidraulic - Sistem Doka (fig.81.) / 72 /, datorită productivității și vitezei de lucru sporite.

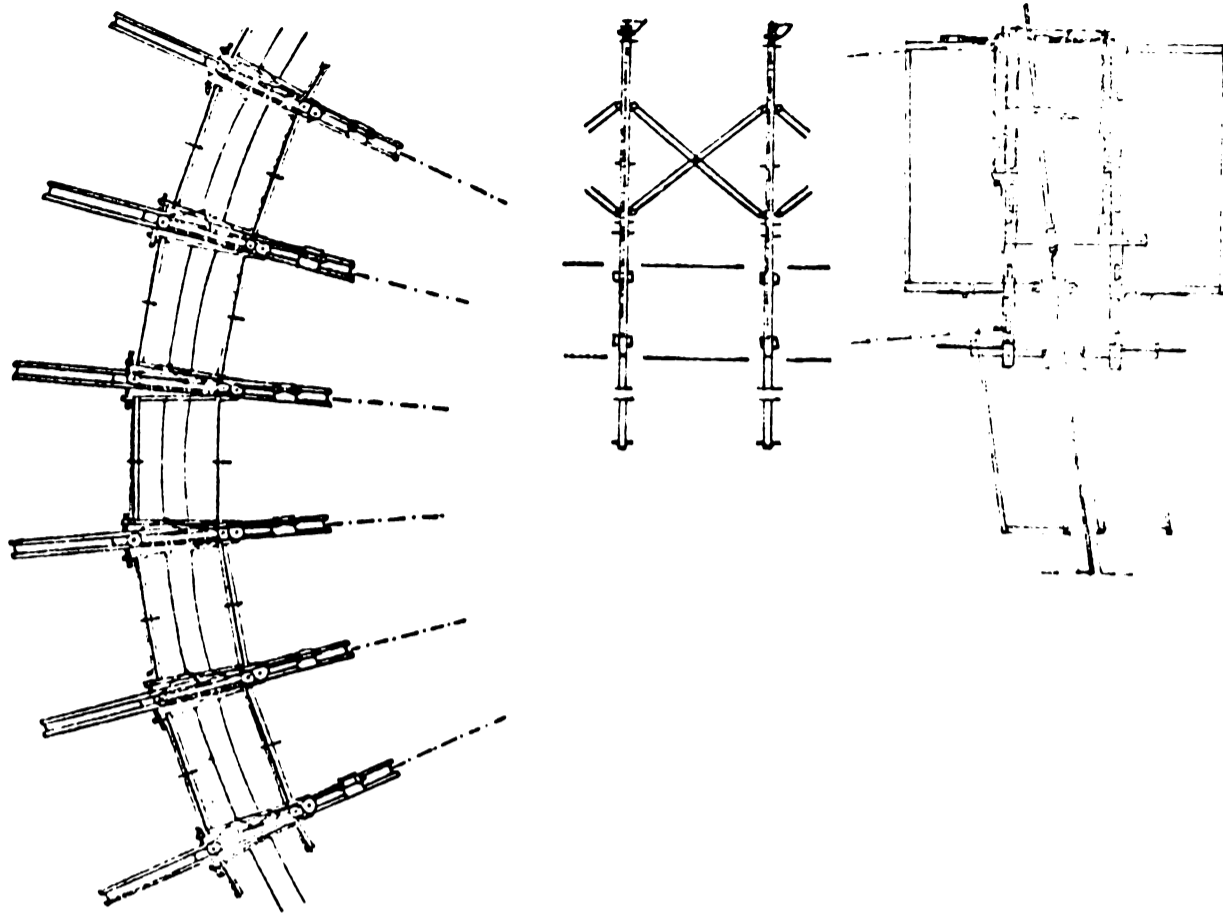


Fig. 80

FAZA 1

FAZA 2

FAZA 3

FAZA 4

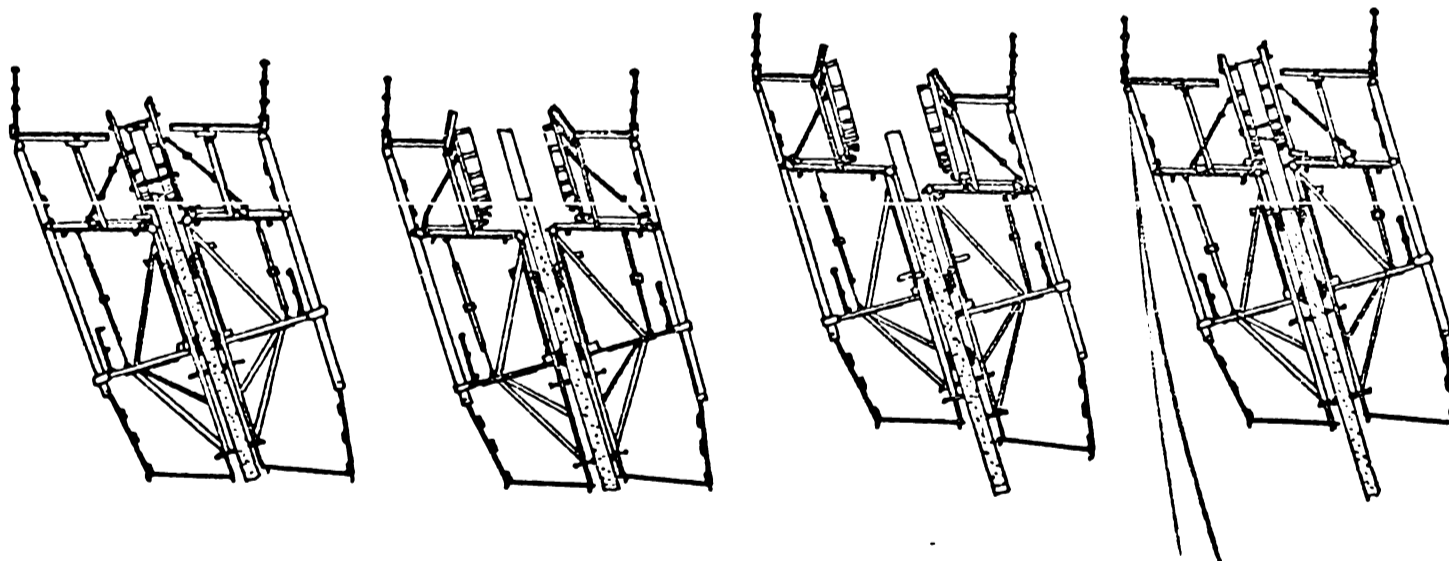


Fig 81

In țara noastră se acceptă foarte greu ideea realizării de pereți la rezervoare prin tehnica glisării ; realizările existente pe plan mondial confirmă calitatea betonului realizat prin procedee de glisare.

4.6. REZERVOARE REALIZATE DIN PREFABRICATE MONTATE LA ÎNĂLȚIME.

Am prezentat asemenea soluții constructive în capitolele 3.6.1., 3.6.3., 3.6.4. și 3.6.5.

Montarea la înălțime a prefabricatelor are dezavantajul că necesită macarale cu înălțime și rază mare.

De obicei tehnologia de montare este simplă, dar lucrul la înălțime impune personal de specialitate care să lucreze conform proiectului tehnologic elaborat de proiectant.

Etanșarea rosturilor dintre prefabricate constituie de multe ori preocupări majore în direcția acceptării sau nu a soluției de prefabricare.

In Italia s-au etanșat asemenea rosturi cu chit fibrobituminos / 18 /.

In Finlanda rezervoarele se izolează hidrofug la interior, astfel încât problema etanșării rosturilor nu se pune / 37 /.

In Franța s-au realizat rezervoare hiperbolice din elemente prefabricate cu izolație interioară din folie de butil de 1 mm. grosime / 53 /.

In țara noastră s-a câștigat o experiență bogată la realizarea rezervoarelor de apă amplasate la sol din elemente prefabricate / 70 /.

5. CONTRIBUTII LA REALIZAREA UNEI INSTALAȚII DE LIFTARE.

5.1. ANALIZA DIVERSELOR SISTEME, APARATE SI DISPOZITIVE DE LIFTARE DIN TARA SI STRAINATATE.

Aplicarea și dezvoltarea tehnologiilor de liftare nu este posibilă fără asigurarea unor instalații corespunzătoare.

Lipsa unor asemenea instalații determină aplicarea unor tehnologii învechite, cu viteze de lucru și productivități scăzute.

Liftările se pot executa în două moduri: prin împingere sau prin tragere.

Din analiza realizărilor existente se constată că liftarea prin tragere este preferată. Avantajele liftării prin tragere sînt:

- piesa ce se ridică are stabilitatea asigurată, avînd centrul de greutate sub punctul de rezemare;
- în timpul ridicării nu se pot produce abateri dela verticală;
- tije de suspendare permit utilizarea rațională a metalului solicitat la întindere.

Liftarea prin tragere este astăzi larg răspîdită pe plan mondial, fiind folosită la:

- liftarea planșelor pentru construcții cu mai multe nivele;
- liftare de acoperișuri la hangare, săli de expoziții, cinematografe, hale industriale etc.
- liftarea cuvelor la castele de apă;
- liftarea unor poduri de șosea și cale ferată;
- liftarea unor utilaje tehnologice cu greutate și dimensiuni mari în industria chimică, construcția de centrale atomo-electrice etc.

La liftarea cuvelor castelelor de apă este important ca numărul unităților de ridicare să fie impar; în acest fel se elimină riscul creerii unor axe de simetrie care să conducă la concentrarea solicitărilor în anumite zone.

5.1.1. INSTALAȚII DE LIFTARE PRIN TRAGERE EXISTENTE ÎN TARA NOASTRA.

5.1.1.1. INSTALAȚIA DE RIDICARE - COBORIRE CU VERINE HIDRAULICE DE 16 TONE FORȚA/ 55 /.-

Instalația de ridicare se compune dintr-un grup de pompare ce alimentează verinele de 16 tf. prin intermediul unor furtune, elemente de legătură și elemente de izolare (robineți).

În fig. 69 se prezintă schița unei verine de 16 tf.

În mod normal o instalație este prevăzută cu un grup de

pompare și 12 verine.

Verina urcătoare-coboritoare este un dispozitiv hidraulic cățărător, care permite ridicarea sau coborîrea pas cu pas a unei tije ce suportă o sarcină, verina fiind instalată fix.

Modul de montare al verinelor, numărul și amplasarea lor se stabilesc printr-un proiect al tehnologiei de montaj, avîndu-se în vedere capacitatea de ridicare a verinei, mărimea sarcinii de ridicat și repartizarea ei, respectiv poziția centrului de greutate. Valoarea de 16 tf. nu trebuie depășită pentru nici una din verine. Deoarece la ridicarea unor sarcini rigide apar supraîncărcări în unele verine datorită nedeterminării statice, se grupează verinele câte două sau chiar câte patru, realizîndu-se un sistem de cîntare care asigură egalizarea încărcării verinelor. Prin folosirea a trei grupe de câte 4 verine se pot suspenda static determinat sarcini pînă la 192 tone.

Instalația s-a folosit la liftarea de cofraje conice pentru castele de apă.

Dezavantajele liftării cu această instalație constau în primul rînd în capacitatea mică de ridicare. Se pot lifta însă rezervoare cu o capacitate maximă de 500 mc. (greutatea cuvei cca. 220 tf.), utilizînd două grupuri de pompare și un număr corespunzător de verine.

În al doilea rînd, manevra de trecere a îmbinării tijelor prin verina este o operație greoasă, greutatea verinei ce trebuie mutată pe platforma de sus și de jos fiind de cca. 100 kg.

Deasemenea lipsa de sincronizare a ridicării generează complicații în realizarea constructivă, pentru a obține o încărcare egală a tijelor.

5.1.1.2. INSTALAȚIE DE RIDICARE CU VERINE HIDRAULICE

24 tf. / 30 /

Verina hidraulică de 24 tf. (fig.82) poate fi utilizată în grupuri de mai multe verine identice sau împreună cu verine de capacitate mai mică (16 tf.).

Pentru caracteristicile tehnice vezi anexa 1.

Tija de cățărare este din țeavă, care se poate îmbina prin filetare.

Această verină există în puține exemplare, nefiind realizată ca produs de serie. Folosirea acestei instalații la liftări ar avea avantajul unei soluții constructive și tehnologice simple, montaj și exploatare ușoară.

Ca principale dezavantaje putem enumera :

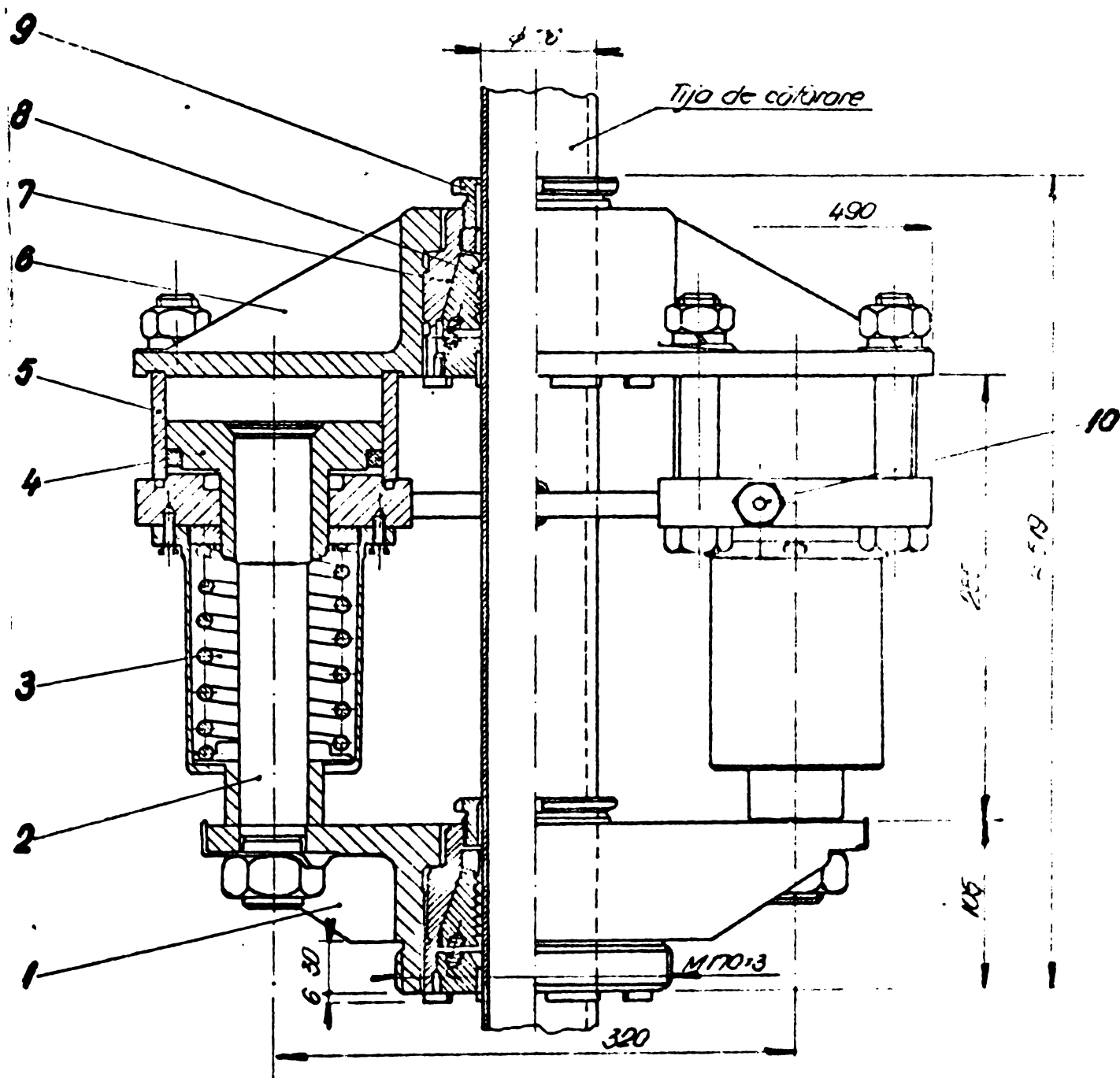


FIG 82 Verin hidraulic de 24t4 CMC10

- 1 Troversă inferioară 2 Tijă piston 3 Arc 4 Piston 5 Corp cilindru
 6 Troversă superioară 7 Carote boburi 8 Boburi 9 Impănățar
 10 Ventil aerisire

- Imposibilitatea scoaterii și înlocuirii unei verine în cazul defecțării;
- Platforma de lucru nu se poate afla decât pe cuva castelului, ceea ce nu este admis de normele de protecția muncii;
- În zona de asamblare a tijelor cu prezoane se pot produce decalibrări ce pot genera accidente;
- Nu se pot executa operații de coborîre;
- Sincronizarea ridicării nu este rezolvată.

5.1.1.3. LIFTARI DE CUVE CU INSTALAȚII T.C.I.B. / 60 /

Ridicarea cuvelor turnate la sol, cu ajutorul troliilor manuale și demultiplicarea cu palane este o metodă utilizată pentru rezervoare cu capacitate maximă de 1000 mc.

Avantajele constau în :

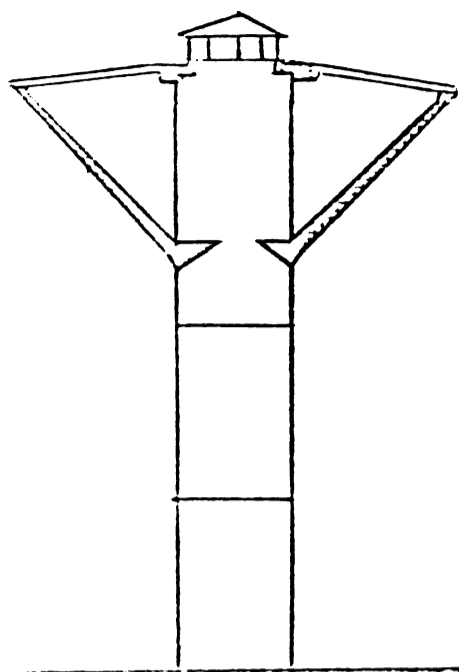
- Instalație compusă din elemente simple
- Metodă de ridicare sigură datorită numărului mare al elementelor de suspendare și blocajului cu elichet la troliul de ridicare
- Durată de liftare scurtă : 1 - 2 zile
- Solicitarea în cabluri destul de uniformă, întrucât alungirea acestora este net superioară cazului în care rezervorul ar fi liftat cu elemente rigide
- Personalul își desfășoară activitatea la sol în timpul liftării.

Principalele dezavantaje sînt :

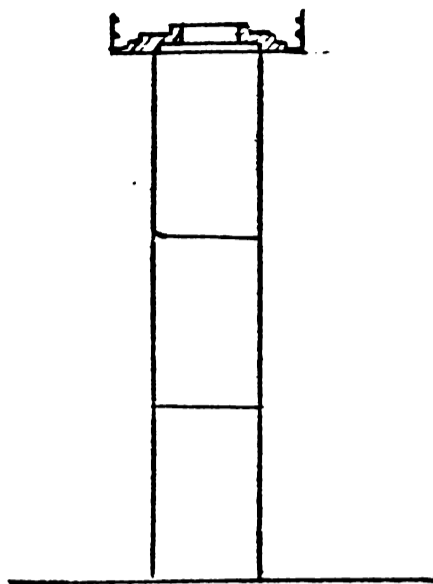
- Număr mare de trolii necesare la liftarea cuvelor cu capacitate de 500 - 1000 mc. (12 - 24 trolii)
- Amplasarea troliilor necesită mult teren liber în zonă
- Sincronizarea ridicării se face prin comandarea unor acționări ritmice ale troliilor
- Volum de beton pierdut în fundațiile troliilor (cca. 3 mc/ troliu), care în anumite situații trebuie și demolate
- Necesitatea unui număr mare de muncitori pentru acționarea troliilor.

Liftarea cuvelor cu instalații hidraulice (prese de pre-comprimare), așa cum s-a arătat la Cap.4.4.1. prezintă următoarele avantaje :

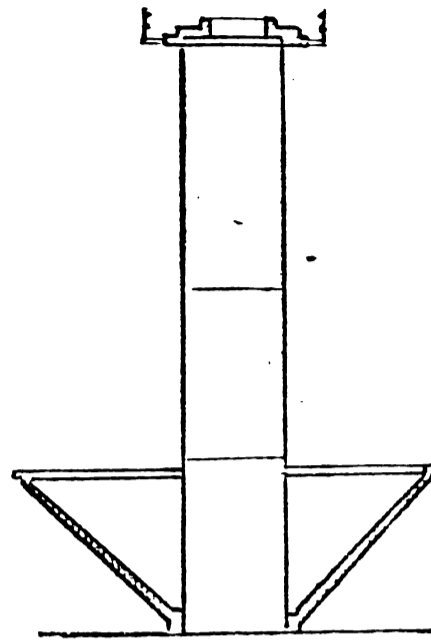
- Utilizează prese existente în dotare
- Permite ridicarea cuvelor la castele pînă la 2000 mc. capacitate
- Montajul și exploatarea instalației este simplă



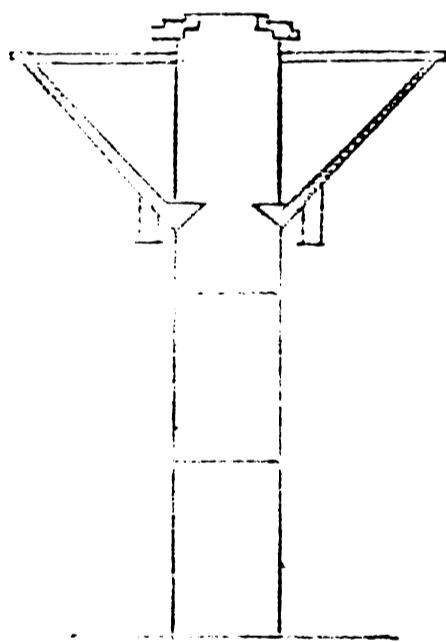
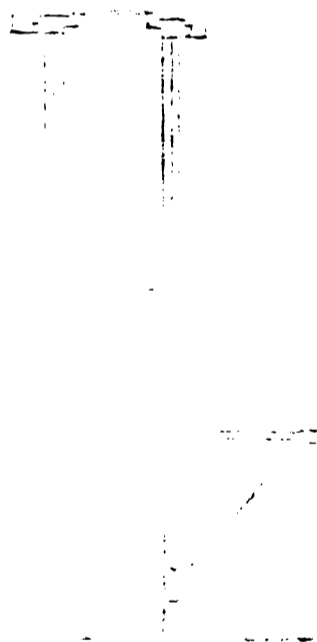
1



2



3



4

Etape successive de realizare a rezervoarelor prefabricate de
tipul prezentat în figura 1. Proiectul este realizat de T.C. Ind. București.

- Asigurarea mecanică a sarcinii cu ajutorul piulițelor aflate pe tijele filetate

- Forajia de lucru este redusă.

Dezavantajele instalației :

- Instalația nu funcționează sincronizat

- Manevrarea piulițelor necesită personal numeros și timp îndelungat

- Lucrul pe schelele suspendate în exteriorul turnului la modificarea lungimii coloanelor de tije se face în condiții dificile.

- Execuția tijelor din oțel special în condiții de calitate se realizează cu multă dificultate

- Debitul mic al electropompei, practic 2,5 l/min., conduce la viteză redusă.

Funcționarea unui număr mai mare de grupuri de pompare în paralel este defectuoasă.

5.1.1.4. LIFTARI CU ALTE INSTALAȚII

La Focșani s-a realizat liftarea unor elemente de acoperiș la construcția unui cinematograf, cu greutate de cca 160 tone la înălțimea de 11 ml. În figura 83 am redat schița instalației de liftare. / 46 /

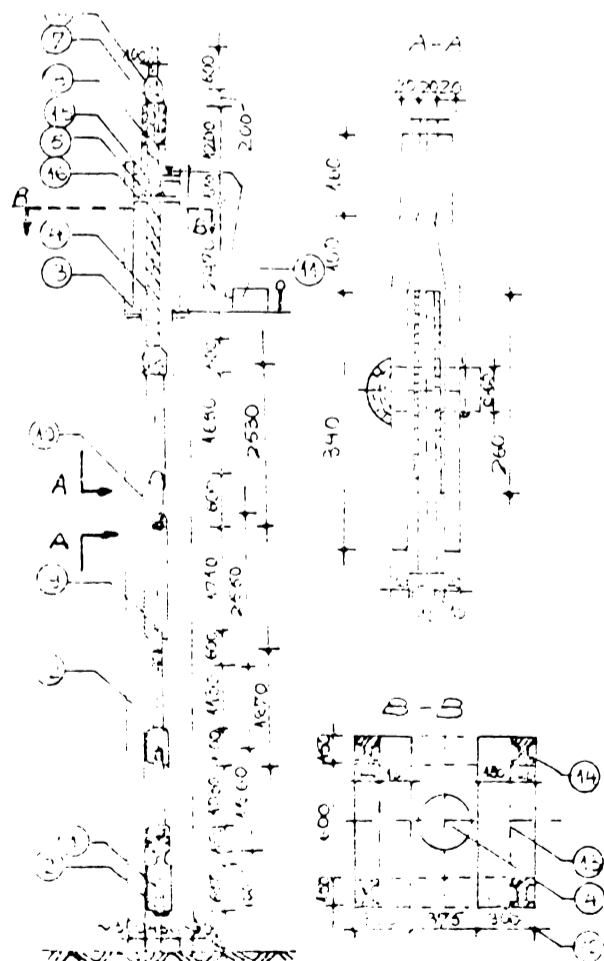


Fig. 83. Schița instalației de liftare:

- 1 - arc, 2 - piuliță superioară, 3 - scaun înalt, 4 - tije filetate, 5 - piuliță, 6 - piuliță de alocare, 7 - piston, 8 - corp presă, 9 - zar, 10 - bolturi, 11 - pompă, 12 - ramură de scap, 13 - platformă stivă, 14 - șurub ocant, 15 - zară superioră bloc, 16 - piuliță inferioară scaun

Se mai cunosc acoperișuri liftate la cinematografele Copou-Iași și la Cluj.

Realizarea primei cupole a Expoziției Naționale din Piața Scînteii București s-a făcut la sol, după care s-a liftat cu trelii manuale / 12 /.

În întreprinderile de construcții ale Ministerului Transporturilor se aplică tehnologia de liftare cu prese și benzi perforate la construcția de poduri, tehnologie la care în decurs de cca. 30 de ani s-au adus foarte puține îmbunătățiri.

Instalații hidraulice de forță s-au conceput și realizat în țara noastră pentru acționarea porțiilor la ecluze, unde sînt necesare forțe de cca. 1000 tf. Aceste instalații remarcabile sînt concepute a lucra în poziție fixă și au greutatea mari, ceea ce le face improprie la tehnologii de construcții.

Folosirea instalației de liftare cu prese de precomprimare și tije filetate, deși a fost prevăzută în proiectele tip, nu a fost agreată de unitățile de execuție ; chiar și la T.C.I.B. folosirea ei este extrem de redusă.

Varianta de utilizare a unor tije cu came tip INCERO elimină dezavantajele piulițelor, dar complică mult realizarea tijelor. / 33 /

Aceste tije cu came au elasticitate redusă față de cablurile de tracțiune, astfel încît ridicarea nesincronă a preselor poate suprasolicita coloanele de tije la liftarea cuvelor castelelor de apă.

5.1.2. . INSTALATII DE LIFTARE PRIN TRAGERE EXISTENTE IN STRAINATATE

5. 1.2.1. INSTALATIE DIN R.S. CEHOSLOVACIA / 4 /

Instalația este folosită la liftarea planșelor suprapuse la clădiri cu multe nivele. Planșeele sînt ridicate cu ajutorul unor tije filetate fixate pe stîlpii montați anterior.

Planșeele se ridică pe tijele filetate prin mișcarea unor piulițe.

În figura 84 am redat schița de principiu a unei asemenea instalații. Acționarea piulițelor se face cu chei cu clichet; toate aceste chei sînt fixate pe un cablu care are mișcare de dute-vino, fiind antrenat de un trolu modificat (transformă mișcarea obișnuită de rotație în mișcare de dute-vino).

Înălțimea de liftare este condiționată de lungimea tijei filetate; în mod curent, liftarea se face pe înălțimea a două

nivele, apoi fiind necesară montarea stâlpilor prefabricați pe următoarele nivele și montarea tijelor filetate, după care operația se poate relua.

Tijele și piulițele se uzează, întrucât ridicarea se face prin efectul de plan înclinat al filetului.

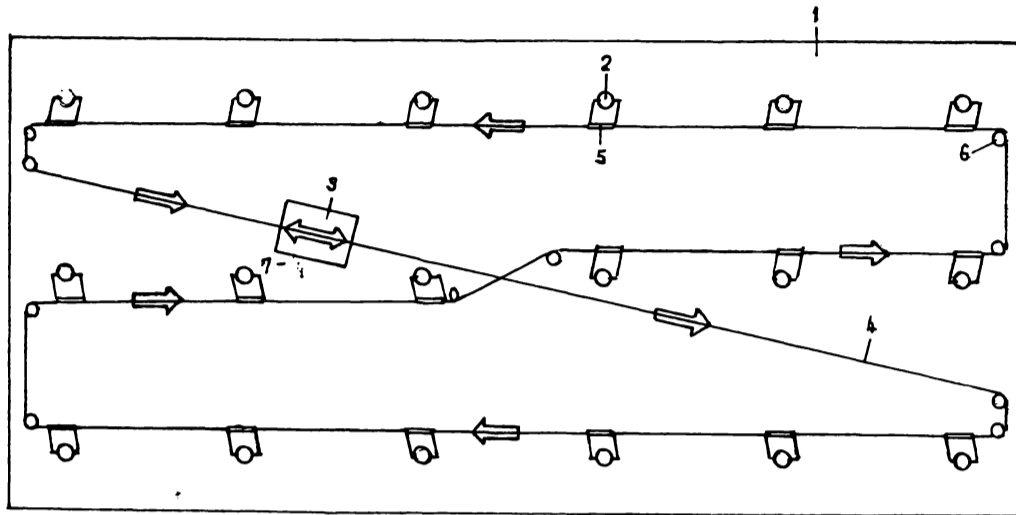


Fig. 84

5.1.2.2. INSTALATIE DIN R.P. BULGARIA / 4 /

Instalația este folosită în Bulgaria și alte țări socialiste la liftarea planșelor suprapuse la clădiri cu mai multe nivele.

În figura 85 se redau faze succesive de ridicare a planșelor. Se folosesc câte doi stâlpi provizorii din țeavă, pe care se fixează o presă hidraulică și două țije filetate.

Alimentarea cu ulei a preselor se face cu furtune de la o pompă centrală. Piulițele trebuie acționate manual.



Fig. 85

5.1.2.3. INSTALATIE DIN U.R.S.S. / 4 /

Una din instalațiile realizate în Uniunea Sovietică folosește aparate hidraulice de ridicat cu clichet (fig.86).

Tija centrală de ridicare este prevăzută cu bolțuri pentru agățarea clichetilor aflați pe traversa superioară și pe traversa inferioară. La acționarea preselor hidraulice, traversa superioară ridică cu ajutorul clichetilor montați pe ea, tija centrală de care se află agățată sarcina.

După ce presa a efectuat cursa complet, clichetul inferior se blochează și presa începe cursa de revenire.

Aparatul prezintă simplitate constructivă și robustețe; deasemenea legătura între aparat și tijă se face simplu și sigur. Imbinările între tije sînt realizate cu bolțuri, ceea ce asigură o bună continuitate.

Dezavantajul instalației constă în greutatea mare, care îngreunează manipularea ei. La ridicarea unor piese la mari înălțimi metoda nu este indicată întrucît tija centrală are greutate mare.

În U.R.S.S. la liftare se mai folosesc aparate hidraulice cu bandă, cu tije filetate, etc.

5.1.2.4. INSTALATIE DIN R.D.G. / 74 /

Echipamentele pentru liftare se bazează pe verine de tip KG, care au capacitate de ridicare de la 5,8 tone la 45 tone și curse de ridicare pînă la 100 mm.

Verina KG VIII are sarcina de ridicare 40 tone, presiunea maximă 160 kgf/cm^2 , cursa 100 mm, diametrul tijelor 76 mm, viteza de liftare 3 m/h și precizia de ridicare $\pm 10 \text{ mm}$ (fig.87).

Instalația se folosește la liftarea de planșee în construcții civile și industriale, cît și la liftări de castele de apă.

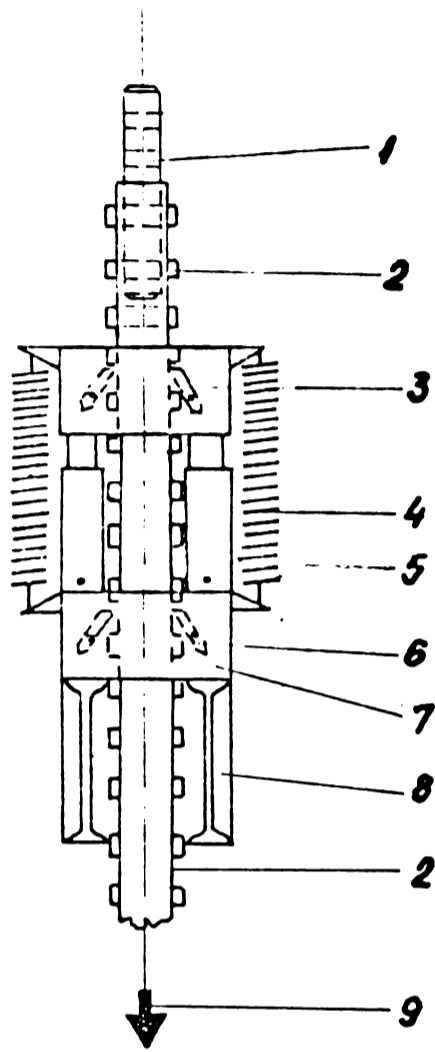
5.1.2.5. INSTALATIE DIN SUEZIA / 4 /

Firma Biggins realizează verine de 24 to

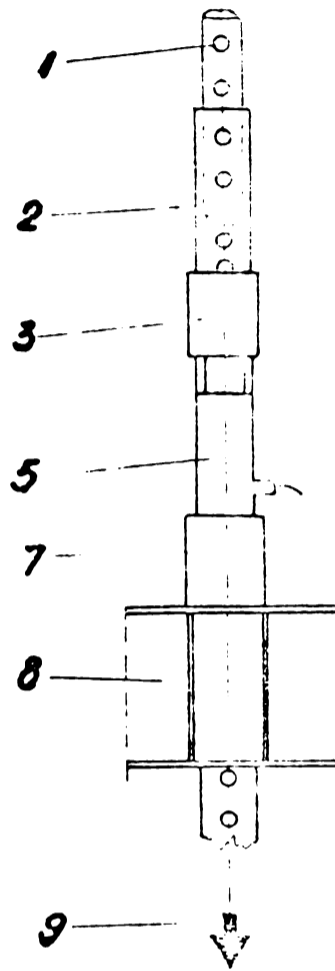
Construcția acestei verine este asemănătoare cu a verinei de 24 tf. realizată la noi.

Un tip deosebit de verină de cățărare este verina pe cablu (fig.88), fabricată de aceeași firmă. Bara cățărătoare s-a înlocuit cu cablu zincat $\varnothing 27 \text{ mm}$.

Sarcina ridicată poate atinge maxim 16 tone ; utilizarea cablului prezintă unele avantaje, dar uzura este rapidă datorită ruperii sferelor de pe suprafața exterioară a cablului prin tăierea lor de către fălcile de blocare.



a) vedere din față



b) vedere laterală

Reprezentarea schematică a unui aparat
de ridicat cu dichtung ptr montajul de elemente
spatiale între reazeme URSS

- 1 Cuploj
- 2 Tijă de ridicat cu proguri
- 3 Casetă superioară cu dichtung
- 4 Arc readucere înapoi
- 5 Presă hidrolică
- 6 Element cu dichtung
- 7 Casetă cu dichtung
- 8 Reazem (stîlp, consolă)
- 9 Sarcină ogătată

Fig. 86

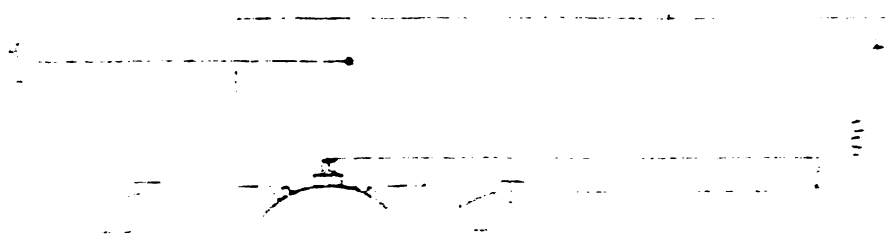
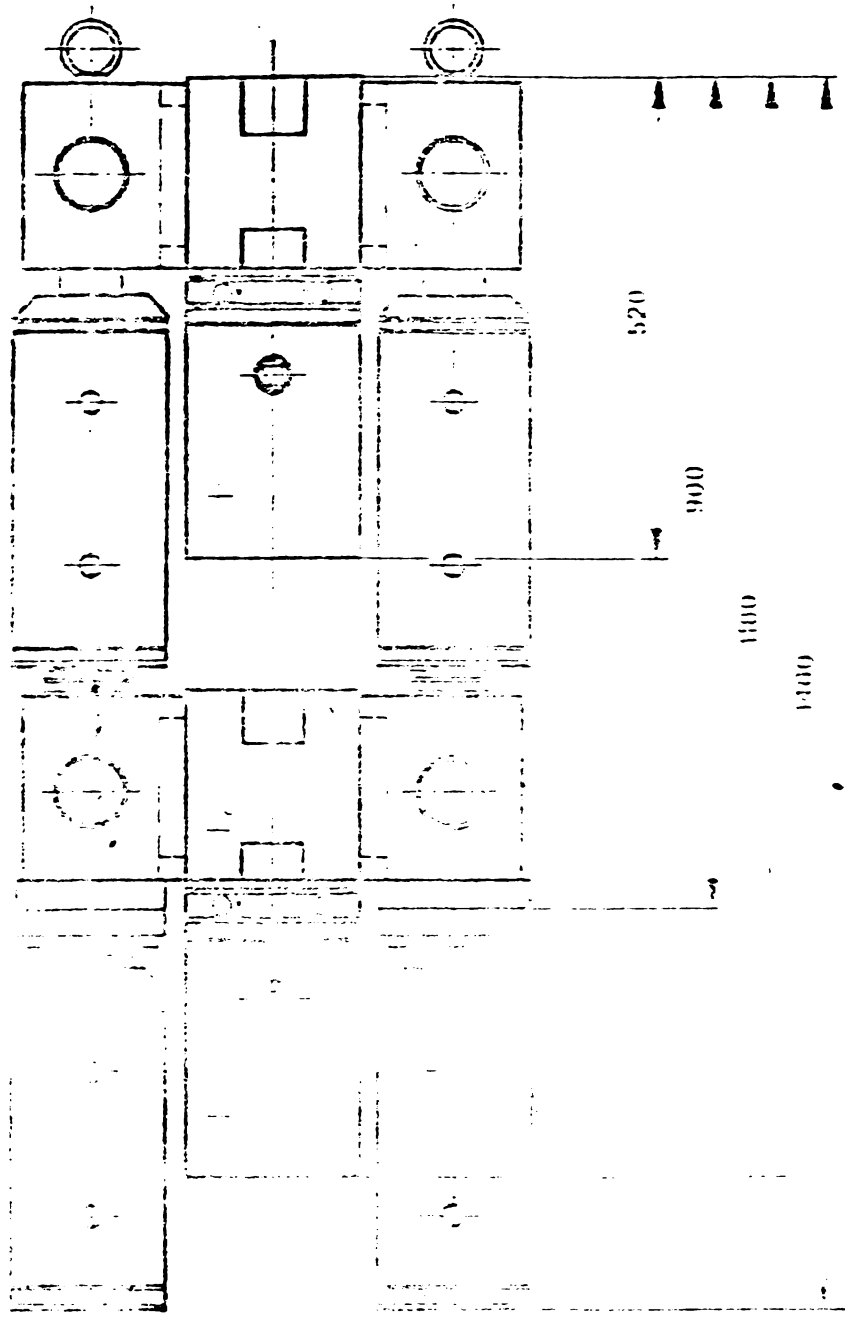


Fig. 87

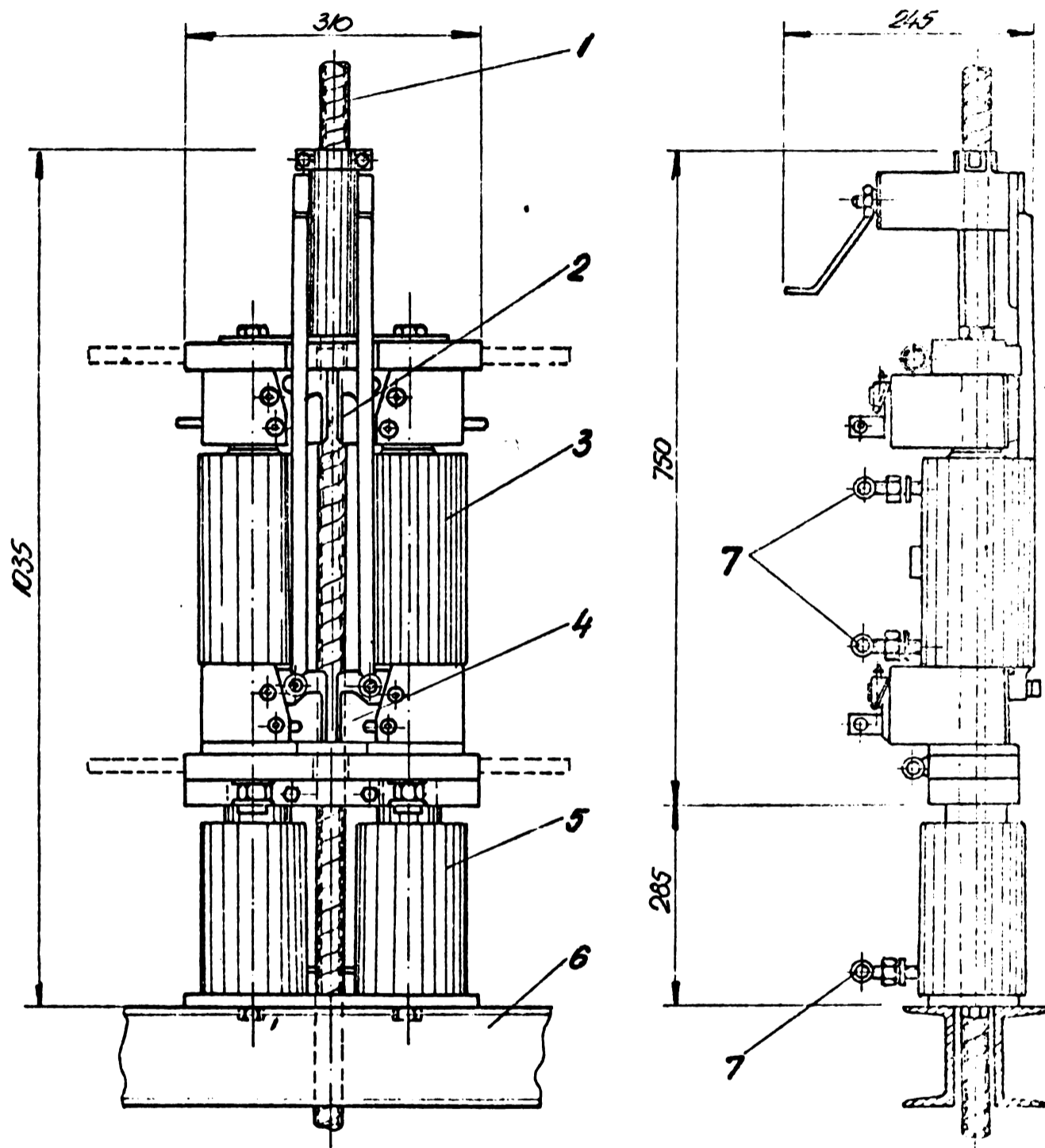


FIG 88 VERINA DE CABLU TIP 2510-40-UD-W-EQ

- 1 Cablu de cățorare zincat $\phi 27$
- 2 Falcă de blocare superioară
- 3 Verine
- 4 Falcă de blocare inferioară
- 5 Egalizator de sarcină
- 6 Traversă
- 7 Rocord hidraulic

5.1.2.6. INSTALATIE DIN S.U.A. /58/

In figura 89 este prezentată schema aparatului hidraulic de ridicare pentru o sarcină de 70 tone conceput în Statele Unite și folosit în multe alte țări.

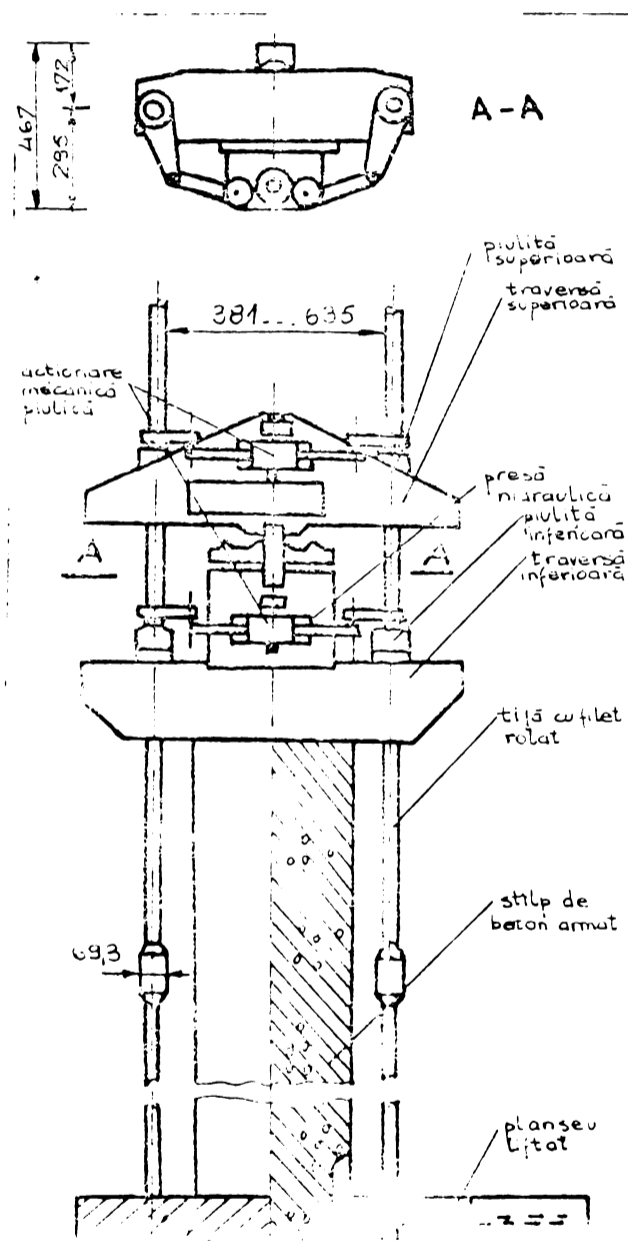


Fig. 89

Greutatea proprie a aparatului este de 285 kg. Tijele sînt din oțel, cu filet realizat prin roluire și nu prin tăiere, ceea ce conferă tijelor o bună comportare la solicitări.

Pluțile sînt acționate mecanic.

Fiecare presă este echipată cu pompă de presiune ulei, iar comanda și sincronizarea se fac electric de la un tablou central.

Instalația se folosește în mod obișnuit la liftarea planșelor pentru construcții multietajate.

Firma Hochtief din R.F.G. folosește o instalație asemănătoare, la care tijele sînt de o formă specială (fig.90). /58/

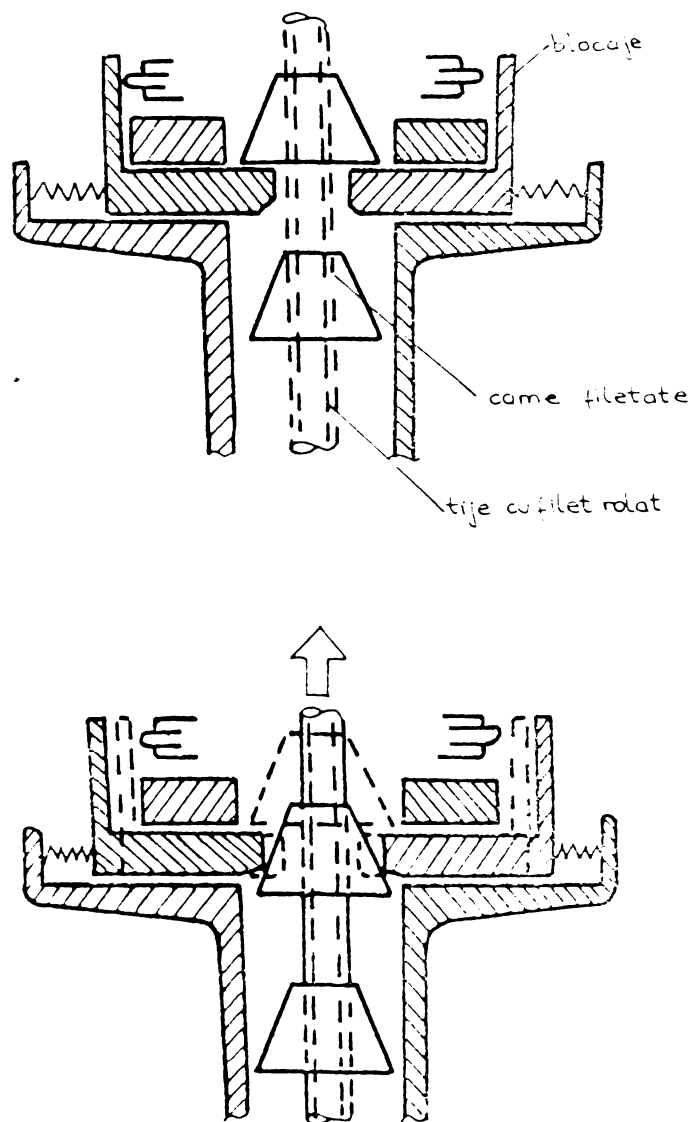


Fig. 90

Pe tijele cu filet rotat sînt introduse la distanțe egale niște piulițe de formă specială, așa zise "came". Prin aceasta se elimină timpul pierdut la procedeul anterior cu învîrtirea piulițelor, ceea ce conduce la o viteză de lucru sporită.

5.1.2.7. INSTALAȚIE DIN ELVEȚIA / 77 /

Aparatele Posel produse de firma Proceq sînt împărțite în două grupe :

- a) Aparate de liftare pentru sarcini cuprinse între 300 - 1000 tone (pe fiecare aparat)

In figura 91 este prezentat un aparat capabil să ridice 650 tone.

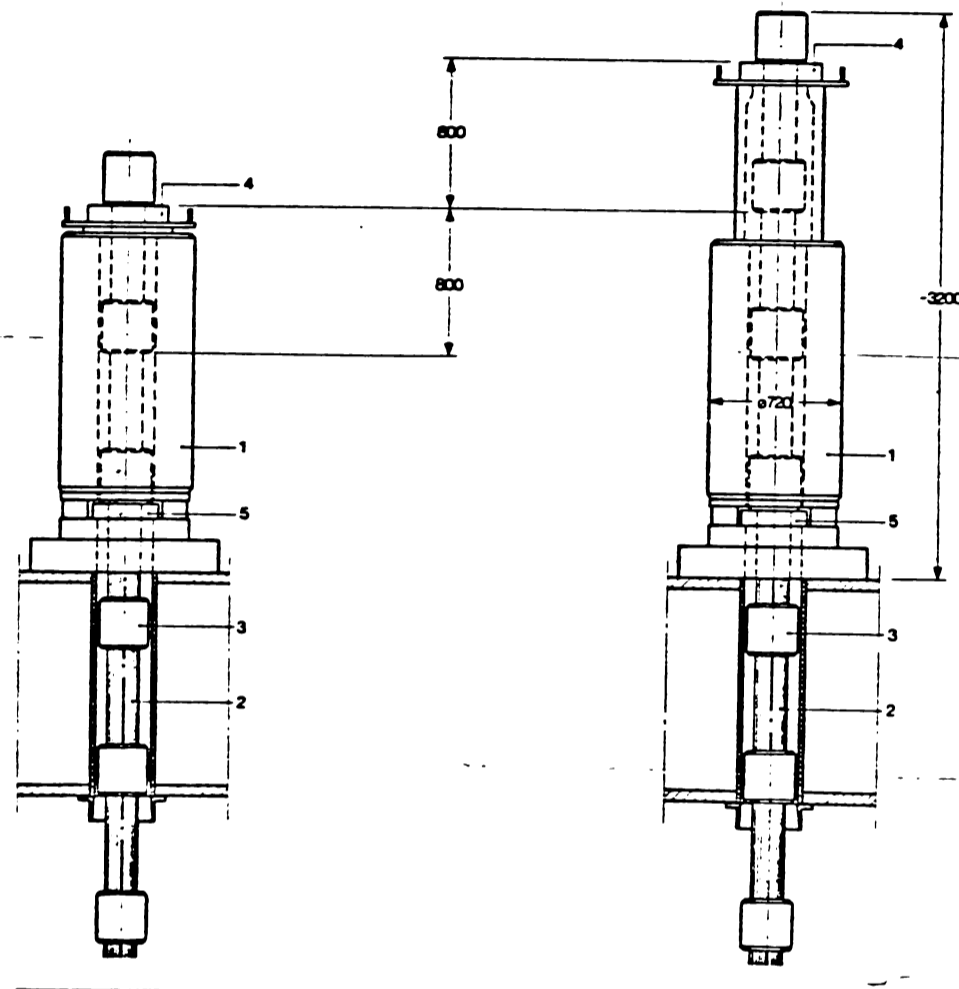


Fig. 91

Tija de liftare este alcătuită din 211 bare de oțel de înaltă rezistență cu diametrul de 7 mm. Se remarcă relaxarea scăzută a oțelului utilizat în aceste cabluri, între 0 și 1 % față de pînă la 8 % cît se realizează la cablurile fabricate în țara noastră. Dealtfel, soluția de suspendare definitivă a unor planșee la construcții înalte nu este posibilă dacă relaxarea are valori mai mari de 1 %.

Piese fixate pe cablu la distanțe egale cu mărimea cursei presei sînt blocaje de tipul inel - con.

Remarcăm faptul că la realizarea castelului de la Dourvin - Franța s-a căutat reducerea numărului de blocaje inel-con prin

introducerea de tije filetate, întrucît la vremea respectivă instalația necesită verificări experimentale. Firma Proceq, după cîțiva ani aplică același sistem la ridicări de sarcini foarte mari. Viteza de ridicare este de 4 - 6 m/h.

b) Aparate de liftare pentru sarcini pînă la 300 tone (pe fiecare aparat).

În figura 92 sînt prezentate 12 prese de 1000 de tone fiecare.

Se poate observa împărțirea în 3 grupe, alimentarea fiecărei grupe direct din pompa centrală și furtune tur-retur, urmărîte la un tablou central.



Fig 92

În figura 93 este schițat modul de lucru cu aceste verine la liftarea consolelor de susținere a mai multor etaje la construcții înalte.

5.2. CONCLUZII ASUPRA TIPURILOR DE INSTALAȚII ANALIZATE

În anexele 1 și 2 am prezentat sintetic principalele părți componente ale unor instalații de liftare și caracteristicile lor tehnice.

Din analiza tipurilor de aparate de ridicat descrise rezultă că deși toate au aceeași destinație (liftarea de sarcini mari în construcții), ele diferă etîc din punct de vedere funcțional

și constructiv, cît și al unor parametri, mai ales în ceea ce privește capacitatea și înălțimea de ridicare.

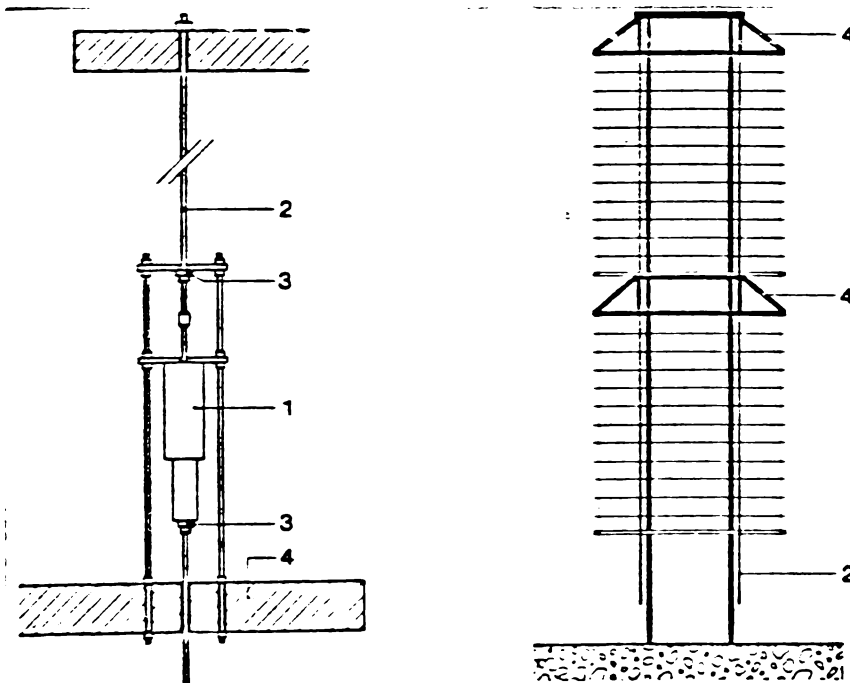


Fig. 93

Aparatele de ridicare se pot clasifica în mare în două grupe : electrohidraulice și electromecanice.

Cea mai mare răspîndire o au cele acționate electrohidraulic, unde nu există limite pentru forța de ridicare. Se observă însă numeroase instalații la care forța de ridicare este în jur de 40 tone.

Cele acționate electromecanice se pot întîlni la unele aparate din R.S.Cehoslovacia și U.R.S.S.

În țara noastră se utilizează cu precădere liftarea rezervoarelor de apă cu ajutorul troliilor manuale și al palanelor cu cabluri, deși se urmărește cu insistență trecerea la metodele moderne de folosire a unor instalații acționate electrohidraulic.

Acționarea electrohidraulică se face la diverse presiuni, în general între 100 și 400 kgf/cm², fie cu prese și tije de diverse forme, fie cu verine cășărătoare cu bile sau cu bacuri dințate acționînd pe tije rotunde sau pătrate.

Se observă ca cea mai mare diversitate o prezintă elementele de legătură între sarcină și aparatul de ridicare.

Avînd în vedere înălțimile mari de ridicare, cît și mărimea sarcinilor, se aplică un regim foarte sever pentru dispozitivele de siguranță. De obicei se folosesc sisteme de siguranță electrică, hidraulică și mecanică.

Greutatea dispozitivelor hidraulice de ridicare are de obicei valori cuprinse între 100 și 350 kg., ceea ce le face greu de manipulat.

Sistemul de control - sincronizare al ridicării este manual sau automat. Sistemul manual se bazează pe robinete de închidere - deschidere manuală a uleiului hidraulic.

Sistemul automat al ridicării se bazează pe limitatori electrici care acționează electroventilele de control ale admisiei uleiului hidraulic sau pe contoare de control al ridicării comandate de o bandă perforată sau de mecanisme cu clichet, - sisteme pas cu pas.

Legătura între grupul de pompare hidraulic, pupitrul de comandă și presele de ridicare se face atât cu furtune flexibile, cât și cu conducte rigide. Există dispozitive de asigurare împotriva pierderii accidentale a uleiului hidraulic (spargere furtun, defecțiuni la îmbinări, etc.).

Condițiile generale pe care trebuie să le îndeplinească o instalație de liftare pot fi rezumate astfel :

- Să asigure liftarea unor sarcini de 700 - 1000 tone la înălțimi de cea. 50 m.
- Să asigure condiții bune de exploatare pentru personalul de deservire și să elimine posibilitățile de accidentare.
- Să asigure ridicarea uniformă a sarcinii concomitent cu menținerea unor forțe de ridicare constante pe fiecare aparat.
- Realizarea unor viteze de ridicare de minim 4 m/zi
- Să permită efectuarea unor operații de coborîre a sarcinii
- Să fie corespunzătoare din punct de vedere al fiabilității
- Să asigure realizarea liftării cu un număr de muncitori cât mai redus

Sistemul de liftare pas cu pas s-a dovedit a fi cel mai mult agreat ; astfel se explică varietatea mare de instalații cu tije filetate și piulițe, tije cu came, cabluri cu blocaje fixe, etc.

5.3. STUDII DE REALIZARE A UNOR INSTALAȚII DE LIFTARE

5.3.1. INSTALAȚII DE LIFTARE CU PLATFORMA TELESCOPICĂ PENTRU CASTELE DE APA

Liftarea rezervorului se face cu ajutorul cablurilor de tracțiune și a unui mecanism de telescopare acționat hidraulic. / 30 /

Pornind de la analiza telescopării hidraulice a macaralelor MTA-125 și a schiței de platformă hidraulică telescopată pentru înzidit coșuri de fum cu secțiune tronconică / 4 /, s-a schițat instalația prezentată în figura 94.

Instalația se compune din următoarele elemente principale :

Platforma superioară, compusă din două grinzi inelare metalice legate între ele prin grinzi radiale și dintr-un număr impar de picioare telescopice, în funcție de mărimea sarcinii de ridicat și de diametrul turnului.

Pe platforma superioară se montează pupitrul de control și comandă a liftării; platforma superioară este prevăzută cu un gol central de acces spre platforma inferioară.

Platforma inferioară are aproximativ aceeași construcție și același număr de picioare telescopice ca și platforma superioară. Pe ea se află montași cilindrii hidraulici de telescopare, așezați câte doi pentru fiecare picior de telescopare. Pe platforma inferioară se află montat și grupul de pompare legat prin conducte rigide de cilindri de telescopare. De această platformă se leagă de asemenea și cablurile de suspendare a rezervorului ce se liftează. Plasarea cablului de suspendare și a cilindrilor de telescopare se face în dreptul picioarelor telescopice, cât mai aproape de peretele turnului de beton armat, pentru ca solicitările platformelor să fie cât mai mici.

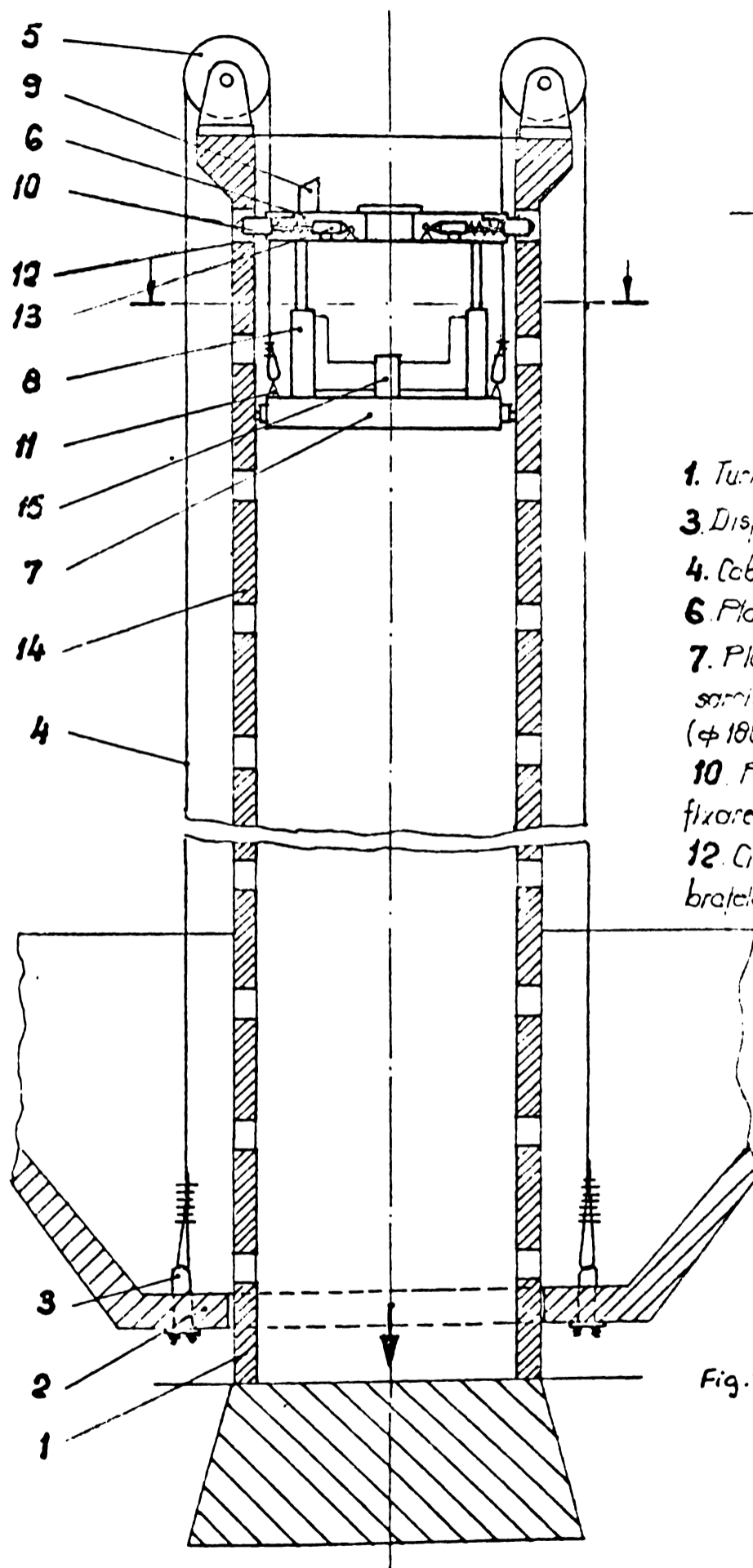
Grupul de pompare va avea o construcție obișnuită, asemănătoare grupurilor de pompare utilizate la macaralele turn pentru telescopare. Presiunea de pompare maximă este de 200 kgf/cm².

Picioarele telescopice sînt construite astfel încît la deplasarea lor dealungul interiorului turnului să poată fi retrase spre interior.

Cînd picioarele telescopice ale unei platforme ajung în dreptul golurilor din perete, ele sînt împinse de un cilindru hidraulic în golurile respective. Pentru a avea siguranța că toate picioarele de telescopare sînt introduse în golurile respective, în spatele lor sînt prevăzuți limitatori care transmit semnale electrice la tabloul central de comandă.

Începerea liftării este condiționată de terminarea telescopării tuturor picioarelor de la ambele platforme.

Cilindrii hidraulici de telescopare a platformelor produc forța necesară liftării, au diametrul interior \varnothing 180 mm și provin din cilindri hidraulici de telescopare ai macaralei turn MTA-125



1. Turn , 2. Rezervor de apă caldă ,
3. Dispozitiv fixare cablu pe cură ,
4. Cablu de tracțiune ; 5. Răți de ghidare ;
6. Platformă superioară de camin (allicru) ,
7. Platformă inferioară susținere sarcină ; 8. Cilindru hidraulic telescopicare ($\phi 180/120$) ; 9. Pupitră de comandă ;
10. Picioare telescopice ; 11. Dispozitiv fixare cablu pe platformă inferioară ;
12. Cilindru hidraulic centralizat pentru brațele telescopice ; 13. Luabluu electric ,
14. Placi metalice ;
15. Grup pompare

Fig.94 Instalatie de lifare cu cablu în ansamblu de telescopicare a tării în câmp

cu modificări la lungime; pentru o presiune maximă de 200 kgf/cm². acești cilindri dezvoltă o forță de peste 50 tone.

Cilindrii hidraulici pentru acționarea picioarelor telescopice au diametru interior \varnothing 50 mm. și se află în fabricație curentă.

Aparatura de comandă, siguranță și control se compune din pupitrul de comandă și control al instalației hidraulice, plasat pe platforma superioară. Pupitrul este prevăzut cu semnalizatoare optice care indică dacă platformele au toate picioarele de telescopare retrase sau fixate pe turn. Aceste semnale sînt date de limitatorii plasați în spatele picioarelor telescopice.

Sistemul hidraulic, - grupul de pompare și cilindrii hidraulici de telescopare a platformelor sînt prevăzuți cu elemente de siguranță (supape de siguranță, supape de sens comandate). Intreaga aparatură se fabrică în țară.

Cablul de ridicare se poate folosi de \varnothing 38 sau \varnothing 40 mm. în două fire, cu coeficient de siguranță 4, pentru fiecare picior de telescopare astfel:

Cablu compus dublu, construcție normală 6 x 37 cu rezistența minimă de tracțiune 176,5 daN/mm², care are sarcina minimă de rupere 83.748 daN.

Sarcină maximă ce poate fi liftată cu acest cablu dublu este

$$P_1 = \frac{2 \times 83748}{4} = 42 \text{ tone}$$

Dacă folosim în aceleași condiții un cablu de \varnothing 40 mm. avem sarcina maximă admisă

$$P_2 = \frac{2 \times 102969}{4} = 51,5 \text{ tone}$$

Fazele principale de lucru:

Platforma și instalația completă se montează la baza turnului, în primele două rînduri de goluri lăsate în turn.

Se acționează platforma pentru a ajunge la nivelul maxim al turnului de beton armat; Cu această ocazie se verifică în ce măsură golurile lăsate în perete corespund.

Se fixează cablurile de tracțiune și rolele ciferente, necesare la liftarea rezervorului.

Se începe tensionarea egală a cablurilor. După o ridicare de câțiva cm. se verifică atent toate instalația de un personal special instruit.

Se continuă ridicarea în cicluri succesive, cu supraveghere și verificări permanente.

Avantajele instalației constau în:

- Folosirea cablurilor de tracțiune care au caracteristici garantate, oțelurile de înaltă rezistență permițând importante deformări elastice la lungime;

- Sînt eliminate îmbinările pe timpul liftării, care la coloanele de tijă generează complicații tehnice și consum de manoperă;

- Montarea și demontarea instalației se face la sol;

- Instalația poate fi comandată de la distanță;

- Toate piesele necesare se produc în țară;

- Viteza de ridicare poate atinge 15 m/zi;

Dezavantajele instalației constau în:

- Instalația are o fiabilitate redusă. Diametrele turnurilor la castelele de apă sînt variate, necesitînd instalație adaptată fiecărui diametru. Deasemenea utilizarea instalației de liftare numai la construcția castelelor de apă prezintă o specializare prea strictă, care generează complicații atât la fabricație, cît și ca exploatare.

- Construcția planșelor din turnul de beton armat se poate realiza numai după terminarea liftării.

- Sînt necesare goluri cu ramă metalică la nivelele horizontale cît mai precise, situate pe aceeași verticală la distanțe maxime egale cu lungimea pasului de telescopare.

În figura 95 este prezentată o variantă a instalației la care se folosește o coloană metalică de inventar, pentru cățărarea platformei telescopice, montată în interiorul turnului și ancorată în fundația acestuia.

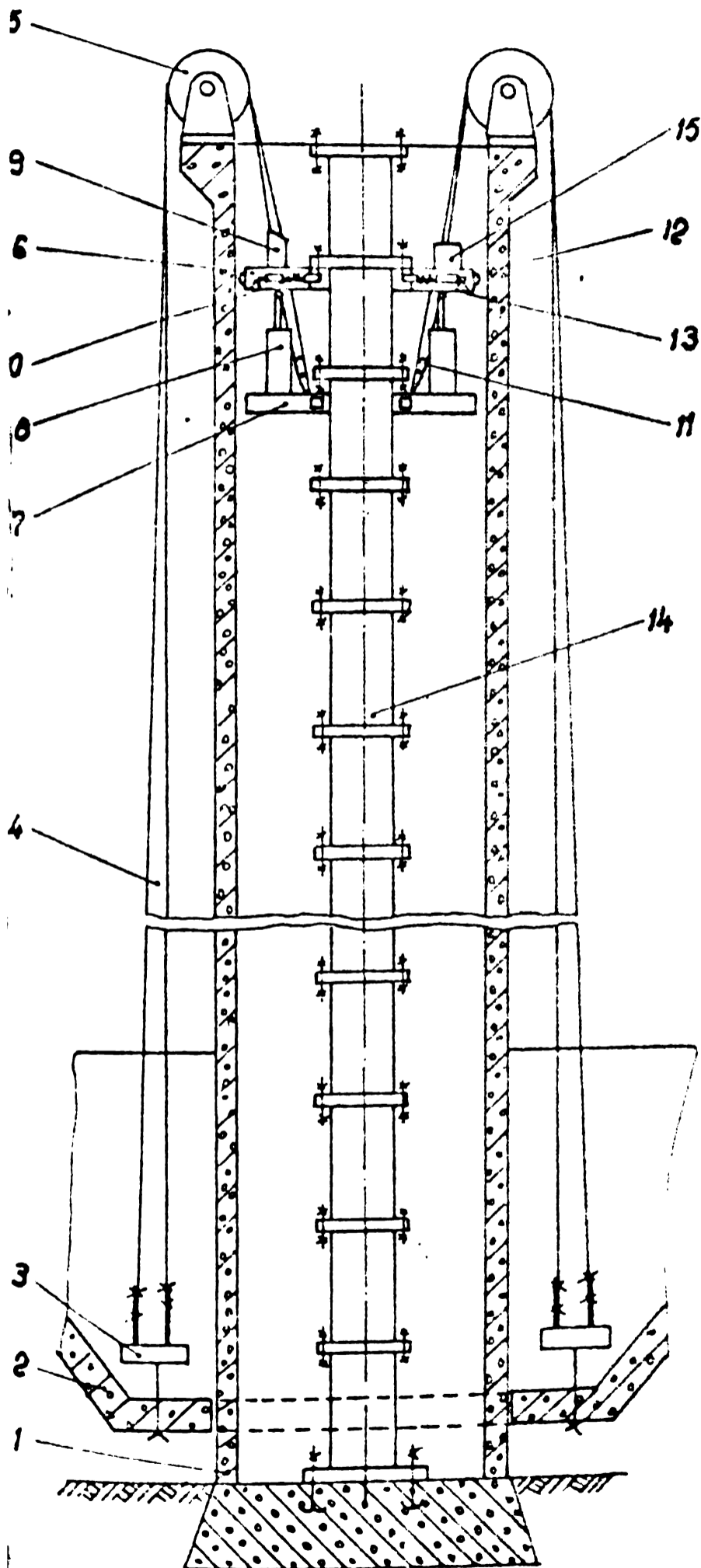
Avantajul acestei instalații comparativ cu prima constă în faptul că se poate folosi la orice diametru al turnului de beton și că s-au eliminat golurile care impuneau realizarea unei geometrii cît mai precise.

Dificultatea constă în montarea și demontarea coloanei metalice.

5.3.2. INSTALAȚIE DE LIFTARE CU TROLII ELECTROHIDRAULICE/ 56 /

S-a pornit de la analiza liftărilor făcute pe cabluri de precomprimare cu blocaje (sistem utilizat la castelul de la Dourvin - Franța, de firma Proceq, ș.a.).

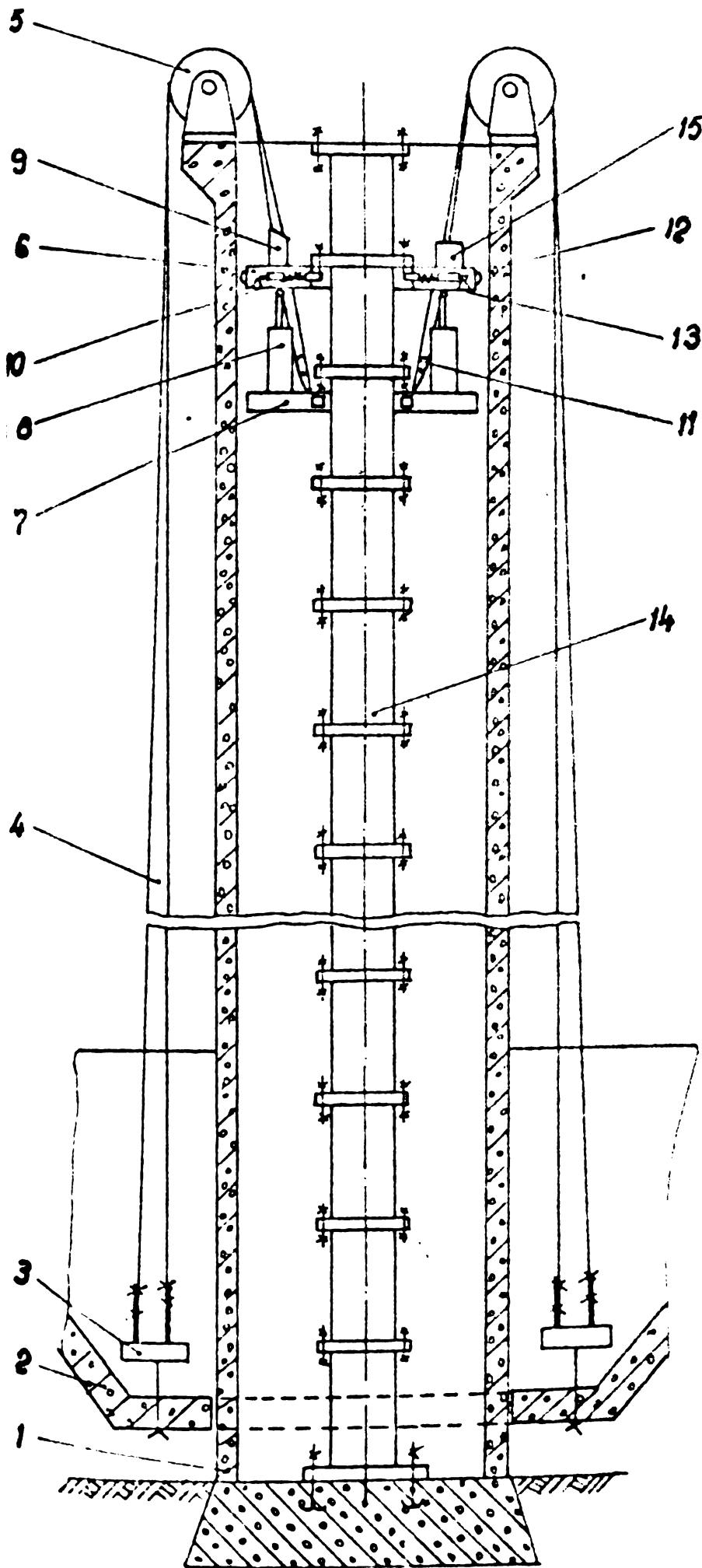
Blocajele inel - con nu prezintă suficientă siguranță în prezent datorită calității materialului, a prelucrărilor mecanice și a tratamentului termic.



1. Turn
2. Reacție
3. Traversă fixă
4. Scoarță de înveliș
5. Rod de susținere
6. Platformă orientabilă
7. Platformă fixă
8. Cilindri cu role
rescalduri
9. Tăpitu de amortizare
10. Pădură telescopică
11. Rod de deversare
12. Cilindri înclinabili
pentru orientare
13. Lămpuțe de iluminat
14. Căsuță mică în care se
de telescopul
15. Grup de compere

Instalație de montare cu railuri
și mecanisme de telescopare
destinate telescopului
- Soluție de telescopare de
caldură mică în care se
montează telescopul

Fig. 2



1. Turn
2. Rezervă
3. Împereșă fixă a cablului
4. Căsuță de înveliș
5. Roți de deșere
6. Platformă susținătoare
7. Platformă de înveliș
8. Cilindri hidraulici de acționare a telescopajului
9. Pupitră de comandă
10. Troacă telescopică
11. Rod de deșere
12. Cilindri hidraulici de acționare pentru troacă telescopică
13. Lumbătură
14. Căsuță metalică transformabilă de telescopare
15. Grup de șarpene

Instalație de liftare cu cabluri și mecanisme de telescopare acționat hidraulic
 - Soluție de telescopare pe căsuță metalică transformabilă montată pe centrul turnului

Fig. 85

S-au analizat posibilitățile de realizare a unor verine pe cablu de tracțiune, dar s-a renunțat din cauza sarcinilor reduse, a distrugerii cablului, a siguranței reduse la alunecare etc.

Dacă pe un cablu de precomprimare nu știm să fixăm bine niște blocaje, ar fi posibil să folosim un cablu de tracțiune flexibil, înfășurat pe un tambur, iar tamburul să fie pus în mișcare de o verină hidraulică (figura 96).

Aceasta este ideea de bază de la care s-a pornit și care înbină în mod armonios avantajele utilizării cablurilor de tracțiune cu acționările hidraulice pas cu pas. S-a ajuns în acest mod la un troliu de concepție nouă, acționat hidraulic și echipat cu aparatură electrohidraulică modernă.

S-a căutat ca instalația electrohidraulică să aibă un mare grad de siguranță, să permită comanda și verificarea funcționării de la distanță, pentru a atinge și depăși performanțele obținute de unele instalații de liftare existente.

Instalația de liftare concepută trebuie să satisfacă diverse domenii de utilizare și în prima fază să fie utilizată la liftarea castelelor de apă.

Instalația se compune din următoarele părți principale (figura 97):

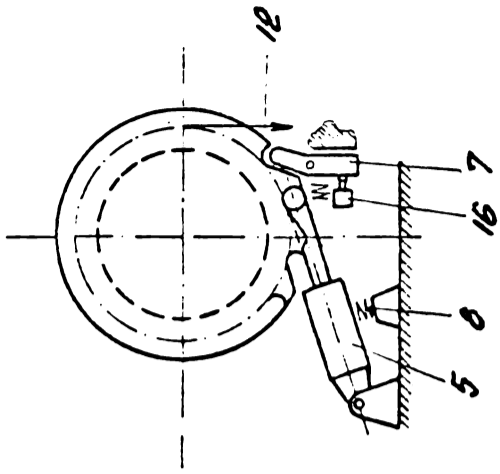
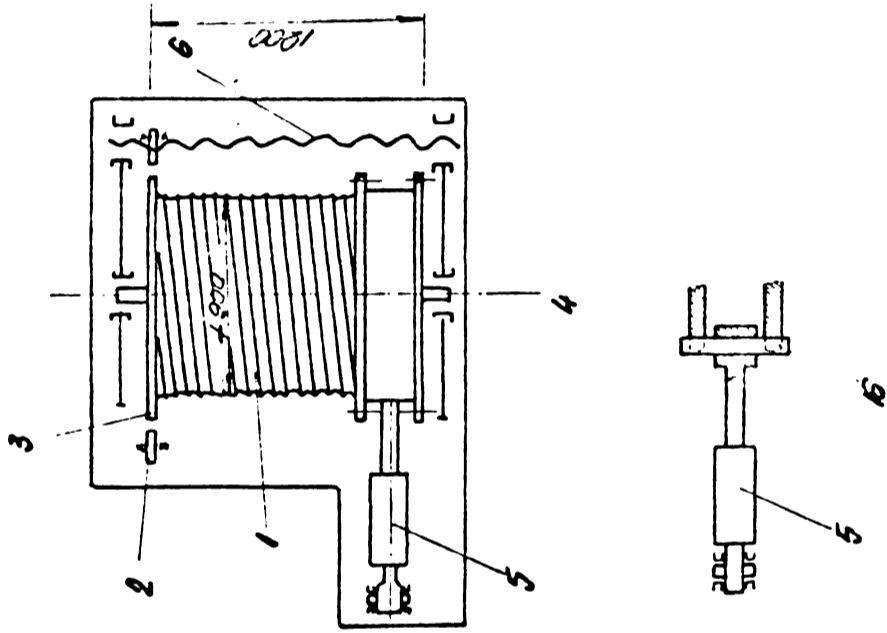
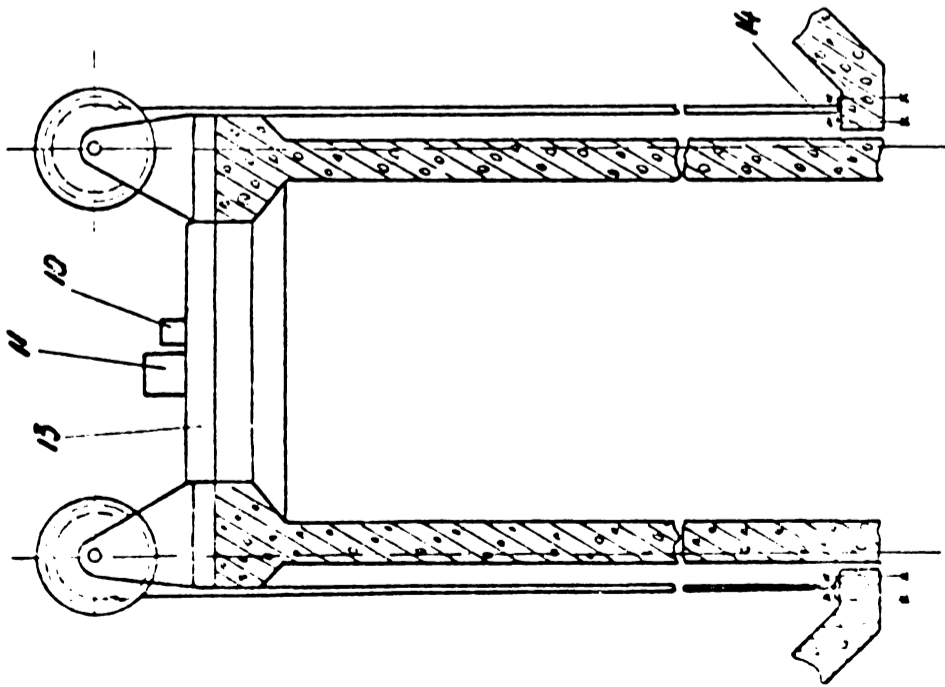
Toba de cablu (1) se execută din oțel turnat sau în construcție sudată și este prevăzută la unul din capete cu roata (2) și clichet de siguranță simplu (3), acționată de un cilindru hidraulic de forță (4). Roata de clichet este prevăzută cu un al doilea clichet de siguranță (5), decalat cu o jumătate de pas.

Deoarece cablul se înfășoară pe mai multe straturi, toba este prevăzută cu depănător de cablu acționat de roțile de clichet.

Caracteristicile tobei sînt: diametrul 900 mm., lungimea 1200 mm. și grosimea peretelui 22 - 26 mm.

Cilindrul hidraulic (4) cu dublă acțiune are diametrul interior 180 mm. S-a luat ca model cilindrul hidraulic de telescopare a macaralei turn MTA.125, aflat în fabricație curentă, care la presiunea maximă de 200 kgf/cm² dezvoltă o forță de peste 50 tone. Cilindrul hidraulic este la un capăt fixat cu o articulație pe șasiu, iar la celălalt capăt prin mișcare antrenează roata de clichet. Pentru menținerea contactului permanent între cilindrul hidraulic și roata de clichet s-a prevăzut un arc elicoidal.

Grupul de pompare va avea o construcție obișnuită, asemănătoare grupurilor de pompare fabricate pentru macarelele turn, cu



- 1 bobot
- 2 Clichet
- 3 Roota ot clichet
- 4 Roota ot clichet voblo
- 5 Cilindru hrotavnic
- 6 Separator ot cable
- 7 Clichet
- 8 Arc
- 9 Corbu
- 10 Arbitru ot comandu
- 11 Gura ot comandu
- 12 Corbu ot hrotavnic
- 13 Pulavina ot hrotu
- 14 Arc ot vrotavnic
- 15 Separatru ot Arc
- 16 Corbu

FIG. 36. Mechanism for lifting the cable
 1. Arc ot vrotavnic hrotu.

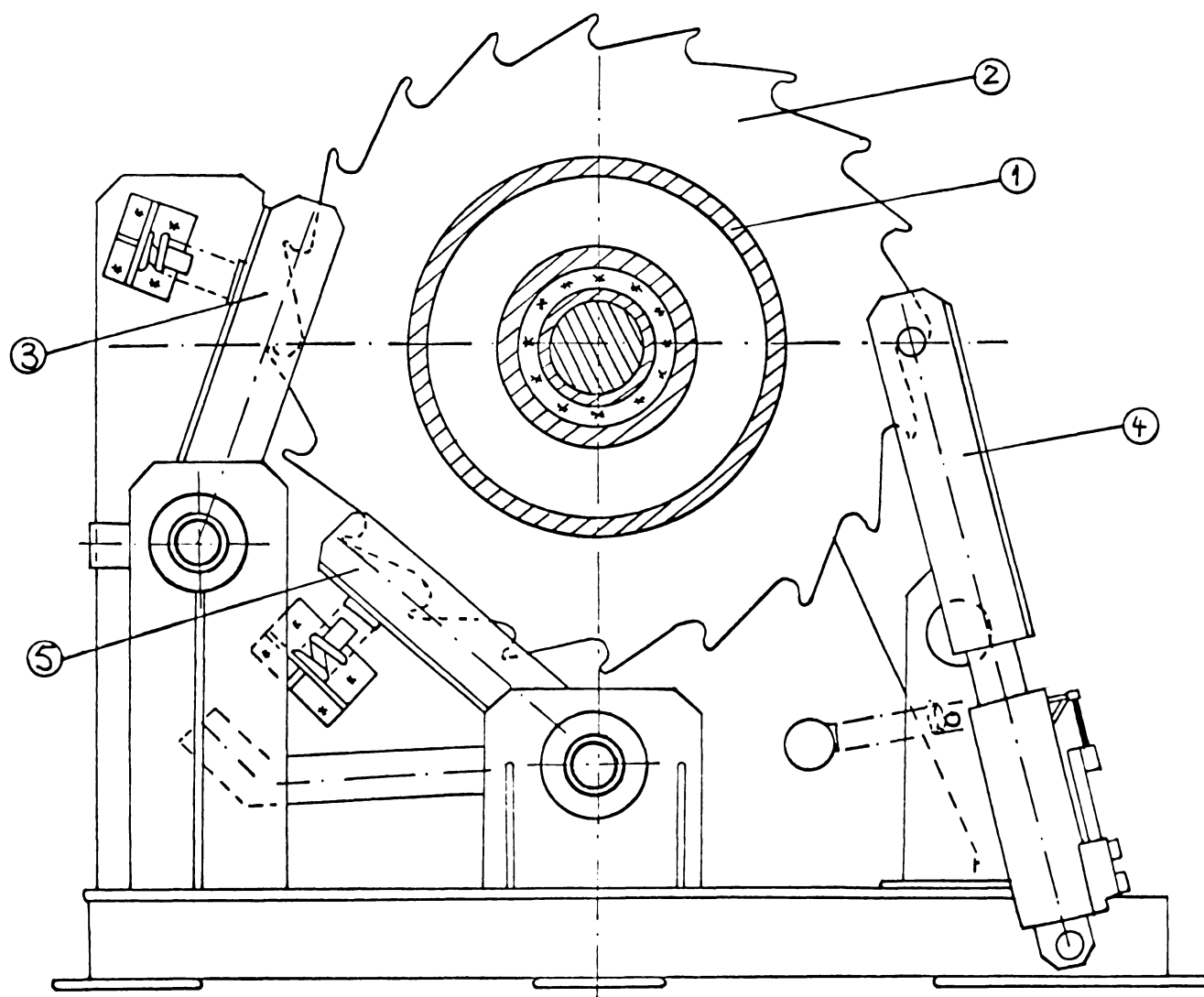


Fig. 97

presiunea maximă de 200 kgf/cm².

Aparatura de comandă, siguranță și control este urmărită la pupitrul de comandă plasat pe platforma de lucru sau la mare distanță de construcție, este prevăzut cu semnalizatoare optice care indică funcționarea clicheștilor. Semnalele sînt date de limitator aflați în spatele clicheștilor și al cilindrului hidraulic. Sistemul hidraulic este prevăzut cu elemente de siguranță: supape de siguranță, supape de sens comandate (lacăte hidraulice), etc. - figura 98.

S-au prevăzut dispozitive de numărare a curselor efectuate de cilindrul hidraulic. Pentru sincronizarea ridicării s-au prevăzut pe lângă fiecare cilindru hidraulic reglatoare de debit.

Cablul de ridicare este de construcție normală 6 x 37 cu diametrul \varnothing 38 mm. Pentru coeficient de siguranță 4, sarcina de lucru maximă pe un fir este de 21 tone.

Fazele principale de lucru la liftarea unui rezervor de castel sînt:

- Se montează trolile de ridicare pe platforma turnului;
- Se montează cablul de ridicare;
- Se verifică terminarea montajului, a aparaturii, legăturilor hidraulice și angrenarea corectă a clicheștilor și a verinei hidraulice;
- Se începe tensionarea egală a cablurilor;
- Se face o ridicare de probă de cîtiva cm. a rezervorului. În această poziție se rămîne timp de 2 - 3 zile pentru observarea de detaliu a instalației și a construcției de cadre special instruite;
- Se poate realiza liftarea în regim normal de funcționare.

Instalația este prevăzută cu dispozitive de funcționare automată printr-o acționare de la pupitrul central. În acest caz cursa unui cilindru hidraulic poate începe un nou ciclu de ridicare numai dacă toți ceilalți cilindri au terminat cursa anterioară. Tehnicianul care dă comenzi la pupitrul central are sarcina de a urmări pe bază de aparate, funcționarea corectă a instalației.

Avantajele instalației constau în .

- Folosirea cablurilor de tracțiune;
- Sînt eliminate îmbinările de tije pe timpul liftării;
- Instalația poate fi comandată de la distanță;
- Toate piesele necesare se produc în țară;

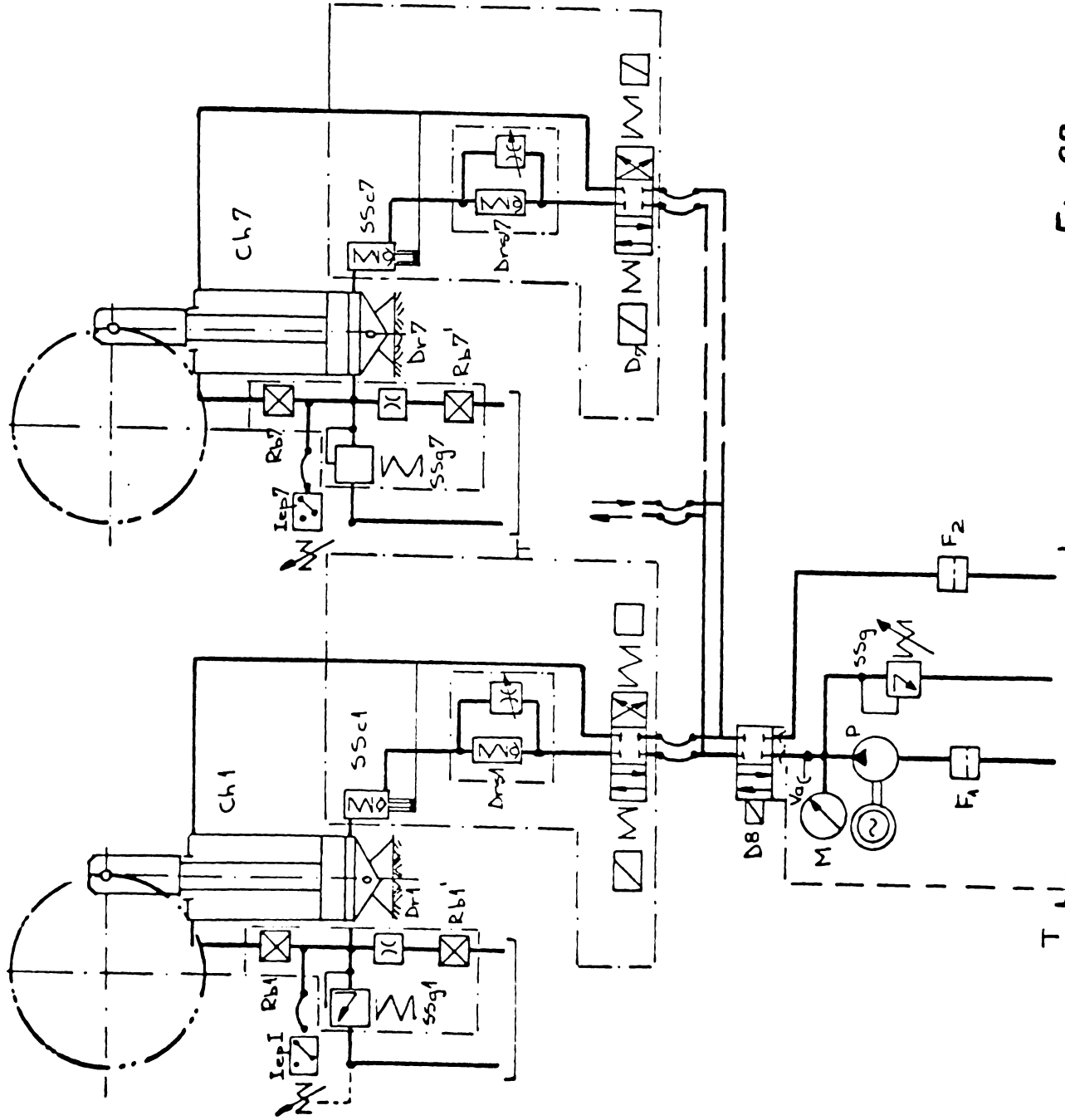


Fig. 98

Legendă:

- P - Unitate hidrostatică cu pistoane axiale
- D - Distribuitor cu sertar
- SSg - Supapă de siguranță
- F₁ - Filtru aspirație
- M - Monometru ontinibrator
- T - Rezervor
- Ch1-Ch7 - Cilindri hidraulici
- D1...D7 - Distribuitoare cu sertar
- Drs1...Drs7 - Droșele reglabile
- SSc1...SSc7 - Supape de sens deblocabile
- SSg1...SSg7 - Supape de siguranță de limitare a presiunii
- Rb1(Rb1'), Rb7(Rb7') - Robinete DN 8
- Iep1...Iep7 - Intreruptor electric
- Dr1...Dr7 - Droșel fix
- F₂ - Filtru de ulei
- Vo - Ventil aerisire

- Viteza de ridicare poate atinge 15 m. pe zi;
- Permite folosirea instalației de liftare fără modificări la toate tipurile de castele, la liftări de acoperișuri, de utilaje tehnologice, poduri de șosea și cale ferată, etc.
- Formația de lucru pe timpul liftării este 2-3 oameni;
- Instalația asigură un grad sporit de sincronizare a ridicării;
- O instalație cu 7 unități de tragere care folosesc palane de multiplicatoare poate ridica 700 de tone la înălțimi de 50 m. In cazul unor sarcini mai mari se pot cupla 2-3 instalații, greutatea liftată putând ajunge la 2000 to.

Dezavantajele constau în:

- Greutatea proprie de cca. 2,5 to. a unui troliu electrohidraulic face ca amplasarea lui la înălțimi mari să fie dificilă, motiv pentru care este indicat să se lucreze cu troliile la sol;
- Palanele de multiplicatoare au deasemenea greutatea proprie mari, ceea ce complică montajul.

In figura 99 este prezentată schema unei instalații cu tobă dublă.

Printr-o soluție de acest fel s-ar putea reduce greutatea proprie a tobei, care la lungimi reduse are solicitări cu mult mai mici și s-ar putea renunța la depănătorul de cablu. Dimensiunile de gabarit ale unei asemenea instalații pot fi mult reduse.

x

x

x

Instalația de liftare cu trolii electrohidraulice s-a realizat și experimentat cu rezultate bune la liftarea unui castel de apă în Timișoara și la liftarea acoperișului F-cii de avioane București / 57/.

Liftarea castelului de la Timișoara s-a terminat la 27.10.1981, iar la 30.10.1981 a început liftarea acoperișului la Fabrica de avioane.

Troliul utilizat la castelul de la Timișoara permite amplasarea numai la partea superioară a turnului de beton armat.

Pentru Fabrica de avioane, troliul a fost modificat, în sensul că permite amplasarea la sol, eliminându-se depănătorul de cablu.

Se remarcă totuși că la Fabrica de avioane s-au ridicat tronșoane de acoperiș pe porțiunea unei descăderi, deși era posibil ca tot acoperișul să fie executat la sol și liftat cu un număr

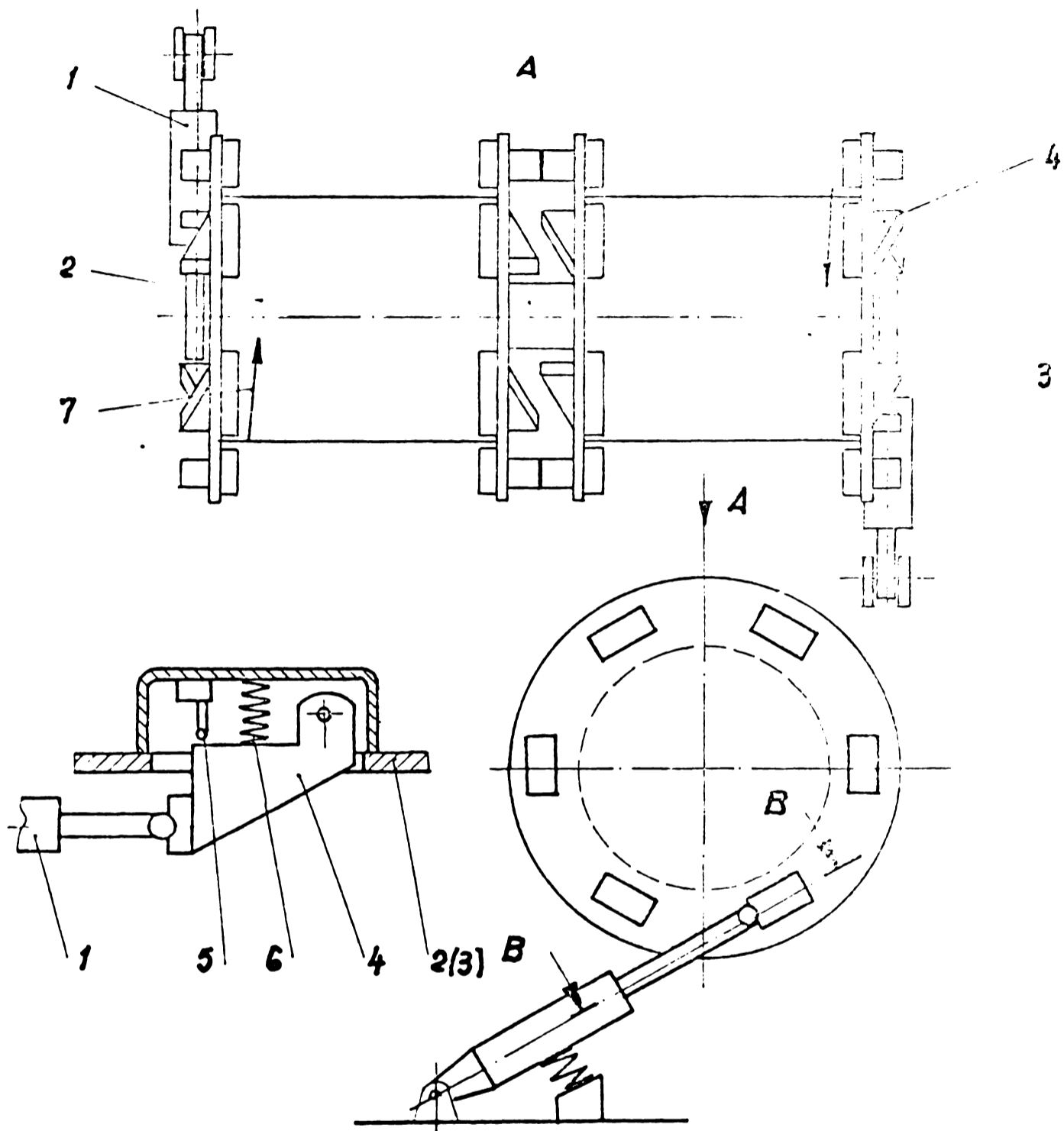


Fig. 99

Mecanism de ridicare cu tablă dublă (modulat) acționat hidrolic

1. Cilindru hidrolic de forță ; 2 - Tablă I ; 3 - Tablă II (identică constructiv cu tablă I) ;
 4.-Clichet (camă) ; 5.-Microîntrerupător ; 6 - Arc ; 7 - Cablu.

- 91 -

corespunzător de trolii. Este drept că la executarea completă la sol a acoperișului, funcționarea sincronizată capătă importanță mai mare.

6. CONTRIBUTII LA REALIZAREA CASTELOR DE APA IN SOLUTII CU GRAD SFOIT DE INDUSTRIALIZARE

6.1. CASTEL DE APA EXPERIMENTAL REALIZAT LA TIMISOARA

Castelul de apă la care s-a aplicat această soluție experimentală are o capacitate de 200 mc. și s-a executat la o investiție din Timișoara. / 62,63 /

Principalele obiective ale experimentului au fost: adoptarea unei soluții de execuție completă a rezervorului la sol și realizarea unei instalații de liftare cu performanțe ridicate, capabilă să lifteze rezervoare cu capacități maxime de 2000 mc.

Alcătuirea constructivă a castelului cu capacitate de 200 mc. este:

a). Fundație și turn din beton armat - proiect tip I.P.C.T. nr.2159.

b). Proiect T.C.Ind. Timișoara pentru:

- Partea superioară a turnului de beton armat între cotele +29 m. și +35 m. (figura 100).

- Rezervor de beton armat executat la sol (figura 101);

- Grinda de rezemare a rezervorului pe turnul de beton armat (figura 102). Acest element a constituit subiectul unei cercetări pe model la scară redusă. /28/

- Eșafodaj metalic pentru amplasarea instalației de liftare pe turn (figurile 103 și 104);

La stabilirea alcătuirii constructive, a dimensiunilor geometrice, a unor detalii de prindere pentru instalația de liftare, s-a ținut cont de experiența acumulată de alte unități de execuție, cât și de experiența proprie.

Astfel s-a luat în considerație o denivelare maximă posibilă a unuia din cele 3 puncte de ridicare cu 10 cm., ceea ce a lăsat un spațiu liber de 45 cm. la partea superioară, între rezervor și turn, față de numai 15 cm. la partea inferioară.

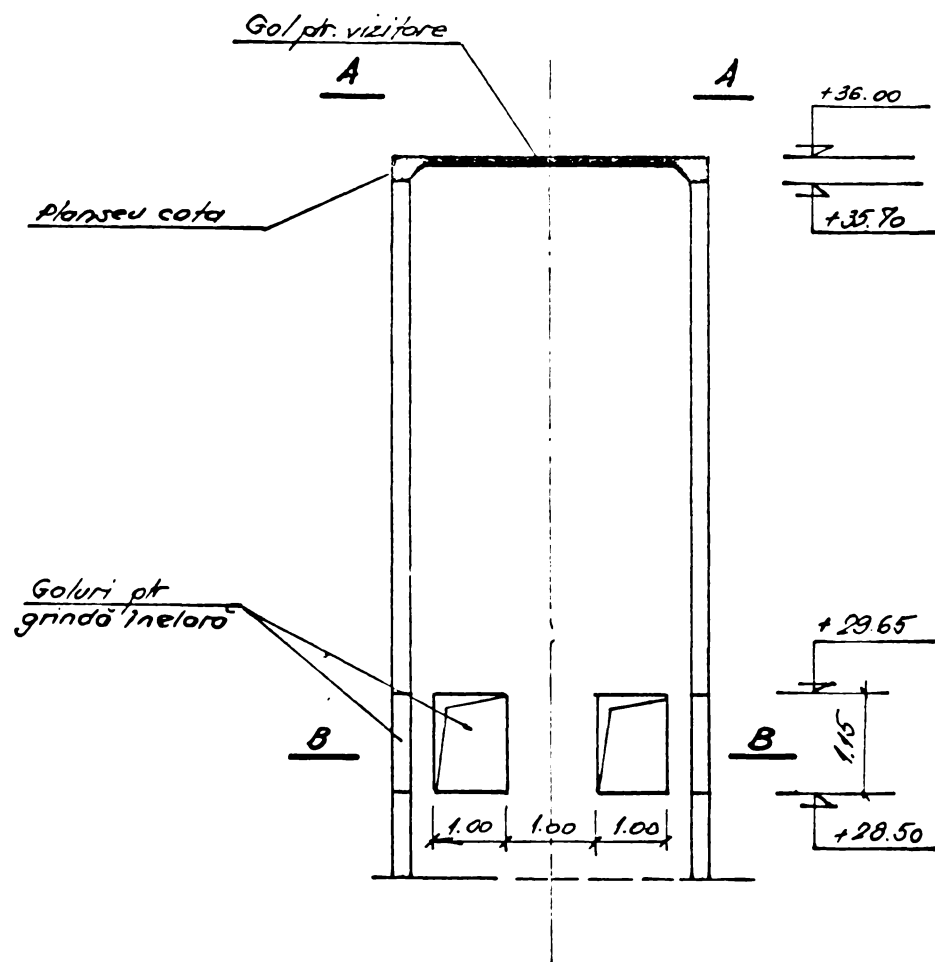
Izolația termică s-a prevăzut la interior, ceea ce permite calculul rezervorului la starea limită de rezistență și permite realizarea rezervorului cu beton aparent.

Eșafodajul metalic a fost proiectat astfel încât să poată fi refolosit la toate tipurile de castele, cu majoritatea elementelor de inventar, adaptările specifice fiind minime.

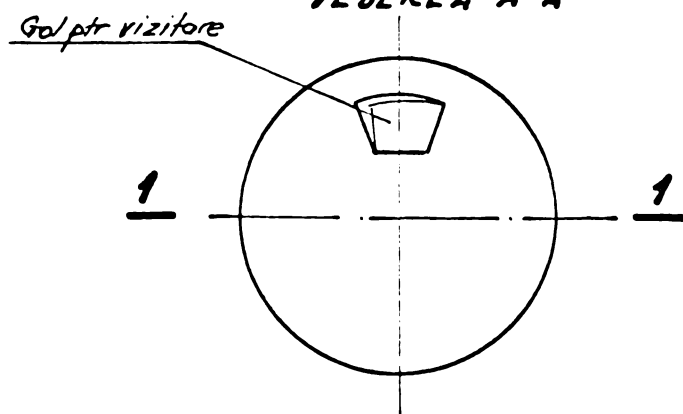
Calculul rezervorului s-a făcut după metodele cunoscute.

/19,40,47,66/

SECȚIUNEA 1-1



VEDEREA A-A



SECȚIUNEA B-B

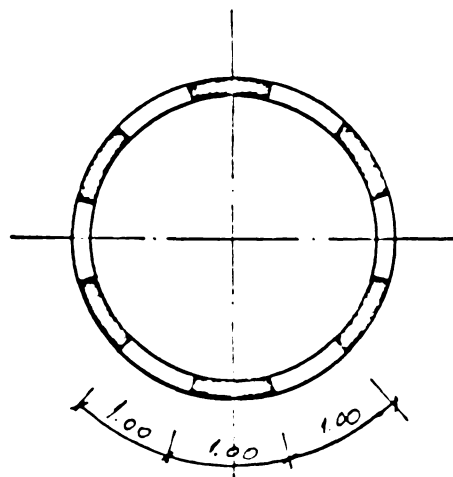
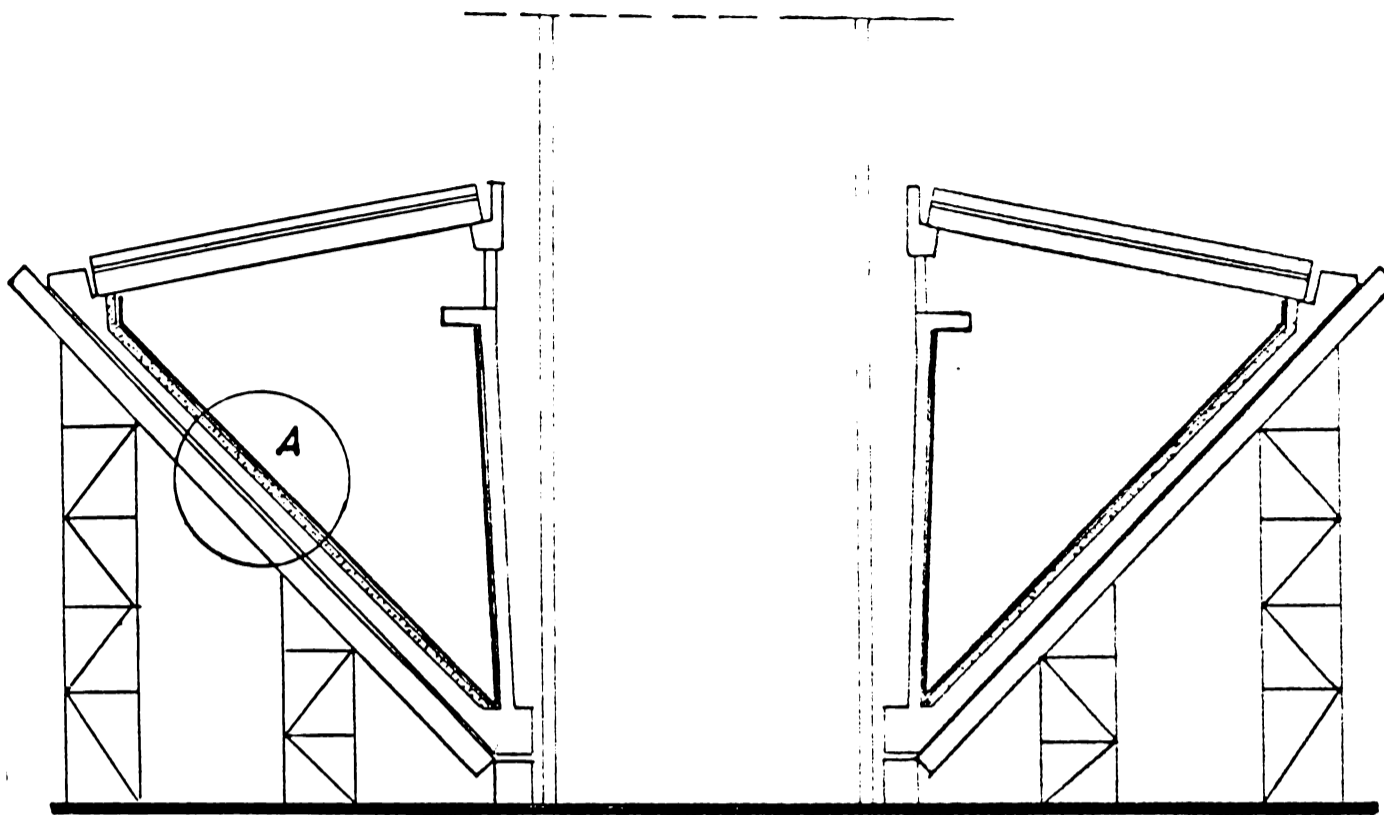
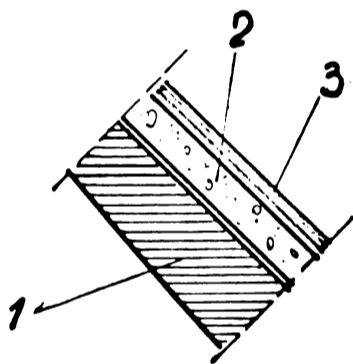


Fig. 100. SECȚII LA PARTEA SUPERIOARĂ
A TURNULUI DE BETON ARMAT

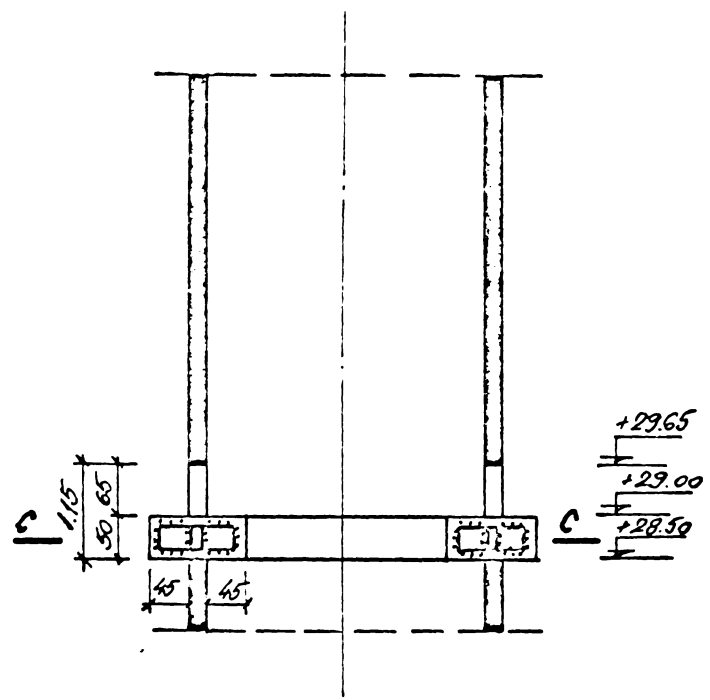


DETALIUL A



- 1 Perete din beton armat
- 2 Termoizolație b.c.a. de 12 cm. grosime.
- 3 Hidroizolație 3 straturi pânză bitumată.

**Fig. 101 REZERVORUL DE BETON ARMAT
EXECUTAT LA SOL**



SECTIUNEA C-C

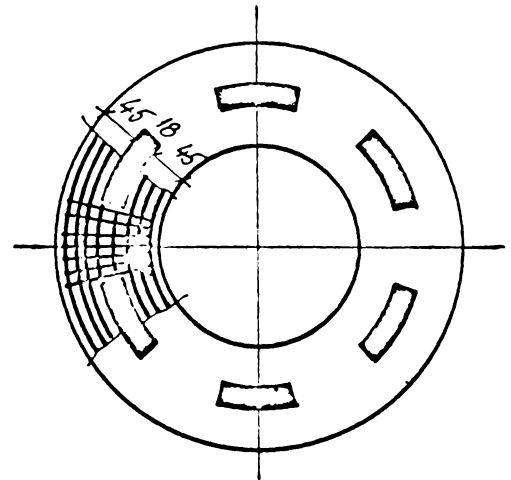
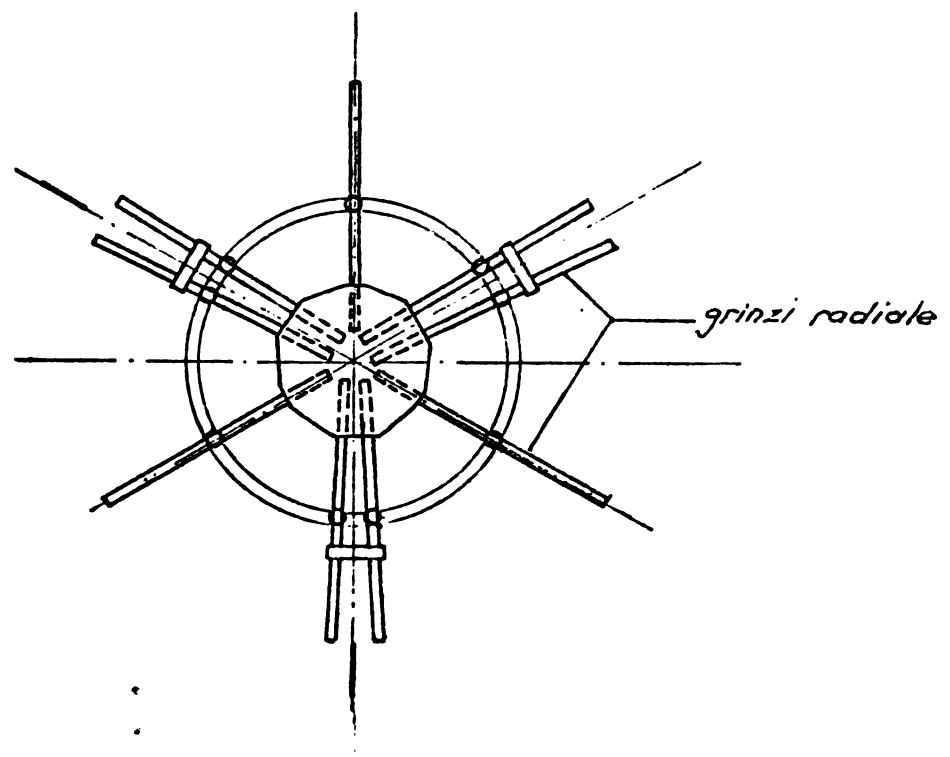


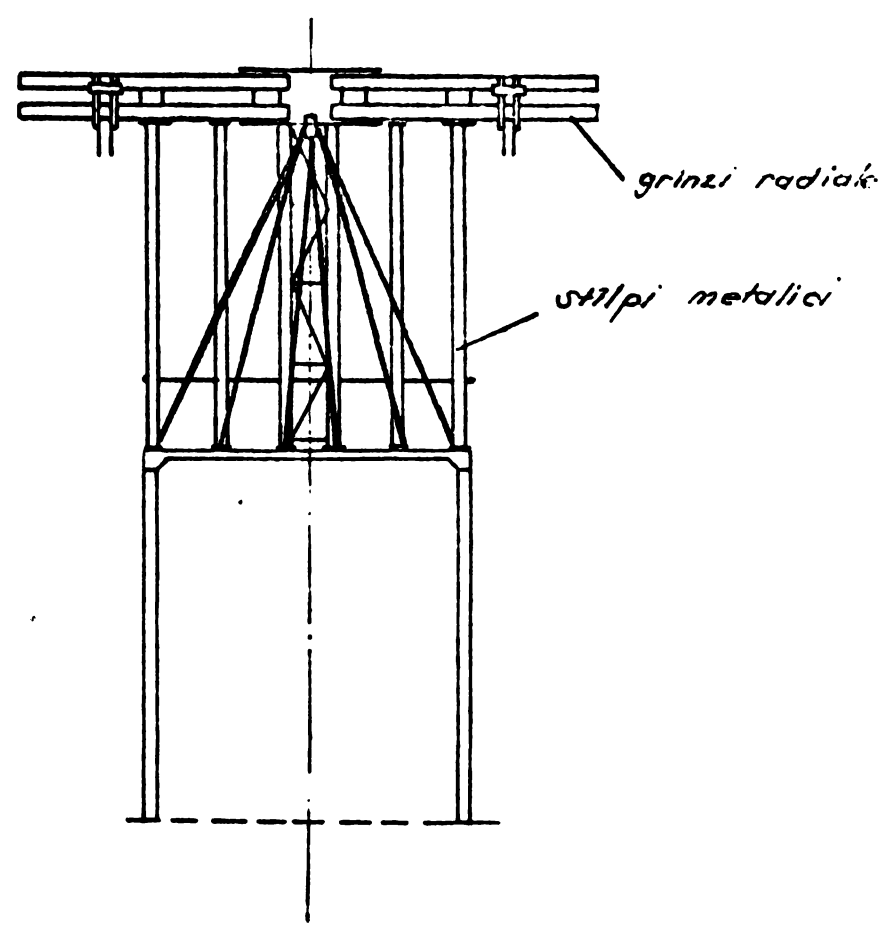
Fig. 102. ARMAREA GRINZII INELARE

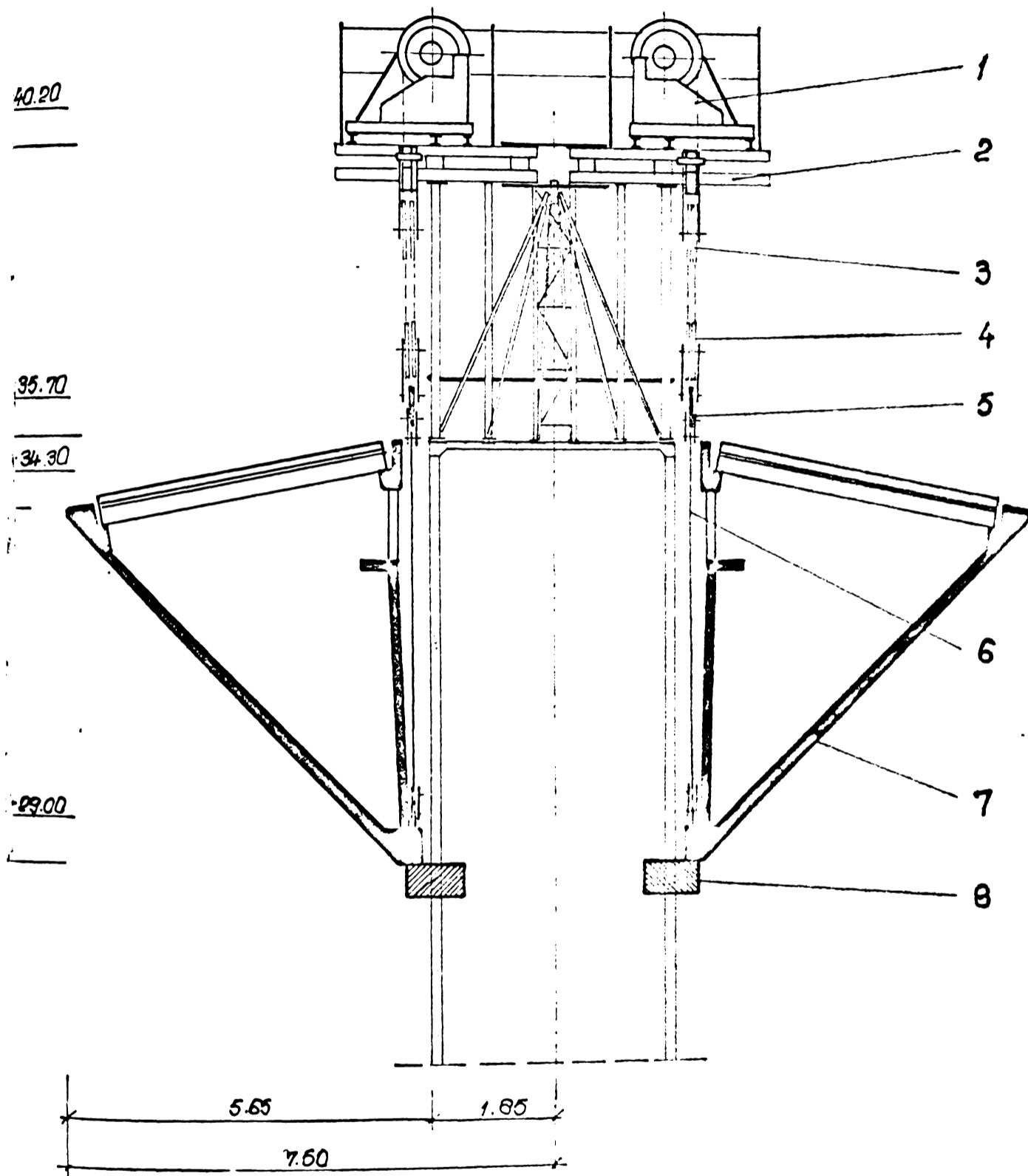
PROIECȚIA PLAN
TROLIILOR HIDRAULICE

PLAN



VEDERE





**Fig. 104. REZERVORUL DE BETON
ARMAT LA COTA FINALA**

- 1 *Trotiu hidraulic*
- 2 *Esafodaj metalic*
- 3 *Palan superior*
- 4 *Palan inferior*
- 5 *Bolansier*
- 6 *Tija sustinere*
- 7 *Cura de beton armat prefabricat*
- 8 *Grindă de rezervație la baza*

In figura 105 este prezentată o fotografie din timpul liftării.

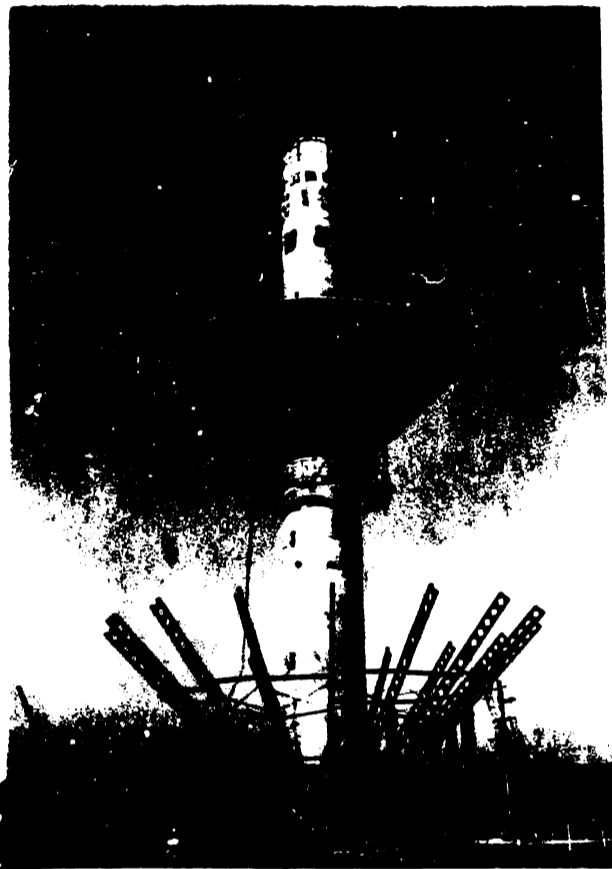


Fig. 105

In figura 106 avem un detaliu al piesei de prindere a tijelor pe rezervorul de beton armat.

Sucesiunea operațiilor executate:

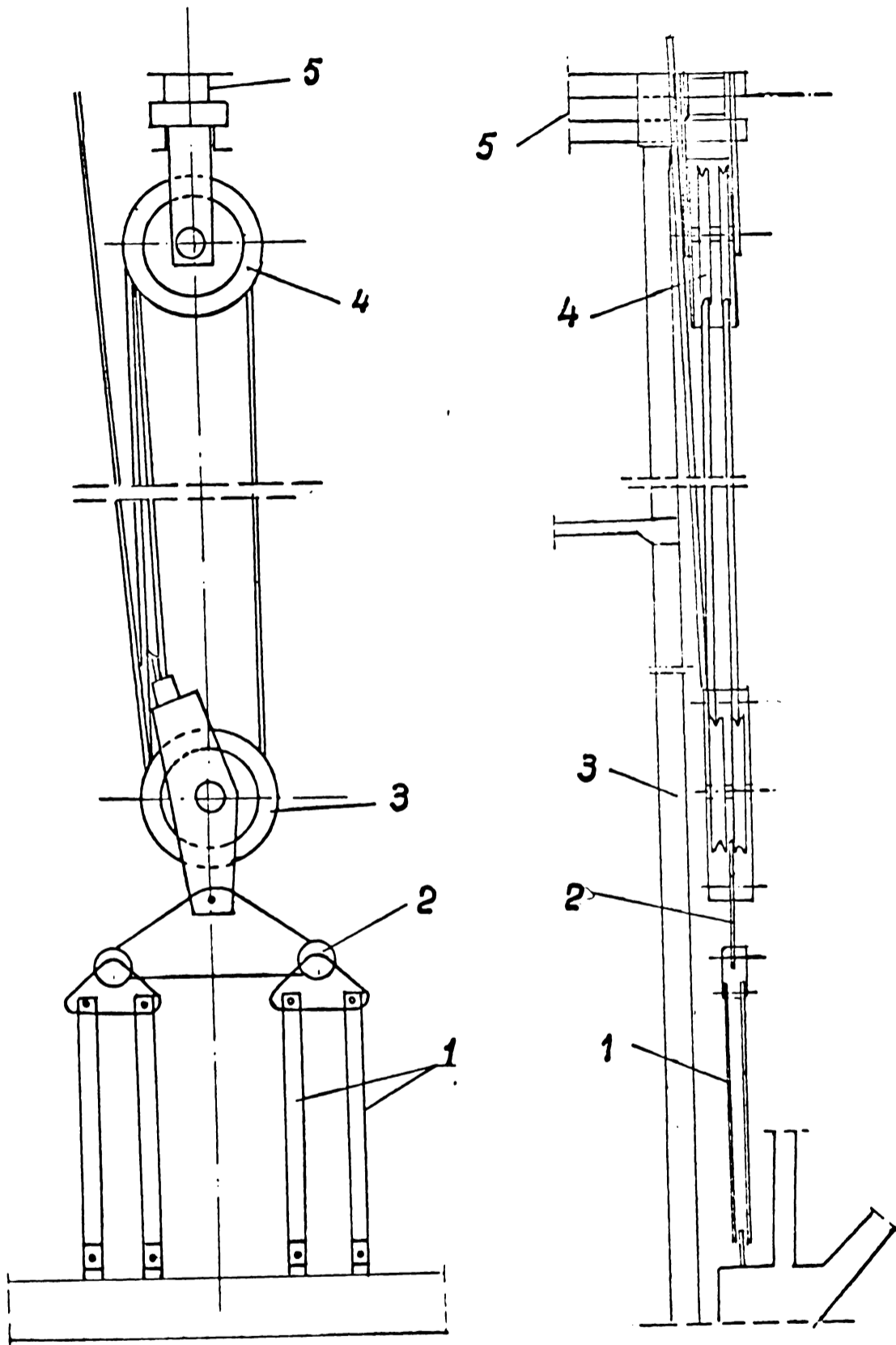
S-a executat turnul de beton armat glisat și toate planșele. S-a executat rezervorul de beton armat la sol, pe un eșafodaj metalic de inventar, procedându-se astfel:

- S-a betonat prima dată peretele înclinat;
- S-a betonat peretele interior în care s-au montat piesele de trecere; cofrajul s-a scos imediat ce betonul s-a întărit.

S-a executat grinda de susținere a acoperișului.

- S-au montat elementele prefabricate în formă de T pe acoperiș.

- S-a montat eșafodajul metalic complet asamblat la sol cu ajutorul unei automacarale PH (greutate 6,5 to., înălțime maximă 41 m.)



**Fig 106 ANSAMBLU DE PALANE
BALANSIERE SI TIJE**

- 1 Tijă
- 2 Balansier
- 3 Palan inferior
- 4 Palan superior
- 5 Eșafodaj metalic cu
piese susținere palan superior.

- S-a montat instalația de liftare pe eșafodajul metalic (3 buc. a 2,75 tone fiecare, n=41 m.); fixarea pe eșafodaj s-a făcut cu bride metalice. S-a utilizat macara PH.

- La sol s-au pregătit palanele superioare și inferioare cu cablul montat; apoi acest ansamblu a fost ridicat cu macaraua PH. și montat pe eșafodaj.

- S-au montat tijele de prindere a rezervorului, apoi balansierele, care s-au legat de palanul interior. De remarcat că balansierele asigură solicitarea egală a tijelor. Deasemenea se remarcă prinderea balansierelor cu articulații sferice.

- S-a executat izolația termică interioară a rezervorului, izolația hidrofugă cu 3 straturi de pânză bitumată, inclusiv pe pereții verticali, fără protecții la partea superioară. S-a făcut apoi proba de apă a rezervorului, blindându-se piesele de trecere.

- S-a montat tabloul electric al instalației de liftare pe planșorul de beton armat la cota +41 m.

- S-au executat toate legăturile electrice și hidraulice la instalația de ridicat.

- S-a prevăzut un tablou electric suplimentar și cabluri electrice de legătură pentru comandarea instalației de la sol la distanță de castel.

- S-a montat un interfon lângă instalația de ridicare, care să permită ascultarea funcționării instalației de la pupitrul de comandă.

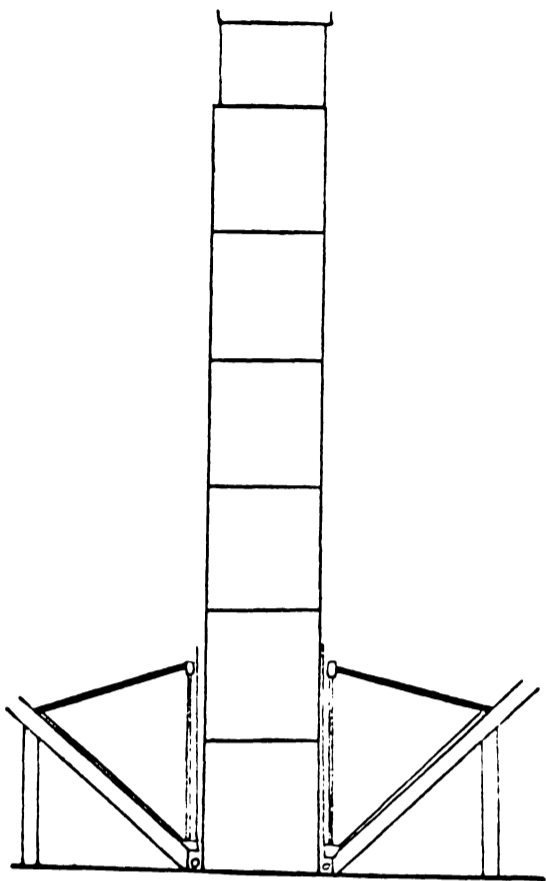
- S-a început ridicarea în felul următor: comanda s-a dat de la tabloul amplasat la sol, pe platforma superioară s-a urmărit de către personalul de specialitate al I.C.P.A.I.U.C. încărcarea succesivă și uniformă a celor trei unități de ridicare. La atingerea presiunii de 45 atm., personalul a coborât de pe platformă. Ridicarea a fost comandată de la sol și s-a făcut pe o înălțime de ca. 6 cm. în ziua de 15.09.1981.

- S-a oprit ridicarea până în 18.09. pentru a observa eventualele deficiențe apărute.

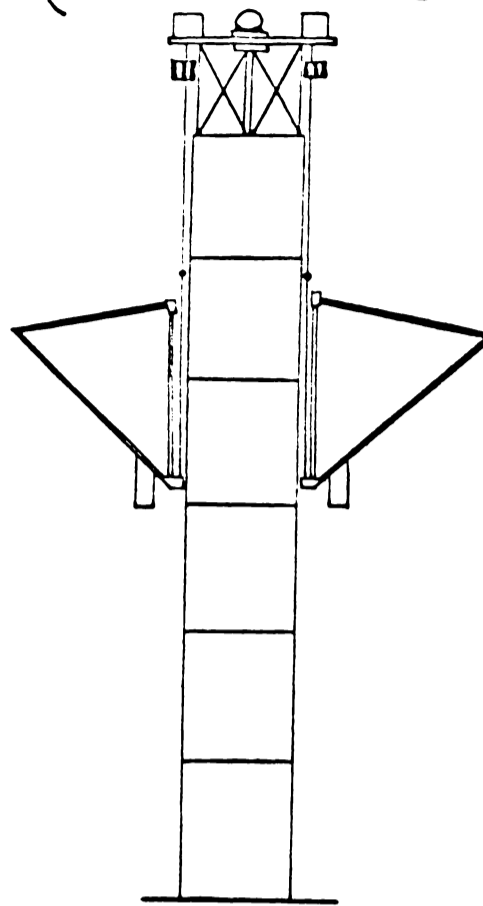
- S-a observat că apar unele deficiențe ale eșafodajului metalic, ale grinzilor radiale, constând din deformări. Pentru asigurarea rigidizării lor s-a stabilit chesonarea profilelor U. Deasemenea instalația de liftare nu funcționa corect din cauza toleranțelor mari la executarea roții dîntate.

Deficiențele constatate s-au remediat de personalul I.C.I.T. în perioada în care cuva a fost coborâtă din nou pe reazem. S-a

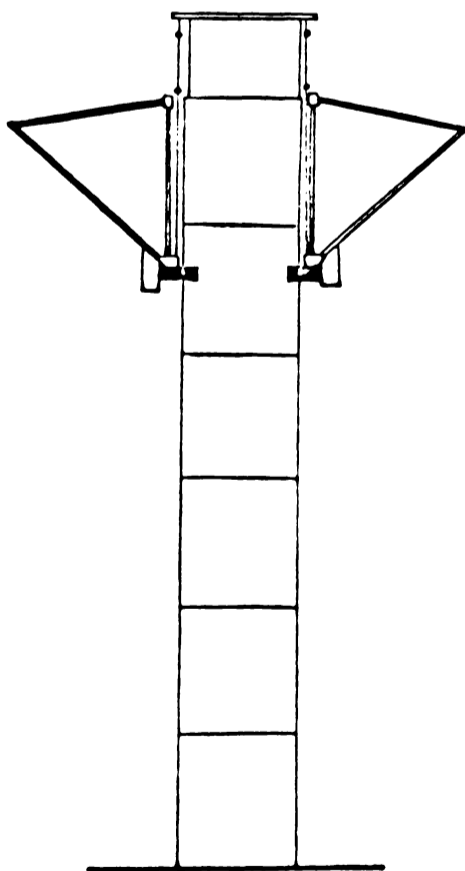
CASTEL DE APĂ DE 200mc IN EXECUTIE
LA T.C.IND. TIMIȘOARA (PROIECT T.C.I.T.)



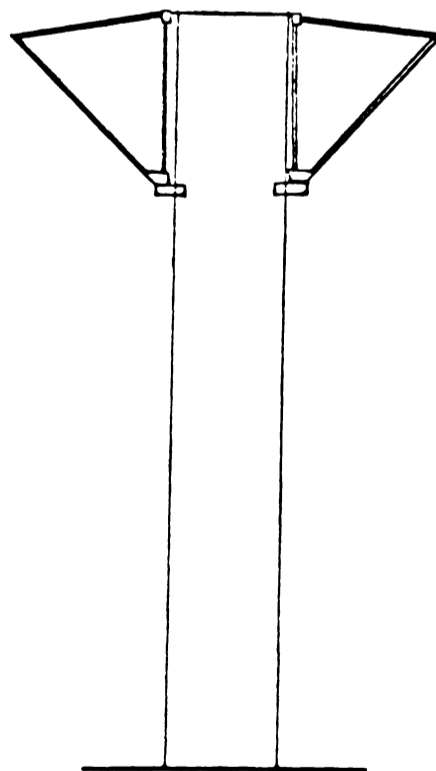
Execuția rezervorului la sol,
inclusiv proba de etanșare



Montarea instalației de liftare
și ridicarea rezervorului la cota
finală



Execuția grinzii încrucișate
pentru rezemarea rezervorului



Demontarea instalației de liftare,
izolarea acoperișului, lucrări de
instalații pentru legarea castelului
la rețeaua de apă

coborît la sol tabloul de comandă și s-a amplasat la 50 m. de castel. La 17.10.1981 liftarea s-a reluat de personalul T.C.I.T. Ridicarea s-a oprit la 10 cm., pînă în 19.10.1981 nu s-au constatat deficiențe..

- S-a trecut la supraîncărcarea instalației cu 25 to. apă. S-a ales supra sarcină de 25 to. constîndu-se că greutatea completă a rezervorului este de 243 to. (s-a luat 10%).

Suprasarcina a fost menținută timp de 24 de ore fără să apară deficiențe. Ridicarea s-a continuat pe 3 m., apoi s-a oprit pentru montarea schelei suspendate.

S-au convocat pentru 22.10.1981, pentru a asista la liftare următoarele unități și instituții: I.C.P.A.I.U.C. București, Direcția Tehnică din M.C.Ind., I.P.C.T., T.C.I.B., T.C.I.Az., și alții.

În data de 22.10.1981 s-a reluat liftarea, care a continuat în 23,26 și 27.10., viteza maximă atinsă fiind de 1 m/h.

- S-a executat grinda inelară de reazem a rezervorului (armare, cofrare, betonare). Armătura s-a ridicat cu o macara fereastră, cofrajul de asemenea, iar betonul s-a ridicat cu auto-pompa.

- În perioada de întărire a betonului din grindă s-au executat instalațiile de apă în turnul de beton armat, inclusiv racordul la rezervor.

- S-a trecut la demontarea instalației de liftare și demontarea eșafodajului metalic cu ajutorul unei automacarale, tip PH.

- S-a trecut la izolarea acoperișului rezervorului.

Observații cu privire la liftare:

a). Asupra instalației:

Piese metalice livrate de I.C.P.A.I.U.C., executate parțial la U.R.B. au necesitat numeroase completări de sudură.

Roata dințată a trolului s-a executat cu toleranțe foarte largi, necesitînd la început intervenția mecanicului la fiecare pas; S-au executat remedieri pe șantier. Comenzile s-au dat pentru acționarea simultană a ridicării la cele 3 trolii, numai în mod excepțional au fost comandate trolurile separat fiecare.

Durata normală a unui ciclu complet de ridicare a fost de 1 min. 30 sec., adică 1 m./h.

Diametrul nominal al roții dințate este de 1300 mm., lungimea pasului 20 cm.

Diametrul tobei este de 710 mm., iar lungimea de înfășurare a cablului la un pas de aproximativ 12 cm.

Înălțimea de ridicare a rezervorului la un ciclu de ridicare este de aproximativ $12/5 = 2,4$ cm.

Acționarea simultană a ridicării la cele 3 trolii nu a condus la o ridicare simultană.

1 timp minim de ridicare 30 min.

2 timp maxim de ridicare 55 min.

3 timp minim de revenire 20 min.

4 timp maxim de revenire 35 min.

2 + 4 total ciclu: 90 min.

Când lungimea de cablu a fost mare, elasticitatea cablului a preluat aceste nesincronizări foarte ușor. În faza de apropiere de cota finală, cu cabluri scurte funcționarea nesincronă conducea la șocuri succesive în structură, conforme cu cursele fiecărui piston. Deasemenea la trecerea cablului de pe un strat pe cel următor există decalaje între trolii, care nu pot fi reglate decât manual prin oprirea și pornirea succesivă a lor.

Menționăm că operația de revenire s-a efectuat numai după terminarea cursei de urcare la toate cele 3 trolii.

În special la lucrările unde se vor folosi mai mult de 3 trolii apare necesitatea realizării unui dispozitiv de sincronizare sau de compensare, problemă deosebit de importantă.

Nu s-a putut verifica funcționarea sincronizată întrucât nu s-au montat drosele de traseu pe motiv că ele intră în lucru la cca. 100 atm., iar presiunea necesară la liftare a fost de cca. 60 atm. Problema sincronizării la experimentul realizat avea o valoare numai pentru posibilitatea extinderii procedurii.

Sistemul de numărare a pașilor cu care este prevăzut tabloul electric nu funcționează corect și se impune îmbunătățirea lui.

Apreciem că este util ca presiunea de ulei în fiecare cilindru să poată fi urmărită în tabloul de comandă.

Dirijoarele de cablu nu au funcționat corect la extremități, necesitând demontarea lanțului Gall pentru 1-2 ture și apoi remontarea lui.

Palanul inferior freacă pe turn în anumite perioade. Se impune să fie protejat contra frecării pe beton.

Am avut defecțiuni la un electrodistribuitoare care vibra puternic în momentul comandării cursei de revenire simultană a pistoanelor.

Am avut mai multe defecțiuni în tabloul electric la contactoare. Este necesară protecția tabloului contra intemperțiilor.

În cele 4 zile de liftare s-a lucrat cu un electrician care a dat comenzile și a efectuat micile remedieri necesare și cu un mecanic care au urmărit presiunea de ulei și funcționarea dirijoarelor de cablu.

b). Asupra construcției:

Se impune ca turnul de beton armat să fie prevăzut sub grindă inelară cu un gol care să permită accesul pe platforma suspendată. La B.J.A.T.M. s-a prevăzut o scară tip frînghie pe toată înălțimea, ceea ce făcea ca accesul să fie greu.

Eșafodajul metalic este foarte solicitat, fapt pentru care apreciem că este util să se gliseze turnul de beton armat pînă la platforma troliilor.

Echilibrarea perfectă a rezervorului este foarte importantă.

La greutatea lui totală de 310 to. calculată pe baza presiunilor de ulei, lipsa unei piese prefabricate de acoperiș în greutate de cca. 600 kg. a condus la dezechilibrarea rezervorului și frecarea unui palan pe turnul de beton armat.

Greutatea calculată a construcției de beton armat liftat este de 243 to., iar greutatea determinată pe baza presiunii de ulei a fost de 310 to., ceea ce înseamnă că betoanele s-au realizat cu grosimi mult mai mari.

Verificarea orizontalității pe timpul liftării nu a necesitat folosirea de aparate optice, s-au efectuat numai observații cu ochiul liber.

Caracteristicile principale ale liftării realizate au fost: greutatea liftată 310 to., înălțimea de ridicare 30 m., viteza de ridicare 1 m/h.

Ridicarea s-a terminat la 27.10.1981.

Comanda ridicării s-a făcut la un tablou electric amplasat la sol la 50 m. distanță de castel.

Formația de lucru a fost formată din: 1 electrician pentru acționarea comenzilor, 1 mecanic pentru eventuale intervenții, 1 inginer constructor pentru supravegherea lucrării.

Consumul de beton și oțel beton comparat cu proiectul inițial al I.P.C.T. este (tabel nr.3) :

Tabel nr.3.

Elementul	Beton mc.		OB.22 kg.		OC.52 kg.		Total oțel	
	TCTT	IPCT	TCTT	IPCT	TCTT	IPCT	TCTT	IPCT
Rezervor	59,54	41,49	3268	2830	4971	2240	8239	5070
Turn	80,6	67,30	3520	2940	1809	1520	5329	4460
Acoperiș	10,58	10,30	678	653	223	276	901	929
Grindă reazem	6	-	-	-	1500	-	1500	-
TOTAL:	151,3	119,59	7466	6423	6503	4036	15969	10459

6.2. EXPERIMENTARI PE MACETA A GRINZII INELARE DE REZERVOR A REZERVORULUI PE TURN

Această grindă inelară proiectată și realizată la lucrarea experimentală din Timișoara, este supusă la o solicitare compusă, de încovoiere și torsiune.

La proiectare, dimensionarea s-a făcut pe baza ipotezei simplificatoare că torsiunea este preluată de ambele inele, iar încovoierea numai de inelul exterior.

Prin experimentări pe model ne-am propus să verificăm experimental în ce măsură această ipoteză de calcul satisface (din punctul de vedere al stării de tensiune și al valorii de rupere) condițiile reale de comportare pînă la rupere ale grinzii inelare.

6.2.1. ALCATUIREA ELEMENTULUI EXPERIMENTAL

Datorită dimensiunilor mari ale zonei de racord turn-cuvă rezervor în care se află grindă inelară, precum și a valorilor ridicate ale încărcărilor în exploatare și la rupere, care trebuie atinse și în procesul experimental, încercările s-au făcut pe un model dimensionat și încărcat conform legilor similitudinii /39/. În acest scop s-au apreciat următoarele scări de similitudine (raporturi între caracteristicile prototipului și modelului):

- pentru dimensiuni geometrice $S_l = 3$

- pentru materiale $S_G = S_E = S_F = 1$, întrucît materialele

modelului și prototipului sînt identice din punct de vedere al comportării mecanice (ambele sînt din beton b 300)

- pentru forțe concentrate: $S_p = S_6 = S_1^2 = 9$,

- pentru forțe uniform distribuite liniar:

$$S_f = S_e \times S_e \times S_1 = S_1 = 3$$

Pe baza acestor scări de similitudine a rezultat că dimensiunile geometrice ale modelului reprezintă $1/3$ din gabaritele reale. Acest raport se păstrează și în cazul încărcării uniform distribuite pe inelul exterior al grinzii inelare, încărcare provenită din greutatea rezervorului umplut cu apă (greutatea proprie a rezervorului + 200 mc.apă). Folosind scările de similitudine de mai sus s-au stabilit pentru model următoarele mărimi geometrice și de încărcare:

- înălțimea grinzii inelare:

$$h = \frac{\text{înălțimea reală a grinzii}}{3} = \frac{50}{3} = 17 \text{ cm}$$

- lățimea unui inel al grinzii:

$$b_{\text{inel}} = \frac{\text{lățimea reală a inelului}}{3} = \frac{45}{3} = 15 \text{ cm}$$

- raza medie a turnului:

$$R = \frac{\text{raza medie reală turn}}{3} = \frac{176}{3} = 58,65 \text{ cm}$$

- grosimea peretelui turnului:

$$\delta = \frac{\text{grosimea reală perete turn}}{3} = \frac{18}{3} = 6 \text{ cm}$$

- încărcarea uniform distribuită pe inelul exterior al modelului:

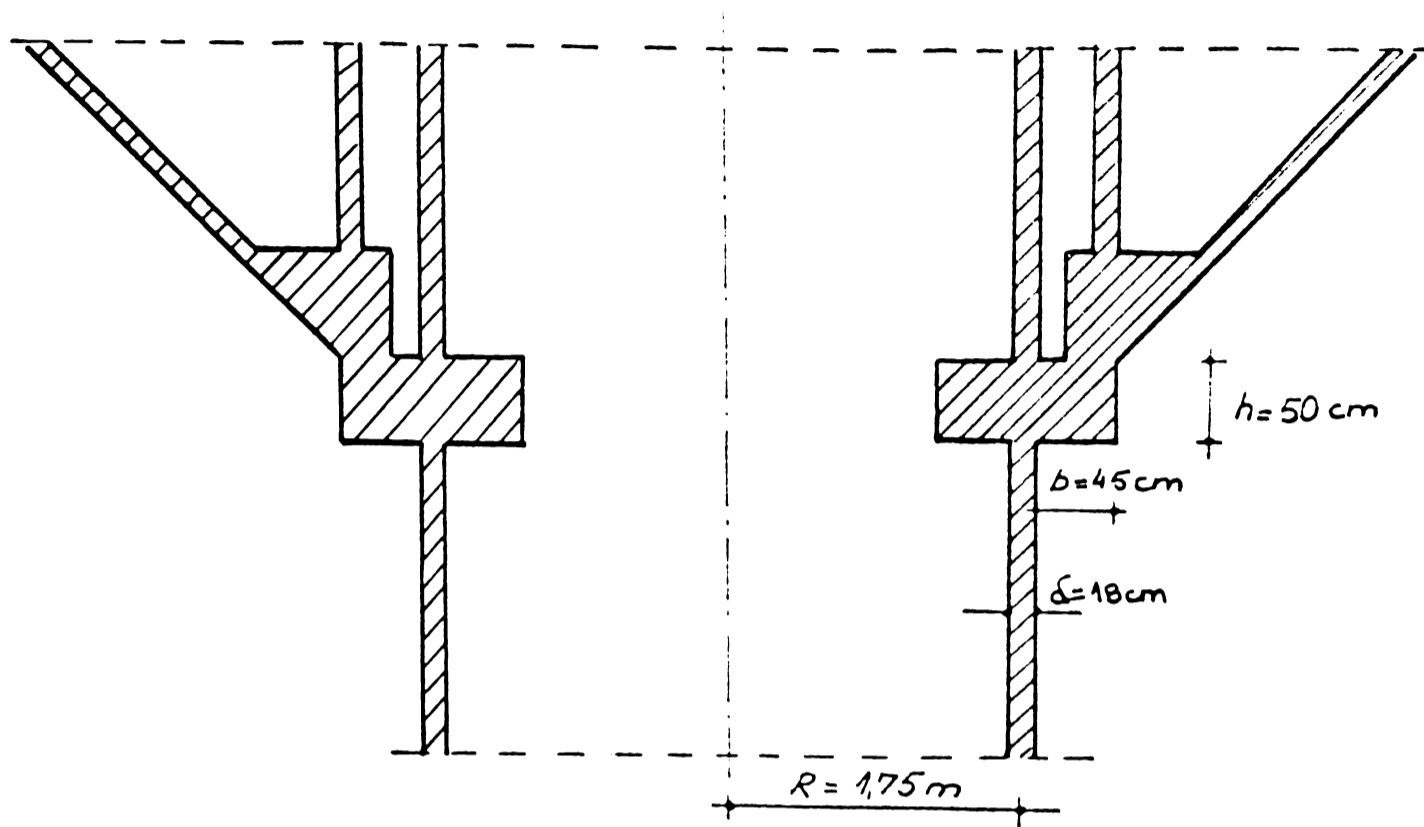
$$p = \frac{\text{încărcarea reală uniform distribuită pe metru}}{3} = \frac{34,6}{3} = 11,53 \text{ t/m}$$

În privința formei modelului s-a înlocuit peretele exterior al cuvei rezervorului plin, perete rezemînd pe inelul exterior al grinzii inelare, printr-o încărcare echivalentă, provenită din greutatea proprie a rezervorului + 200 mc apă, uniform distribuită pe axul circular al inelului exterior. Modelul zonei de racord turn-cuvă a rezultat sub forma unui element cilindric (turnul), prevăzut cu două inele legate între ele prin 6 traverse (grinda inelară), pe inelul exterior fiind aplicată încărcarea distribuită de 11,53 t/m, calculată mai sus (fig.107).

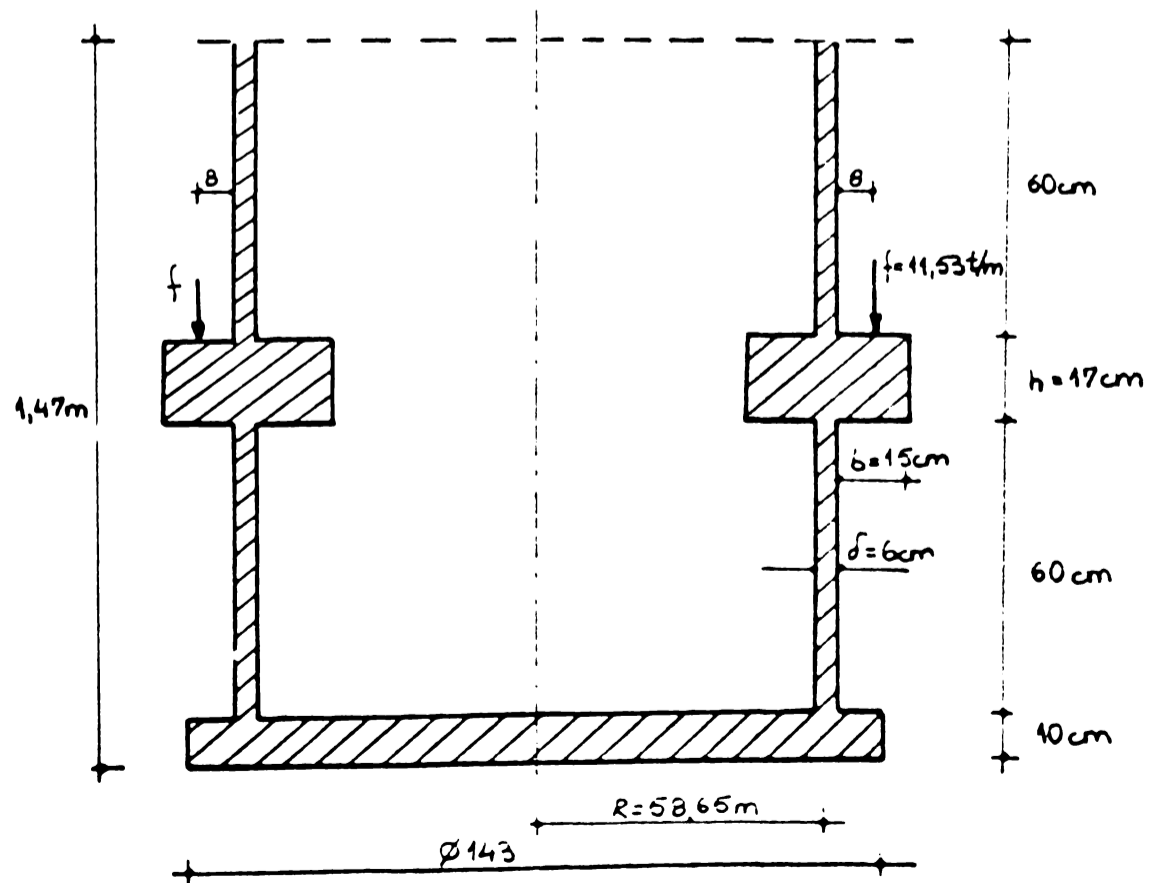
Ca înălțime a modelului zonei de racord turn-cuvă, s-a considerat porțiunea de turn aferentă dintre două secțiuni de efort zero, respectiv dintre două secțiuni în care perturbarea stării de eforturi din pereții turnului se amortizează. Pozițiile acestor secțiuni s-au

Fig. 107. ZONA DE RACORD TURN-CUVĂ REZERVOR

PROTOTIP



MACHETĂ



stabilit cu formulele și abacele din /47/, pornindu-se de la următoarele date ale modelului:

$$R = 58,65 \text{ cm}$$

$$\delta = 6 \text{ cm}$$

$$b = \sqrt{\frac{R\delta}{\sqrt{3}}} = \sqrt{\frac{58,65 \times 6}{1,73}} = 14,2 \text{ cm}$$

Pe baza schemei de încărcare din figura 108 s-au determinat din acțiunea momentului uniform distribuit $m = 0,5 \text{ M}$, produs de încărcarea distribuită f , pozițiile secțiunilor în care eforturile n_e și m_x au valori practic amortizate (5 % din valorile maxime). În acest fel s-au obținut:

- pentru forța radială n_e la 5 % din valoarea ei maximă ($n_e = \frac{1}{8} m f_1$) îi corespunde în abacele amintite $f_1 = -0,1624$, amortizarea efortului producându-se în acest caz în secțiunea definită de $\xi = 3,1$;

- pentru momentul m_x : la 5 % din valoarea lui maximă ($m_{xm} = m f_2$) îi corespunde în abacă $f_2 = 0,0439$, amortizarea efortului producându-se în acest caz în secțiunea definită de $\xi = 2,1$.

Ambele eforturi fiind practic amortizate pentru $\xi_{\max} = 3,1$, pozițiile secțiunilor de efort zero au rezultat la cel puțin $X = 3,1 \times 14,2 = 45 \text{ cm}$ deasupra, respectiv 45 cm dedesubtul grinzii inelare, (locul de introducere și acțiune al momentului uniform distribuit m). Pe această bază s-a ales în mod acoperitor o înălțime a machetei de 1,47 m.

Armarea elementului experimental s-a făcut tot pe baza legilor similitudinii cu raportul între ariile de armătură ale prototipului și modelului = 9, căutându-se pe cât posibil și respectarea în model a numărului de bare din prototip. Ca materiale pentru fasonarea armăturilor s-au folosit oțel PC 52 și STNB.

Pentru beton s-a prescris marca B 300, obținându-se în realitate în medie marca B 350.

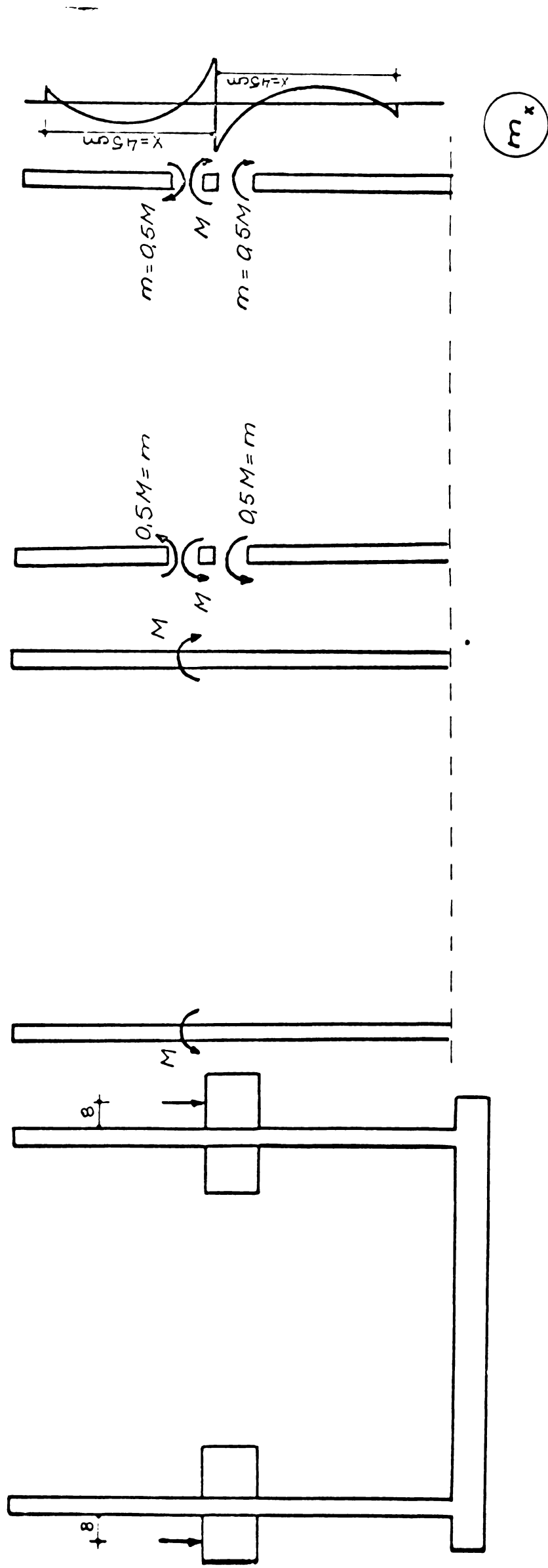
6.2.2. DESCRIEREA ÎNCĂRCĂRII. APARATURA

Încercarea elementului experimental s-a efectuat cu ajutorul dispozitivului din figurile 109 și 110.

Dispozitivul se compune din următoarele elemente:

- 1 presă hidraulică de 200 tf (400 at) - poz.1,
- 12 elemente de reazem (picioare) din I 28 - poz.2,
- 1 placă inelară superioară, metalică - poz.3,
- 12 piese de repartizare a forței pe inelul exterior - poz.4,

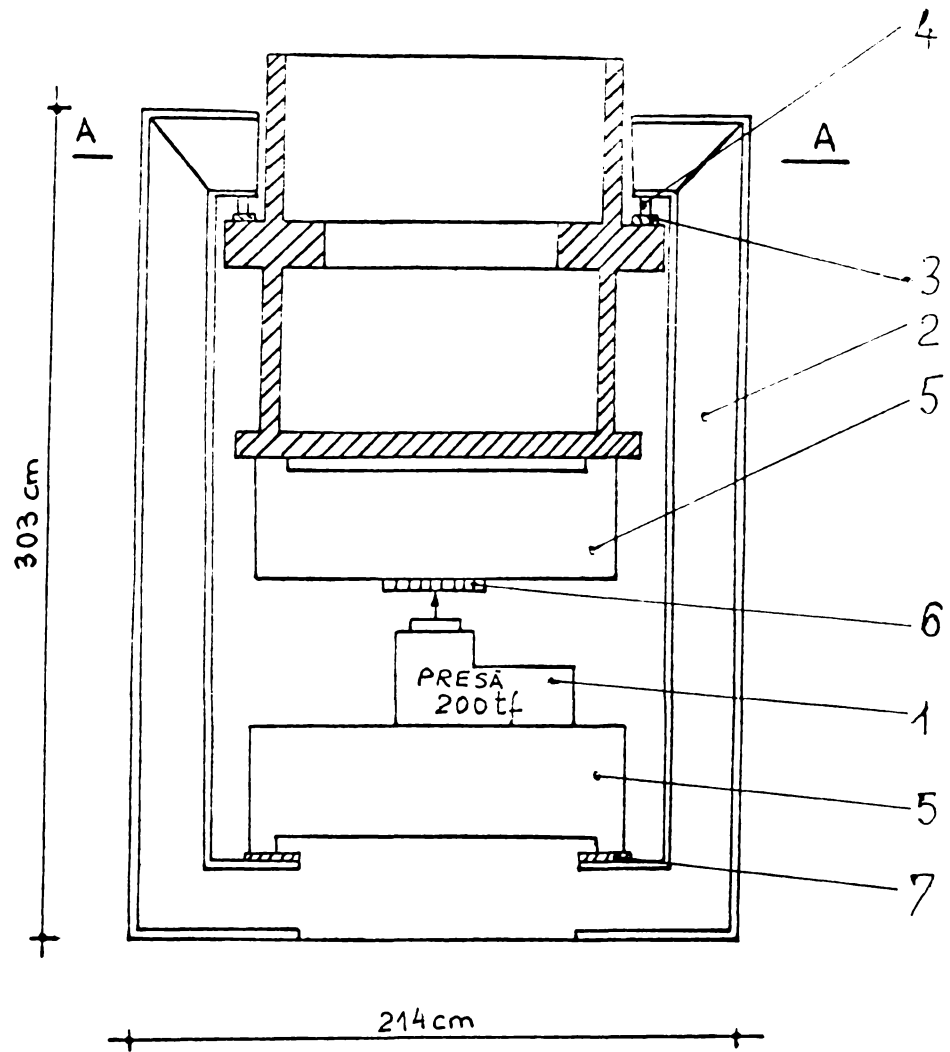
Fig.108 SCHEMA DE ÎNCĂRCARE



a) Macheta

b) Placă subțire cilindrică de grosime constantă încărcată -
tă $M = 0,08 f [tfm/m]$

c) Plăci subțiri cilindrice sub acțiunea momentului unitar $m = 0,5 M [tfm/m]$



Sectiunea A-A

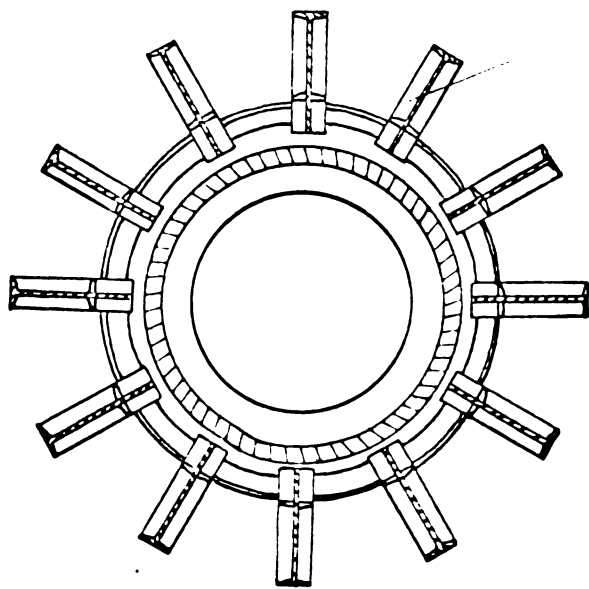


Fig. 109

- 2 plăci circulare din beton B 250 - poz.5,
- 1 placă circulară metalică - poz.6,
- 1 placă inelară inferioară,metalică - poz.7.

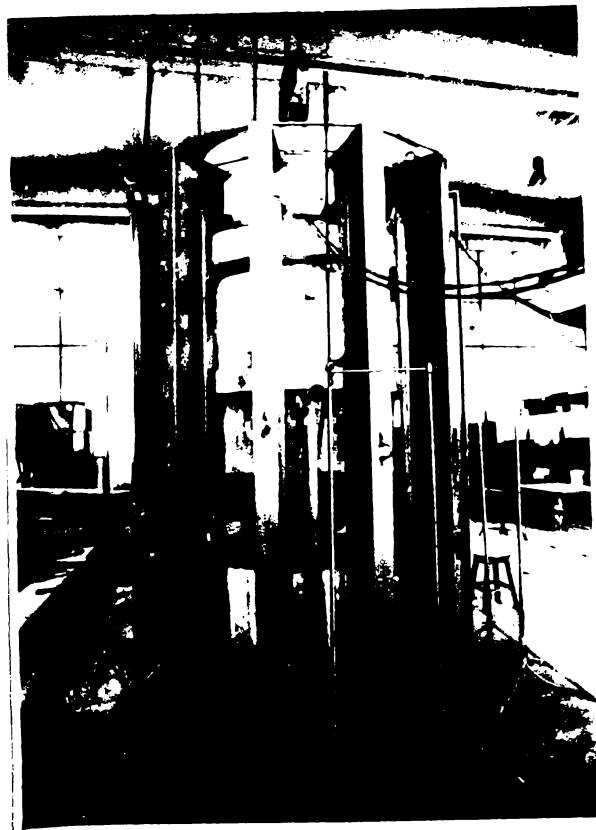


Fig. 110

Presă de 200 tf (1) s-a dispus centric în axul de simetrie al elementului experimental între cele două plăci circulare din beton B 250 (5). Intre placa circulară superioară de beton și pistonul presei s-a introdus o placă circulară metalică de 50 mm grosime (6). Grosimile plăcilor de beton (5) și caracteristicile plăcii metalice (6) au rezultat dintr-un calcul de rezistență completat de verificări la strivire și forfecare. Ansamblul presă hidraulică - plăci circulare de beton reazemă prin intermediul plăcii inelare (7) pe cele 12 elemente (picioare) din I 28 (2).

Pe placa circulară superioară din B 250 s-a așezat elementul experimental descris anterior. Transmiterea încărcării de la presă pe inelul exterior al grinzii inelare s-a realizat prin intermediul celor 12 picioare (2) și a pieselor metalice de repartizare corespunzătoare (4), dispuse pe inelul metalic superior (3), rezezat la rîndul său pe inelul exterior al grinzii inelare.

Principiul de încercare al elementului experimental constă în imprimarea de către presa hidraulică a unei deplasări ascendente machetei, deplasare împiedicată la partea superioară de elementele (2)

și care introduce în acestea 12 reacțiuni egale, transmise prin piesele (4) la inelul (3) și repartizate uniform de acesta pe inelul exterior.

Controlul uniformității deplasării ascendente pe conturul elementului experimental, condiție necesară pentru asigurarea unei repartiții cât mai uniforme a încărcării pe inelul exterior, s-a asigurat prin intermediul a 4 microcomparatoare de precizie 1 : 10 (F), dispuse în 4 puncte cardinale.

Starea de tensiune din elementul experimental s-a studiat cu metoda tensometriei electrice rezistive. În acest scop s-au folosit 80 traductori electrice rezistivi cu baza de 50 mm, având precizia de măsurare a deformațiilor specifice $\xi = 10^{-6}$ și legați la o punte tip Buggenberger. Traductorii tensometrici au fost amplasați, jumătate - pe 2 segmente alăturate ale elementului experimental, la interior (pe inelul interior și pe fața interioară a cilindrului) și la exterior (pe inelul exterior și pe fața exterioară a cilindrului) și cealaltă jumătate pe alte două segmente, situate vis-à-vis de primele, de asemenea atât pe interiorul cât și pe exteriorul acestora (fig.111).

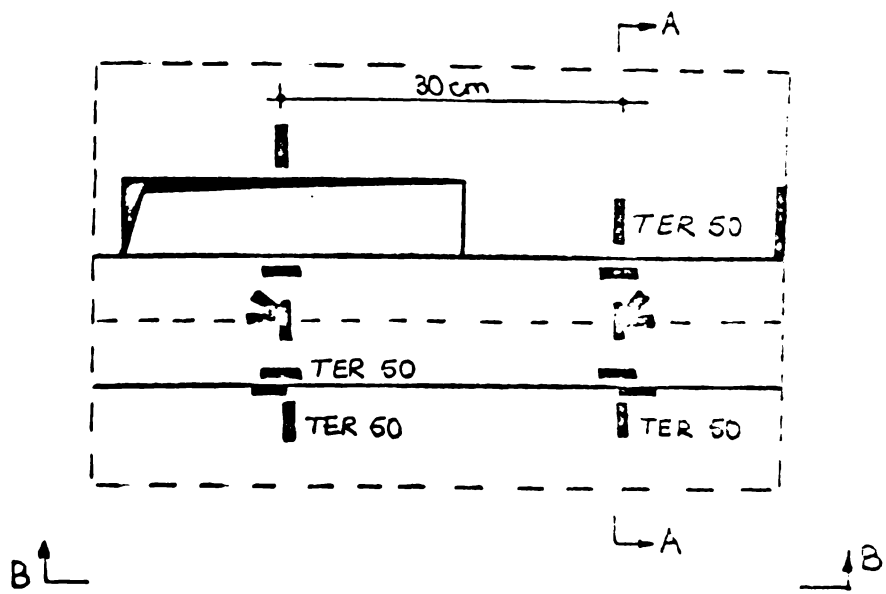
Totodată s-a verificat în ce măsură elementele metalice din I 28 (2) rămân nedeformabile în timpul încercării, introducându-se în acest scop două microcomparatoare de precizie 1:100, unul pe porțiunea verticală a elementului metalic (2), celălalt pe consola orizontală lungă de la baza elementului respectiv. În acest sens se poate menționa că microcomparatoarele nu au înregistrat nici un fel de deformații ale elementelor metalice (2) la încercare.

Aplicarea încărcării concentrate s-a făcut de la presa hidraulică de 200 tf în două etape, cu respectarea prevederilor STAS 6657/1-76 / 80/. S-au apreciat inițial următoarele trepte de încărcare caracteristice pentru machetă:

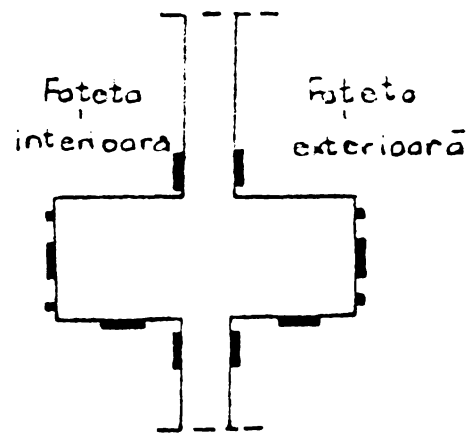
- greutatea proprie a rezervorului: $\frac{222}{9} = 24,6$ t
- încărcarea permanentă: $24,6$ t + $3,6$ t = $28,2$ t, unde:
 - acoperiș+finisaj+izolație $\frac{32,4}{9} = 3,6$ t
 - greutate proprie rezervor $24,6$ t
- încărcarea cu apă $\frac{200}{9} = 22,3$ t
- sarcina de exploatare : $24,6+3,6+22,3$ t = $50,5$ t

Etapa I-a a constat din două cicluri de încărcare-descărcare pînă la sarcina de exploatare ($50,5$ tf = 101 at), după care în etapa a II-a s-a mers pînă la epuizarea capacității preseii (200 tf = 400 at), fără a se produce însă ruperea elementului experimental. La

Vederea 1-1



A-A



B-B

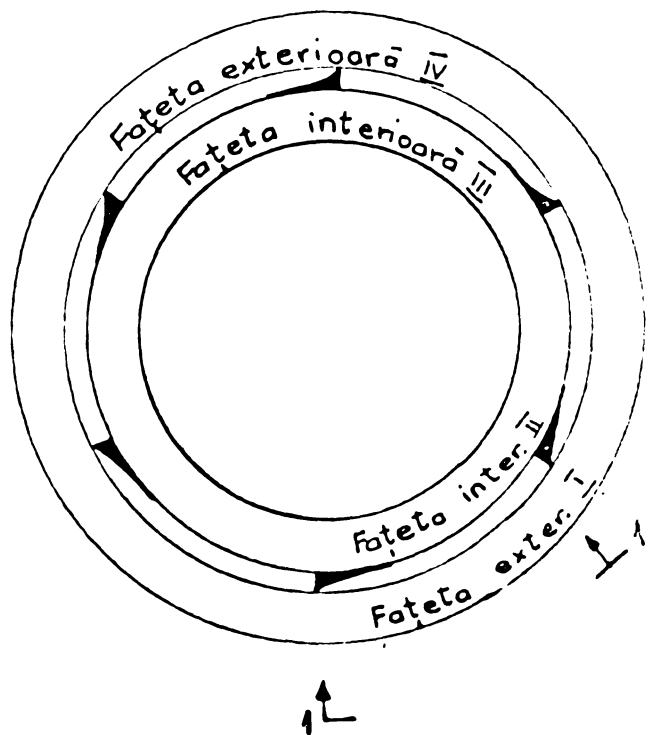


Fig. 111

VALORILE DEPLASĂRIILOR MODELULUI IN 4 PUNCTE CARDINALE

Tabel nr.4

TRAPAZ (03)	MODEL CASTEL												TRAPAZ (03)					
	F1				F2				F3					F4				
	CIT.	DIF.	CIT.	DIF.	CIT.	DIF.	CIT.	DIF.	CIT.	DIF.	CIT.	DIF.		CIT.	DIF.			
0	1,14	-	0,30	-	0,04	-	0,92	-	115	1,37	0,07	0,58	0,06	0,34	0,09	0,58	0,08	145
30	1,16	0,04	0,34	0,04	0,06	0,02	0,94	0,02	130	1,39	0,09	0,60	0,08	0,37	0,12	0,60	0,08	145
60	1,16	0,04	0,37	0,07	0,15	0,11	0,95	0,03	145	1,42	0,12	0,63	0,11	0,40	0,15	0,65	0,13	160
60	1,16	0,02	0,40	0,10	0,18	0,14	0,97	0,05	160	1,45	0,15	0,65	0,13	0,43	0,18	0,70	0,18	175
80	1,17	0,03	0,45	0,15	0,25	0,21	1,00	0,08	175	1,47	0,17	0,67	0,15	0,45	0,20	0,73	0,21	190
101	1,20	0,06	0,50	0,20	0,33	0,29	1,06	0,14	190	1,50	0,20	0,70	0,18	0,49	0,24	0,75	0,23	205
80	1,19	0,05	0,50	0,20	0,32	0,28	1,06	0,14	205	1,53	0,23	0,72	0,20	0,51	0,26	0,78	0,26	220
60	1,18	0,04	0,48	0,18	0,30	0,26	1,05	0,13	220	1,55	0,25	0,74	0,22	0,54	0,29	0,80	0,28	235
50	1,18	0,04	0,48	0,18	0,30	0,26	1,04	0,12	235	1,57	0,27	0,76	0,24	0,56	0,31	0,83	0,31	250
60	1,18	0,04	0,48	0,18	0,30	0,26	1,04	0,12	250	1,59	0,29	0,78	0,26	0,60	0,35	0,86	0,34	265
80	1,19	0,05	0,50	0,20	0,31	0,27	1,05	0,13	265	1,65	0,35	0,83	0,31	0,66	0,41	0,92	0,40	280
100	1,21	0,07	0,52	0,22	0,34	0,30	1,07	0,15	280	1,66	0,36	0,84	0,32	0,68	0,43	0,93	0,41	295
80	1,20	0,06	0,52	0,22	0,33	0,29	1,06	0,14	295	1,67	0,37	0,86	0,34	0,70	0,45	0,95	0,43	310
60	1,20	0,06	0,60	0,20	0,31	0,27	1,05	0,13	310	1,70	0,40	0,89	0,37	0,72	0,47	0,98	0,46	325
60	1,19	0,05	0,49	0,19	0,30	0,26	1,04	0,12	325	1,73	0,43	0,91	0,39	0,75	0,50	1,00	0,49	340
30	1,30	-	0,62	-	0,25	-	0,52	-	340	1,76	0,46	0,94	0,42	0,77	0,62	1,03	0,54	355
60	1,30	0,00	0,52	0,00	0,26	0,04	0,52	0,00	355	1,78	0,48	0,95	0,43	0,79	0,64	1,05	0,56	370
60	1,31	0,01	0,52	0,00	0,26	0,04	0,52	0,00	370	1,82	0,52	1,00	0,48	0,85	0,60	1,09	0,57	385
80	1,33	0,03	0,54	0,02	0,29	0,04	0,53	0,04	385	1,84	0,54	1,02	0,50	0,87	0,62	1,11	0,59	400
101	1,36	0,05	0,57	0,05	0,32	0,07	0,55	0,03	400	1,86	0,56	1,03	0,51	0,90	0,65	1,13	0,60	

fiecare treaptă de încărcare, după stabilizarea deformațiilor s-au făcut citiri la cei 80 de traductori și la microcomparațoarele 1:10 și 1:100, rezultatele fiind intabulate în tabelele 3 și 4.

În privința comportării elementului experimental pe durata încercării, acesta nu a fisurat și nici nu s-a rupt, deși s-a mers pînă la epuizarea capacității preseii, atingîndu-se o sarcină de 4 ori mai mare decît solicitarea de exploatare.

După încercare, elementul experimental a fost menținut sub sarcină 96 de ore, după care s-au observat fisuri de-a lungul muchiei superioare de intersecție dintre inelul exterior și peretele exterior al turnului.

6.2.3. PRELUCRAREA REZULTATELOR EXPERIMENTALE. CONCLUZII

Prelucrarea rezultatelor experimentale s-a axat pe datele din tabelele 4 și 5.

Referitor la deplasările înregistrate de cele 4 microcomparațoare F (tab.3) în patru puncte cardinale de pe conturul elementului, s-a observat că media deplasărilor a două puncte de pe o diagonală diferă foarte puțin (0,02 mm la 400 at) de media deplasărilor celorlalte două puncte situate pe diagonala perpendiculară. Cu alte cuvinte, deplasarea ascendentă a punctului central din dreptul forței, determinată ca medie a deplasărilor a cîte două puncte situate pe diagonale perpendiculare este practic aceeași. Pe de altă parte, comparînd între ele deplasările individuale ale celor patru puncte amintite, se constată că diferența maximă între două puncte este doar de 0,14 mm la 400 at (200 tf), deci se poate afirma că translația pe verticală a elementului experimental a fost evasiuniformă și nu a introdus în machetă solicitări suplimentare.

Prelucrarea citirilor de la puntea tensometrică (tab.4) s-a făcut numai pentru acele timbre tensometrice (TER) la care s-au înregistrat valori concludente ale deformațiilor specifice. În acest sens se precizează că din numărul total de 80 TER, rezultatele experimentale s-au prelucrat doar pentru 10 TER. Este de menționat că determinarea eforturilor din beton în punctele caracteristice respective s-a făcut în mod diferențiat pentru timbrele comprimate și întinse.

Astfel, pentru betonul comprimat s-a adoptat o curbă asemănătoare cu curba CEB-FIP și definită prin relația:

$$\epsilon_b = R_t^n \left[1 - \left(1 + \frac{\epsilon_b}{0,002} \right)^2 \right] \quad (1), \text{ unde:}$$

σ_b - efortul unitar de compresiune din beton

R_1^D - rezistența normată la compresiune din încovoiere după / 81 /

$\epsilon_b = -\frac{\Delta \epsilon}{10^6}$; $\Delta \epsilon$ - diferența dintre deformația curentă și deformația inițială citită la puntea tensiometrică
0,002 - deformația specifică limită la compresiune (în mm/m).

Pentru betonul întins s-a adoptat o curbă σ - ϵ afină cu curba de la compresiune și definită prin relația:

$$\sigma_b = R_t^D \left[1 - \left(1 - \frac{\epsilon_b}{0,0001} \right)^2 \right] \quad (2), \text{ unde:}$$

σ_b - efortul unitar de întindere din beton

R_t^D - rezistența normată la întindere după / 81 /.

$\epsilon_b = \frac{\Delta \epsilon}{10^6}$; $\Delta \epsilon$ - diferența dintre deformația curentă și deformația inițială

0,001 - deformația specifică limită la întindere (în mm/m).

Cunoscînd deformațiile ϵ_b prin intermediul citirilor de la punte pentru diverse trepte de încărcare, se pot determina eforturile corespunzătoare folosind relațiile (1) sau (2).

În tabelul 6 sînt date valorile eforturilor σ_b în 10 puncte caracteristice de pe model, corespunzătoare sarcinii de exploatare (50,5 tf), respectiv capacității maxime a presei (200 tf).

În urma încercării descrise și pe baza rezultatelor experimentale obținute se desprind următoarele concluzii:

1. Elementul experimental a avut pînă la sarcina de exploatare o comportare elastică, fapt confirmat de măsurătorile tensiometrice și de lipsa fisurilor.

Peste sarcina de exploatare și pînă la epuizarea capacității presei, betonul comprimat și-a păstrat caracterul elastic și aspectul nefisurat, în timp ce în zona întinsă, pe lîngă betonul de pe fațetele interioare (TER 10 și TER 19 de pe fațetele II și III) rămas nefisurat pe fațetele exterioare s-a depășit rezistența la întindere a betonului (TER 10 de pe fațetele I și IV, TER 19 de pe fațeta IV). Cu toate acestea pe durata încercării nu s-a putut observa cu ochiul liber nici un fel de fisuri.

La o examinare vizuală făcută după 4 zile, s-au observat fisurile (în capitolul 6.2.2.), produse prin desprinderea inelului exterior de turn, în porțiunea dintre traversele de legătură

Tab 6. Valorile eforturilor în beton σ_b [kgf/cm²] la sarcina de exploatare

TIMBRUL	R_i^n [$\frac{kgf}{cm^2}$]	R_t^n [$\frac{kgf}{cm^2}$]	Fațeta exter. I		Fațeta inter. II		Fațeta inter. III		Fațeta exter. IV	
			$\epsilon_b = \frac{\Delta \epsilon}{10^6}$	σ_b [$\frac{kgf}{cm^2}$]	$\epsilon_b = \frac{\Delta \epsilon}{10^6}$	σ_b [$\frac{kgf}{cm^2}$]	$\epsilon_b = \frac{\Delta \epsilon}{10^6}$	σ_b [$\frac{kgf}{cm^2}$]	$\epsilon_b = \frac{\Delta \epsilon}{10^6}$	σ_b [$\frac{kgf}{cm^2}$]
1	305	23	-85×10^{-6}	-25,36	-80×10^{-6}	-25,90	-100×10^{-6}	-29,73	-115×10^{-6}	-34,06
11	305	23	-325×10^{-6}	-91,06	-15×10^{-6}	-4,56	-5×10^{-6}	-1,51	-110×10^{-6}	-32,63
2	305	23	-60×10^{-6}	-18,01	-125×10^{-6}	-36,94	-85×10^{-6}	-25,36	-20×10^{-6}	-6,06
12	305	23	-70×10^{-6}	-20,97	-100×10^{-6}	-29,73	-60×10^{-6}	-18,01	-45×10^{-6}	-13,56
5	305	23	-20×10^{-6}	-6,06	-90×10^{-6}	-26,83	-110×10^{-6}	-32,63	$+25 \times 10^{-6}$	+7,56
15	305	23	-50×10^{-6}	-14,94	-70×10^{-6}	-20,97	-65×10^{-6}	-19,49	-40×10^{-6}	-12,08
9	305	23	-30×10^{-6}	-9,08	$+30 \times 10^{-6}$	+11,73	-10×10^{-6}	-3,04	$+230 \times 10^{-6}$	>23,00
19	305	23	-30×10^{-6}	-9,08	$+10 \times 10^{-6}$	+4,37	$+25 \times 10^{-6}$	+10,06	$+110 \times 10^{-6}$	+32,63
10	305	23	$+20 \times 10^{-6}$	+6,06	$+20 \times 10^{-6}$	+6,06	$+10 \times 10^{-6}$	+3,03	-40×10^{-6}	-12,08
20	305	23	—	—	—	—	—	—	—	—

Notă: Valorile R_i^n și R_t^n corespund unui beton B 350

Tab 7. Valorile eforturilor în beton σ_b [kgf/cm²] la capacitatea maximă a preseii (200tf)

TIMBRUL	R_i^n [$\frac{kgf}{cm^2}$]	R_t^n [$\frac{kgf}{cm^2}$]	Fațeta exter. I		Fațeta inter. II		Fațeta inter. III		Fațeta exter. IV	
			$\epsilon_b = \frac{\Delta \epsilon}{10^6}$	σ_b [$\frac{kgf}{cm^2}$]	$\epsilon_b = \frac{\Delta \epsilon}{10^6}$	σ_b [$\frac{kgf}{cm^2}$]	$\epsilon_b = \frac{\Delta \epsilon}{10^6}$	σ_b [$\frac{kgf}{cm^2}$]	$\epsilon_b = \frac{\Delta \epsilon}{10^6}$	σ_b [$\frac{kgf}{cm^2}$]
1	305	23	-670×10^{-6}	-170,12	—	—	—	—	-1045×10^{-6}	-235,45
11	305	23	-1700×10^{-6}	-298,13	—	—	—	—	-475×10^{-6}	-127,67
2	305	23	-285×10^{-6}	-80,73	-440×10^{-6}	-119,43	-310×10^{-6}	-87,22	-80×10^{-6}	-23,90
12	305	23	-255×10^{-6}	-74,13	-460×10^{-6}	-124,16	-310×10^{-6}	-87,22	-180×10^{-6}	-52,43
5	305	23	$+10 \times 10^{-6}$	+4,37	-280×10^{-6}	-80,00	-250×10^{-6}	-71,48	$+130 \times 10^{-6}$	+20,93
15	305	23	-220×10^{-6}	-63,40	-330×10^{-6}	-92,34	-295×10^{-6}	-83,33	-110×10^{-6}	-32,63
9	305	23	-50×10^{-6}	-14,94	-30×10^{-6}	-9,08	-20×10^{-6}	-6,06	-50×10^{-6}	-14,94
19	305	23	$+90 \times 10^{-6}$	+22,67	—	—	—	—	$+350 \times 10^{-6}$	>23,00
10	305	23	$+650 \times 10^{-6}$	>23,00	$+45 \times 10^{-6}$	+16,04	$+40 \times 10^{-6}$	+14,72	$+790 \times 10^{-6}$	>23,00
20	305	23	—	—	—	—	—	—	—	—

Notă: 1. Valorile R_i^n și R_t^n corespund unui beton B 350
2. (+) întindere; (-) compresiune

ale grinzii, inelare.

2. Elementul experimental a rezistat în bune condițiuni până la epuizarea capacității preseii (200 tf), respectiv la o încărcare de 4 ori mai mare decât sarcina de exploatare (50,5 tf). Comportarea cuvasielastică a elementului experimental până la 200 tf indică existența unei cantități prea mari de armătură în grinda inelară, fapt ce impune necesitatea reducerii acesteia în vederea eliminării supraarmării inelelor.

3. Intrucît la încercarea efectuată, din motive obiective, nu s-a putut determina capacitatea portantă a elementului și nici nu s-a înregistrat starea de fisurare în totalitatea ei (succesiunea de apariție a fisurilor, fisura de rupere), se recomandă reluarea încercării până la ruperea modelului prin folosirea unor prese hidraulice suplimentare.

Totodată, în vederea optimizării armării grinzii inelare, se recomandă extinderea studiului experimental asupra a cel puțin încă 2 elemente cu procente de armare diferite față de cel al elementului încercat.

6.3. STUDII ASUPRA POSIBILITATILOR DE REALIZARE A REZERVOARELOR PENTRU CASTELE DE APA IN FORME NOI

6.3.1. STUDIU DE REALIZARE A UNUI CASTEL CU CAPACITATEA DE 2.000 mc.

S-au ales 5 forme constructive de realizare a rezervorului conform figurii 112.

Varianta 1 A reprezintă soluția constructivă aplicată la proiectele tip existente, cu pîlnie executată la sol și liftată la cotă.

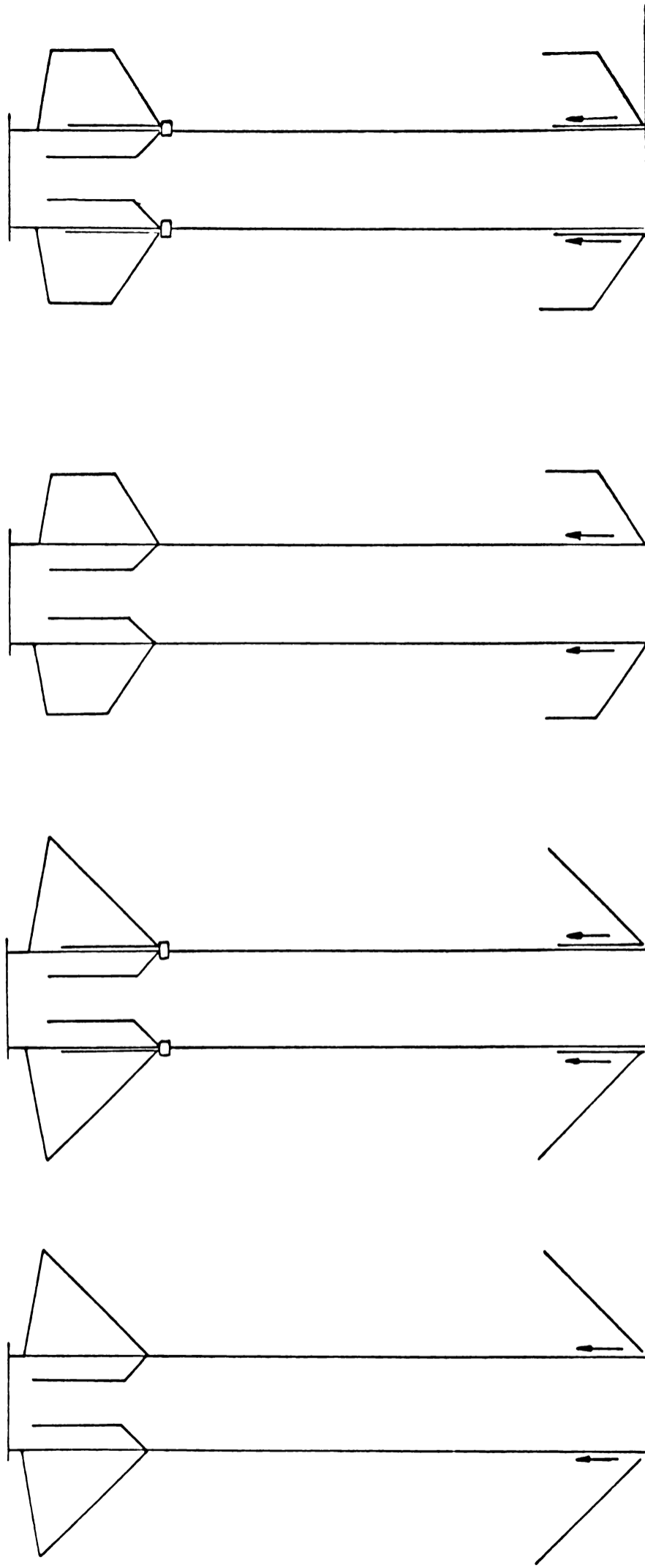
Varianta 1 B reprezintă o soluție constructivă la care se păstrează forma tronconică a pîlniei, dar la sol se execută și pereții interiori ai rezervorului.

Varianta 2 A reprezintă o soluție constructivă la care rezervorul se realizează în formă de con îmbinat cu cilindru.

Varianta 2 B reprezintă o soluție constructivă în care la sol se realizează și pereții interiori ai rezervorului.

Varianta 3 reprezintă o structură prefabricată executată la sol, inclusiv acoperișul și liftată.

TIPURI DE REZERVOARE 2000 mc /40 m



VARIANTA 1 A
Structură monolită
executată la sol și
liftată la cotă

VARIANTA 1 B
Structură monolită
executată la sol și
liftată la cotă

VARIANTA 2 A
Structură monolită
executată la sol și
liftată la cotă

VARIANTA 2 B
Structură monolită
VARIANTA 3
Structură prefabricată exec. la
sol (inclusiv acoperisul) și
liftată

Fig. 112

6.3.1.1. VARIANTELE 1A și 1B

Castelul proiectat are următorii parametrii geometrici și caracteristici ale structurii de rezistență (fig.113 și 114):

- capacitatea rezervorului: 2000 mc
- înălțimea minimă a apei față de nivelul terenului:
40 m (varianta 1A)
41,30 m (varianta 1B)
- diametrul exterior al turnului: 8 m
- grosimea peretelui turnului:
40cm - pînă la 40 m și 25 cm între 40 și 51,45 m
(varianta 1A)
40 cm - pînă la 39,60 m și 25 cm între 39,60 și 51,95 m
(varianta 1B)
- cuva tronconică cu baza mare în sus avînd diametrul
27,48 m (varianta 1A) și 27,75 m (varianta 1B), cu
generatoarea înclinată sub un unghi de 45° față de
verticală
- grosimea peretelui înclinat este de 40 cm la bază și
20 cm la vîrf.

Cuva se execută din beton armat B 300 și este prevăzută cu un inel de $80 \times 80 \text{ cm}^2$ (varianta 1A) și de $85 \times 70 \text{ cm}^2$ (varianta 1B), care servește ca piesă de reazem a cuvei atît la liftare cît și atunci cînd se află în poziție definitivă.

Fundul rezervorului este de formă tronconică și se termină cu tubul cilindric de acces. Se execută din beton armat monolit după terminarea turnului și liftarea cuvei exterioare.

Peretele cilindric al turnului se continuă pe înălțimea rezervorului cu o grosime micșorată de 25 cm și are următoarele goluri:

- susținerea utilajului de liftare a cuvei
- perete antival în cazul unor mișcări seismice
- perete de compartimentare în cazul înmagazinării a două calități de apă în rezervor
- reazemarea elementelor de acoperire (varianta 1A).

Acoperișul rezervorului este format din elemente prefabricate T din beton armat cu o deschidere de 9 m. Imbinările elementelor de acoperiș au fost proiectate astfel încît să constituie elemente de rigidizare a cuvei în cazul unor tendințe de ovalizare ca urmare a balansului apei în timpul mișcării seismice.

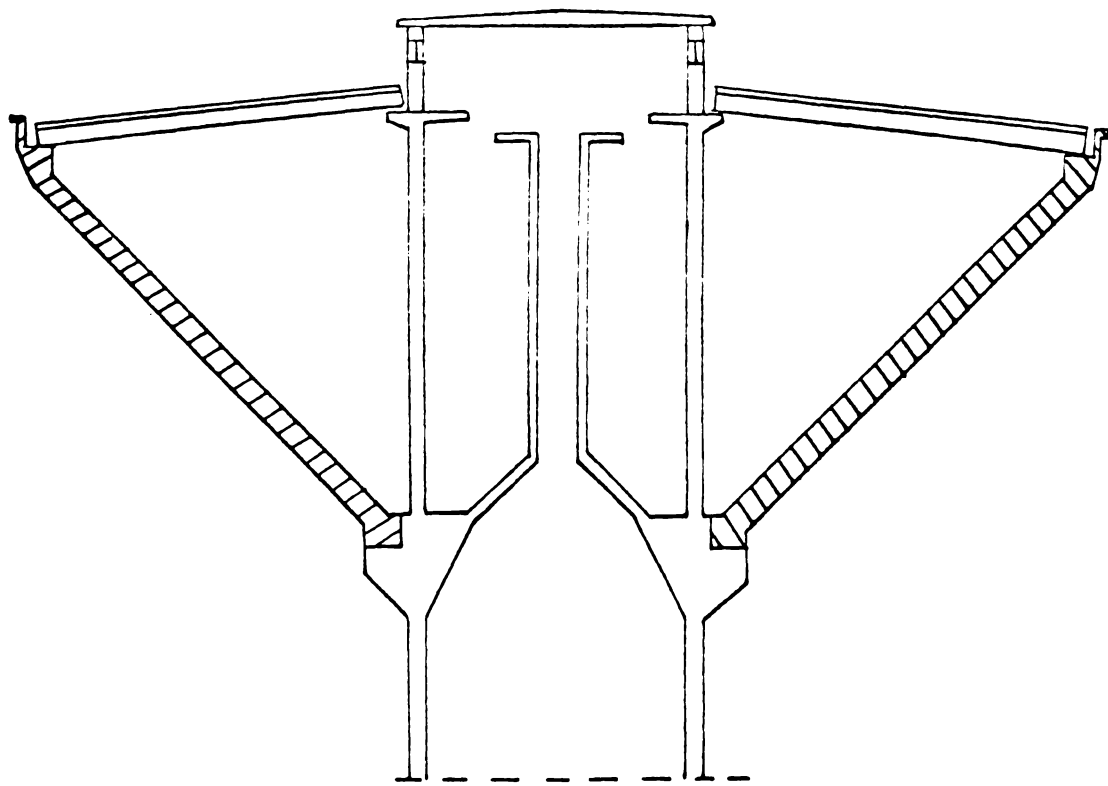


Fig. 113

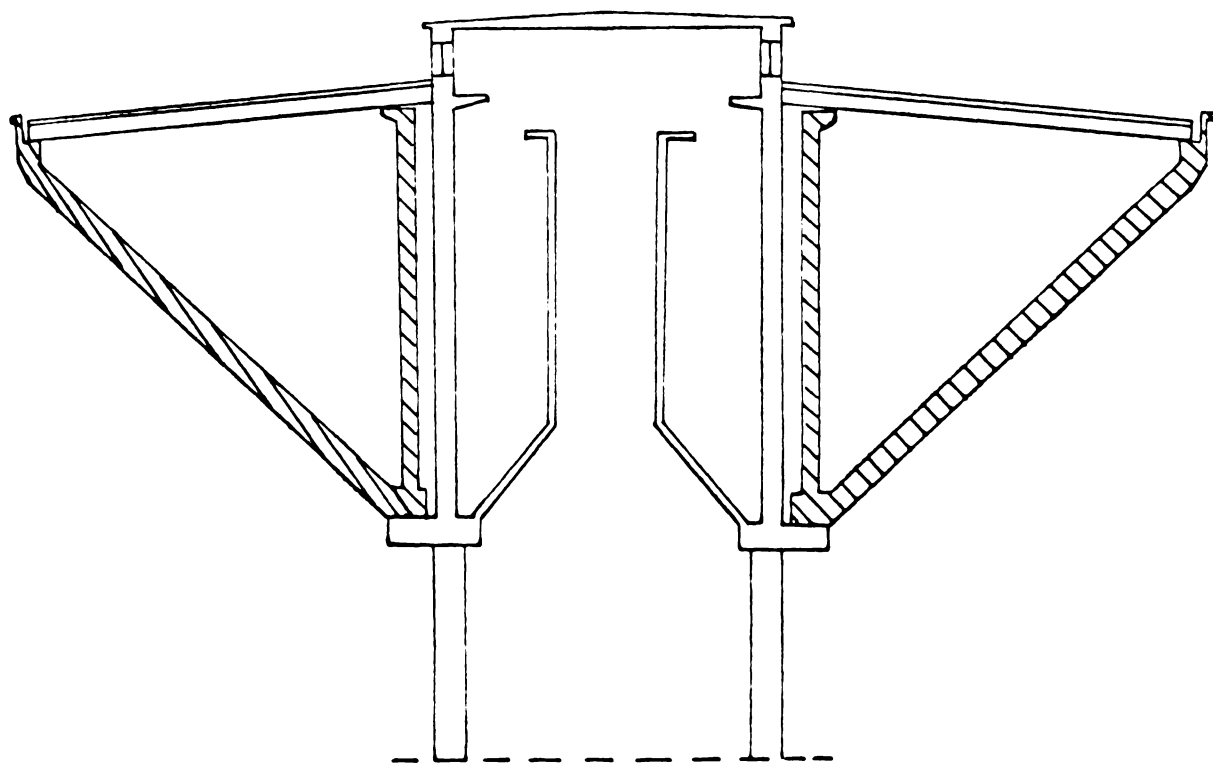


Fig. 114

Partea centrală a rezervorului este acoperită cu o placă circulară din beton armat de 8,40 m deschidere.

Calculul eforturilor în pereții rezervorului s-a efectuat conform teoriei de încovoiere prin suprapunerea eforturilor corespunzătoare stării de membrană cu cele rezultate din perturbațiile marginale datorită condițiilor de rezemare. Dimensionarea s-a făcut la starea limită de rezistență și la cea de deschidere a fisurilor, armătura inelară fiind stabilită din condiția de limitare a deschiderii fisurilor.

Principalii indici tehnico-economici ai rezervorului (pe mc de apă înmagazinată) sînt:

TABEL 8

Material	Indici	
	Varianta 1A	Varianta 1B
Beton (mc/mc apă)	0,200	0,211
Oțel OB 37 (kg/mc apă)	13,44	17,02
Oțel PC 52 (kg/mc apă)	21,015	22,015

6.3.1.2. VARIANTELE 2A și 2B

Castelul proiectat are următorii parametrii geometrici și caracteristici ale structurii de rezistență (fîg.115 și 116):

- capacitatea rezervorului: 2000 mc
- înălțimea minimă a apei față de nivelul terenului:
40 m (varianta 2 A)
41,30 m (varianta 2 B)
- diametrul exterior al turnului: 8 m
- grosimea peretelui turnului:
40 cm pînă la 40 m și 25 cm între 40 și 52,20 m (var.2 A)
40 cm pînă la 39,60 m și 25 cm între 39,60 și 51,35 m
(varianta 2 B)
- peretele exterior al rezervorului este tronconic-cilindric cu diametrul: 19,50 m - varianta 2 A și 20,30 m - varianta 2 B
- înclinația peretelui tronconic este de 45° față de orizontală, iar grosimea variază între 40 și 27,5 cm la ambele variante
- peretele cilindric exterior are grosimea de 25 cm la ambele variante.

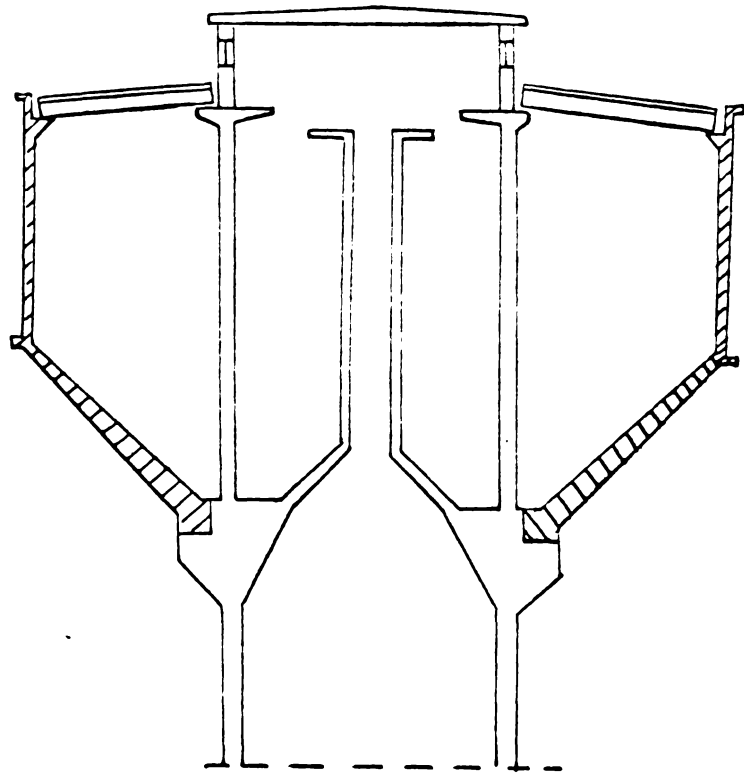


Fig. 115

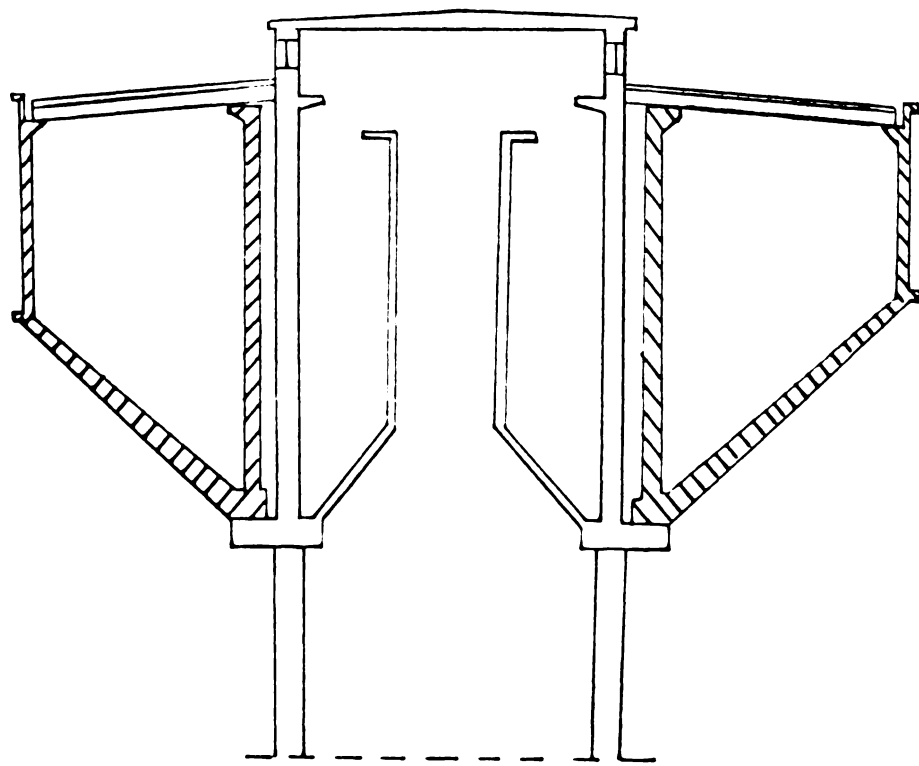


Fig. 116

Cuva rezervorului se execută din beton armat B 300 și este prevăzută cu un inel de 80 x 80 cm (variantele 2 A) și de 85 x 70 cm (variantele 2 B), care servește drept piesă de sprijin a cuvei, atât la liftare, cât și în poziție definitivă.

Fundul rezervorului este de formă tronconică și se termină cu tubul cilindric de acces. Se execută din beton armat monolit după terminarea turnului și liftarea cuvei exterioare.

Peretele cilindric al turnului se continuă pe înălțimea rezervorului cu o grosime redusă de 25 cm și are aceleași roluri ca și la variantele 1 A și 1 B.

Acoperișul rezervorului este format din elemente prefabricate T din beton armat cu o deschidere de cca 6 m, îmbinările dintre acestea servind ca rigidizări ale cuvei.

Partea centrală a rezervorului este acoperită cu o placă circulară din beton armat cu o deschidere de 8,40 m.

Calculul eforturilor și dimensionarea s-au făcut ca la variantele 1 A și 1 B.

Principalii indici tehnico-economici ai rezervorului (pe mc de apă înmagazinată) sînt:

TABEL 9

Material (UM)	Indici	
	Varianta 2 A	Varianta 2 B
Beton (mc/mc apă)	0,169	0,172
Oțel OB 37(kg/mc apă)	12,25	18,25
Oțel PC 52(kg/mc apă)	18,75	18,75

6.3.1.3. REZERVOR DE 2000 mc DIN BETON ARMAT PREFABRICAT

/29/

Rezervorul de 2000 mc în cauză (fig.117 și 118) se compune de fapt din două compartimente:

- compartimentul exterior, cuprinzînd aproximativ 1630 mc apă, integral prefabricat și asamblat la sol (inclusiv acoperișul) și liftat apoi prin tragere la cotă,
- compartimentul interior, înglobînd 370 mc de apă, identic ca dimensiuni cu cel de la variantele 2 A și 2 B, turnat monolit la cotă.

Compartimentul exterior de formă tronconico-cilindrică s-a format în urma asamblării prin post comprimare a trei tipuri de elemente prefabricate reprezentînd peretele vertical exterior (I) -

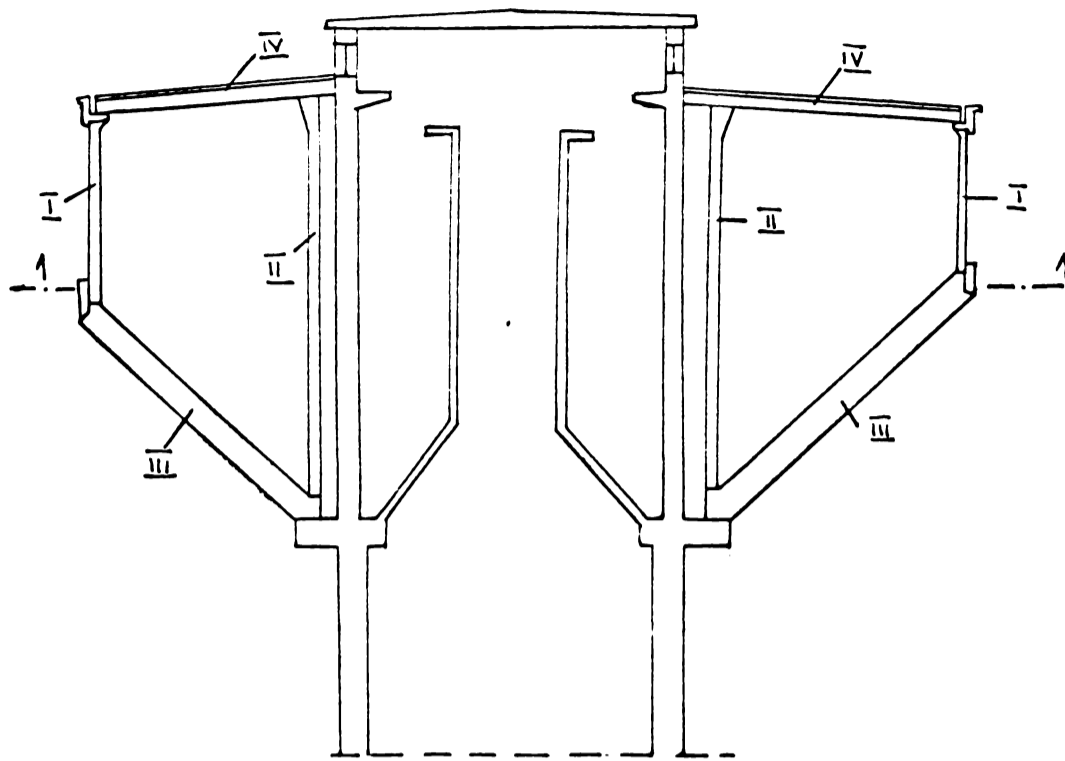
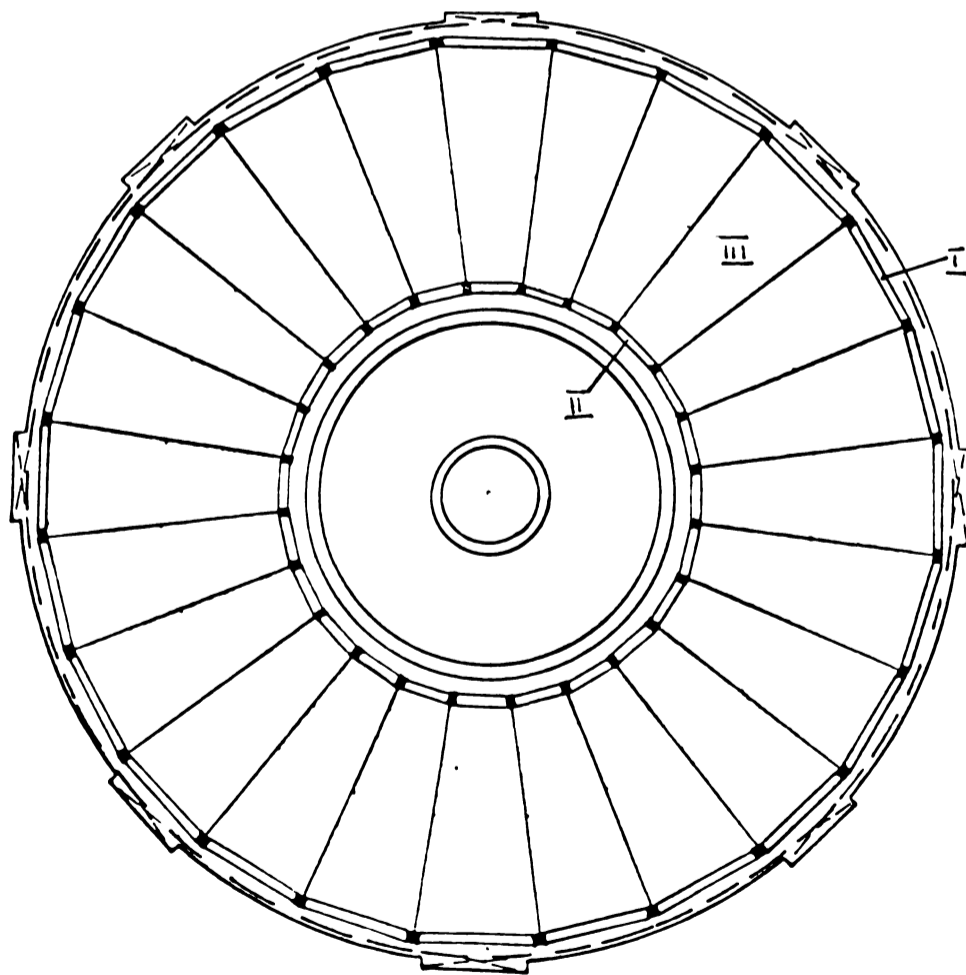


Fig. 117



Sectionea 1-1

Fig. 118

peretele vertical interior (II) - și peretele înclinat (III). Fiecare din acești trei pereți este alcătuit din câte 24 de panouri care, monolitizate între ele conform detaliilor din figura 118 alcătuiesc în final placa continuă de formă tronconic-cilindrică a cuvei compartimentului exterior al rezervorului.

Cele trei tipuri de pereți prefabricați sînt elemente de beton armat B 250, simplu rezeimate unele pe celelalte prin intermediul unei îmbinări "uscate". Panoul de perete vertical exterior (I) este o placă dreptunghiulară cu dimensiunile de 5,00 x 2,40 x 0,15 m în greutate de 4,5 t, montată cu lungimea pe verticală și care prezintă la partea superioară o îngroșare, menită să constituie unul din reazemele grinzii prefabricate de acoperiș (IV). Panoul de perete vertical interior (II) este de asemenea o placă dreptunghiulară avînd dimensiunile 11,00 x 1,00 x 0,15 m și care cîntărește 4,125 tone; placa se montează în picioare și are la partea superioară o îngroșare, care reprezintă celălalt reazem al grinzii prefabricate de acoperiș (IV). Panoul de perete înclinat (III) este o placă trapezoidală de 15 cm grosime cu două nervuri longitudinale de 70 cm, care se contopesc la extremități în doua masive de beton armat ce servesc drept reazeme pentru pereții verticali exteriori (I) și interior (II); dimensiunile plăcii trapezoidale sînt de 2,60 m latura largă, 1,15 m - latura îngustă, 7,65 m - lungimea, greutatea prefabricatului fiind aproximativ 10 tone.

Compartimentul interior al rezervorului se execută monolit la cotă și are caracteristici identice cu cel din varianta 2 B.

Acoperișul rezervorului exterior este format din aceleași elemente prefabricate T din beton armat, folosite și în varianta 2 B; partea centrală a rezervorului este rezolvată de asemenea ca la varianta 2 B.

Peretele cilindric al turnului continuat pe înălțimea rezervorului are o grosime redusă de 25 cm, la fel ca și variantele descrise anterior.

Rezervorul reazemă la partea inferioară pe o grindă inelară, care însă, la fel ca și turnul, nu este cuprinsă în problematica prezentului studiu. Se poate totuși menționa, chiar dacă nu face obiectul studiului, că turnul și grinda inelară prezintă aceleași caracteristici și parametri ca și varianta 2 B.

Calcululele cuprinse în breviar se referă la cei trei pereți prefabricați ce formează cuva rezervorului exterior și la inelele superior și median din planul peretelui exterior, prin postcomprimarea cărora se assemblează rezervorul exterior.

Ca observație generală referitoare la calcule, acestea s-au limitat la starea limită de rezistență pe considerentul că dispunerea hidroizolației la interior, din considerente de prefabricare a cuvei, permit asigurarea unei impermeabilizări superioare a rezervorului și elimină necesitatea verificărilor la fisurare.

Principalii indici tehnico-economi (pe m^3 de apă înmagazinată), calculați pentru rezervor, sînt:

TABEL 10	
Material	Indici
Beton (mc/mc apă)	0,185
Oțel CB 37 (kg/mc apă)	11,50
Oțel PC 52 (kg/mc apă)	16,10

Se precizează că la calculul acestor indici, în noțiunea generală de "rezervor" s-au inclus pereții înclinați, pereții verticali exteriori și interiori, monolitizările dintre aceștia, inelele postcomprimate, placa centrală de acoperiș, grinzile prefabricate de la acoperișul compartimentului exterior și compartimentul interior monolit al rezervorului.

Tehnologia de execuție și liftare a rezervorului:

Compartimentul exterior al rezervorului se execută la sol și se liftează la cotă folosind în acest scop tehnologia adoptată de T.C.I. Timișoara. Această tehnologie de execuție comportă următoarele faze principale:

- realizarea integrală a turnului, inclusiv a planșelor și al golurilor din pereții turnului, destinate rezemării grinzii inelare de susținere a rezervorului;
- executarea panourilor prefabricate de perete ale rezervorului exterior;
- asamblarea la sol a pereților exteriori și realizarea rezervorului exterior tronconic-cilindric prin postcomprimarea inelelor superior și median;
- montarea acoperișului prefabricat peste compartimentul exterior al rezervorului;
- executarea hidroizolației la interior și verificarea etanșeității rezervorului exterior;

- executarea platformei de susținere a instalației de liftare, inclusiv montarea acesteia;
- liftarea la cotă a rezervorului exterior acoperit, în trepte de câte 2,6 m;
- susținerea rezervorului exterior cu ajutorul troliilor pe toată durata cofrării, armării și turnării grinzii inelare de susținere a rezervorului;
- demontarea instalației de liftare și a platformei de susținere;
- cofrarea, armarea și turnarea la cotă a compartimentului interior monolit al rezervorului;
- executarea (cofrare, armare, turnare) la cotă a plăcii circulare de acoperiș peste partea centrală a rezervorului.

6.3.1.4. CONCLUZII

Din analiza comparativă a variantelor de rezervoare prezentate, se desprinde concluzia generală că varianta 3 (cu rezervorul exterior prefabricat) este cea mai avantajoasă.

Avantajele acestei soluții rezidă în următoarele:

1). Din punctul de vedere al execuției și calității lucrărilor:

- execuția cuvei rezervorului exterior la sol, din elemente prefabricate asamblate prin postcomprimare, sporește pe de o parte gradul de industrializare al execuției și permite, pe de altă parte, realizarea unei calități mai bune a lucrărilor, în special a finisajelor, hidro și termoizolației etc.

2). Din punctul de vedere al structurii:

- forma tronconic-cilindrică, impusă rezervorului pe motivul evitării unor prefabricate prea mari, permite înmagazinarea unei cantități mari de apă, chiar și într-o variantă prefabricată;

- legăturile de tipul îmbinărilor "uscate" dintre prefabricate, rezultate din rezolvarea lor ca elemente simplu rezemate, permit o asamblare precisă și sigură a cuvei rezervorului;

- rezemarea rezervorului pe grinda inelară este o rezolvare sigură a unei zone de maximă importanță din structură, fapt dovedit și experimental /28/.

3). Din punctul de vedere al calculului și al indicilor tehnico-economi:

- dispunerea hidro și termoizolației la interior, în ideea ușurării execuției prefabricate a rezervorului, permite dimensionarea

elementelor din beton armat la starea limită de rezistență și nu la fisurare, ceea ce duce la economii, în special la armătură față de variantele 1 A(B), 2 A(B) - vezi tabelele 8, 9 și 10.

- dublarea pereților pe înălțimea rezervorului - impusă de realizarea unei cave care să suporte fără deteriorări (ale structurii de rezistență, hidroizolației, etc.) liftarea la cotă - chiar dacă aduce un spor de beton și armătură (compensat de altfel prin economiile rezultate din dimensionarea la starea limită de rezistență), asigură o siguranță sporită la liftare.

6.3.2. REZERVOR CU CAPACITATEA DE 200 mc REALIZAT DIN ELEMENTE PREFABRICATE CU SIMPLA CURBURA

La capitolul 2.2 s-a analizat forma geometrică necesară pentru elemente prefabricate cu simplă curbură.

Pentru un rezervor cu capacitatea de 200 mc., la care înălțimea apei este de 5,5 m. și avem un tub central cu diametrul de 1 m. sînt necesare 16 elemente prefabricate cu forma din figura 119.

S-a calculat acest element în ipoteza rezervorului plin cu apă, neglijîndu-se într-o primă aproximație solicitările din greutatea proprie. Elementul s-a asimilat cu un arc cu tirant, nedeterminarea statică s-a ridicat prin metoda forțelor, alegîndu-se ca necunoscută efortul din tirant H. Pentru simplificarea calculelor, presiunea distribuită a apei s-a înlocuit cu forțe concentrate normale pe curba arcului (fig. 120).

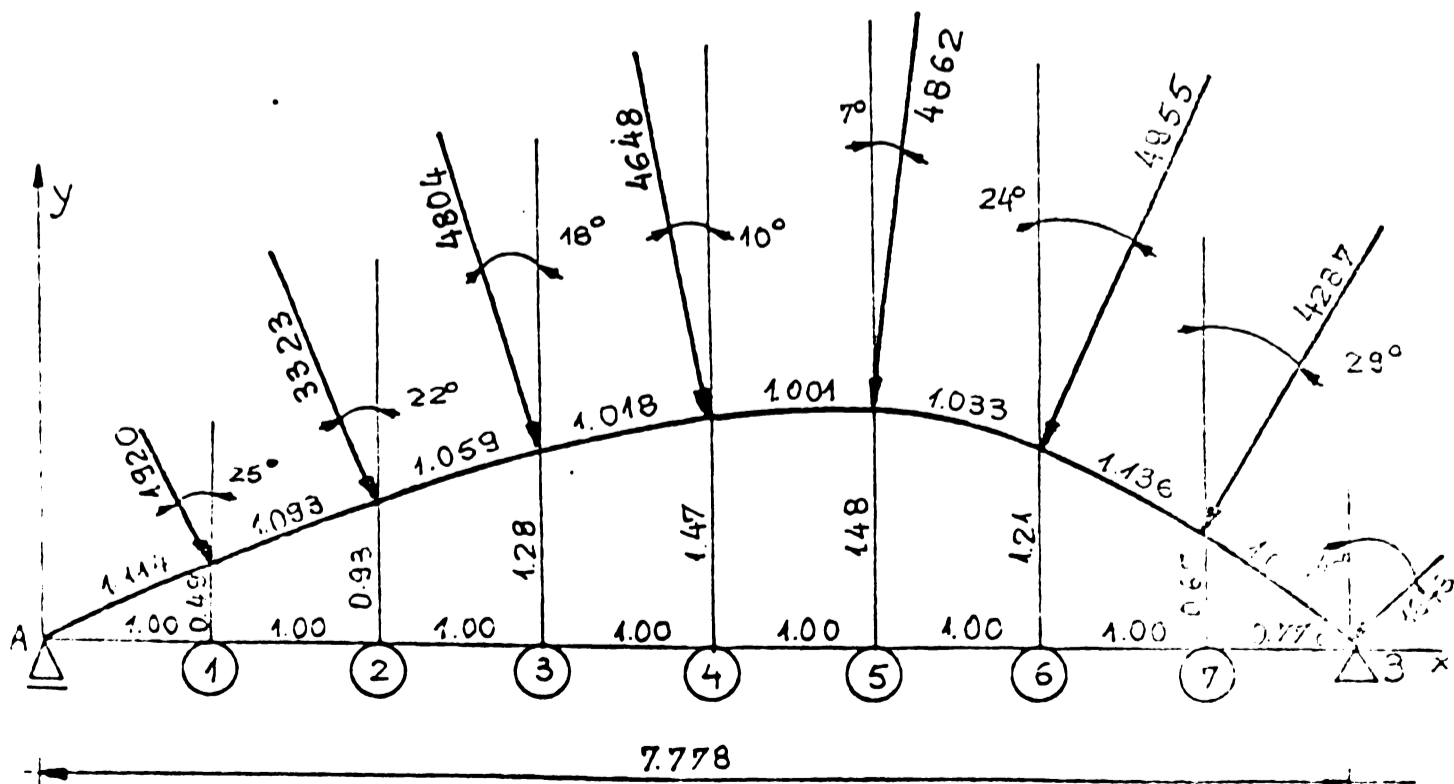


Fig. 120

ELEMENT PREFABRICAT
CU SIMPLA CURBURA PENTRU
REZERVOARE DE APA

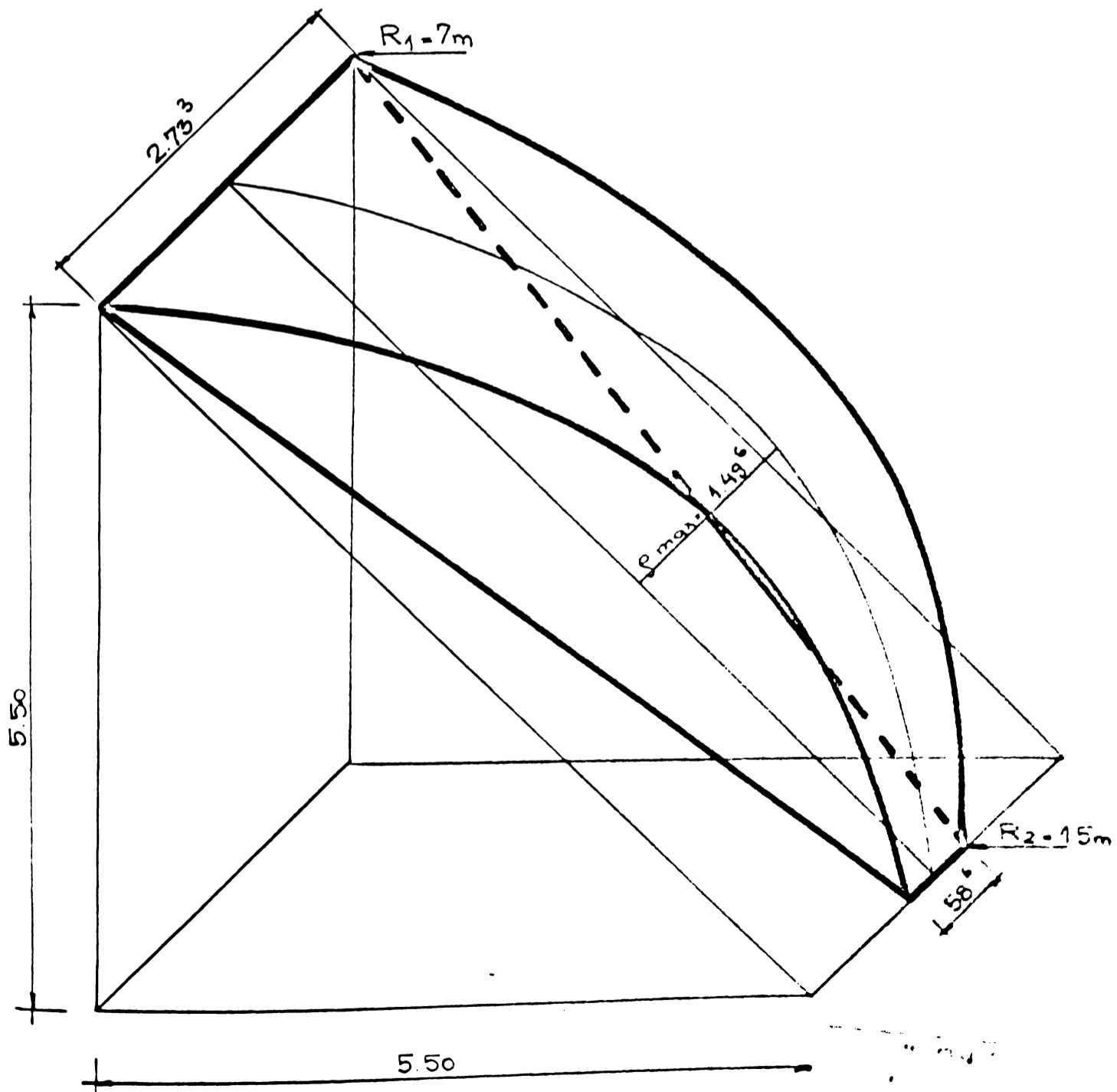


Fig 119

In figura 121 sînt redată valorile reac iunilor  i schema de ac iune a for elor asupra elementului prefabricat.

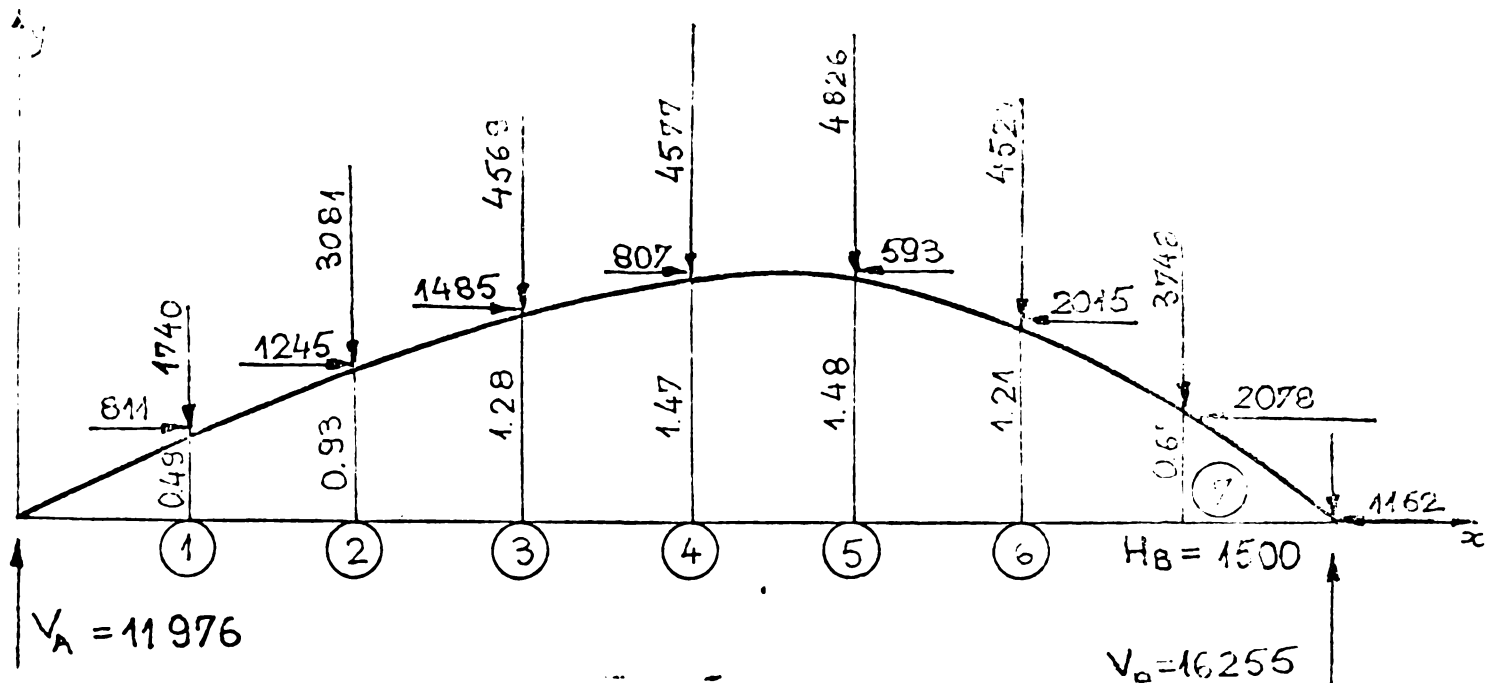


Fig. 121

Efortul în tirant s-a determinat cu rela ia:

$$H = \frac{\int_0^L \frac{M_x^0}{I} y ds}{\int_0^L \frac{y^2}{I} ds + \int_0^L \frac{ds}{A} + \frac{E}{E_t} \cdot \frac{L}{A_t}}$$

Arcul  i tirantul se execută din beton armat. Pentru placă s-a ales grosimea de 15 cm. Se prevăd doi tiran i cu secțiunea de 15 x 15 cm. Pentru simplificarea calculului, integralele s-au înlocuit cu sume, astfel:

$$\int_0^L \frac{y^2}{I} ds = \frac{12}{0,15^3} \sum \frac{y^2 \Delta s}{b}$$

$$\int_0^L \frac{ds}{A} = \frac{1}{0,15} \sum \frac{\Delta s}{b}$$

$$\int_0^L \frac{M_x^0 y}{I} ds = \frac{12}{0,15^3} \sum \frac{M_x^0 y \Delta s}{b}$$

$$\frac{E}{E_t} \cdot \frac{L}{A_t} = \frac{270.000}{270.000} \cdot \frac{7,778}{0,15 \cdot 0,15 \cdot 2} = 173$$

Calculul s-a condus în tabelul 11. Solicitarea în tiranți este de:

$$H = \frac{\frac{12}{0,15^3} \cdot 127,810}{\frac{12}{0,15^3} \cdot 6,57 + \frac{1}{0,15} \cdot 5,27 + 173} = 19281 \text{ daN} \approx 19300 \text{ daN}$$

Unui tiranți revine efortul de 9650 daN.

x	b	Δs	y	y ²	$\frac{y^2 \Delta s}{b}$	$\frac{\Delta s}{b}$	M _x ^o	$\frac{My \Delta s}{b}$
1	2.46	1.10	0.49	0.24	0.11	0.45	11 975	2624
2	2.18	1.08	0.93	0.86	0.43	0.50	21 855	10463
3	1.91	1.04	1.28	1.64	0.89	0.54	28 231	13 555
4	1.63	1.09	1.47	2.16	1.44	0.67	30 204	23 748
5	1.35	1.02	1.47	2.16	1.63	0.76	28 214	31 521
6	1.08	1.08	1.21	1.46	1.46	1.00	22 373	23 373
7	0.80	1.08	0.67	0.45	0.61	1.35	11 963	10 973

Tabelul 11

Datorită faptului că ecuația curbei a fost stabilită pentru un element cu lățimea unitară, iar elementul ales are lățimea variabilă, este necesar calculul momentelor încovoietoare în placa elementului de beton armat, care s-a calculat cu formula:

$$M_x = M_x^o - Hy$$

Diagrama de momente încovoietoare rezultate este redată în figura 122.

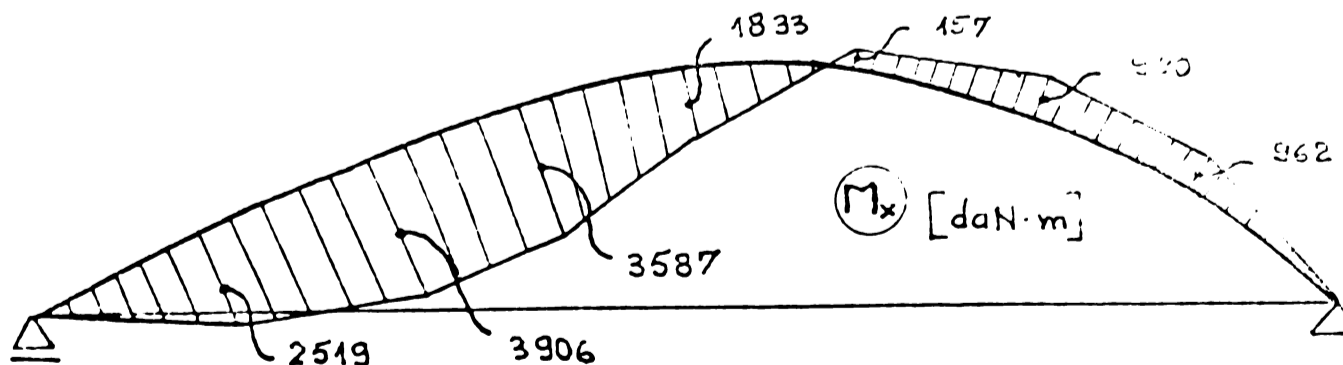


Fig. 122

Intrucât solicitarea de momente conduce la consum ridicat de beton și oțel, s-a studiat o soluție constructivă cu placă curbă rezemată pe două nervuri verticale (fig.123).

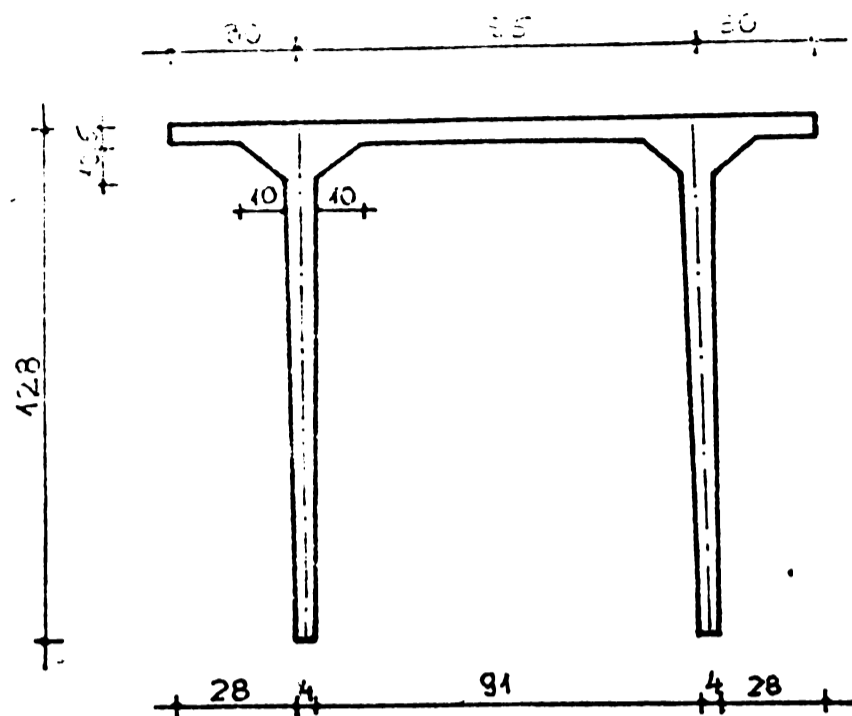


Fig. 123

Pentru simplificarea calculului grinda s-a împărțit în mai multe segmente care s-au considerat cu secțiune constantă. Presiunea apei asupra elementului prefabricat a fost luată în considerare conform schemei din figura 124. În tabelul nr. 12 este redat modul de calcul al elementului prefabricat.

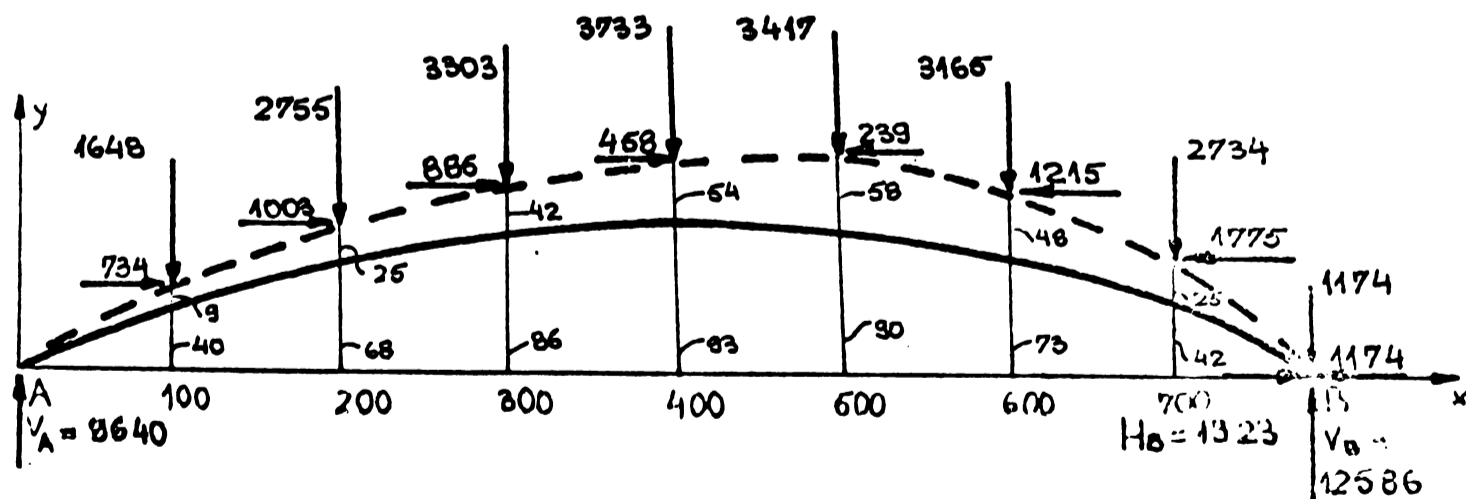


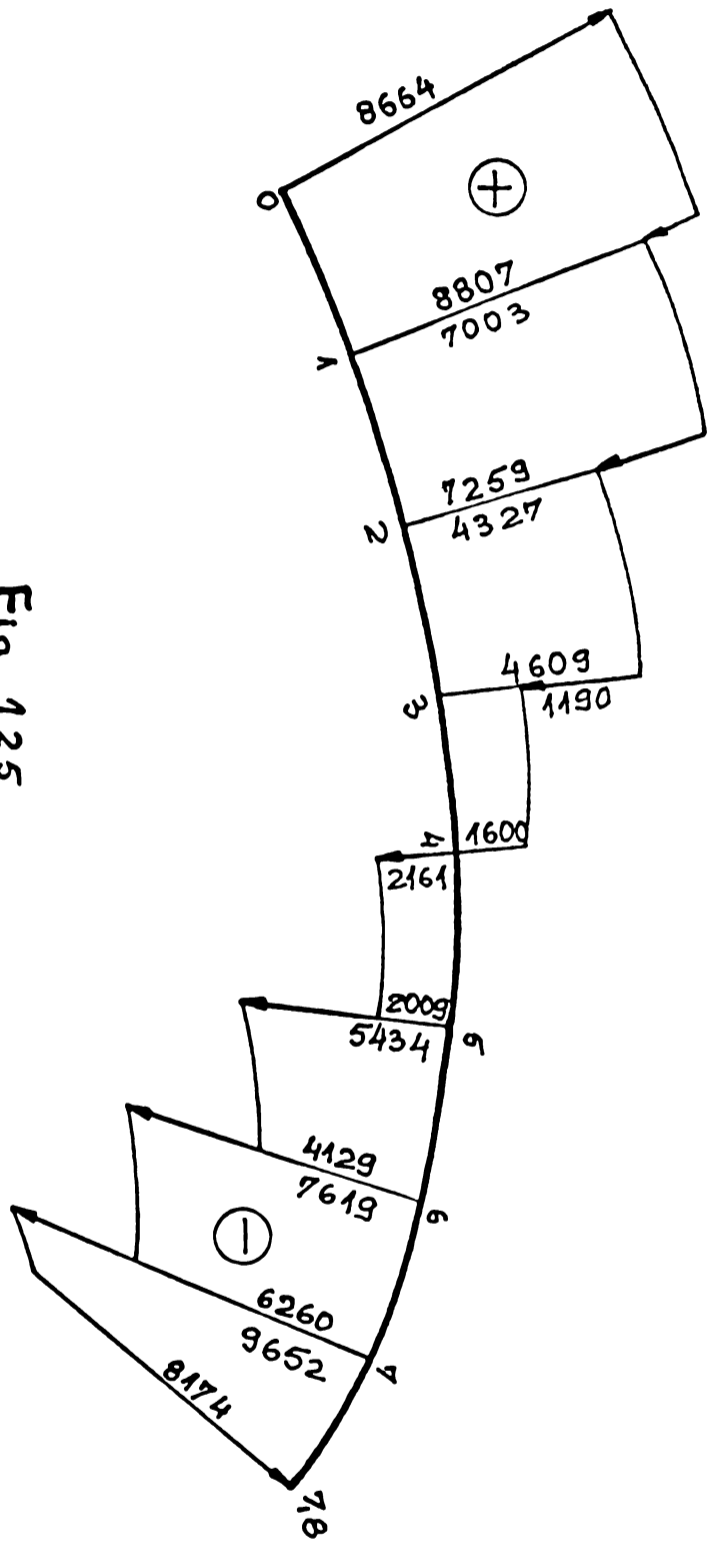
Fig. 124

În figura 125 se prezintă variația efortului axial N_x și variația forței tăietoare T_x , iar în figura 126 variația momentului încovoietor M_x .

z [cm]	y [cm]	Δs [cm]	b [cm]	P [daN]	α°	$P \cos \alpha$	$P \sin \alpha$	y_0 [cm]	e [cm]	I_x [cm ⁴]	N_x [daN]	T'_x [daN]	T''_x [daN]	M_x [daNcm]	B	ρ %	\dot{a}_a [cm ⁴]
100	49	110	232	1804	24	1648	734	40	9	2441.701	-3921	8807	7003	971.712	243	0088	5.80
200	93	108	192	2932	20	2755	1003	68	25	1.562.773	-3676	7259	4327	1.776.066	127	0044	7.22
300	128	104	155	3419	15	3303	885	86	42	3.499.838	-3033	4609	4190	2.303.933	1587	0591	7.12
400	147	101	122	3761	7	3733	458	93	54	4.692.497	-2838	1600	-2161	2.536.791	1304	0478	6.64
500	148	102	95	3425	4	3417	-239	90	58	4.390.365	-3219	-2009	-5434	2.339.203	1184	0432	6.57
600	121	106	74	3390	21	3165	-1215	73	48	2.328.510	-4628	-4129	-7519	1.829.695	1420	050	5.37
700	67	108	61	3260	33	2734	-1775	42	25	428.668	-6090	-6260	-9652	947.663	438	046	5.31
773	0	51	59	1660	45	1174	-1174	0	0	0	-7963	-8174	-8174	0	0	0	0

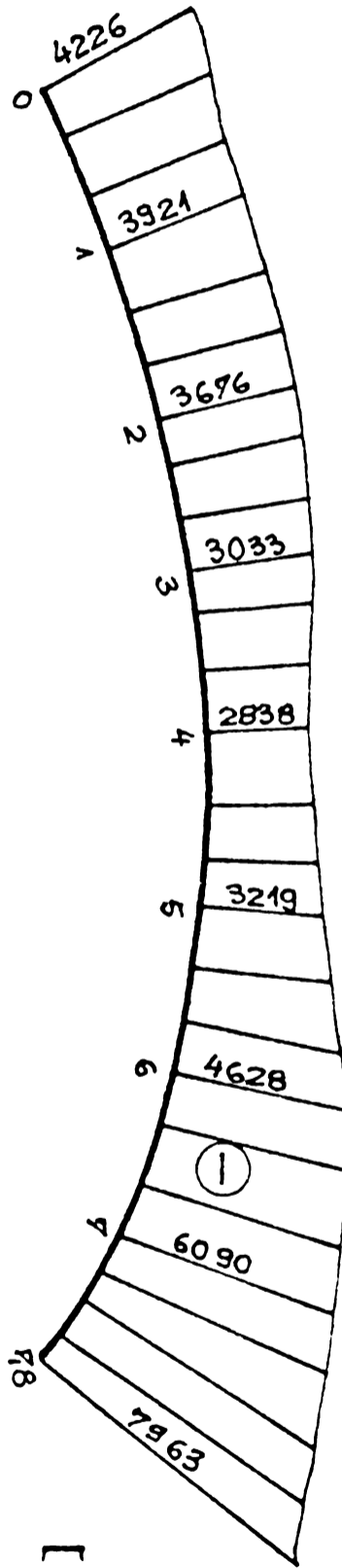
Tabedul nr.42

Fig. 125



[NoP]

(T)



[NoP]

(N)

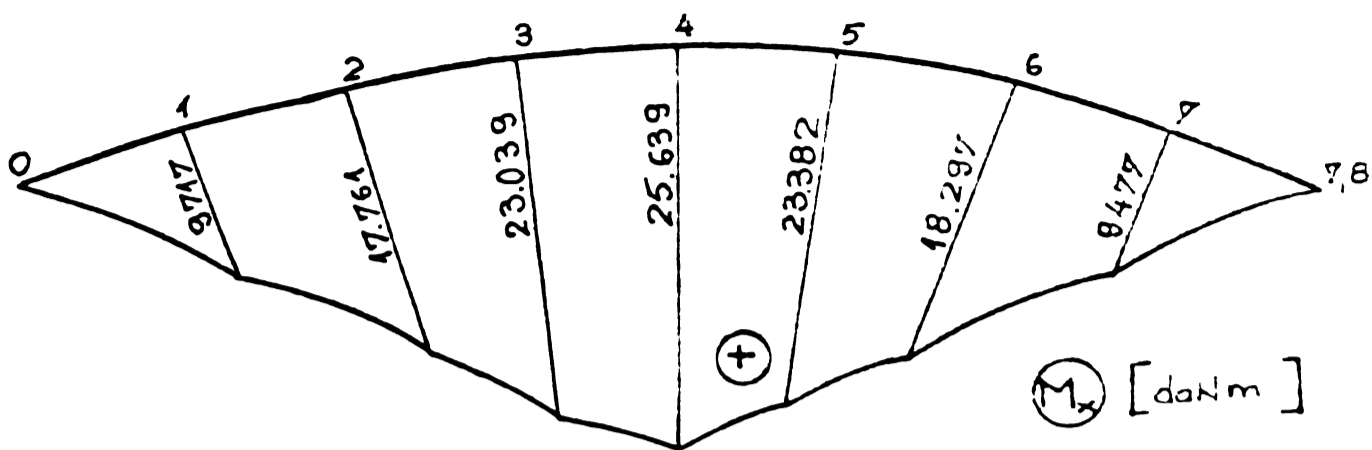


Fig. 126

Secțiunea transversală caracteristică a elementului prefabricat este redată în figura 127. Calculul de rezistență al plăcii s-a făcut ca grindă continuă rezemată pe cele două nervuri (fig.128).

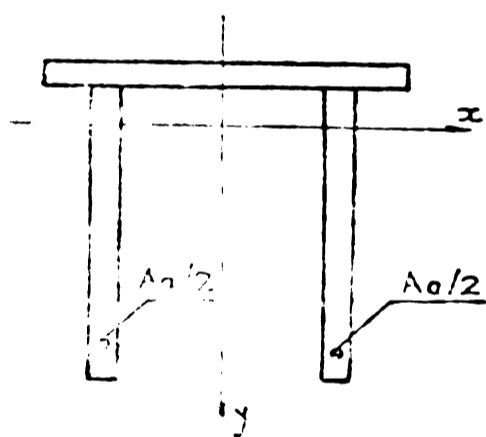


Fig. 127

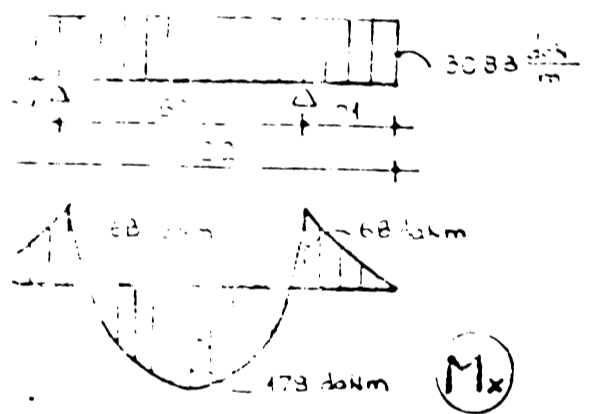


Fig. 128

Grosimea plăcii și a nervurilor s-a ales de 5 cm. În figura 129 este redată armătura rezultată din dimensionare. Se constată că în prima variantă pentru un element prefabricat consumul de beton este de 2,4 mc, iar cel de oțel beton de 407 kg. În varianta a doua consumul de beton este de 1,66 mc, iar de oțel beton de 130 kg.

Realizarea unui rezervor cu asemenea elemente prefabricate pentru o capacitate de 200 mc este posibilă conform figurii 130.

La partea interioară a rezervorului se preconizează realizarea unei termoizolații din blocuri de beton celular autoclavizat. Izolarea rezervorului este prevăzută cu izolație hidrofugă peste zidăria de BCA.

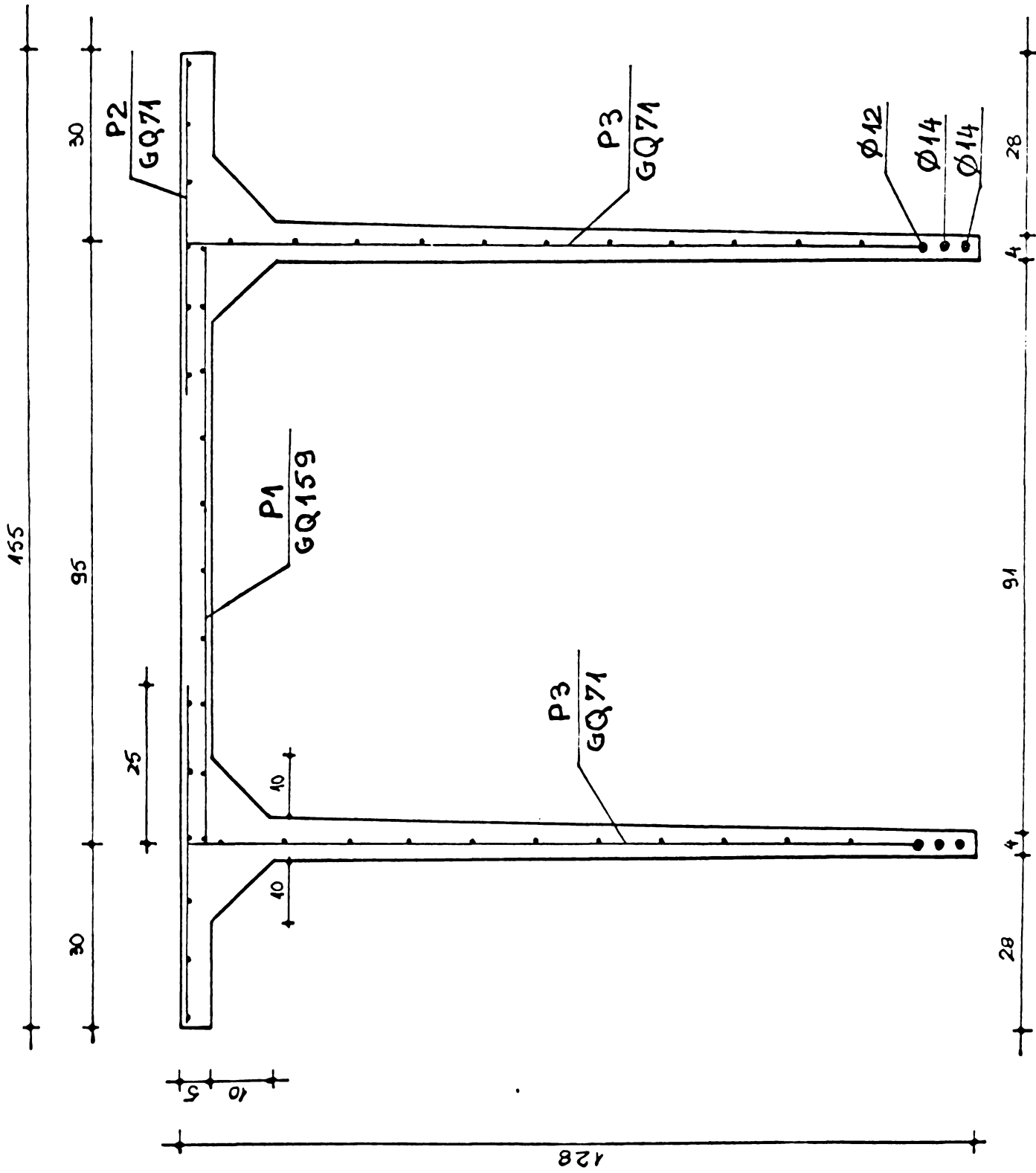


Fig. 129

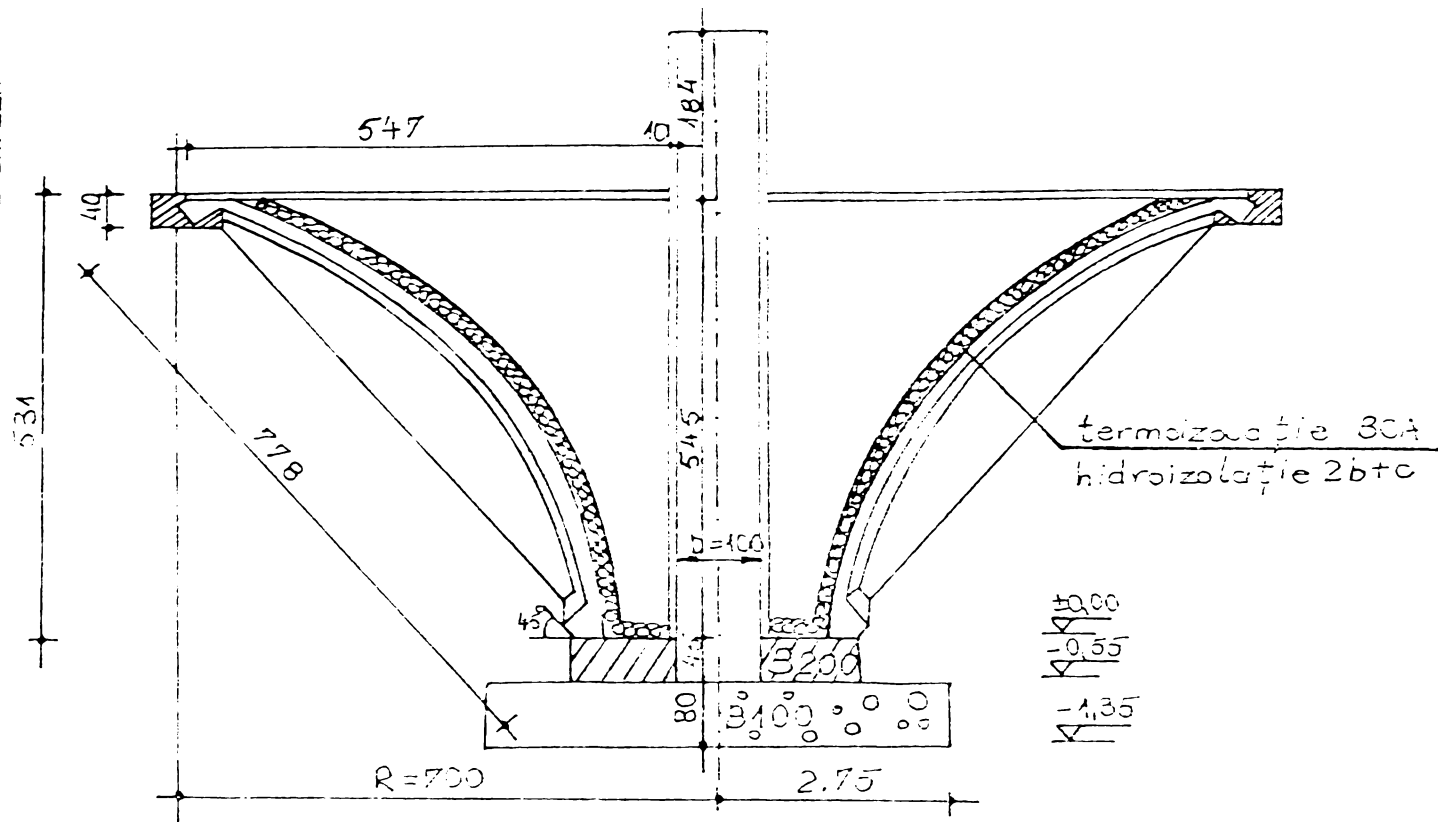


Fig. 130

Grinda de solidarizare a prefabricatelor la partea superioară este din beton armat, avînd secțiunea transversală conform figurii 131.

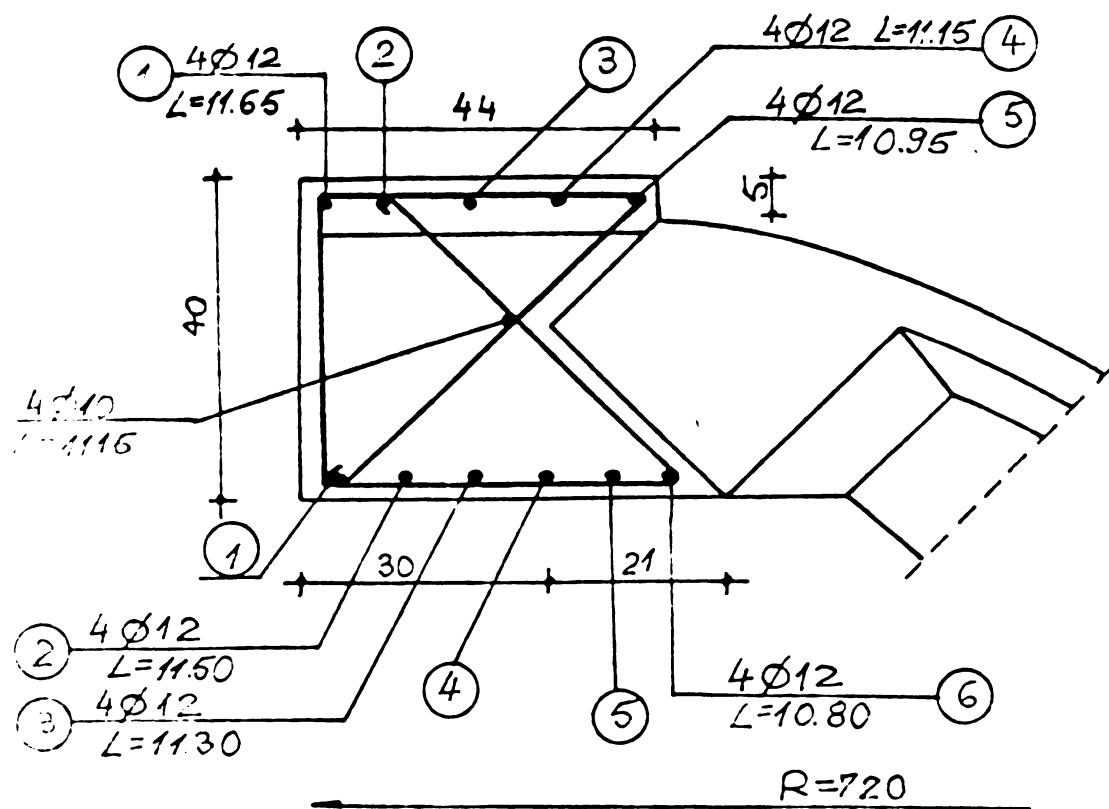


Fig. 131

Săgeata maximă a elementului prefabricat calculată este de 1,36 cm. Un astfel de element prefabricat s-a realizat la Timișoara și sînt în curs de realizare celelalte elemente necesare pentru un rezervor cu capacitatea de 200 mc. Ne propunem ca după realizarea acestui rezervor experimental să facem verificarea lui în trei trepte de încercare: rezervor plin cu apă, rezervor plin cu nisip, rezervor plin cu nisip și apă. În timpul experimentării se vor măsura deformațiile, se vor face studii tensometrice, se va urmări apariția și deschiderea fisurilor, precum și comportarea rezervorului la etanșitate.

Concluzii:

1. Soluția adoptată este simplă și permite realizarea elementelor prefabricate în condiții de șantier.

2. Elementele prefabricate se realizează cu consumuri specifice de beton și oțel reduse față de soluțiile adoptate în prezent.

3. Elementele prefabricate pot fi utilizate la realizarea rezervoarelor de apă amplasate la sol, cât și la realizarea rezervoarelor pentru castele de apă. În cazul castelelor de apă este posibilă realizarea rezervorului la sol și liftarea lui ulterioară.

4. La Facultatea de construcții din Timișoara s-a luat în studiu această soluție constructivă de prefabricare pentru perfecționarea unui calcul exact.

5. În urma experimentării pe care ne-o propunem și definiției unui calcul mai detaliat, avem în vedere pentru viitor să întocmim proiecte de execuție pentru realizarea de rezervoare de apă cu astfel de elemente prefabricate.

6.4. CASTEL DE APA CU CAPACITATEA DE 500 mc LIFTAT CU TROLII ELECTROHIDRAULICE

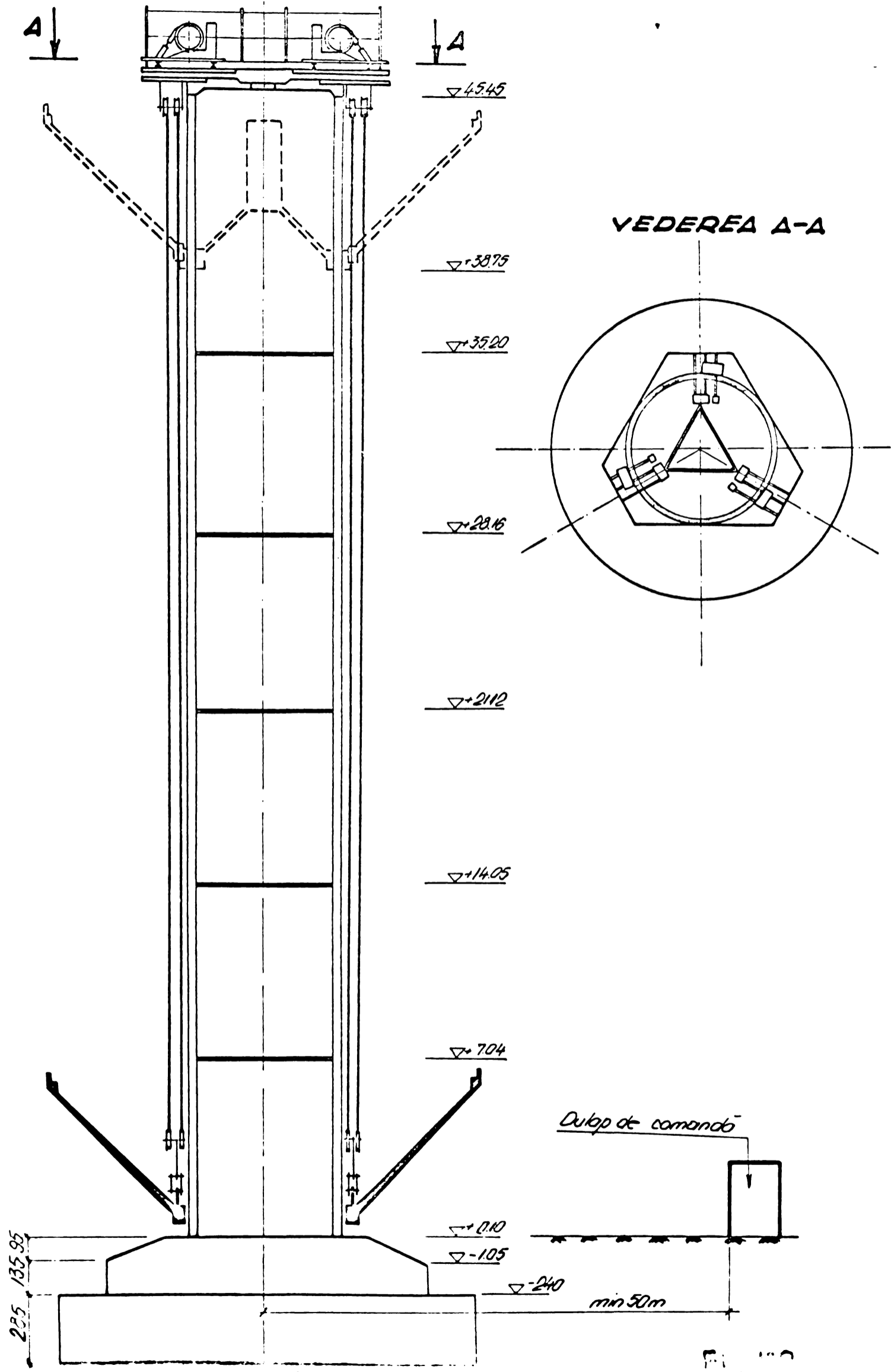
Pentru castele care se realizează la Arad și Rîmnicu Vîlcea pe baza proiectului tip, s-a analizat și proiectat tehnologia de liftare a pîlniei cu trolii electrohidraulice.

Troliile s-au amplasat la partea superioară a turnului de beton armat (figura 132). Planșeul de la partea superioară se realizează de o formă specială, după cum rezultă din figura 133.

Platforma metalică pe care se amplasează troliile se realizează conform figurii 134.

La proiectarea tehnologiei de liftare și a detaliilor de execuție s-a ținut cont de experiența obținută la liftarea experiment de la BJATM.

CASTEL DE LPA DE 500 mc



DETALII DE REALIZARE A PLANȘII SUPERIORE

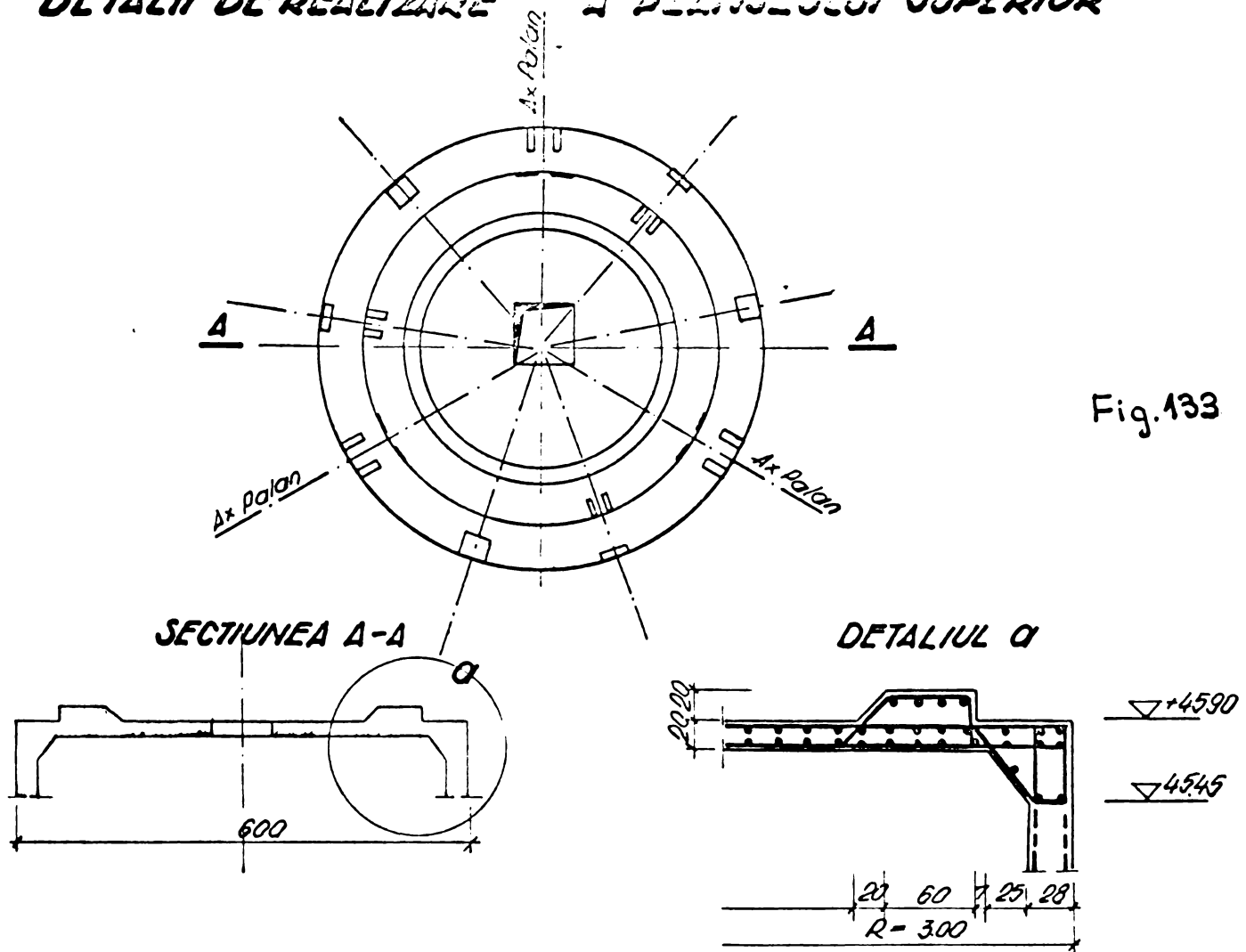
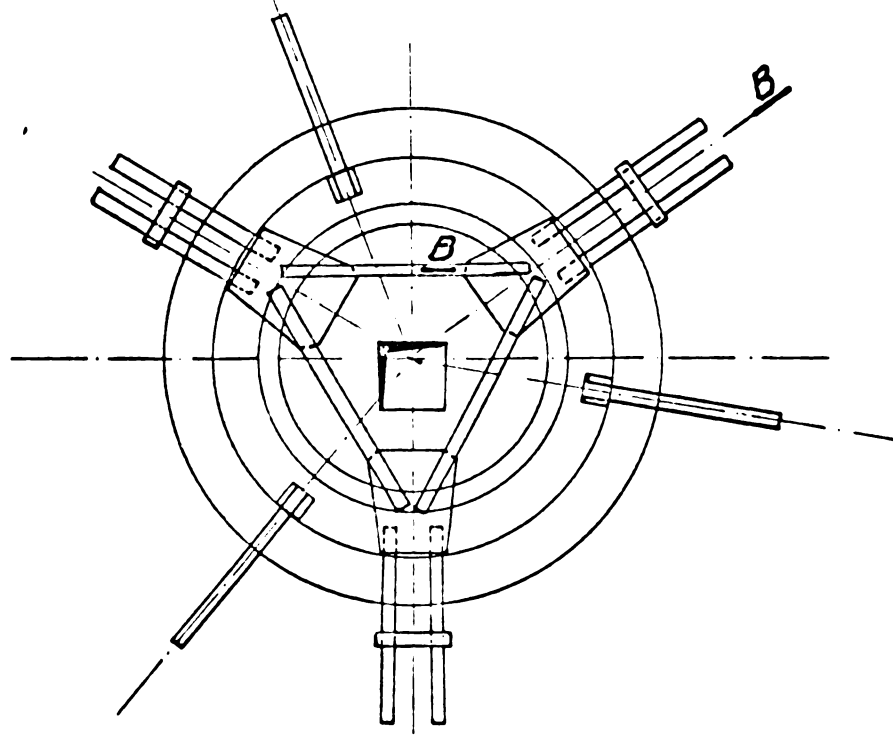


Fig. 133

ESAFODAJ METALIC PTR SUSTINEREA TROULOR



SECTIUNEA B-B

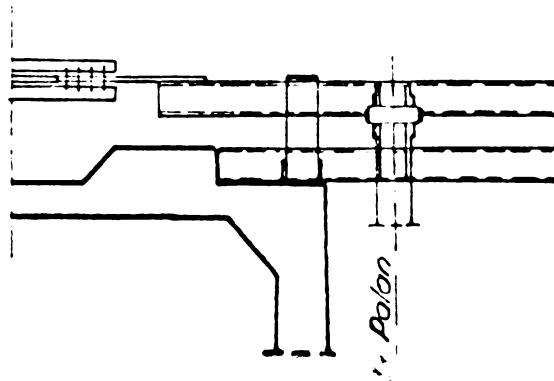


Fig. 134

6.5. CASTEL DE APA CU CAPACITATEA DE 200 mc REPROIECTAT/64/

S-a pornit de la proiectul tip și s-a întocmit proiectul de execuție pentru un rezervor cu capacitatea de 200 mc realizat în întregime la sol, ca la BIAȚI Timișoara.

Dimensionarea rezervorului s-a făcut la starea limită de rezistență întrucât s-a aplicat o termoizolație exterioară din beton celular autoclavizat, peste care s-a așezat o izolație hidrofugă în trei straturi de pânză bitumată.

În figura 135 am redat o secțiune verticală prin castel, din care rezultă că turnul de beton armat este mai înalt decât în proiectul tip, iar la partea superioară are un planșeu realizat conform figurilor 133 și 134.

Această soluție constructivă conduce la creșterea consumurilor de beton și oțel față de proiectul tip, datorită supraînălțării turnului și dublării pereților interiori ai rezervorului pe înălțimea turnului.

Pentru ca această soluție să se poată aplica la realizarea a patru castele aflate în execuție la T.C.Ind. Timișoara era necesară obținerea aprobării de la IOCFDC, care o condiționează de încadrarea în consumurile specifice prevăzute în proiectul tip.

Analizându-se posibilitatea reducerii consumurilor de beton și oțel s-a constatat că se poate realiza o soluție modificatoare pentru fundație (figura 136), care constă dintr-o placă circulară reze-mată pe contraforți. Prin această soluție constructivă s-a obținut încadrarea în consumurile specifice ale proiectului tip (tabelul nr.9)

TABEL 13

	Beton (mc)	Oțel (kg)
Proiect TCIT	157	10780
Proiect tip	240	10747

S-a realizat creșterea stabilității construcției la cutremur și s-a simplificat modul de introducere a instalațiilor de apă prin fundația castelului.

Având în vedere că operația de montare și demontare a tro-liilor pe turnul de beton armat este dificilă, s-a analizat și proiectat o soluție de amplasare a troliilor la sol (figura 137). Se remarcă amplasarea troliilor pe fundația castelului, ceea ce conduce la volume de beton suplimentar reduse.

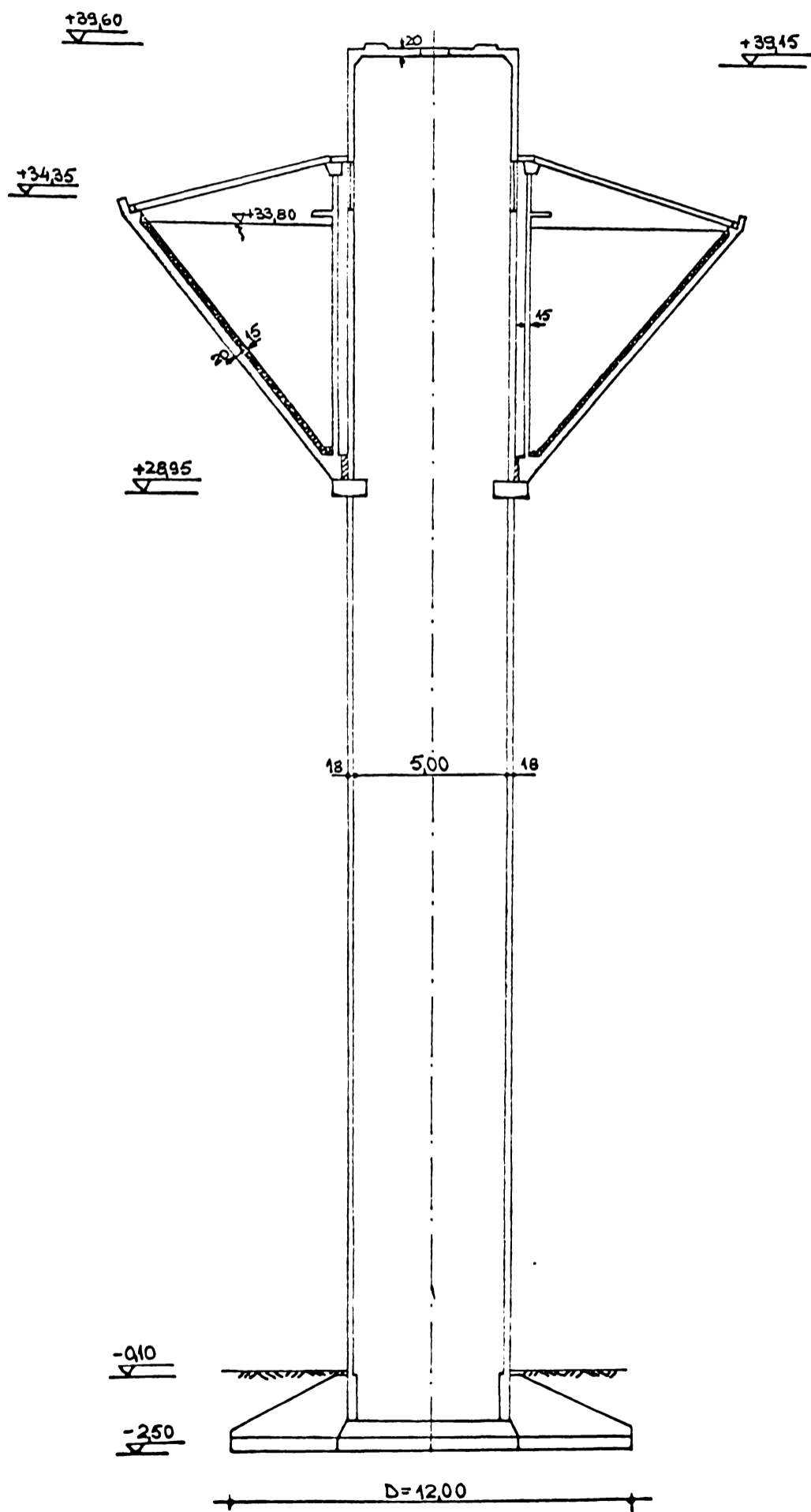


Fig.135

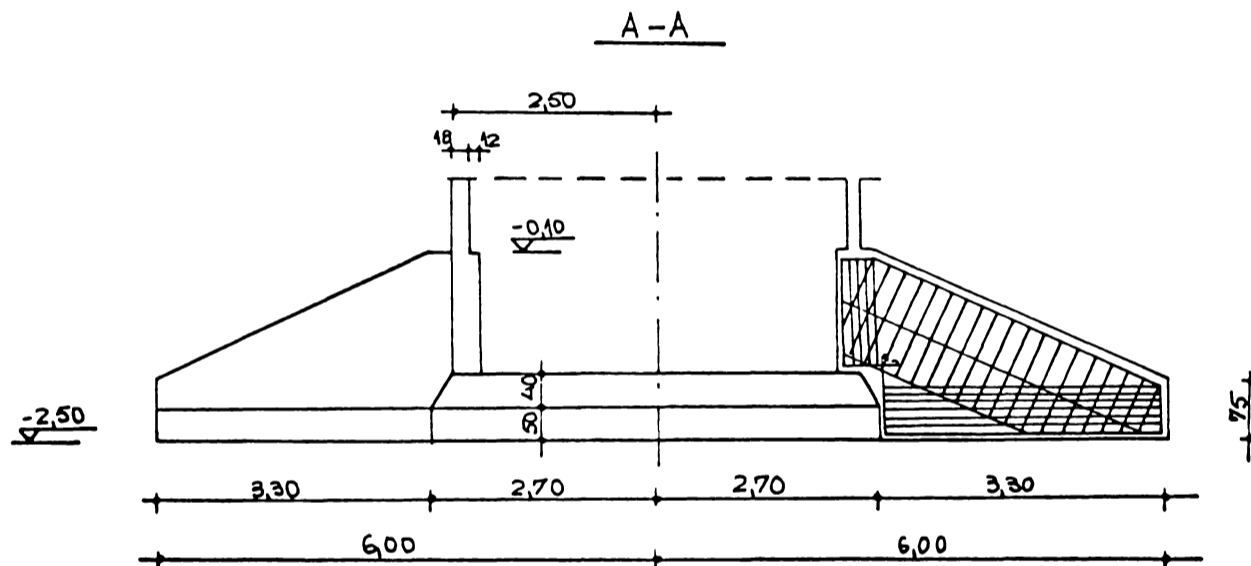
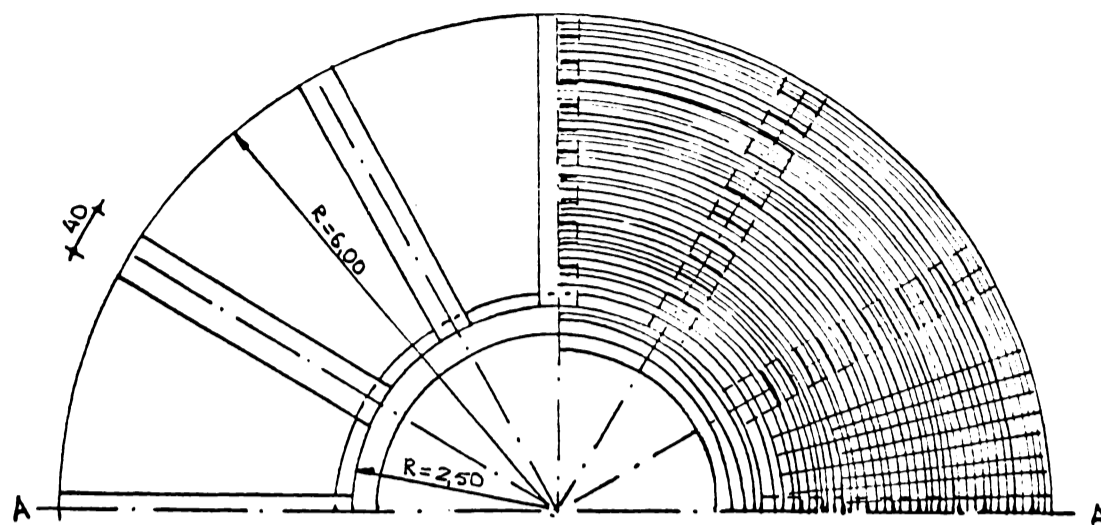
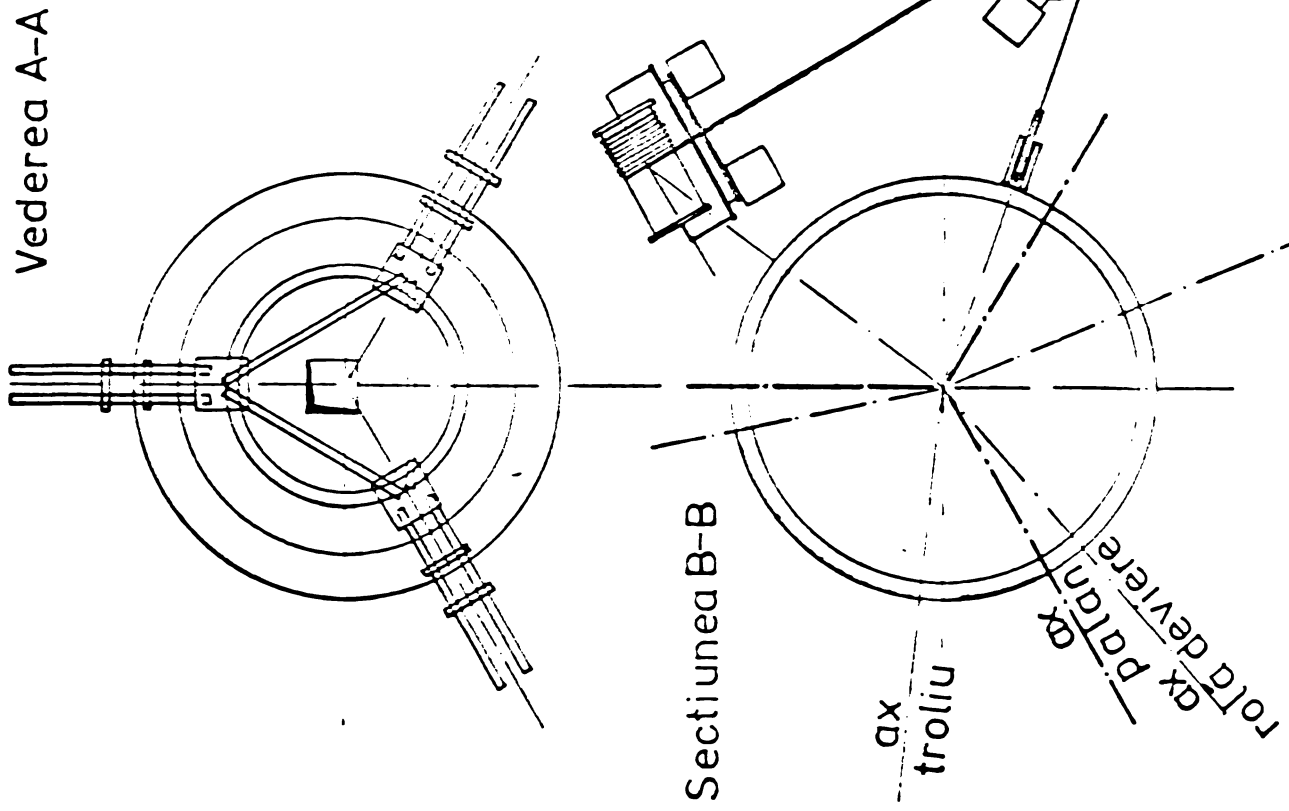
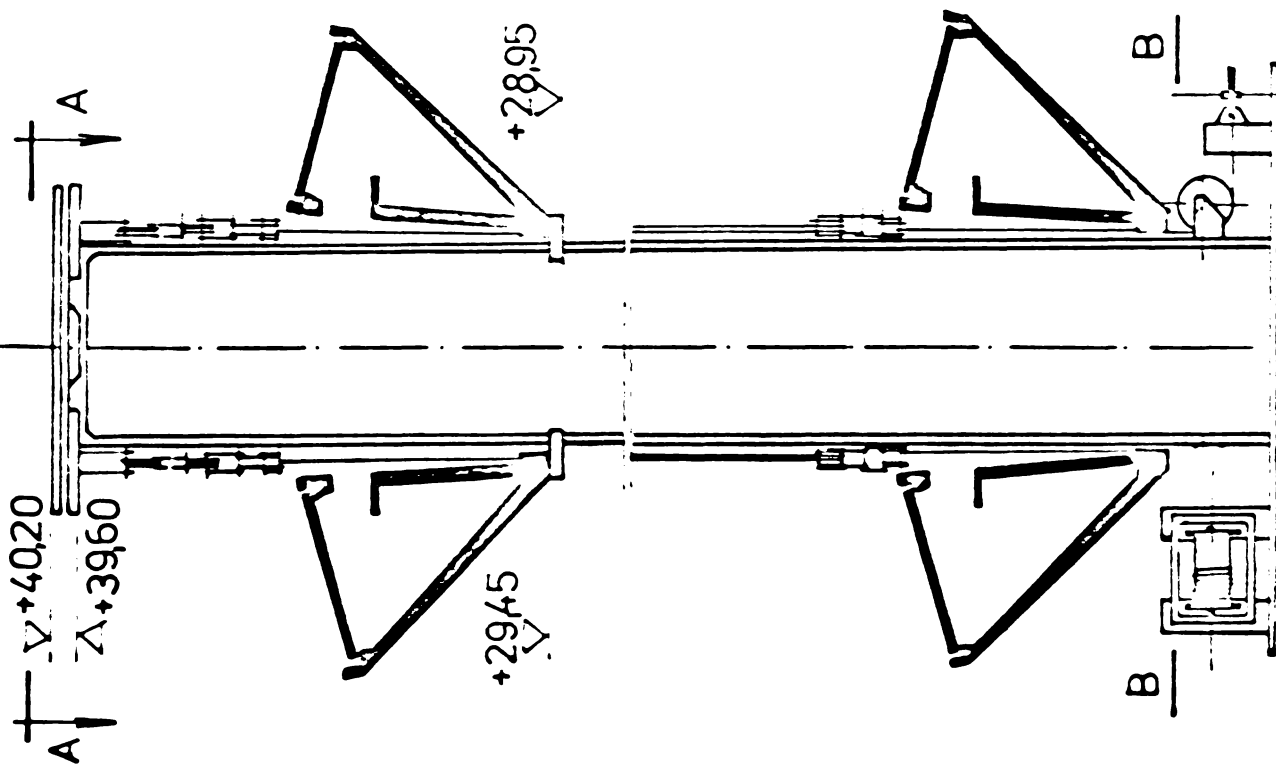


Fig.136

Amplasarea troliilor sub pînje de beton armat este posibilă datorită faptului că instalația este comandată de la distanță și experimentările făcute pînă în prezent au confirmat faptul că nu sînt necesare intervenții la trolii în timpul listării.

- Institututele de proiectare au preluat ideea amplasării troliilor la sol / 31,34 %.

CASTELE DE APA EXECUTATE PRIN LIFTAREA PILNIEI CU TROLII
ELECTROHIDRAULICE MONTATE LA SOL



7. CONCLUZII

Investigațiile teoretice și experimentale efectuate și prezentate în cadrul acestei lucrări au avut ca scop sintetizarea și sistematizarea cunoștințelor existente la realizarea castelilor de apă, să contribuie la cercetarea și experimentarea căilor de progres în direcția soluțiilor constructive, a tehnologiilor de execuție și a instalațiilor aferente.

Tehnologia de executare a cofrajelor liftate pentru realizarea rezervoarelor la castelele de apă prezintă în comparație cu soluțiile folosite anterior următoarele avantaje :

- cofrajul rezervorului de apă se realizează la sol ;
- montarea armăturilor pentru rezervoarele de apă ale castelilor se face pe cofrajul amplasat la sol ;
- instalația de liftare cu verine urcătoare-coboritoare de 16 tf. se produce în țară ;

- finisarea rezervorului se realizează de pe cofrajul coborât cu 2 m față de cota finală ;

- prin folosirea tehnologiei de lucru se scurtează durata de execuție, se elimină eșafodajele din schelă și se realizează o creștere a productivității muncii.

Soluția originală de realizare a instalației de liftare cu trolul electrohidraulic prezintă, în comparație cu soluțiile folosite până în prezent, următoarele avantaje :

- folosește cabluri de tracțiune, care nu necesită operații manuale de blocare la liftarea pas cu pas ;
- îmbină avantajele tracțiunii pe cablu cu acționarea hidraulică ;

- comanda liftării se face de la un tablou central amplasat la sol la o distanță de 50 m de castel ;

- toate piesele necesare instalației se produc în țară ;
- viteza de ridicare este de 1 m/oră ;

- instalația de liftare poate fi utilizată fără modificări la toate tipurile de castele, la liftări de acoperișuri, utilaje tehnologice, poduri de șosea și cale ferată etc. ;

- instalația asigură un grad corespunzător de sincronizare a ridicării ;

- o instalație cu 7 unități de tragere, care folosesc palane de demultiplicare, poate ridica 700 tone la înălțimea de 50 m, iar în cazul unor sarcini mai mari se pot cupla mai multe instalații.

Soluția constructivă de realizare a castelurilor de apă cu capacitate de 200 mc., cu rezervoare din beton armat monolit realizate la sol prezintă în comparație cu soluțiile folosite pînă în prezent următoarele avantaje :

- rezervorul de beton armat se realizează în întregime la sol, unde se face și proba cu apă ;

- rezervorul de beton armat se calculează la starea limită de rezistență ;

- termoizolația rezervorului se aplică la interior și se realizează din beton celular autoclavizat, peste care se execută hidroizolația. Această soluție conduce la eliminarea lucrărilor de finisare exterioară a cuvei de beton armat ;

- se reduc lucrările ce trebuie executate la înălțime, ceea ce conduce la scurtarea duratei de execuție ;

- realizarea fundației pe soluție de placă rezemată pe contraforți asigură o bună comportare a construcției la seism și îmbunătățește modul de realizare a instalațiilor de alimentare cu apă ;

- turnul de beton armat are o înălțime mai mare decît rezervorul pentru a permite montarea palanelor de ridicare, însă consumurile suplimentare de beton și oțel sînt compensate de economia realizată la fundație. Aceasta a permis ca în ansamblu castelul de apă să se realizeze cu o reducere a consumului de beton de 83 mc., iar la consumul de oțel să se încadreze în consumul din proiectul tip ;

- soluția s-a aplicat la un castel experimental de la B.J.A.T.M. Timișoara și este în curs de aplicare la alte 4 castele din județul Timiș. Pe baza rezultatelor obținute s-a constatat o reducere a duratei de execuție, creșterea productivității muncii prin realizarea rezervorului la sol și eliminarea folosirii automacaralelor de mare capacitate prin amplasarea troliilor electrohidraulice la sol.

Rezervorul cu capacitatea de 200 mc. realizat din elemente prefabricate cu simplă curbă prezintă, față de celelalte soluții constructive, următoarele avantaje :

- elementul prefabricat cu simplă curbă în plan vertical constituie o soluție originală de prefabricare, care conduce la posibilitatea executării elementelor pe șantier, cît și la reducerea consumurilor specifice de beton și oțel ;

- soluția de realizare a rezervorului din elemente prefabricate permite introduce ea acestei soluții constructive la

realizarea castelilor de apă ;

- realizarea rezervoarelor cu aceste elemente prefabricate conduce la creșterea productivității muncii și reducerea duratelor de execuție.

Caracterul de originalitate a lucrării de față este atestat de următoarele :

- Brevet de Invenție cu titlul " Procedeu pentru realizarea rezervoarelor castelilor de apă executate din beton armat și cofraj pentru aplicarea procedurii " - Brevet nr. 55834/1972. Acest procedeu a fost preluat cu mici modificări și generalizat prin introducerea lui în proiectele tip.

- Brevet de Invenție cu titlul " Instalație de liftare cu troluri electrodraulice " - Dosar OSIM nr. 102603 din 1980. Instalația de liftare este preluată de I.P.C.T. în proiectele de realizare a castelilor de apă.

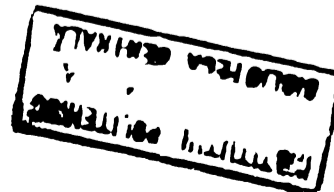
- Brevet de Invenție cu titlul " Rezervoare executate din elemente de beton armat prefabricat " - Dosar OSIM nr. 104588 din 1982.

BIBLIOGRAFIE

1. Angelescu S. - Castele de apă de mare capacitate (peste 1.000 m.c.). Sinteza documentară nr.4/1967.
2. Asandei G., ș.a. - Executarea la UCM Coșșă Mică a unui castel de apă de 300 m.c. capacitate prin lif-tarea rezervorului, concordant cu glisa-rea turnului. Revista construcțiilor și a materialelor de construcții nr. 1/1968.
3. Bauday - Surélévation de cuve du château d'eau de Cocody à Abidjan. Construction 4/1958.
4. Bütner O. - Hubverfachren in Hochban
5. Cambini F. - Medici serbatori pensili per acquedotto rirale. L'industria Italiana del Cemento, nr. 6/1979.
6. CDCAS - Rezervoare și castele de apă. Sinteza documentară 1972.
7. Castelli C. - Cemento armata precompressa. Milano, 1970.
8. Crucița I. - Unele preocupări pentru îmbunătățirea formei rezervoarelor castelelor de apă de mare capacitate. Construcții nr. 4/1979.
9. Crucița I., Daraban A. - Unele aspecte privind concepția de proiectare și calculul structurilor noilor soluții industrializate de castele de apă, studiate în vederea tipizării. A V-a Conferința de Betoane, Timișoara, 1972.
10. Crucița I. - Contribuții la stabilirea unei forme îmbunătățite a rezervoarelor castelelor de apă. Teză de doctorat.
11. Dieter - Rezervor de 450 m.c. prefabricat și ridicat cu verine hidraulice. Bauplan - Bautechnik nr. 8/1963.
12. Dinescu T., Anastasescu-M. - Proiectarea montării cupolei pavilionului Expoziției economiei naționale a R.P.R. Revista construcțiilor și a materialelor de construcții nr. 3/1962.
13. Sberhard H. ș.a. - Die Hubdeckenbauweise als Konstruktionsprinzip für ein Projektierungsbüro. Bauplanung Bautechnik nr. 4/1979.
14. Eriksson K. - Château d'eau à Örebro (Suède). Construction nr. 5/1958.

15. Evans P. - Finns Expend with Soviet Safety Net. International Construction , Juin 1981, Singapore.
16. Fişie V. - Castel de apă de 2.000 m.c. (Complexul industrial Militar) . Revista construcțiilor și a materialelor de construcții nr. 4/1965.
17. Fouquet M. ș.a. - Rezervoare de apă supraterane . Construction nr. 9/1961.
18. Gambini F. - 16 rezervoare suspendate la sud de Verona. L'industria Italiana del Cemento nr. 6/1979.
19. Gauthron R. - Calcul des cuves des châteaux d'eau, Paris , 1957.
20. Găoncu V. - Flăci curbe subțiri de beton armat, 1974.
21. Gray W., ș.a. - Concrete Water Towers, Bunkers, Silos and other Elevated Structures.
22. Grigoriu B. ș.a. - Soluții constructive adoptate în proiectarea castelelor de apă. Revista construcțiilor și a materialelor de construcții nr. 4/1961.
23. Groza E, Dichtu S. - Realizarea cuvelor castelelor de apă cu echipament unic de inventar liftat la cotă. Santierul de construcții nr. 9/1973.
24. Guerrin A. - Traité de Béton Armé. Tome VI: Réservoirs, Châteaux d'eau, Piscines, 1963.
25. Hampe S. - Recent Developments of Water Tanks and Water Towers . Simposion IASS Budapesta , 1978.
26. Hock H.P., Beiler H. - Wasserturm Ryadh (12000 mc) Beton und Stahlbetonbau, nr. 11/1973.
27. Huszar L. - Castele de apă realizate în R.P. Ungaria din metal sau mixte. Simpozion IASS Budapesta, 1978.
28. IUCPDC.Filiala Timișoara - Studiu bibliografic și experimentări pe machetă a zonei de racord cuvărezervor la un castel de 200 mc, 1980.
29. IUCPDC.Filiala Timișoara - Studiu de realizare a rezervoarelor de beton armat liftate, cu posibilități de realizare a rezervoarelor din elemente prefabricate.

30. ICPAIUC București - echipament de liftare cu aplicare în prima fază la liftarea castelelor de apă. Studiu de fundamentare, 1979. Studiu tehnico-economic, 1979.
31. ICPAIUC București - studiu de analiză J.169 - O/1982. Trolii așezate la sol.
32. IDT - R - rezervoare și castele de apă din beton precomprimat. Culegere de material documentar, 1966.
33. INCARC - execuția rezervoarelor din beton armat turnate la sol și ridicate în poziția finală prin liftare. Fișe tehnologice, 1977.
34. IFCT - Proiect 5832 a/1982 . Soluții îmbunătățite de tehnologii pentru castele de apă.
35. IFCT - Proiect tip 2159 . Castel de apă cu capacitatea de 200 mc.
36. IFCT - Proiect tip nr. 5248. Castel de apă cu capacitatea de 2000 mc.
37. Janhunen H. - Prefabricated M.J. Water Towers News, 1980.
38. Keintzel E. - rezervoare economice pentru castele de apă. Revista construcțiilor și a materialelor de construcții nr. 3/1964.
39. Marinov R, Friedrich R. - Similitudinea și modelul în construcții. Institutul Politehnic Timișoara, 1968.
40. Markus G. - Körzsímenikus szerkezetek elmélete és számítása .
41. Markus G. - Construcția castelelor de apă din beton armat cu structură din pinze subțiri în Ungaria. Simpozion 1988 Weimar (ADG), 1988 .
42. Mihai I. - Considerații asupra realizării rezervoarelor asamblate din panouri prefabricate. Revista construcțiilor și a materialelor de construcții nr. 3/1967.
43. Mihăilescu M, Pocanschi A., Popa I. - Castel de apă integral prefabricat. Construcții nr. 4/1979.
44. Mihăilescu M. - Invelitori subțiri. Secțiunea VII din "Manual pentru calculul construcțiilor", 1959.



45. Mihul A., Coloman S., Mihul V. - Industrializarea execuției rezervoarelor. Conferința Națională de bețoa-ne, octombrie 1978.
46. Mihul A. - Construcția unui cinematograf la Focșani . Construcții nr. 3/1978.
47. Mîrșu O., Friedrich R. - Construcții industriale speciale din beton armat. Editura didactică și pe-dagogică, București, 1975.
48. Pocanschi A., Olariu I. - Structuri antiseismice cu deformabi-litate dirijată. Construcții nr. 6/1980.
49. Prager E. - Betonul armat în România.
50. Rothert H., Stoffregen O. - Metodă rapidă în construcția castele-lor de apă. Prezentarea unui castel de apă de 63 m. înălțime și 2700 mc. capacitate cu rezervor precomprinat executat în 1974. Simpozion IASS Budapesta, 1978.
51. Santalov, Grigorievski - Construcția de rezervoare industriale din beton armat prefabricat. Promișlennoi Stroitelstvo nr. 10/1971.
52. Schaefer - Réservoir de 1200 mc. luisé par câbles . Bâtir nr. 12/1967.
53. Sommerad H., de Leumont J. Des châteaux d'eau très particuliers: les réservoirs surélevés de Villepinte Travaux, mars 1979. ..
54. Suma C. - Raport la întoarcerea de la simpozio-nul IASS Budapesta, 1978.
55. Suma C. - Procedeu pentru realizarea rezervoa-relor castelelor de apă executate din beton armat și cofraj pentru aplica-rea procedului. Brevet de invenție nr. 55834/1972.
56. Suma C, - Procedeu și instalație de liftare a rezervoarelor la castelele de apă. Dosar OSIM nr. 102603/1980.
Brevet Nr. 81014/1982
57. Suma C. - Castel experimental executat la BJATM Timișoara. Instalații de lif-tare. Conferința a II-a de mecanizare, Brașov , 1982.
58. Suma C. - Tehnologiă de liftare în construcții industriale ; echipamente și eficien-ța economică. Construcții nr. 12/1978.

59. Suma C. - Rezervoare executate din beton armat prefabricat. Dosar OSI nr. 104588/1982.
60. T.C.I. București - Proiect pentru castel de apă de 1000 mc. cu cofraj liftat.
61. T.C.I. Pitesti - Proiect de execuție a castelelor de apă cu capacitate de 500 mc.
62. T.C.I. Timișoara - Castel experimental la BJAAM Timișoara. Proiect nr. 866/1979.
63. T.C.I. Timișoara - Tehnologia de realizare a castelului de apă de la BJAAM Timișoara. Fișă tehnologică .
64. T.C.I. Timișoara - Proiect pentru castel de apă de 200 mc. reproiectat.
65. Tandler L. - Executarea cuvei bazinului de apă de 1000 mc. la castelul de apă de la Uzina de aluminiu Slatina. Revista construcțiilor și materialelor de construcții nr. 7/1967.
66. Timoshenko S., ș.a. - Teoria plăcilor plane și curbe. București, 1966.
67. Toma M. - Levage d'ouvrages préfabriqués au sol. Château d'eau de Bourvin . Construction nr. 1/1972.
68. Trofin P. - Alimentații cu apă.
69. Van der Velde A. - Des constructions modernes de chateau d'eau . Construction nr. 4/1958.
70. Zăicescu D.C. - Rezervoare din elemente prefabricate în formă de învelitori subțiri. Teză de doctorat, 1978.
71. x x x - Cahier des charges applicables à la construction des réservoirs et cuves en béton armé. Annales de l'Institut Technique du Bâtiments et des Travaux Publics, juillet - août , 1966.
72. x x x - Climbing Formwork Sets Record Casting Rates, International Construction , October 1981, Singapore.
73. x x x - Der Wasserturm bei Likkurila (Inland) - betonwerk + fertigteil - Technik West nr. 8/1978.
74. x x x - Hydraulisches Universalhubgerät für Schwerlasthubverfahren, KG VIII, prospect DLR - 9903 Joketa.

- | | | | | |
|-----|---|---|---|---|
| 75. | x | x | x | - Instrucțiuni tehnice pentru proiectarea și executarea recipientilor din beton armat. |
| 76. | x | x | x | - Noi date privind montarea fermelor metalice de acoperiș la castelul de apă de 1000 mc. de la Fabrica de produse refractare din Alba Iulia. Buletin de informare tehnică nr. 3/1966. |
| 77. | x | x | x | - Prospect firma Proceq Zürich .
Hebetechnik . |
| 78. | x | x | x | - Procedeu rapid și economic de montare a cofrajului rezervorului unui castel de apă la Alba Iulia. Buletin de informare tehnică nr. 6/1965. |
| 79. | x | x | x | - Procedeu nou pentru executarea castelurilor de apă de mare capacitate. Buletin de informare tehnică nr. 9/1972. |
| 80. | x | x | x | - STAS 6657/1-76. Elemente prefabricate din beton armat și precomprimat. Condiții tehnice generale de calitate. |
| 81. | x | x | x | - STAS 8000-67 . Calculul elementelor de beton armat și precomprimat. Metoda la stări limită. |

**PRINCIPALELE PARTI COMPONENTE ALE UNOR
INSTALATII DE LIFTARE**

Echipamentul pentru liftoare	Elementul de forță	Element de tragere	Element de asigurare	Liftări executate	Avantaje	Dezavantaje
Lift - slab SUA	Cilindru hidraulic	Tijă cu filet ralat	Puliță	Planșee	Pulilele de siguranță sînt acționate mecanic.	Liftoare în repizie condiționate de lungimea tijei-fletate.
HOCHTIEF RFG.	Presă hidraulică	Tijă filetată cu came conice	Dispozitiv cu came de susținere	Planșee, grinzi	Viteza sporită de liftoare.	Idem
JACKBCC	Presă hidraulică	NU are lucrează prin împingere	Cilindru	Bloc cu 7 etaje în Cavantry Anglia și în Rijwik - Olanda	Siguranță mare, pentru toate lucrările la sol.	Presă foarte mari NU poate fi acționat înălțimii scurte, căsteele de apă.

TEHNOLOGIE DE EXECUTIE A REZERVOARELOR DE APA

Rezervor	Tehnologie de executie	Sisteme de constructie cu otel beton	
		Beton monolit	Beton monolit / cofraj
Rezervor de apa	Cofraj de baza cofraj segment cofraj pierdut cofraj tip tunel cofraj catarator cofraj glisant beton tarcretat cofraj cu vid cofraj pneumatic invelitoare din folie		
Turn de apa	Cofraj de baza		
	Cofraj catarator		
	Cofraj glisant si combinatii		

CARACTERISTICI TEHNICE ALE UNOR INSTALATII DE LIFTARE

	U/M	Inst. cu verine de 16t f. CMCIB	Idem cu verine de 24 t f. CMCIB	Instalatie cu prese TBIB - INCEFC	Instalatie cu verine tip KG, JOCKEY (RDG)	Tralii manuale palane	Echipament hidro- ulic cu tije filetate (U.R.S.S.)	Instalatie Hebag AG-W (Elvetia)	Instalatie cu verine BYG-GINS (Suedia)	Instalatie cu verine pe cablu (Suedia)	Instalatie lift. Slab (SUA)	Instalatie HOCHTIEF AG (RFG)	Instalatie Koch Spgck (Anglia)			
vitata totala de are a instalatiei	t.f.	-	-	60	-	135	40	75	-	-	-	-	-			
arul de echipamen- instalatie	buc	12	2	2	-	12	1	8	-	-	-	12	-			
scitarea de ridicare nui echipament.	t.f.	16	24	30	28	5	40		75	16	70	-	250			
o de liftare	m/h	0.24	0.25	0.3	3	-	1.5	0.8	-	-	-	-	1			
imea unei curse ridicare	mm.	100	28	250	100	-	50	-	-	-	-	120	550			
ometru tije stinere	mm	φ40	φ76	φ50	φ50	-	-	-	φ100	-	φ45	φ26	-			
ometru cablu	mm.	-	-	-	-	-	-	-	-	φ27	-	-	-			
esiunea de lucru	bar	110	116	400	160	-	125	-	175	175	-	-	200			