

**INSTITUTUL POLITEHNIC „TRAIAN VUIA”
TIMIȘOARA
FACULTATEA DE CONSTRUCȚII**

Ing. Ștefănescu Vinerian

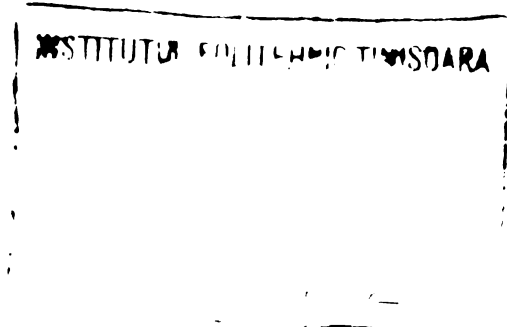
— TEZA DE DOCTORAT —

**CONTRIBUTII LA IMBUNATATIREA IMPERMEABILIZARII
CONSTRUCTIILOR DE TRANSPORT SI INMAGANIZAREA APEI**

BIBLIOTECA CENTRALĂ
UNIVERSITATEA "POLITEHNICA"
TIMIȘOARA

CONDUCATOR ȘTIINȚIFIC

Prof. dr. ing. Jura Cornel



~ 1982 ~

C U P R I N S U L T E Z E I

	<u>Pag.</u>
CAP. 1.- <u>INTRODUCERE</u>	
1.1.	Oportunitatea impermeabilizării construc- țiilor de transport și înmagazinarea apei. 1
1.2.	Indici de exprimare a eficienței căptușeli- lor pentru impermeabilizarea construcțiilor de transport și înmagazinarea apei. 3
CAP.2.- <u>ANALIZA EFICIENȚEI ECONOMICE ȘI A CALITĂȚII LUCRĂRILOR DE IMPERMEABILIZARE REALIZATE PRIN TEHNOLOGIILE AC- TUALE</u>	
2.1.	Căptușeli rigide cu suprafață dură. 9
2.1.1.	Căptușeli din beton de ciment. 10
2.1.1.1.	Căptușeli din beton simplu turnate monolit . . . 10
2.1.1.2.	Căptușeli prefabricate din beton simplu, armat și precomprimat. 11
2.1.1.2.1.	Căptușeli din dale mici de beton simplu. . . . 12
2.1.1.2.2.	Căptușeli din dale mari armate 14
2.2.	Căptușeli bituminoase puse în operă la cald. . . 18
2.3.	Căptușeli bituminoase prefabricate 20
2.4.	Concluzii rezultate în urma observațiilor autorului asupra unor căptușeli realizate în prezent. 21
CAP.3.- <u>STADIUL CERCETĂRII ȘI CONTRIBUȚIA AUTORULUI ÎN OBTINEREA UNOR IMPERMEA- BILIZĂRI MĂI EFICIENTE</u>	
3.1.	Generalități 24
3.2.	Reducerea grosimii stratului de căptușeală . . . 24

3.3.	Mărirea productivității muncii și reducerea cheltuielilor de aprovizionare transport.	25
3.4.	Reducerea pierderilor de apă prin exfiltrații cu ajutorul unor instalații și tehnologii realizate de autor.	30
3.4.1.	Reducerea pierderilor prin masa betonului.	31
3.4.2.	Reducerea pierderilor de apă prin rosturi.	37
3.4.3.	Reducerea pierderilor de apă prin aplicarea de către autor a unor izolații hidrofuge speciale	47
3.5.	Orientarea către noi tipuri de căptușeli.	51
3.6.	Concluzii	57

**CAP.4.-METODICA DE CERCETARE SI BAZA MATERIALA
PENTRU STABILIREA GRADULUI DE IMBUNATĂ-
TIRE A IMPERMEABILIZĂRII CONSTRUCTIILOR
DE TRANSPORT SI INMAGAZINAREA APEI**

4.1.	Metodele de determinarea pierderilor de apă prin infiltrații folosite în prezent.	64
4.1.1.	Determinarea pierderilor de apă prin infiltrații folosind relații de calcul bazate pe mișcarea apei prin căptușeala de beton conform Legii lui Darcy.	69
4.1.1.1.	Determinarea pierderilor difuze folosind relațiile de calcul bazate pe Legea lui Darcy.	74
4.1.1.2.	Determinarea pierderilor de apă concentrate (prin rosturi) folosind relații de calcul bazate pe Legea lui Darcy.	76
4.1.2.	Determinarea pierderilor de apă din canale prin măsurători directe.	78
4.1.2.1.	Determinarea pierderilor prin metoda biefurilor.	78
4.1.2.2.	Determinarea pierderilor de apă prin metoda debitelor de intrare și ieșire	79
4.1.2.3.	Determinarea pierderilor de apă prin metoda analizei reoelectrice.	80
4.2.1.	Determinarea pierderilor de apă difuze folosind instalația realizată de autor	81
4.2.2.	Determinarea pierderilor de apă concentrate prin rost folosind instalația realizată de autor.	83

4.3.	Baza experimentală.	84
4.3.1.	Canal cu secțiune trapezoidală cu 4 tronsoane și 4 tipuri de căptușeli limitate prin panouri impermeabile, folosit pentru determinarea pierderilor de apă prin căptușeli îmbunătățite de autor	85
4.3.2.	Instalație realizată de autor pentru determinarea pierderilor de apă din canale prin exfiltrații	92

CAP.5.- REZULTATE OBTINUTE PRIN ACTIVITATEA STIINTIFICA DE CERCETARE SI OGLINDIREA ACESTORA IN EFICIENTA ECONOMICA A CONSTRUCTIILOR DE TRANSPORT SI INMAGAZINAREA APEI

5.1.	Obiectivele lucrării	97
5.2.	Rezultate obținute pe linia reducerii costurilor materiale și a măririi productivității muncii în lucrările de impermeabilizarea construcțiilor de transport și înmagazinarea apei. .	98
5.3.	Rezultate privind reducerea pierderilor de apă prin exfiltrații	101
5.3.1.	Rezultate privind reducerea pierderilor de apă prin aplicarea peliculei din mortar cu aracet (D 25) realizată după rețeta și tehnologia autorului și a rostuirii cu asrobit folosind instalația și tehnologia autorului. .	104
5.3.1.1.	Rezultate obținute la căptușelile din beton simplu turnate monolit la care s-a aplicat pelicula din mortar cu aracet D 25, etanșarea rosturilor executându-se cu asrobit, folosind instalația și tehnologia autorului.	104
5.3.1.2.	Rezultate obținute la căptușelile din dale mari de beton armat prefabricate 2,00 x 1,00 x 0,06 - la care s-a aplicat pelicula din mortar cu aracet (D 25), etanșarea rosturilor executându-se cu asrobit folosind instalația și tehnologia autorului.	106
5.3.2.	Rezultate privind reducerea pierderilor de apă	

	prin realizarea rostuirii cu secțiune în formă de Y obținută cu dispozitivul și tehnologia realizată de autor la căptușelile din dale mari de beton prefabricate.	108
5.3.3.	Rezultate privind reducerea pierderilor de apă prin aplicarea de către autor a unor izolații hidrofuge speciale cu folie P.V.C. plastifiată.	109
5.4.	Rezultate privind modul de comportare în timp a noilor materiale introduse de autor în vederea îmbunătățirii impermeabilității construcțiilor de transport și înmagazinarea apei	111
5.4.1.	Rezultate privind modul de comportare al peliculei aplicate pe betonul monolit și dale prefabricate.	111
5.4.2.	Rezultate privind modul de comportare al asrobitului folosit la rostuirea pereților cu dale prefabricate cu rost în formă de Y. . .	113
5.4.3.	Rezultate privind modul de comportare al foliei P.V.C. plastifiată de 0,8 mm. folosită la impermeabilizări speciale.	117
5.5.	Rezultate privind reducerea consumului energetic prin aplicarea tehnologiilor și soluțiilor autorului	122
5.5.1.	Reducerea consumului energetic pentru pomparea apei	123
5.5.2.	Reducerea consumului de energie echivalentă înglobată prin asimilarea de materiale, tehnologii și soluții noi.	127
	CAP. 6. - <u>CONCLUZII</u>	136
	BIBLIOGRAFIE.	143

C A P I T O L U L 1.

I N T R O D U C E R E

1.1. Oportunitatea impermeabilizării construcțiilor de transport și înmagazinarea apei

Lucrările hidrotehnice conduc alături de alte tipuri de lucrări la asigurarea unei baze materiale corespunzătoare actualei etape de dezvoltare și modernizare a unor ramuri importante ale economiei naționale.

Asigurarea cantităților de apă mereu crescînde cu un potențial hidrolic natural constant, solicită din partea specialiștilor găsirea celor mai bune căi de obținerea acestora cu un preț de cost redus și consum energetic minim.

Prin lucrările hidrotehnice se asigură un nivel ridicat de folosire a potențialului hidroenergetic al țării noastre, fapt pentru care conducerea de partid și de stat a acordat o mare importanță, trasîndu-se sarcini sporite de amenajare complexă a principalelor râuri din țara noastră. Astfel Congresul al XI-lea al P.C.R. a aprobat elaborarea programului național de perspectivă pentru amenajarea bazinelor hidrografice, adoptat la Congresul Consiliilor Populare Județene din februarie 1976 și la Plenara C.C. al P.C.R. din aprilie 1976.

În vederea realizării acestui vast program de mare importanță pentru viitorul patriei noastre s-au prevăzut investiții de circa 1000 miliarde lei pentru următorii 25 ani.

În cadrul acestui mare ansamblu de lucrări hidrotehnice un rol important îl au construcțiile de transport și înmagazinarea apei, care influențează în mare măsură eficiența economică a

amenajărilor hidroenergetice de alimentare cu apă, îmbunătățiri funciare, navigație, piscicultură, etc. eficiență ce se concretizează în costul redus al apei și cu minimum de consum energetic.

Realizarea acestui deziderat reclamă obținerea unor soluții și tehnologii care să conducă la diminuarea costurilor lucrărilor corelat cu reducerea sau eliminarea pierderilor de apă prin infiltrații care concură la diminuarea consumului energetic.

Problema reducerii pierderilor de apă din construcțiile de transport și înmagazinarea apei, constituie una din sarcinile de bază ale specialiștilor hidrotehnicieni din institutele de cercetare, proiectare, învățământ și din unitățile de execuție a marilor obiective hidrotehnice și care se rezolvă prin realizarea unor impermeabilizări cât mai competitive atât în țară cât și în străinătate (lucrări în cooperare sau contractate cu firme străine).

Sarcina majoră în impermeabilizarea construcțiilor de transport și înmagazinarea apei o constituie implicațiile ce le generează exfiltrațiile din canale, precum și obținerea unor căptușeli ieftine și cu productivitate ridicată. Deasemenea în prezent se pune foarte acut realizarea de căptușeli cu un consum redus de energie - produs ce ridică probleme întregii omeniri.

Concluzionând importanța combaterii pierderilor de apă prin infiltrații din construcțiile de transport și înmagazinarea apei rezultă:

- economisirea apei ținând cont de resursele țării noastre impune cu strictețe acest lucru;
- economisirea energiei electrice deficitară pe plan mondial;
- reducerea suprafețelor agricole degradate datorită excesului de umiditate sau sărăturării.

Dintre efectele favorabile construcțiilor de transport și înmagazinarea apei ce decurg din căptușire pot fi reținute următoarele:

- mărirea capacității de transport;
- reducerea suprafeței agricole ce se scote din circuit prin aplicarea unor taluze cu pante mai mari ce se pretează la canalele căptușite;

- consolidarea taluzelor conduce totodată la mărirea durabilității și a viabilității construcției;
- reducerea riscului de rupere a rambleelor;
- ușurarea întreținerii;
- asigurarea calității superioare a apei prin împiedecarea dezvoltării vegetației și a antrenării particulelor din taluze în cazul când canalele ar fi necăptușite.

Concluzionând problema pierderilor de apă prin infiltrații sau în cazul canalelor căptușite pierderi prin exfiltrații, rezultă două consecințe importante și anume:

- reducerea randamentului canalelor respective cu implicații în consum energetic ridicat pentru apa pompată în plus (pierderi);
- ridicarea nivelului apei subterane cu implicații foarte multe: reducerea suprafețelor fertile de teren prin exces de umiditate, băltire, accesul greoi la lucrări, etc., pentru care necesită consum suplimentar de investiții, reducerea suprafeței arabile pentru executarea de canale de desecare, precum și consum sporit de energie necesar pompării apei.

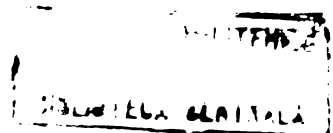
Contribuția adusă prin îmbunătățirea impermeabilizării construcțiilor de transport și înmagazinarea apei conduce la ridicarea competitivității acestor lucrări, răspunzându-se totodată la cerința majoră de a folosi cât mai judicios resursele energetice, fapt impus prin raționalizarea consumului de energie.

1.2. Indici de exprimare a eficienței căptușelilor pentru impermeabilizarea construcțiilor de transport a apei

Elementul esențial în aprecierea eficienței căptușelilor rămîne felul cum acestea îndeplinesc funcția determinată pentru care au fost realizate, adică combaterea pierderilor de apă care atrag după sine restul efectelor amintite.

Efectul pozitiv al căptușelii asupra cuantumului pierderilor de apă din canale rezultă din diferența dintre debitul pierdut în situația canalului necăptușit și cel în cazul canalului căptușit.

Dacă se consideră oă, pierderile de apă din canalele necăptușite, examinate din punct de vedere al curgerii prin mediu



poros, constituie infiltrații (I) pierderile de apă din canalele captușite, examinate din punct de vedere al curgerii din canal pot fi denumite exfiltrații (E).

Dealtfel cele două noțiuni nu se diferențiază mecanic, diferențierea făcându-se după modul intim în care se produce mișcarea apei în teren, în cazul unui canal necăptușit și a unui acoperit cu un element respectiv de permeabilitate redusă sau impermeabil dar cu discontinuități găsindu-se în unul din cele trei cazuri.

a) canal necăptușit fig. 1.1. infiltrația se produce sub forma unei curgeri printr-un mediu poros saturat în întreg domeniul limitat de curbe.

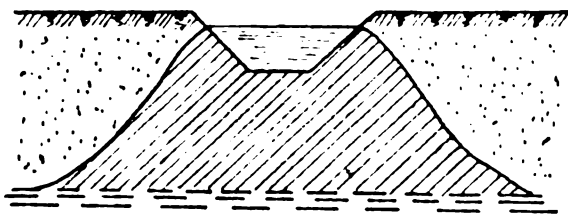


Fig. 1.1 Infiltrații din canale necăptușite

b) canal căptușit unde exfiltrația se produce fie sub forma unei migrații (sau curgeri nesaturate) printr-un mediu trifazic, cazul unei căptușiri continui de permeabilitate redusă fig. 1.2.

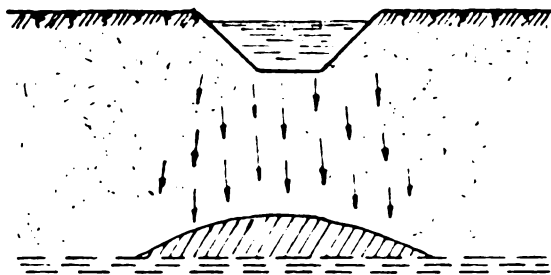


Fig. 1.2 Exfiltrații din canale captușite sub formă de scurgere nesaturată.

c) canal cu căptușeală impermeabilă dar cu discontinuități infiltrația manifestându-se sub forma unei curgeri concentrate cu mai multe domenii de saturații fig. 1.3.

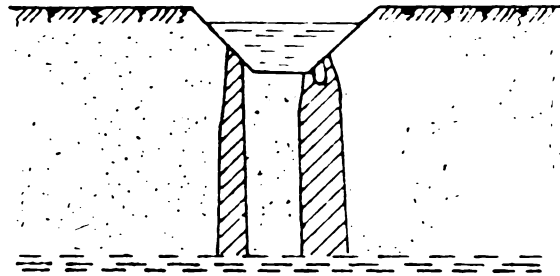


Fig.1.3 Exfiltratii din canale căptușite sub forma unor curgeri concentrate.

Reducerea pierderilor de apă prin căptușirea canalului se poate exprima printr-un indice de randament sau eficiență (η), cu ajutorul valorilor măsurate sau calculate ale infiltrațiilor ce se produc în situația canalului necăptușit și cele ale exfiltrățiilor măsurate, după căptușirea canalului. [34]

$$\eta = \frac{I - E}{I} \times 100 \% \quad (1.1)$$

Acest indice dă indicații concrete asupra eficienței căptușelilor executate, într-o situație concretă de amplasament, fiind însă expus unor variații inerente datorită oscilațiilor apei subterane, care pot determina modificări în felul cum se produce mișcarea apei în mediul poros.

Astfel când nivelul apei subterane (DW) se găsește la o adâncime destul de mare, sub fundul canalului, infiltrația și exfiltrăția se produce după legile unei curgeri libere în teren fig. 1.4.

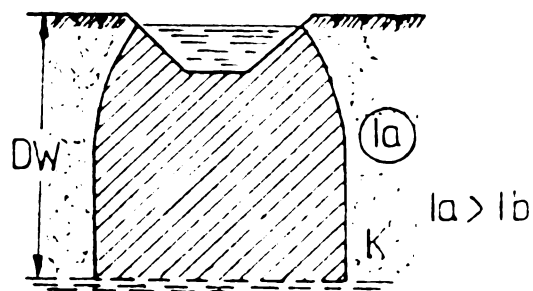


Fig. 1.4 Exfiltratii la canale cu nivelul apei subterane (DW) la adâncime mare.

În cazul ridicării nivelului freatic este posibil să apară o situație în care infiltrațiile devin înecate, valoarea lor reducându-se față de situația anterioară, în timp ce exfiltrațiile rămânând în curgere liberă cu aproximativ aceeași mărime, fig.1.5.

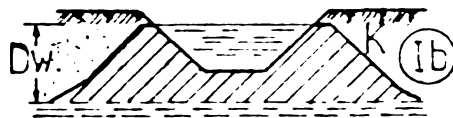


Fig.1.5 Exfiltrații la canale cu nivelul apei subterane (DW) la adâncime mică.

Variația randamentului căptușelilor în raport cu oscilațiile nivelului apei subterane, se deduce prin reprezentarea pierderilor de apă într-un sistem de coordonate I, E - DW (fig. 1.6).

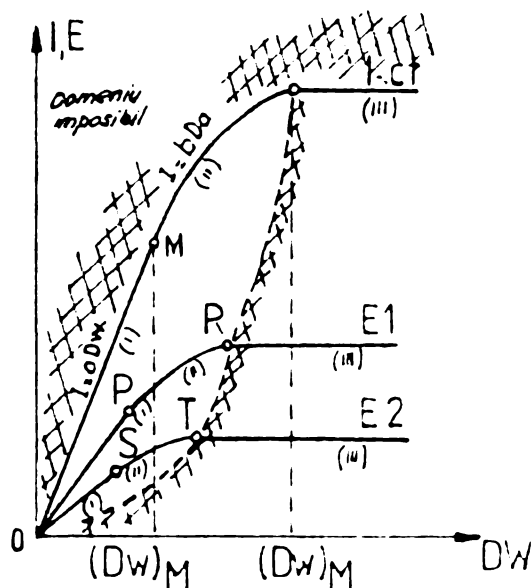


Fig.1.6 Reprezentarea I,E,DW

Curba de variație a infiltrațiilor cu poziția nivelului apei subterane $I = f(DW)$ limitează în mod absolut domeniul pierderilor de apă posibile. Pe această curbă se disting trei fragmente în limitele cărora modul de producere a infiltrației în teren este diferit:

I. La adâncimi mici ale nivelului apei subterane, mărimea infiltrațiilor variază aproximativ linear cu DW, mișcarea apei în teren fiind înecată.

II. Între cele două segmente există o zonă de tranziție

în care infiltrațiile variază exponențial cu DW ; mișcarea apei în teren fiind semiînecată.

III. La adâncimi mari ale nivelului apei subterane mișcarea apei în teren este de natura unei curgeri libere, valoarea infiltrațiilor fiind constantă.

În același grafic pentru același canal a carei suprafață a fost acoperită cu o căptușeală imperfectă, exfiltrațiile vor descrie curba $E = f(DW)$ situată între curba $I = f(DW)$ și axa ODW .

Pozițiile extreme ale curbelor E marchează fie lipsa exfiltrațiilor - axa ODW - în cazul impermeabilizărilor perfecte ($E = 0$), fie ineficiența elementului de impermeabilizare, când exfiltrațiile sînt egale cu infiltrațiile.

Curbele $E = f(DW)$ au tot trei segmente.

- curgere înecată (I);
- curgere semiînecată (II);
- curgere liberă (III).

Rezultă în consecință că atunci când infiltrația și exfiltrația se produce în mod diferit în teren indicele nu exprimă întreaga capacitate de impermeabilizare a căptușelii respective, potențialul de impermeabilizare al unei căptușeli, valorificîndu-se la maximum numai cînd condițiile naturale permit și infiltrații și exfiltrații libere.

Ținînd seama de aceste aspecte care intervin în analiza eficienței au fost definiți doi indici de eficiență sau randament.

- indicele de eficiență locală (η loc.) care exprimă eficiența unei căptușeli într-o locațiune dată care este supus unei variații logice funcție de oscilațiile nivelului apei subterane;

- indicele de eficiență absolută (η abs.), corespunzător condițiilor naturale care admit atît infiltrații cît și exfiltrații libere și care exprimă potențialul maxim de impermeabilizare a unei căptușeli.

Indicele de eficiență absolută constituie un mod de exprimare unitar al efectului de impermeabilizare a unei căptușiri independent de poziția apei subterane, fiind totuși legat de

interacțiunea căptușire - teren. Deasemeni acest indice este reprezentativ și pentru calitatea execuției căptușelii.

Astfel indicele de eficiență absolută dă posibilitatea efectuării unor studii comparative atât între diferența soluției de căptușire realizată cât și în cazul aceluiași soluții asupra calității execuției.

Avînd în vedere cerințele majore pentru apă cât și necesitatea obținerii unor impermeabilizări cât mai eficiente cu un randament absolut cât mai mare, obiectivele cercetării a constat în:

- ridicarea competitivității căptușelilor existente prin îmbunătățirea tuturor parametrilor;

- stabilirea de noi soluții și tehnologii care să conducă la ieftinirea căptușelilor și la mărirea gradului de impermeabilizare.

Deasemeni atât la căptușelile clasice cât și la cele în curs de omologare pe scară largă, s-a pus problema eliminării unor materiale deficitare (materiale de import) precum și o reducere importantă a consumului de energie.

C A P I T O L U L 2.

ANALIZA EFICIENȚEI ECONOMICE ȘI A CALITĂȚII LUCRARILOR DE IMPERMEABILIZARE REALIZATE PRIN TEHNOLOGIILE ACTUALE

În vederea stabilirii cât mai corecte a eficienței noilor soluții și tehnologii de impermeabilizare puse în aplicare, se prezintă în continuare cele mai frecvente soluții de impermeabilizare folosite pe plan intern și în lume și evaluarea pierderilor prin infiltrații la aceste tipuri, precum și alte dezavantaje.

2.1. Căptușeli rigide cu suprafața dură

Căptușelile rigide reprezintă și în perioada actuală soluția de bază în lucrările de impermeabilizare a canalelor pentru alimentări cu apă, irigație, hidroenergetice și mai puțin fluviiale, aceste tipuri oferind o mare siguranță, durabilitate și simplitate în execuție.

Realizarea acestor tipuri de căptușeli impune respectarea sau încadrarea în anumite cerințe și anume:

- Stratul suport pe care se aplică elementul de căptușeală trebuie să prezinte stabilitate pentru a preîntâmpina fisurarea acestor lucrări rigide;

- Necesitatea unui strat subțire egalizator de regulă drenant sub căptușeală - problemă încă neclarificată, întrucât din lucrările experimentale la o serie de aducțiuni, s-a obținut rezultate bune și fără strat dar cu anumite îmbunătățiri în impermeabilizarea pereților atât prin masa de beton cât și prin rosturi, îmbunătățiri la care se va materializa contribuția teoretică și practică a autorului prezentei lucrări.

- Vitezele maxime admisibile trebuie să fie corelate cu marca betonului și cu condițiile de neoolmatare.

2.1.1. Căptușeli din beton de ciment

Este cunoscut pe plan mondial faptul că aceste căptușeli reprezintă cea mai sigură soluție, chiar dacă costul lor e ridicat, consumul mare de ciment și investiția mare sînt justificate de avantajele ce le înregistrează acest tip de căptușeli.

Se știe că acest tip de căptușeli satisface majoritatea condițiilor cerute de buna funcționare și de viabilitate îndelungată.

Asupra acestei categorii de căptușeli s-a intervenit în cadrul prezentei lucrări cu îmbunătățiri în scopul măririi gradului de impermeabilizare și totodată asupra reducerii costului.

Prin îmbunătățirea tehnologiilor și a utilajelor de betonat s-a reușit ca betonul simplu folosit la căptușeli să aibă calități apropiate de cel armat.

2.1.1.1. Căptușeli din beton simplu turnate monolit

Pe măsura realizării unor utilaje de mare productivitate, aceste tipuri de căptușeli au început să predomine în special pentru canalele energetice, unde vitezele mari de la canalele de fugă impun realizarea de căptușeli foarte rezistente.

Căptușelile se realizează într-un strat a cărui grosime variază între 5 - 10 cm., mai frecvent 10 cm. și în anumite situații adică la cele cu viteză mare (canale rapide) grosimea crește.

Marca ridicată ce se folosește la căptușeli este impusă de etanșitate și gelevitate. Tot ca o cerință specifică impermeabilizării la canale o constituie rezolvarea menținerii betonului proaspăt pe taluze în timpul punerii în operă. De aceea la aceste căptușeli se folosesc betoane vîrtoase permițînd și lucrabilitate ușoară.

Din experimentările efectuate rezultă că această cerință se rezolvă prin utilizarea a 3 - 4 sorturi de agregate pentru betoane.

Deasemeni din compararea rezultatelor prin încercări

cu aparatură modernă pe căptușelile realizate prin diferite tehnologii, se desprind următoarele:

- căptușelile realizate cu instalații speciale prezintă o superioritate în privința pierderilor de apă prin exfiltrații cât și în viabilitatea acestor lucrări. În general marca betonului realizat la căptușirea canalelor cu instalații moderne (Rahco și Dingler) este superioară celor obținute prin procedeele clasice cu peste 20 %;

- căptușelile la care s-a umectat suprafața în primele 14 zile de la turnare a avut rezistență mecanică de 2 ori mai mare ca la căptușelile ce nu au fost tratate.

Kook a evoluat neprotejarea betonului proaspăt cu o diminuare de ciment egal cu 1/3 din dozajul normal.

- apariția fisurilor longitudinale și în mod frecvent pe taluze în zona nivelului de exploatare, unde comportarea se manifestă în mod deosebit în zona cu apă (zona umedă) și zona superioară nivelului de exploatare (zona uscată);

- rosturile, deși sînt numai pe 1/3 din grosimea dalei, totuși fisurile ce apar foarte frecvent conduc la mari pierderi de apă și implicit la deranjarea căptușelii prin antrenarea de către apa din exfiltrații a materialului suport.

2.1.1.2. Căptușeli prefabricate din beton simplu armat și precomprimat

Extinderea pe o cale mai largă a introducerii căptușelilor prefabricate are la bază unele avantaje, printre acestea enumerînd:

- posibilitatea de a concentra în centre de prefabricate execuția betonului care conduce la îmbunătățirea substanțială a nivelului calității;

- reducerea cheltuielilor de protejare a betonului;

- asigurarea unui flux continuu în sensul că prefabricatele se pot monta și în perioadele de iarnă cînd betonul nu se poate turna.

Deasemeni în poligoane se pot realiza prefabricate în tot cursul anului.

- mărirea productivității de aproape 2 ori, reducând forța de muncă cu 50 %.

În țara noastră se fabrică curent 2 grupe de prefabricate:

- dale mici din beton simplu;
- dale mari din beton armat.

În prezent se tinde către dalele mari din beton armat, acestea prezentând multe avantaje față de dalele mici din beton simplu.

2.1.1.2.1. Căptușeli din dale mici din beton simplu

Acest tip de căptușeli a fost și este încă folosit pe scară largă la impermeabilizarea canalelor mici, tocmai datorită simplității confecționării și montării dalelor.

Având în vedere că acestea se execută de greutate accesibilă manipulării de către om și că procesul tehnologic este destul de simplu, aceste căptușeli se execută cu forța de muncă mai puțin calificată, neridicând probleme în realizarea acestora.

Din lucrările realizate pînă în prezent cu asemenea prefabricate, dalele de 50 x 50 x 6 reprezintă ponderea ca urmare a faptului că se corelează cu greutatea maximă accesibilă (33 kg) pentru lucrările manuale și deci cu productivitatea cea mai mare pentru acest tip de dale.

Mai puțin folosite sînt dalele cu dimensiunile 30 x 30; 30 x 40; 50 x 25, care pe lîngă faptul că au o productivitate scăzută, ajungînd sub 50 % față de dalele cu dimensiunea de 50 x 50, conduc la pierderi duble prin rosturi și chiar mai mari.

Analizînd modul de comportare în timp și eficiența acestui tip de căptușeli se desprind următoarele:

- dale prefabricate din beton simplu se recomandă numai pentru canale cu debite mici și înălțimi reduse pentru a avea o presiune cît mai mică pe suprafața dalei și a rostului, pierderile crescînd proporțional cu înălțimea.

Deasemeni sînt recomandate la canale provizorii și cu durată redusă de funcționare.

- prezintă o pierdere prin exfiltrații de 250 -400 $l/m^2/24$ h datorită rețelei dense a rosturilor;

- necesită un volum sporit de manoperă aproape 50 % din costul căptușelii ceea ce le face să aibă o productivitate redusă;

- datorită densității mari a rosturilor, pe lângă faptul că prezintă pierderi mari de apă dar și pericolul spălării stratului suport și odată cu aceasta și deranjarea dalelor pe taluze, ceea ce face ca aceste tipuri de căptușeli să aibă o durată de funcționare sub 50 ani;

- durata de folosință este dată de marca betonului și modul cum se execută rostuirea.

Prin mărirea gradului de mecanizare și automatizare a stațiilor de betoane, s-a reușit ca marca betonului obținut în confecționarea dalelor să răspundă cerințelor de rezistență mecanică cât și de micșorarea pierderilor prin infiltrații. Nu același lucru putem spune de rostuire unde densitatea acestora este destul de mare și unde problema pierderilor prin rosturi nu a fost rezolvată în mod corespunzător.

Din literatura din țară și străinătate rezultă că în mod frecvent rostuirea se execută cu 2 tipuri de mortare și anume:

- mortare de bitum care predomină;

- mortare de ciment mai puțin indicate pentru faptul că aceste rosturi sînt rigide și la cea mai mică tasare sub dală cît și în timpul prizei datorită contracțiilor apar fisuri fie în masa rostului fie la îmbinarea dintre rost și dală.

Nici rostuirea cu mortar de bitum nu rezolvă în mod corespunzător reducerea pierderilor prin rost. Din urmărirea pierderilor pe unele canale de aducțiune, rezultă diferența mare de pierderi între pereul monolit, pereul din dale mari și pereul din dale mici examinate la acest capitol astfel:

- la canalele căptușite cu beton simplu sau armat pierderile prevăzute în literatura de specialitate sînt în medie de 150 - 200 $l/m^2/24$ h.;

- la canalele căptușite cu dale mari din beton armat aceste pierderi sînt de 200 - 250 $l/m^2/24$ h.;

- la canalele căptușite cu dale mici prefabricate, pierderile sînt cu mult mai mari și variază pe un interval foarte mare 250 - 400 l/m²/ 24 h, lucru ce ne demonstrează că deși dalele mici au fost de aceeași marcă sau chiar superioară dalelor mari, pierderile sînt mai mari datorită rosturilor a căror desitate crește față de dalele mari de 5 - 6 ori.

2.1.1.2.2. Căptușeli din dale mari din beton armat

Dalele mari au apărut în 1968 ca urmare a inovației propusă și aplicată de autor la Trustul de Construcții pentru Îmbunătățiri Funciare Craiova, prin care s-a rezolvat o serie de probleme care să conducă la mărirea competitivității lucrărilor de căptușire atât din punct de vedere al reducerii pierderilor prin exfiltrații cât și prin mărirea duratei de folosință a acestora în paralel cu reducerea costurilor și a materialelor. În concluzie acest tip de căptușeală prezintă următoarele avantaje:

- mărește productivitatea muncii de peste 10 ori față de sistemul clasic cu dale mici și se apropie de productivitatea realizată cu unele instalații moderne, ținînd cont de faptul că procesul tehnologic de execuție cu dale mari se continuă pe toată perioada anului, inclusiv iarna, pe cînd căptușirea cu beton monolit nu se poate realiza iarna;

- introducerea industrializării, obținerea unei calități superioare ca urmare a obținerii în poligon sau uzină;

- reducerea pierderilor de apă prin exfiltrații de la 400 la 200 l/m²/24 h. cu posibilități de reducere și mai mult;

- în comparație cu căptușelile din beton monolit se economisește cantitatea de ciment cu 35 % și produsele de balastieră cu 40 % reducînd totodată costul transporturilor cu 38 % ;

- prezintă stabilitate la fisuri în comparație cu căptușelile monolit unde fisurile în spațiu dintre rosturi își fac apariția prin tasările ce au loc în stratul suport.

Analizînd modul de comportare în timp al acestui tip de căptușeli la aducțiunile executate de P.C.I.F. Craiova

și anume: Calafat - Băilești, Cetate - Galicea Mare și Izvoare - Cujmir, cât și la alte lucrări din țară, se desprind următoarele:

- în unele zone dalele au fost deranjate din mai multe motive și anume:

- executarea finisajelor manual conduce la denivelări ale patului suport neputându-se realiza un rost constant în unele zone dalele sprijinându-se iar în altele fiind la distanțe mari rostul prezentând punte slabe ale căptușelii conform fig. 2.1.

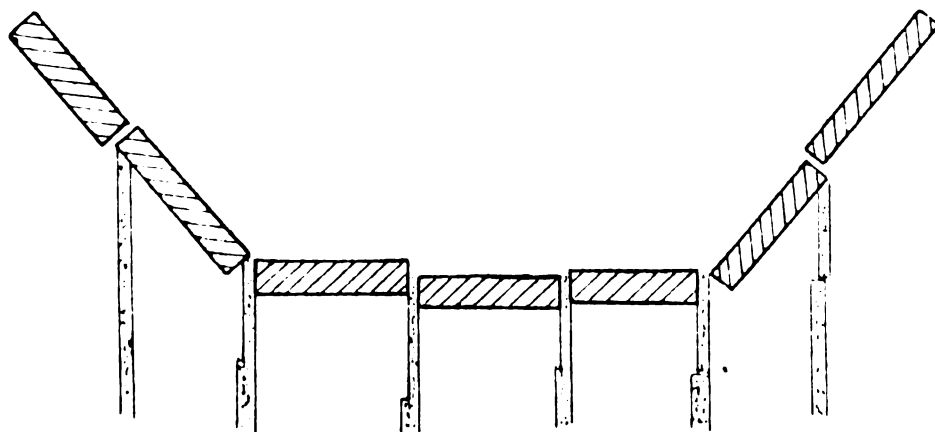


Fig. 2.1 Dale deplasate

- rostuirea efectuată prin tehnologia actuală nu a dat rezultatele scontate întrucât chiar după 2 ani de exploatare rosturile au fost deteriorate atât cele din mortar de ciment cât și cele din mortar de bitum.

Cauzele care au condus la aceste neajunsuri au constat în:

- vegetația a străpuns mortarul de bitum în multe zone iar în alte zone a condus la desprinderea mortarului de pe dala de beton conform fig. 2.2.

- variațiile de temperatură care acționează diferit în masa betonului și masa bitumului, în special în perioadele de iarnă cu efecte maxime între zi și noapte.

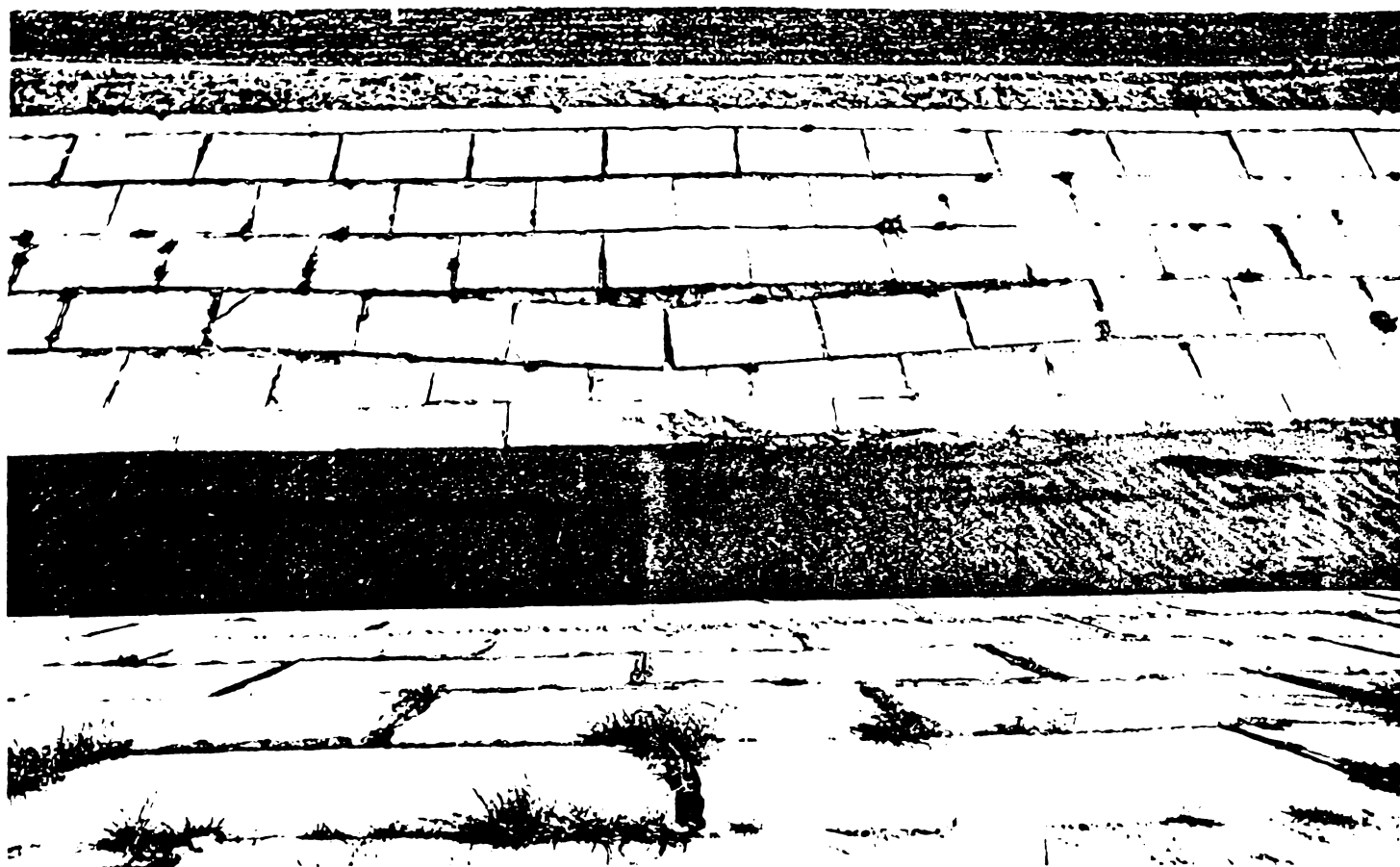


Fig. 2.2 Rosturi deteriorate de vegetație.

- apariția imediată a fisurii în rosturile cu mortar de ciment ca urmare a eforturilor ce iau naștere în rost la efectuarea întăririi mortarului.

Deasemeni la cea mai mică deplasare a dalei ca urmare a micilor tasări a stratului suport apar fisurile.

- în zona de reazim a dalei de taluz pe dala de fund fig. 2.3. prin actuala tehnologie nu se rezolva etanșeitatea în primii ani, aceasta rezolvându-se după 3 - 4 ani de funcționare, timp în care colmatarea impermeabilizează parțial zona de fund.

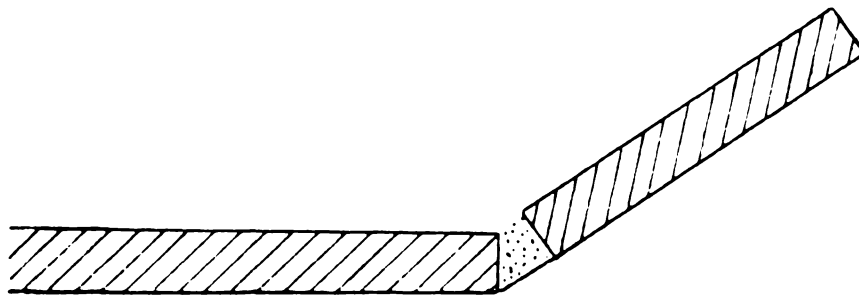


Fig. 2.3 Rezemarea dalelor prefabricate de pe taluz pe cele de fund.

- distanțierii ce se montează între dale creiază probleme în sensul că după ce se extrag rămân breșe pentru infiltrații când rostul este de mortar de ciment, iar în cazul mortarului din bitum se produce deplasarea dalelor, reducându-se rosturile între unele dale, iar între altele rostul crește, creindu-se zone de infiltrații fig. 2.4.

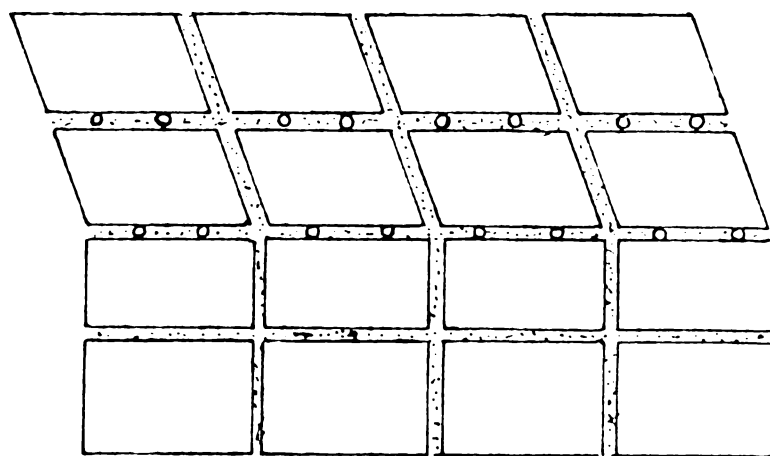


Fig. 2.4 Dispozitia rosturilor cu distanțieri de fixare.

- lipsa de rigiditate la tiparele metalice în care se obțin dalele, precum și neasigurarea unui pat suport perfect orizontal de turnare, conduce la abateri de la dimensiunile proiectate atât în plan orizontal cât și vertical cu efecte negative la montare unde rosturile nu se mai respectă, prezentând abateri mari în plan orizontal ca în figura 2.5.

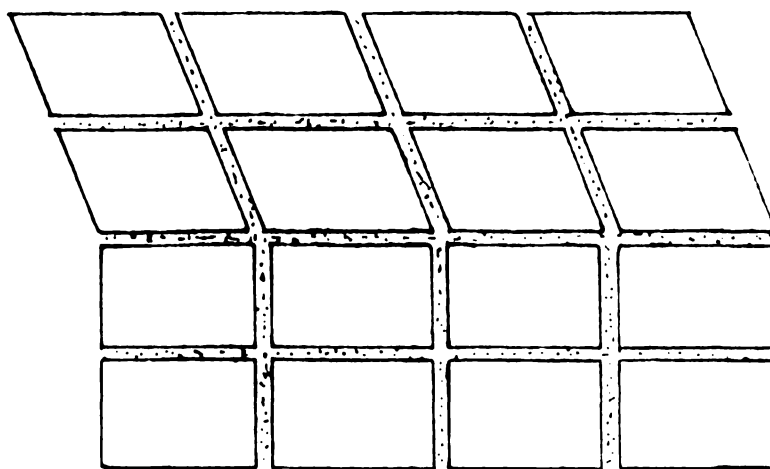


Fig. 2.5 Rosturi necorespunzătoare.

. // .

Concluzionînd tehnologia de execuție a acestui tip de căptușeli din dale mari prefabricate rezultă că este indicat dar cu rezolvarea obținerii dalelor prefabricate cu rost în formă de Y prin adaptarea unor dispozitive corespunzătoare, prin folosirea la finisarea patului suport a unor instalații moderne de mare productivitate și problema cea mai grea, rezolvarea rostuirii, care ar conduce la un randament de eficiență absolută și locală aproape de maxim.

Modul de rezolvare a acestor dezavantaje este prezentat în unul din capitolele următoare.

2.2. Căptușeli bituminoase puse în operă la cazi

Folosirea bitumului natural în lucrările hidrotehnice are o vechime de peste 4 milenii, fapt dovedit în unele lucrări ce funcționează și astăzi cum este îmbrăcămintea de protecție a digului de pe Tigru la ASSUR, realizată în anul 130 î.e.n. pe vremea regelui Adad Mireri I.

Îmbrăcămintea digului este din zidărie de cărămidă înglobată într-un mastice bituminos. Acest tip de căptușeli se folosește în prezent în special la canale cu secțiune mare unde se poate organiza execuția cu o tehnologie apropiată de cea a turnării betoanelor pe drumuri, folosindu-se mașini și utilaje de mare productivitate.

În comparație cu căptușelile de beton aceste căptușeli sînt competitive dacă se execută corect, dar totuși datorită duratei mai reduse (sub 50 ani) au folosirea mai limitată.

În țara noastră folosirea acestor căptușeli este destul de limitată ca urmare a o serie de factori și anume:

- dificultățile tehnologice care nu sînt puse la punct ca dotare nu asigură execuțarea cu exactitate a rețelelor care să nu depășească toleranțele:

- . 2 - 5 % pentru agregate;
- . 1 % pentru părțile fine;
- . 0,2 % pentru bitum.

De remarcă oă nici în plus nu se pot admite cantitățile de bitum, acestea slăbind rezistența, spre deosebire de

betoanele cu ciment, unde plusul de liant nu înrăutățește marca betonului, lucru ce se oglindește în diagrama din fig. 2.6.

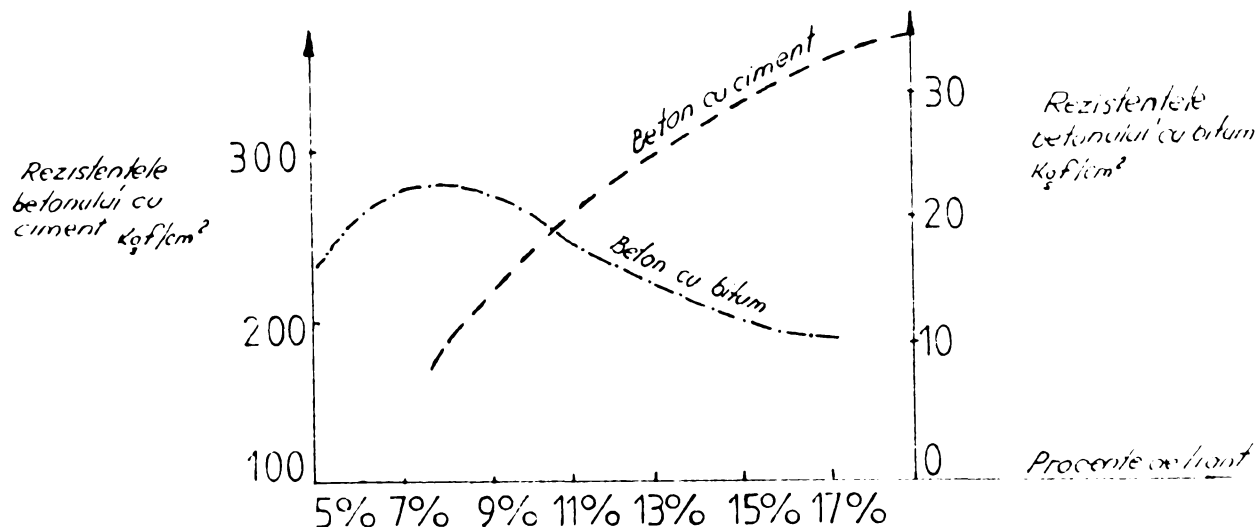


Fig.2.6 Diagrama rezistențelor în funcție de dozajul în liant pentru betoane.

Viteza mică de pînă la 1 m/sec. impusă de acest tip de căptușeli conduce la secțiuni mari și în final la scoaterea din circuit a unei mari suprafețe de teren, precum și mărirea suprafeței de căptușire.

- Sînt sensibile la străpungerea de către plante, ceea ce conduce la reducerea duratei de folosință și la pierderi prin infiltrații;

- necesitatea de a se pune în operă într-un timp scurt;

- pericolul de accidente în muncă prin arsură datorită temperaturii ridicate a bitumului și mai cu seamă că locul de punere în operă este înclinat.

Cu toate dezavantajele amintite acest tip de căptușeli prezintă un interes mai mare pentru canalele cu secțiune mare și taluz dulce.

Un element destul de important îl prezintă consumul redus de energie pentru producerea bitumului în comparație cu consumul pentru producerea cimentului. Astfel la ciment se consumă 660 kwh/t. pe cînd la bitum 330 kwh/tonă.

Un alt avantaj al acestei soluții de căptușeli o constituie punerea în operă a betonului sub apă, cunoscută sub denumirea de " Press - Osphalt " tehnologie pusă la punct în

Olanda în 1959 și apoi dezvoltată și utilizată în 1968 de R.F.G. pentru căptușirea sub apă a canalului " Mittelland " care a permis intrarea în funcțiune a canalului necăptușit, aceasta executându-se în timpul exploatării.

Avînd în vedere cele prezentate mai sus rezultă că acest tip de căptușeală are o limită mai redusă, fapt pentru care nu a fost aprofundat în cadrul lucrării, neavînd dotarea necesară experimentării și încercării unor tehnologii îmbunătățite.

2.3. Căptușeli bituminose prefabricate

Aplicarea acestei soluții are ca scop de a păstra avantajele betonului bituminos turnat la cald dar de a elimina în același timp dezavantajele acestuia și anume:

- prepararea și punerea în operă la temperaturi ridicate;
- folosirea forței calificate;
- utilizarea unui liant.

Procedeul constă în realizarea unor dale cu dimensiuni de 4 - 8 cm, grosime și montarea lor pe canale.

Deși Kraatz afirmă că rezultatele obținute cu dale de 1,0 x 1,0 x 0,1 nu au fost satisfăcătoare datorită lungimii mari a rosturilor, a durabilității scăzute și a cheltuielilor mari de transport, totuși în anumite situații au fost folosite.

Avînd în vedere că țara noastră dispune de nisipuri bituminose naturale este indicat a se continua cercetarea și experimentarea acestui tip de căptușeli în vederea înlăturării dezavantajelor arătate de Kraatz, existînd posibilitatea de introducere în execuție pe scară largă după ce se va asimila dispozitive și instalații capabile să asigure un ritm rapid de realizarea dalelor în uzine sau poligoane de prefabricate.

În experimentările ce au avut loc în țara noastră aceste dale s-au folosit fie singure, fie ca protecție a materialului impermeabil (folie, pînză bituminată, țesătură de fibră de sticlă, etc.).

Totuși trebuie menționat faptul că acest tip de căptușeală necesită taluze mai mici, viteze mai reduse și o folosire limitată pentru alimentări cu apă.

2.4. Concluzii rezultate în urma observațiilor
autorului asupra unor căptușeli realizate
în prezent

Analizînd modul de realizare și comportare a căptușelilor realizate de către P.C.I.F. CRAIOVA rezultă:

- dalele mari prefabricate prezintă cea mai mare stabilitate, acestea păstrîndu-și calitatea necesară asigurării gradului de impermeabilizare pe toată durata observației peste 13 ani;

- productivitatea muncii este mai mare de peste 15 ori în cazul căptușelilor cu dale mari prefabricate față de dalele prefabricate mici;

- pierderile de apă la canalele căptușite cu dale prefabricate mari sînt de peste 6 ori mai mici ca în cazul dalelor mici;

- în terenurile cu exces de umiditate stabilitatea căptușelilor din dale prefabricate cît și a căptușelilor monolite a fost deranjată, apărînd fisuri și dislocări la cele monolite și deplasări a dalelor prefabricate. În vederea rezolvării menținerii stabilității căptușelilor în asemenea situații s-a intervenit fie cu drenaj pe fundul canalului pentru depresionare, fie cu strat filtrant sub pereu cu ștuțuri - ventuze de preluarea apei ce provine din stratul freatic.

- căptușelile realizate din betoane monolit cu instalații speciale (Rahco și Dingler) prezintă un grad superior de impermeabilizare cît și o secțiune constantă a canalelor betonate dar cu un cost mai ridicat cu circa 30 % față de căptușelile din dale prefabricate;

- căptușelile realizate din beton monolit pus în operă manual pe lîngă faptul că prezintă calități inferioare (grad de impermeabilizare și fiabilitate) necesită și un consum sporit de beton care în final conduce la scumpirea acestui gen de lucrări;

- căptușelile bituminoase nu pot fi valorificate corespunzător în prezent, dotarea existentă și condițiile de punere în operă a betoanelor asfaltice pe taluze și fundul canalelor nu permit realizarea unor lucrări eficiente. Urmează ca pe măsură ce

vor fi asimilate tehnologii și instalații adecvate, să se lărgească sfera folosirii acestui tip de căptușeli care în prezent este destul de redusă.

Rosturile de la căptușelile analizate au fost realizate în trei tipuri și anume: rosturi umplute cu mortar de ciment, cu mortar de bitum și cu asrobit.

Din observațiile făcute pe câteva tronsoane de canale la care s-au aplicat cele 3 tipuri de rosturi, s-a putut trage următoarele concluzii:

- la rosturile executate cu mortar de ciment au apărut fisuri aproape la toate rosturile ca urmare a tasării dalelor, fisuri care sînt în general proporționale cu adîncimea de tasare a dalelor;

- la rosturile executate din mortar de bitum au apărut multe fisuri în mortar tot datorită tasării dalelor, dar în plus la aceste rosturi s-a manifestat desprinderea acestora de pe rost după 2 - 3 ani de funcționare conf. fig. 2.7.

Deasemeni la aceste rosturi vegetația se dezvoltă din abundență, grăbind și mai mult desprinderea mortarului prin forțarea acestuia de către sistemul radicular al vegetației.



Fig.2.7 Alunecări de dale în zona de rostuire cu mortar de bitum.

La rosturile executate cu asrobit, deși s-au produs tasări însemnate, față de suprafața dalelor lăsându-se 2- 3 cm. și chiar 4 cm. nu s-a produs fisurarea sau desprinderea asrobitului de zona de aderență.

Deasemeni vegetația nu s-a dezvoltat în zonele rostuite cu asrobit, acest tip de etanșare dovedindu-se cel mai bun din cele 3 tipuri.

Cu toate calitățile bune arătate la acest tip de etanșare a rosturilor, s-a observat totuși că în special acolo unde rosturile sînt mari, asrobitul sub acțiunea valurilor, are tendința de curgere și odată cu aceasta apare pericolul de străpungere în zona de curgere. Acest fenomen se întîmplă de obicei în primii ani, pînă ce asrobitul formează o crustă la suprafață, după care devine mai rezistent la acțiunea dinamică a apei.

În vederea rezolvării imediate, în special în zonele periculoase, am experimentat aplicarea unei pelicule asemănătoare cu cea aplicată la căptușeli.

Aplicarea sistemului de etanșare a rosturilor zonelor de racord a unor construcții cu asrobit a rezolvat rapid situații în care ne-am aflat cu unele bazine de refulare, stăvilare și poduri pe canalele de aducțiune în sensul că a permis remedierea rosturilor chiar pe suprafețele umede și într-un timp scurt.

Rămîne în continuare ca problema etanșeității construcțiilor hidrotehnice cu asrobit să fie extinsă la toate lucrările hidrotehnice.

Avînd în vedere modul de comportare și eficiența impermeabilizărilor analizate, rezultă că impermeabilizarea cu dale prefabricate mari și cu beton monolit realizat cu instalații speciale, constituie cele mai bune căptușeli și de aceea în cadrul tezei s-a aprofundat soluțiile și tehnologiile de realizare și în mod special rezolvarea rosturilor care reprezintă sursa principală a pierderilor de apă prin exfiltrații.

C A P I T O L U L 3.

STADIUL CERCETĂRII ȘI CONTRIBUȚIA PERSONALĂ ÎN OBTINEREA UNOR IMPERMEABILIZĂRI EFICIENTE

3.1. Generalități

După cum se cunoaște din literatura din țară și străinătate, căptușelile din beton de ciment Portland au fost cele mai utilizate, acestea dovedind a fi cele mai rezistente, dacă sînt bine proiectate executate și întreținute.

Acest lucru a fost dovedit la o serie de lucrări executate încă din 1910 - 1918 pentru construcțiile hidrotehnice ale Biroului de la Umatila Yachima, Boise și Valley din Oregon S.U.A., care sînt în bună stare și în prezent și cu o întreținere minimă vor fi în funcțiune pentru mulți ani.

Au fost și lucrări nereușite la aceste tipuri de căptușeli, datorită pierderii suportului în timpul acțiunii apei și de umflare a argilelor expansive. Deasemenea presiunile hidrostactice excesive sub căptușeală umflarea datorită înghețului, deteriorarea superficială de la îngheț și dezgheț, calitatea inferioară a betonului, metode greșite de proiectare de construcție sau combinația acestora și factori similari au produs deteriorări.

Toate aceste neajunsuri cît și cele de natură economică, s-a căutat să fie rezolvate. În capitolele următoare se prezintă căile de rezolvare.

3.2. Reducerea grosimii stratului de căptușeală cu menținerea gradului de impermeabilizare

sau chiar îmbunătățirea acestuia

Această îmbunătățire s-a obținut prin:

- extinderea căptușelilor prefabricate ce se realizează din dale executate în poligoane speciale, unde marca betonului este superioară celui turnat în căptușelile monolit;
- introducerea unor armături cu secțiune mai mică, dar cu calitate superioare - cazul armăturii din S.F.M. de 3 - 4 mm. ce înlocuiește cu succes oțelul beton de 6 - 8 mm.;
- îmbunătățirea curbei granulometrice prin extinderea granulației mici 0 - 7 mm.;
- aplicarea unor straturi subțiri (peliculă) alcătuit din poliacetat de vinil D 25, ciment, nisip fin și apă. rețetă experimentată în laborator la T.C.I.F. Craiova - autor ing. Ștefănescu V.

Prin aceasta s-a redus grosimea dalei de la 8 cm. la 5 - 6 cm. asigurând o impermeabilizare totală, iar costurile au scăzut cu 10 lei/mp.

3.3. Mărirea productivității muncii și reducerea cheltuielilor de aprovizionare - transport

În vederea folosirii cât mai judicioase a poligoanelor de prefabricate și a scoaterii din circuit a unei suprafețe cât mai redusă, T.C.I.F. Craiova prin inovația realizată de autor, [64] a perfecționat sistemul de execuție etajat al dalelor în pachete, rezolvând în același timp și problema cea mai grea a manipulărilor și transportului, unde productivitatea lucrărilor a crescut de 10 ori, iar timpul de staționare a mijloacelor de transport s-a redus cu circa 60' pentru dale mici și 30' pentru dale mari fig. 3.1. De asemenea acest sistem de execuție în pachete permite restrângerea frontului de lucru pe zonele de execuție a căptușelilor conducând totodată la asigurarea unui risc mai ridicat la montarea prefabricatelor.



Fig. 3.1 Execuția prefabricatelor în sistem pachetizat

Deasemeni prin aceeași inovație s-a exclus paleta suport pentru manipulare și transport înlocuindu-se cu o dală suport ce este folosită la fel ca celelalte dale din pachet. Numărul de dale din pachet este de 8, 16 și 20 bucăți, echivalent cu capacitatea mijloacelor de transport.

O impermeabilizare mai bună s-a reușit prin aplicarea soluției cu dale mari prefabricate de $3 \times 1,50 \times (0,08)(0,06)$ tehnologie ce aparține autorului fig. 3.2.

Acest tip de prefabricate are și un randament absolut mult mai mare prin diminuarea rosturilor care constituie o sursă importantă de exfiltrații, iar productivitatea montării dalelor mari crește de 8 ori față de dalele mici ce se montează manual.

Grosimea dalelor a evoluat micșorându-se la 6 cm., iar pentru soluțiile de căptușire cu folie P.V.C. plasi la care unele dalele au rol de protecție și lestare, grosimea se reduce la 4-5 cm.

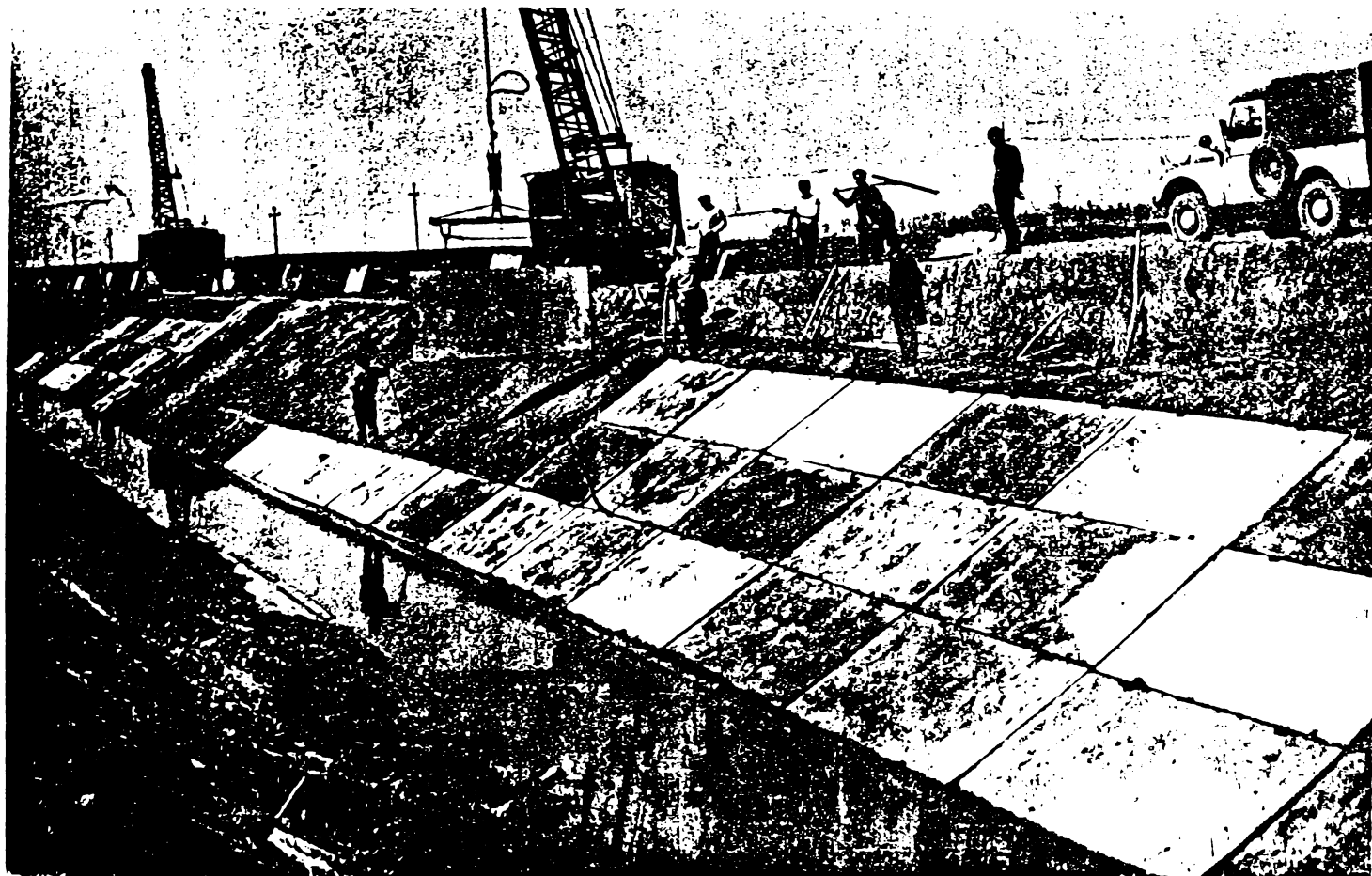


Fig. 3.2 Montarea dalelor mari prefabricate.

Pot pe linia măririi productivității muncii cât și a măririi gradului de impermeabilizare s-au întreprins măsuri de perfecționarea unor mașini și instalații de punere în operă direct pe pereții canalului, contribuind în același timp și la micșorarea prețului de cost a lucrărilor.

Prima instalație folosită la noi în țară pentru betonarea monolit a canalelor a fost cea produsă de firma Dingler din R.F.G.

Această instalație execută întreaga secțiune (fig. 3.3.), a canalului cu respectarea strictă a tuturor condițiilor de lucru. Lipsurile din lanțul tehnologic conduc la diminuarea productivității instalației, fapt pentru care se impune o organizare judicioasă în pregătirea frontului de lucru.

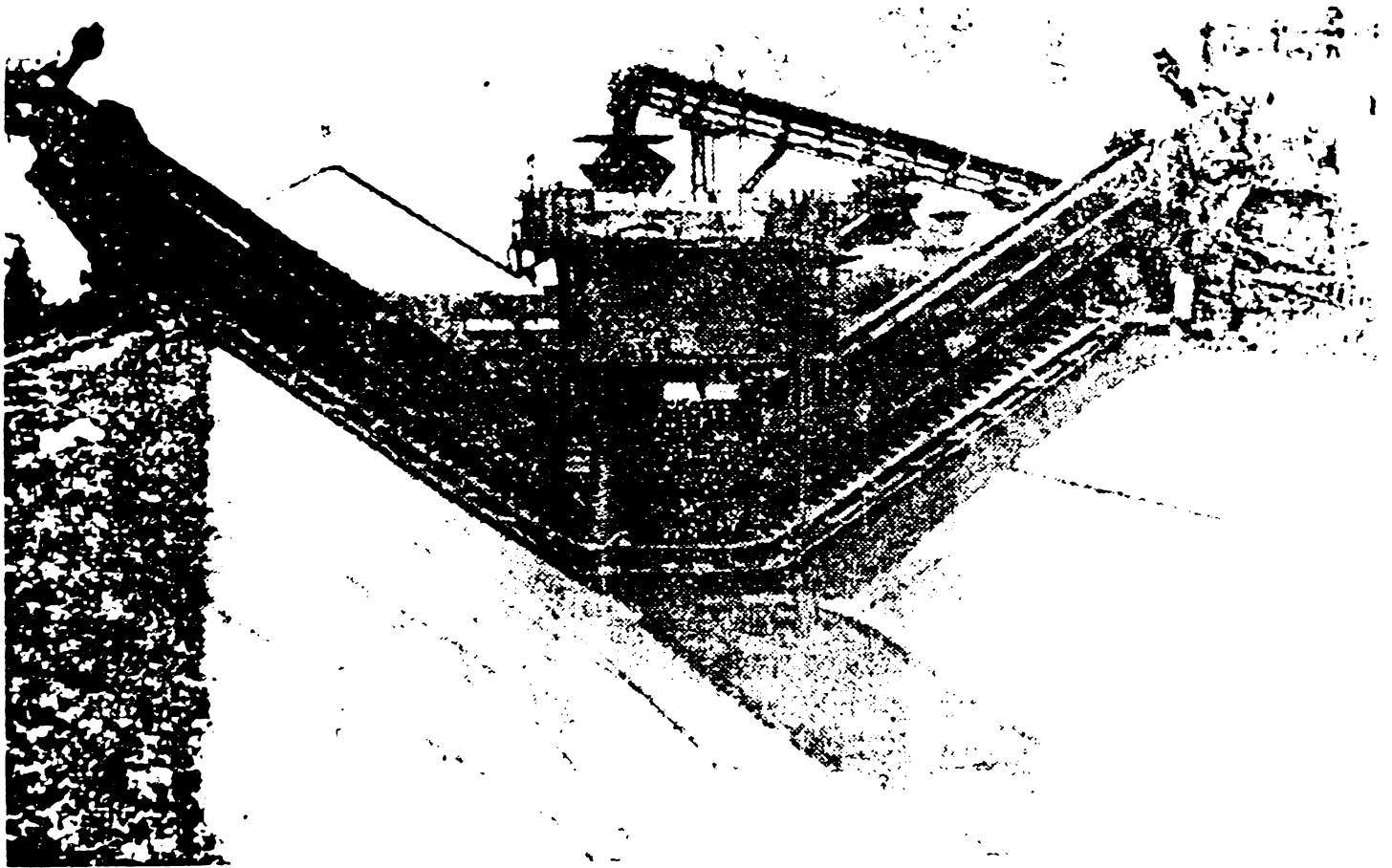


Fig. 3.3 Betonare cu instalația Dingler.

Un alt tip de instalație folosită a fost cea produsă de firma RAHCO din S.U.A., care acționează numai asupra unei părți din secțiunea canalului (fig. 3.4.) fiind compusă din:

- mașina de nivelat dotată cu ax cu oușite rotative;
- mașina de betonat care realizează punerea în operă a betonului preparat în autobetoniere în timpul transportului;
- platforma de lucru de pe care se realizează finisarea și tratarea betonului;
- dispozitivul de umplere a rosturilor transversale.

Mașina de betonat realizează și rosturile în sens transversal tăindu-le în betonul proaspăt, iar în sens longitudinal înglobând în masa betonului o serie de benzi.

Din utilizarea instalației RAHCO se desprind următoarele:

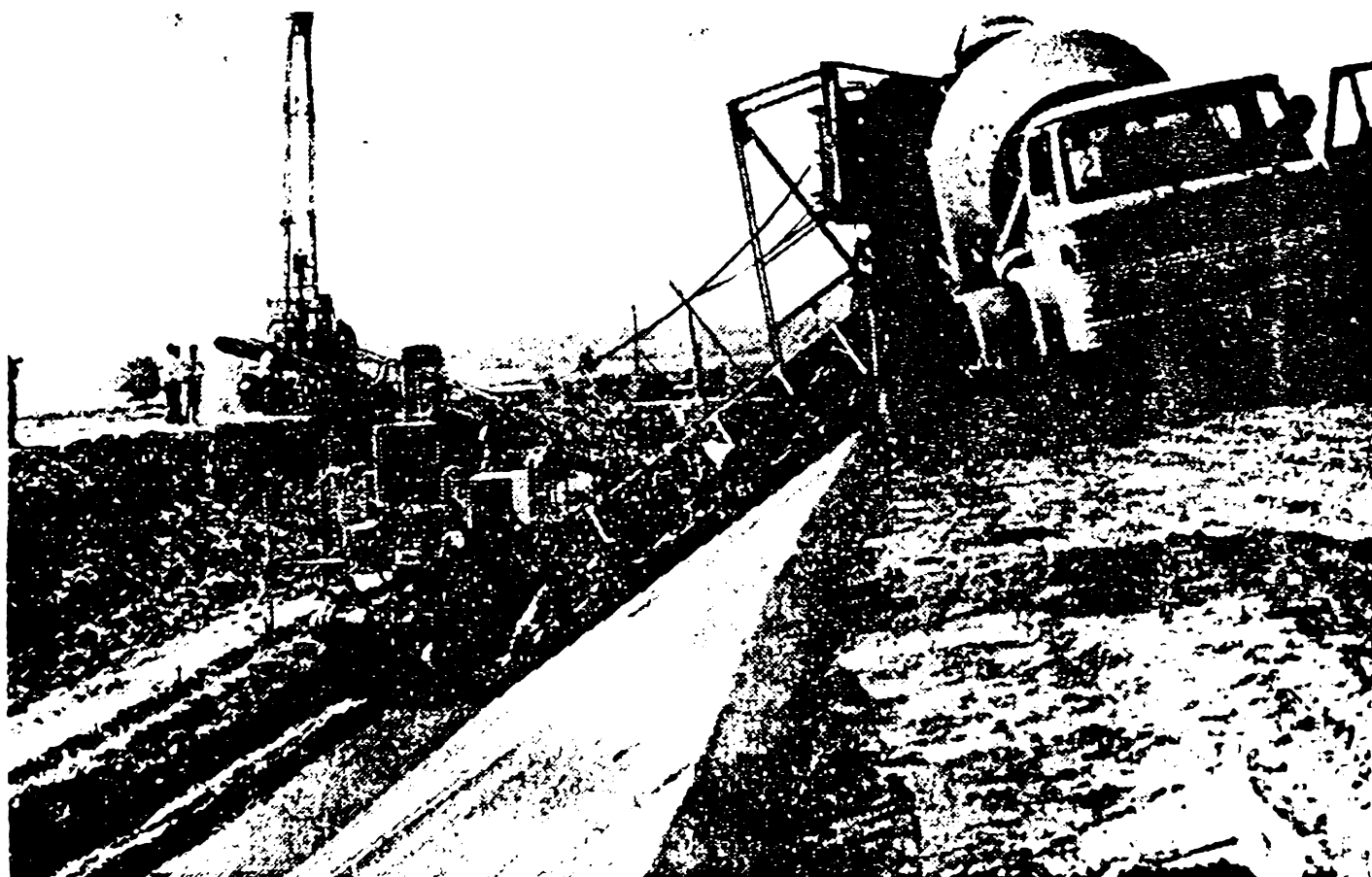


Fig. 3.4 Betonare cu instalația Rahco

- Acest tip de instalație care realizează betonarea taluzului și a unei fîșii de 1 m. pe fundul canalului (fig. 3.5.) este mult mai elastică decît instalația DINGLER în ceea ce privește frontul de lucru, chiar dacă numai jumătate din secțiunea canalului este executată;

- betonarea manuală a fundului canalului între cele 2 benzi, executate mecanizat, constituie punctul nevralgic al acestei tehnologii, deoarece tocmai în această zonă cu infiltrații maxime se realizează un beton de calitate mai slabă.

La rezolvarea acestui neajuns o contribuție însemnată a adus-o soluția cu peliculă promovată de P.C.I.F. Craiova, peliculă ce se poate aplica atît la prefabricate în poligon cît și la betoanele monolite

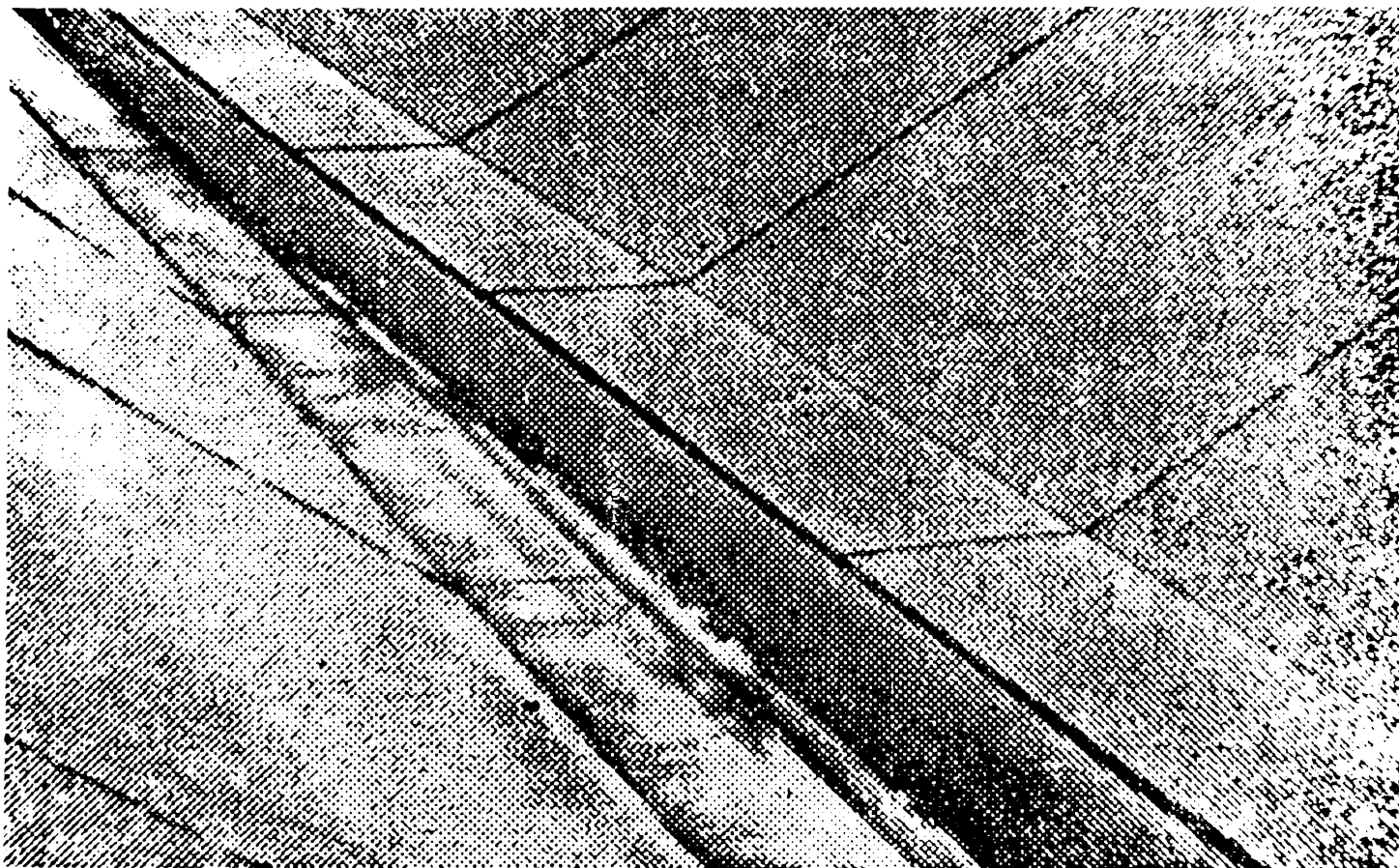


Fig. 3.5 Căptușeala de beton realizată cu instalația Rahco

- rosturile longitudinale sînt deosebit de bine realizate iar rosturile transversale asigură o bună etanșeitate cînd sînt tratate corect cu mastic bituminos.

Oît privește exfiltrațiile, rezultă din măsurătorile efectuate pe diferite canale, că acestea sînt mult mai mici decît cele rezultate la soluțiile de betonare normală, randamentul local și absolut ajungînd pînă la 99 % . La unele canale la care nu s-a tratat rostul corespunzător, randamentul a variat între 68 - 86 %.

3.4. Reducerea pierderilor de apă prin exfiltrații cu ajutorul unor soluții și tehnologii realizate de autor

După cum s-a observat în prima parte a lucrării s-au prezentat soluțiile și tehnologiile cele mai frecvent folosite la ora actuală oît și dezavantajele acestora din punct de

vedere al modului de realizare și al pierderilor de apă.

Prezenta lucrare își propune să prezinte îmbunătățirile aduse de autor impermeabilizării căptușelilor din beton în sensul de a reduce sau chiar elimina pierderile de apă prin masa de beton (dală) și în special prin rosturi care reprezintă 70 - 80 % din totalul pierderilor prin exfiltrații.

La baza noilor soluții și tehnologii au stat dezavantajele ce le prezintă soluțiile și tehnologiile actuale cu privire la pierderile de apă cât și la realizarea acestora cu un cost mai mic și cu productivitate ridicată.

Îmbunătățirile ce se prezintă în lucrare au căutat să elimine o parte din dezavantajele amintite la capitolul 2, în special cele legate de reducerea sau eliminarea pierderilor de apă prin exfiltrații și anume:

3.4.1. Reducerea pierderilor de apă prin masa betonului

Din analiza comportării în timp a căptușelilor din beton, rezultă că pierderile prin exfiltrații sînt mici, circa 30 - 40 l/m²/24 h. și în majoritate prin rosturile longitudinale și transversale aplicate în masa betonului. De asemenea prin încercările efectuate la 2 tronsoane de canal (grosimea căptușelii 10 cm.) unul turnat prin procedee simple (betonul nevibrat și neprotejat pentru asigurarea unui schimb termic necesar procesului de priză - întărire) iar al doilea tronson executat cu instalație specială de betoane unde s-a asigurat o vibrație bună a betonului, a rezultat că pe primul tronson pierderile au fost mai mari, ajungînd pînă la 50 - 60 l/m²/24 h. față de 40 - 45 l/m²/24 h. la tronsonul 2; determinările s-au efectuat prin metoda biefurilor. De asemenea pe un alt tronson turnat în condițiile celui de al doilea tronson, dar cu asigurarea protecției prin umezire timp de 10 zile, a rezultat marcă superioară față de tronsonul 2 cu 30 %.

Un alt aspect întîlnit pe canalele de aducțiune executate de P.C.I.F. Craiova cu căptușeli din beton simplu turnat monolit și care a condus la pierderi mari prin exfiltrații a fost apariția și extinderea fisurilor în zona rosturilor false, ce au condus la afuera stratului suport din zonele respective și în final deranjarea căptușelii, diminuîndu-se parțial sau aproape total rolul căptușelii în aceste zone.

Aceste fenomene au avut loc în majoritate în zonele în care nu s-a asigurat vibrarea betonului și menținerea umezeții pe suprafața turnată. Comparând zonele realizate diferențiat rezultă că ponderea fisurilor a reprezentat zonele pe care nu s-a asigurat umiditatea optimă.

O altă cauză care a favorizat apariția fisurilor a constituit-o finisarea necorespunzătoare a taluzelor ce a condus ca grosimea pereului realizat să prezinte abateri foarte mari, variind între 4 - 5 și chiar 6 cm. creînd zone cu rezistență mică care au cedat la solicitarea betonului prin tasarea terasamentului suport din zona respectivă. Densitatea fisurilor a fost mai mare în aceste zone subțiri și s-au extins în zonele unde rosturile nu au fost pătrunse cel puțin o treime din grosimea pereului. Ca și la pereele prefabricate calitatea umplerii rosturilor a influențat apariția și extinderea fisurilor în câmpurile de beton, acestea fiind mai dense în zonele în care rosturile au fost umplute cu mortar de ciment.

Deasemeni s-a observat că în zonele unde umplerea rosturilor cu mortar de ciment a fost efectuată după 10 zile fisurile au fost mai restrînse, față de zonele în care umplerea rosturilor s-a efectuat odată cu execuția pereului.

În vederea rezolvării problemelor întîlnite și expuse mai sus, s-au adus unele îmbunătățiri care să înlocuiască o parte din acestea și anume:

a). asigurarea unei impermeabilizări mai mari a betoanelor turnate în căptușeli prin adăug de polimeri în betoane, iar pentru a nu ridica prețul betonului și implicit al căptușelilor s-a redus grosimea pereului monolit de la 10 - 15 cm. la 8 - 12 cm. Deasemeni pentru reducerea infiltrațiilor s-au efectuat încercări pentru obținerea și aplicarea unei pelicule pe suprafața de beton, rezolvîndu-se în același timp și protecția necesară pe perioada întăririi betonului. [71]

Acest procedeu de protecție este folosit în străinătate prin stropirea cu anumite substanțe chimice care formează un film subțire.

Și la noi în țară există o propunere bazată pe produsul românesc [50] obținut din aracet DP 25 constituit dintr-o dispersie de acetat de polivinil în apă și care se obține în cantități mari la Combinatul Chimic Craiova.

Prin experimentările efectuate de autor la P.C.I.F. Craiova, s-au adus îmbunătățiri plecând de la aracet DP 25 cu adaosuri de nisip fin, ciment și apă, îmbunătățire ce are ca scop mărirea gradului de impermeabilizare a peliculei și totodată reducerea costului cu peste 50 % față de rețetele actuale.

Se știe că betonul simplu preia eforturi reduse de întindere ceea ce impune realizarea unor rosturi. La îmbrăcămintele din beton monolit se practică rosturi de construcții care coincid de multe ori cu cele de contracții și care sînt de obicei transversale și longitudinale și au o adîncime de $1/3$ din grosimea căptușelii. Distanța dintre rosturile transversale este funcția de grosimea căptușelii, în medie distanța între rosturile transversale este de 50 ori grosimea căptușelii iar cele longitudinale la distanțe de maxim 4 m.

Rosturile de dilatație deosemeni reprezintă un pericol în creșterea pierderilor prin infiltrații cît și pentru stabilitatea construcțiilor în zona contactului.

Amperajul rosturilor la canale se prezintă în figurile 3.6. și 3.7.



Fig.3.6 Amperajul rosturilor pe un canal obținut cu instalația Rahco.



Fig.3.7 Amperajul rosturilor executate manual.

Din observațiile făcute la auucțiunile executate și construcțiile hidrotehnice, deschiderea și lărgirea rosturilor s-a manifestat mai mult pe cele longitudinale și cele de dilatație din zona de contact a căptușelii cu alte construcții hidrotehnice. Cu toate măsurile luate pînă în prezent de a trata aceste rosturi cu materiale elastice nu s-a reușit a se satisface această problemă datorită elasticității limitate a materialelor bituminoase. În prezent s-a experimentat cu rezultate bune la unele căptușeli și construcții hidrotehnice realizate la P.C.I.F. Craiova, un mastic nou [80] brevetat de către Institutul Chimic Petru Poni din Iași în colaborare cu un colectiv de la I.C.H. București.

Calitatea acestui mastic numit " asrobit " constă în aderența mare de beton și elasticitate care se menține permanent și care permite deplasări în zona rosturilor de peste 20 mm. fără ca să apară discontinuitate în zona rostului.

Exemplu cel mai concludent se poate da la bazinul de refulare al stației de pompare Pristol, județ Mehedinți, unde la prima introducere a apei în bazin au apărut fisuri largi longitudinale, precum și lărgirea rosturilor de dilatație dintre căptușeala bazinului și masivul de beton de la difuzorul refulării ca urmare a tasării stratului suport la umectarea cu apă ce s-a infiltrat prin masa de beton și prin unele fisuri de contracție. Acest fenomen a condus la antrenarea stratului suport, creieră de caverne sub căptușeală și implicit la scoaterea din funcțiune a bazinului de refulare.

Rezolvarea a constat în injectarea gurilor creiate cu lapte de ciment sau beton foarte fluid (funcție de volumul gurilor) și apoi refacerea pereului în zonele unde a fost distrus. În zonele unde fisurile au fost pînă la 30mm. au fost umplute cu asrobit. Deasemeni rosturile de dilatație la contactul dintre căptușeală și masivul de beton au fost completate cu asrobit fig. 3.8.

La reintroducerea apei în bazin au avut loc noi tasări atît în zona de contact a căptușelii de beton cît și la unele rosturi longitudinale, tasări ce au provocat lărgirea rosturilor pînă la 20 - 30 mm. și deplasarea unor dale pe verticală, dar spre deosebire de cazul inițial aceste rosturi nu au mai constituit sursă de infiltrații întrucît asrobitul a menținut

zona rostului etanșă, întinzându-se pe această zonă fără a se desprinde de beton.

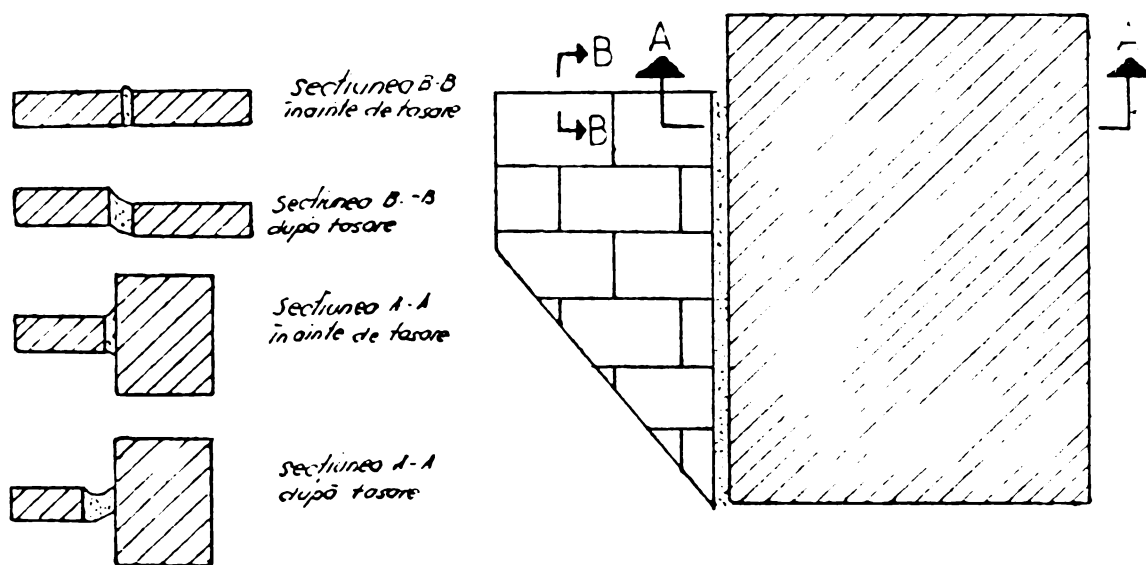


Fig. 3.8 Rostuire cu asrobit

Această calitate a asrobitului conduce la concluzia că problema etanșeității în zonele de contact (rosturi de dilatație) și la rosturile celelalte din căptușeală devine rezolvabilă în ceea ce privește reducerea pierderilor de apă prin rosturi.

În reducerea pierderilor de apă prin masa betonului o contribuție însemnată se aduce prin pregătirea stratului suport. Din constatările amintite la capitolele anterioare rezultă că viabilitatea impermeabilizării este dată și de modul cum se asigură stratul suport al căptușelilor astfel:

În multe zone de umplură stratul suport nu prezintă gradul de compactare necesar datorită și tehnologiei de execuție existentă, care nu asigură o zonă compactă omogenă. După cum se cunoaște din literatura de specialitate și din tehnologiile aplicate, secțiunea de impermeabilizare se obține manual, mecanic sau combinat. Manual se obține numai la canalele mici cu secțiune redusă ($b \leq 30$ cm.) și care sînt destul de reduse.

Secțiunile mai mari se obțin de regulă mecanizat sau semimecanizat și unde există posibilitatea obținerii unui suport omogen ca grad de compactare explicată astfel:

Utilajele existente în dotare pentru excavație și transport (excavatoare, dragline, sorepere, autoscrepere, etc.) nu asigură o secțiune geometrică conducînd la abateri în plus sau

în minus, care corectate numai dau același grad de compactare, astfel că zonele hașurate fig. 3.9. deși se nivelează ele numai

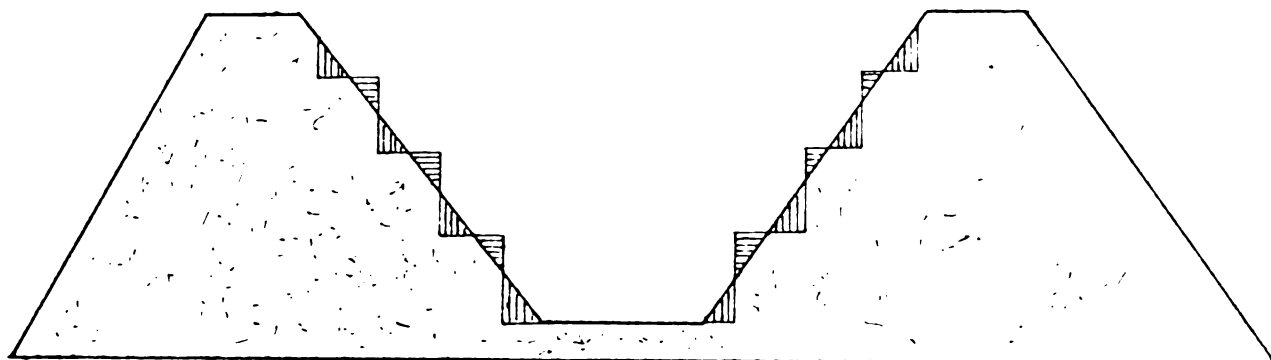


Fig.3.9 Secțiune rambleu realizată prin tehnologia actuală

îndeplinesc același grad de compactare, lucru ce se resimte la umectarea stratului suport după introducerea apei în canal.

Pentru rezolvarea acestei probleme s-a intervenit cu îmbunătățirea tehnologiei de execuție a terasamentelor, în sensul de a obține o secțiune brută superioară secțiunii definitive cu cel puțin 10 cm. pe taluze și fund canal care să conducă la o secțiune utilă cu grad de compactare corespunzător pe toată zona stratului suport (fig. 3.10).



Fig. 3.10 Secțiune rambleu realizată prin tehnologie îmbunătățită.

Această tehnologie cu secțiune brută superioară secțiunii utile este valabilă și în cazul când se introduce finisarea cu mașina de nivelat trimmer din complexul instalației de betonat canale " Rahoo ".

Mărirea secțiunii brute a condus la mărirea stabilității stratului suport la canalul de aducțiune Izvoare - Cujmir, fapt dovedit prin stabilitatea dalelor în zona unde rosturile au fost mai puțin deranjate.

Pentru a nu mări volumul de terasamente s-a prevăzut ca partea finală în cazul rambleelor să se realizeze ulterior cu surplusul de terasamente rezultat din secțiunea brută conform figurii de mai sus.

3.4.2. Reducerea pierderilor de apă prin rosturi

Din analiza efectuată la capitolul 2 a rezultat că problema nr. 1 o constituie pierderile de apă prin rosturi, fapt pentru care se pun 2 probleme:

- micșorarea densității rosturilor prin trecerea pe scară tot mai largă la dale mari cu suprafața de peste 4 m^2 dala și chiar scoaterea soluției de impermeabilizare cu dale mici, rămânând numai acolo unde secțiunea canalelor este foarte mică și nu se adaptează la dalele mari;

- îmbunătățirea soluției de rostuire pentru a crea rosturi cât mai elastice și impermeabile.

După cum s-a arătat în capitolul 2, pierderile de apă prin căptușelile din dale mici sînt cuprinse între 250-400 l/ $\text{m}^2/24 \text{ h}$ și în majoritate prin rosturi, fapt pentru care s-a propus ca umplerea rosturilor să nu se mai facă cu mortar de ciment sau bitum ci numai cu asrobit.

Problema etanșării rosturilor transversale și longitudinale, rosturi prin care la majoritatea canalelor se produc pierderi de apă și implicit scăderea randamentului căptușelii pînă la 40 % , a ocupat un loc important în activitatea de cercetare din cadrul prezentei lucrări.

Pierderile de apă prin rost se datoresc în primul rînd nerealizării unei rostuiți perfecte, fie ca urmare a necorespunerii tehnologiei complete de lucru, fie datorită calității necorespunzătoare a materialelor ce intră în componența mortarului de bitum.

Din experiența lucrărilor executate la aducțiunile de apă de către P.C.I.F. Craiova, a rezultat că au dat rezultate mai bune rosturile din mortar de ciment decât din mortar de bitum, deși literatura recomandă mult mai bun mortarul de bitum, fiind mai elastic.

Cauzele pentru care mortarul de bitum nu a dat rezultatele scontate au fost:

- impurități pe suprafața de contact a mortarului;
- rețete necorespunzătoare față de cele prevăzute în STAS;
- aplicarea în mod neuniform a mortarului, datorită condițiilor grele de lucru pe taluze și fără a avea o aparatură care să dozeze liniar rostul.

Din observațiile făcute, a rezultat că și acolo unde s-a aplicat corect tehnologia și prescripțiile tehnice, au apărut deteriorări ale rostului, în special după trecerea a 2-3 ierni, când mortarul fisurează la variații de temperatură.

Toate aceste neajunsuri au determinat pe cercetătorii de la I.C.H. București în cooperare cu cei de la ICECHIM să asimileze un produs care să înlăture neajunsurile de mai sus, produs numit "asrobit", elaborat în 3 recepturi pentru utilizarea diferențiată, funcție de condițiile de punere în operă, precum și lărgirea posibilităților de producție industrială.

Caracteristicile asrobitului

- culoare neagră;
- omogenitate;
- densitate 1,14 - 1,15 gr/cm³;
- aderență: masă perfect aderentă pe suprafețe (curate și amorsate) de beton, cărămidă, piatră, materiale bituminoase.
- contracție: la temperaturi negative (max. -30°C) nu prezintă fisuri sau desprinderi de pe suport;
- penetrație: cu con de 150 gr., 5 sec. la 25°C 15,5 - 20,5 mm.;
- stabilitate în rost
- alungire la rupere: peste 30 mm.;
- toxicitate: produsul nu este toxic;

- durabilitate și comportare în timp: supus la cicluri de îmbătrânire artificială accelerată, pentru echivalentul a 10 ani în natură, nu prezintă schimbări în structură și proprietăți.

Produsul de etanșare cu caracteristicile arătate mai sus poate fi utilizat la lucrări care admit un compus bituminos, pentru etanșarea rosturilor în construcții civile, industriale și hidrotehnice. În mod special este recomandat la construcții hidrotehnice de tipul aducțiunii pentru irigații, alimentări cu apă, rezervoare, bazine de retenție, etc.

Comportarea materialului este corespunzătoare atât în condiții de imersare permanentă cât și temporară.

Materialul poate fi pus în operă cu ușurință numai la temperaturi pozitive ale mediului ambiant (15 - 20°C).

Tehnologia de execuție a rostuirii cu asemenea produs a fost perfectată de autor cu ajutorul instalației realizată deasemeni de autor, [65] brevetată ca invenție, care rezolvă mecanizat următoarele operații:

- curățirea suprafeței de contact cu perii rotative de sîrmă și insuflarea cu aer a zonei respective;
- amorsarea suprafeței rostului prin pulverizare sau pensulare;
- burarea spațiilor ce urmează a fi etanșate în cazul rosturilor dreptunghiulare clasice;
- umplerea rosturilor cu asrobit.

Instalația realizată de autor fig. 3.11. este alcătuită din: tractorul U 650 care asigură transportul instalației și al materialului necesar precum și punerea în funcțiune a pompei centrale (3) ce refulază materialul de rostuire (asrobit) depozitat în cilindru (1).

Refularea se face prin intermediul furtunului de presiune (4) care conduce asrobitul la distribuitorul (5) care prin intermediul a trei furtune distribuitoare umple rostul dintre dale.

Pentru curățirea și amorsarea suprafeței de rostuit, instalația a fost dotată cu un compresor (12) care asigură presiunea necesară insuflării aerului sub presiune cât și a

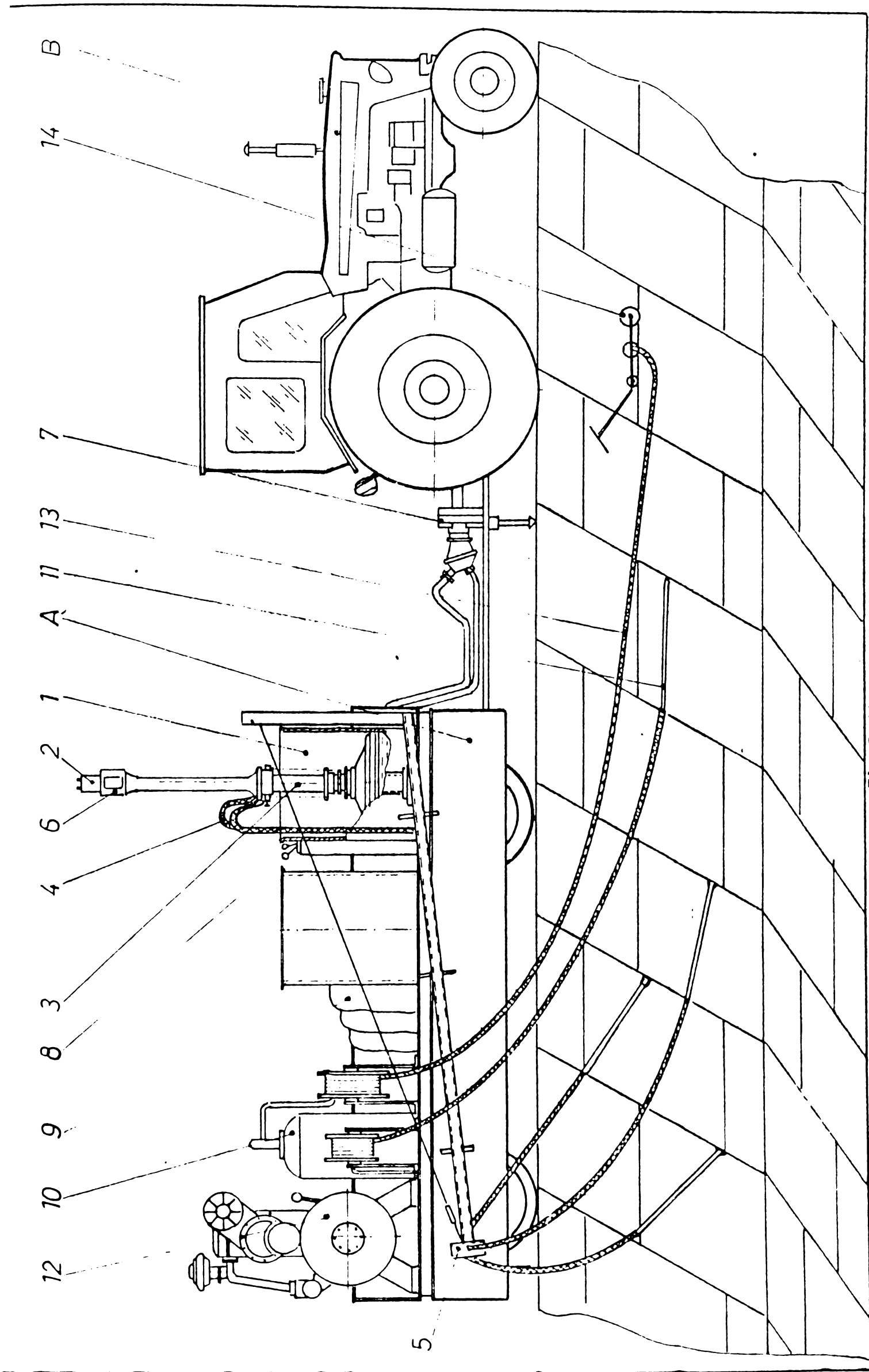


Fig. 3.11

acționării periiilor rotative prin intermediul dispozitivului (14) . Tot prin intermediul compresorului se asigură amorsarea suprafeței ce urmează a fi rostuită cu soluția existentă în rezervorul (10) instalat pe remorca (A) de unde se distribuie prin intermediul furtunului și a dispozitivului (11) care pulverizează cu amorsă suprafața respectivă.

Acționarea pompei centrale se face de la puntea tractorului (7) comandată de la tabloul de comandă (8).

Tehnologia de execuție propusă de autor constă în:

- aducerea instalației pe poziția de lucru conform figurii 3.12.;

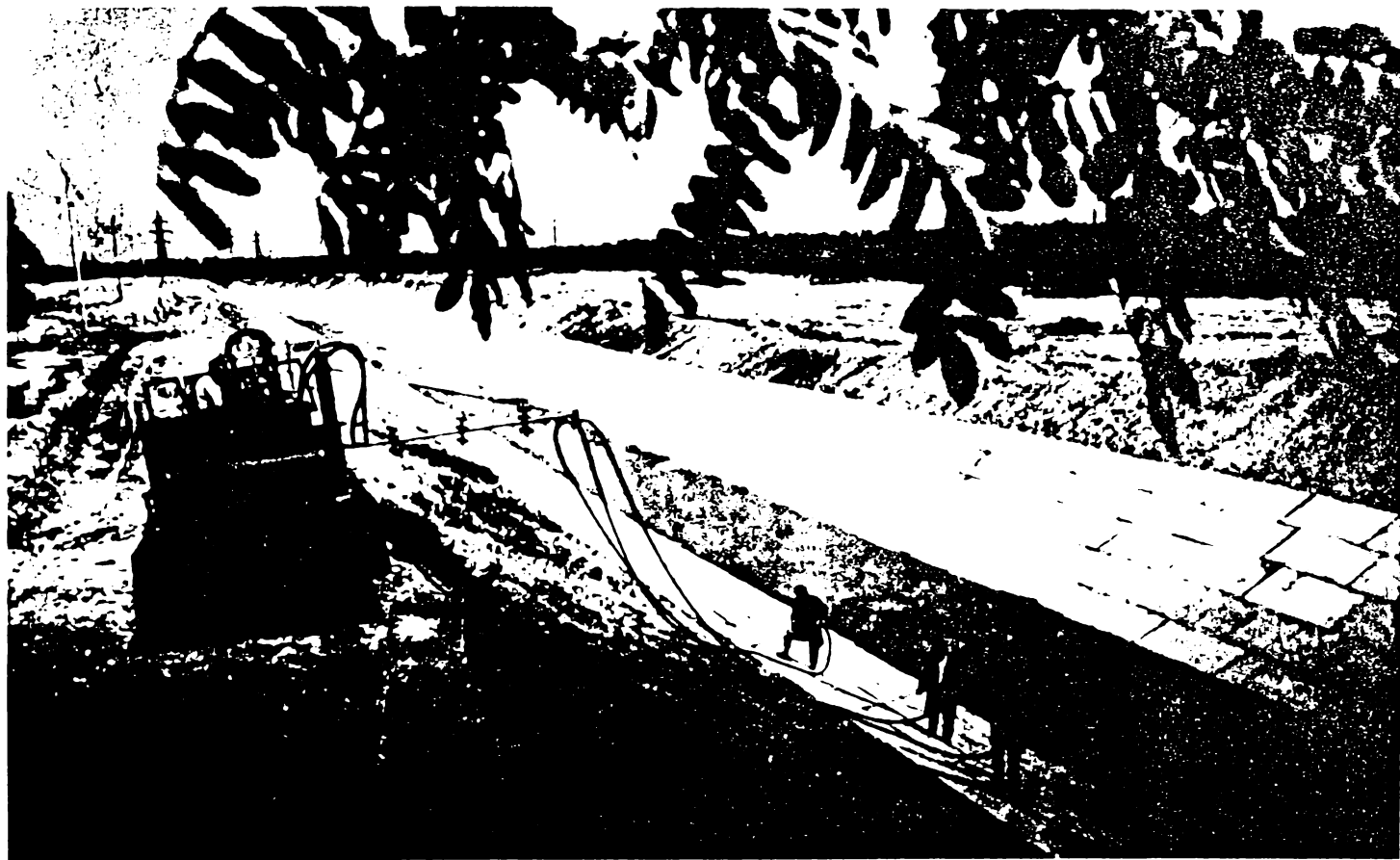


Fig. 3.12 Instalație de rostuit - poziția de pregătire

- curățirea rosturilor cu ajutorul periei rotative și insuflarea impurităților prin intermediul unui distribuitor de aer sub presiune în jurul periei.

Dispozitivul este acționat de un deservent și asigură front de lucru pentru trei deservenți ce efectuează umplerea rosturilor cu asrobit;

- amorsarea suprafeței pe care urmează a se aplica asrobitul, amorsare ce se efectuează de un deservent;

- umplerea propriu-zisă a rosturilor de către trei deservenți.

Prin operațiile ce se execută cu această tehnologie conform figurii 3.13. se obțin următoarele îmbunătățiri:

- mărirea productivității de 10 - 13 ori față de tehnologiile clasice din țară și de 3 - 4 ori față de tehnologiile din străinătate;

- asigură calitate superioară rostuirii ce se realizează prin curățirea perfectă a rosturilor cu ajutorul periei rotative și insuflarea aerului sub presiune, operație ce reprezintă noutate pe plan mondial;

- asigură un amorsaj de calitate și omogen pe întreaga suprafață de contact;

- asigură umplerea compactă și omogenă a rosturilor;

- permite deplasarea dalelor în plan vertical sau orizontal pe un front de 10 mm. fără a se desprinde materialul de umplură.

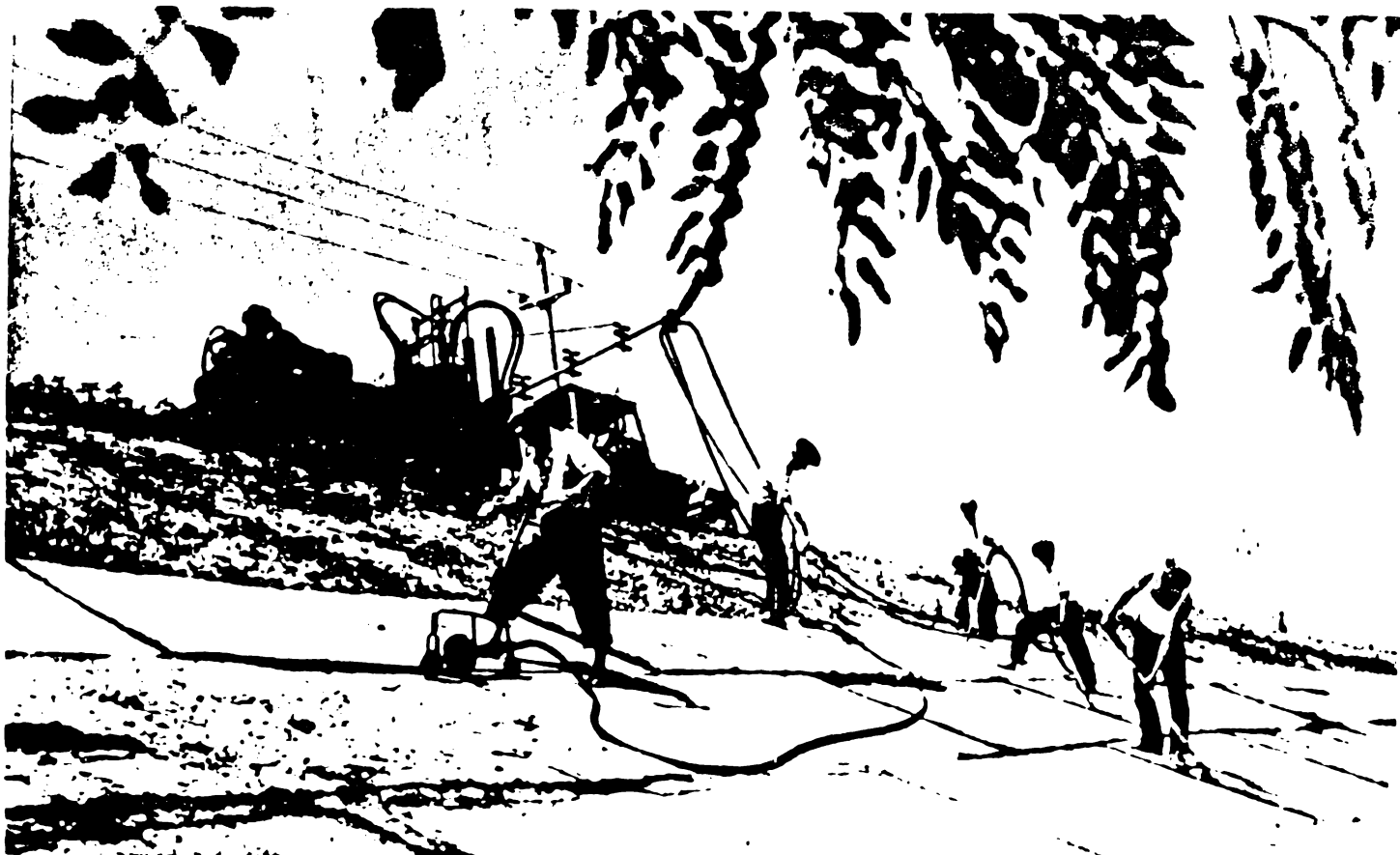


Fig. 3.13 Instalația de rostuit în lucru

În vederea măririi eficienței economice și a îmbunătățirii calității rostuirii cu instalația brevetată s-a propus de către autor [66] o nouă tehnologie de realizarea rosturilor în formă de Y (fig. 3.14.).

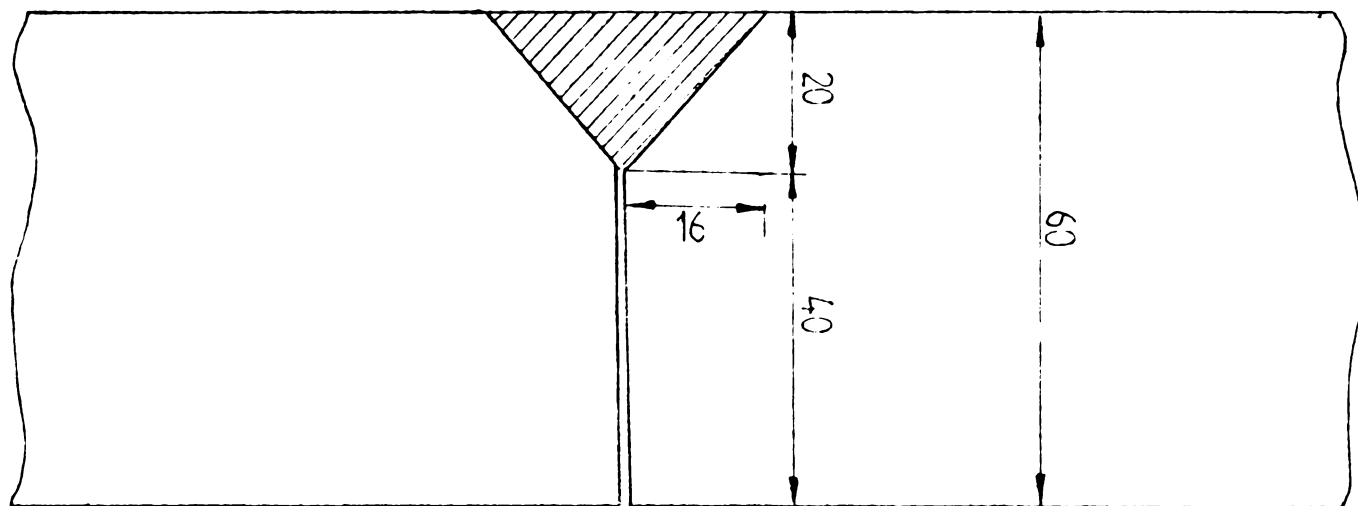


Fig. 3.14 Rost cu secțiune în formă de V

Executarea dalelor cu secțiunea în formă de Y rezolvă următoarele probleme:

- menținerea distanțelor constante care să asigure o rostuire omogenă, fără a mai monta distanțieri care după extragere creiază brese de infiltrații;

- mărește rigiditatea cofragului (tiparului) conducând la obținerea unor dale cu abateri mici de la forma geometrică proiectată;

- creiază condiții optime de curățirea suprafeței de contact în vederea amorsării și aplicării materialului de umplură a rostului;

- reduce la jumătate consumul de material pentru umplură, lucru esențial la soluțiile de rostuire cu asrobit, material mai scump decât mortarele de bitum sau ciment;

- mărește productivitatea lucrărilor de rostuire;
- asigură o calitate superioară rostuirii.

Obținerea dalelor cu profil schimbat a creat probleme în privința turnării acestora pe verticală în vederea reducerii spațiului de fabricație și a pachetizării necesitând realizarea unor dispozitive și tehnologii noi.

Noul dispozitiv creat de autor (fig.3.15.) și brevetat ca invenție, asigură susținerea cofragului la ciclul

următor, susținere care prin aplicarea noului profil nu mai este asigurată de vechiul dispozitiv.

Noul dispozitiv este alcătuit din 2 piese ce se montează la fiecare ciclu, urmînd a fi demontate prin retragere laterală după circa 8 ore de la turnare.

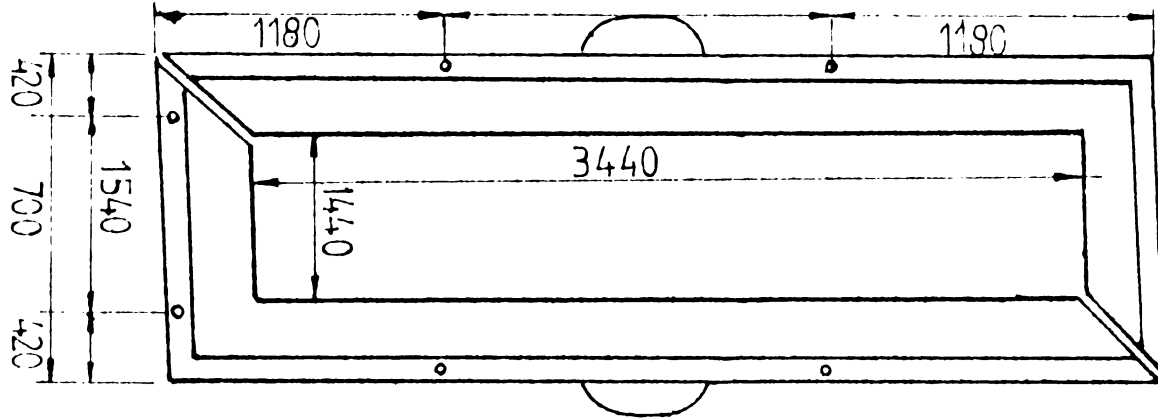


Fig. 3.15 Dispozitiv pentru realizarea dalelor profilate

Tehnologia turnării pe verticală (fig.3.16.) a noului tip de dale folosind asemenea dispozitiv rezolvă: obținerea dalelor în formă de Y și rigidizarea cofragului de turnare care în prezent este mai puțin rigid.

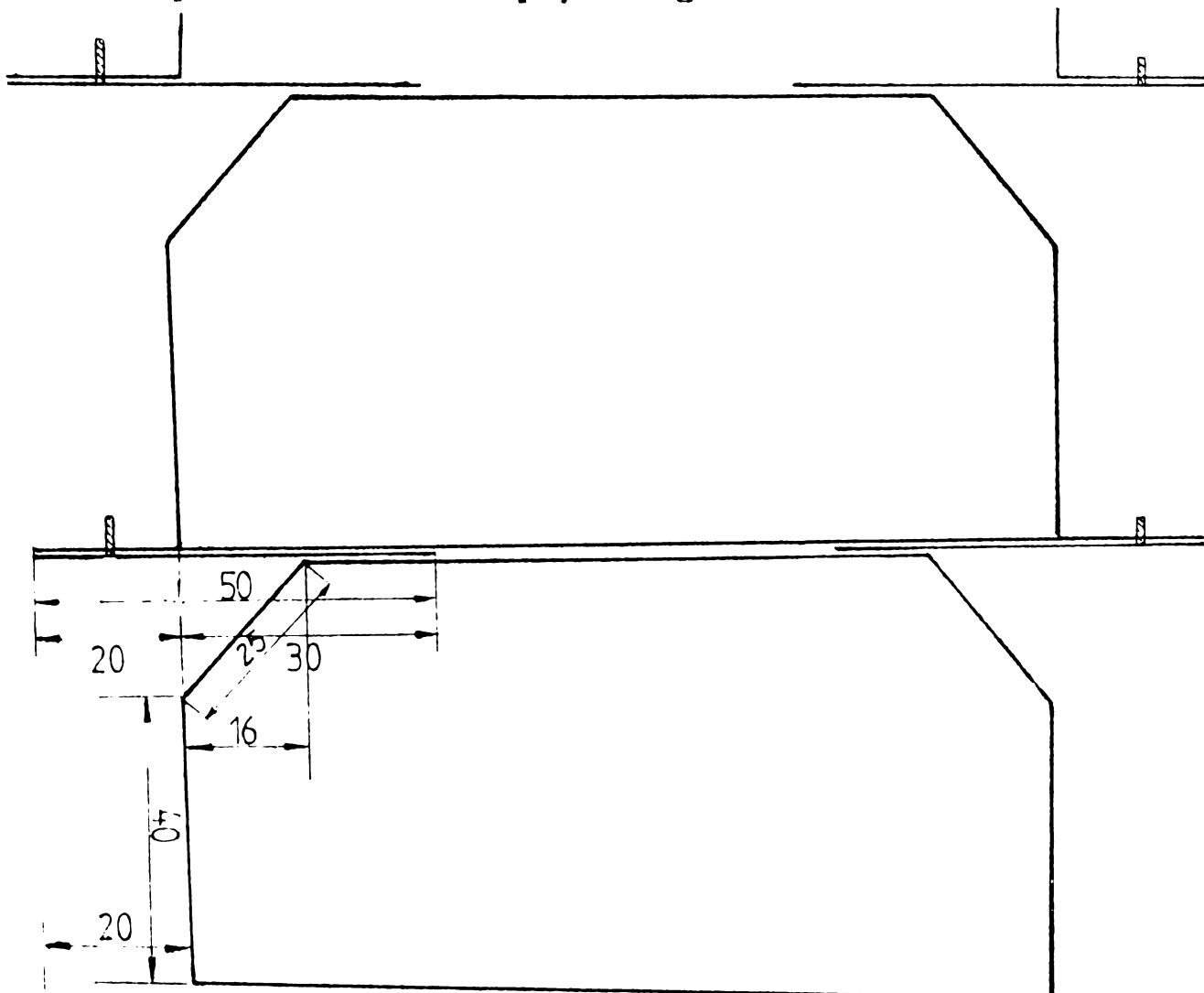


Fig. 3.16 Realizarea dalelor profilate în pachet

. // .

Deasemenea noul dispozitiv lucrează asamblat cu tiparul inițial și nu permite începerea operațiilor de turnare a dalelor pînă ce acestea nu sînt corectate în vederea asamblării celor 2 piese astfel ca abaterile de la dimensiunile proiectate nu vor depăși 1 - 5 mm. În prezent neexistînd un mijloc de rigidizare, dalele se obțin cu abateri de la dimensiuni de peste 30- 50 mm., ce conduc la rosturi inegale între dale cu consecințe nefavorabile operației de rostuire a dalelor.

Avînd în vedere că încă se mai aplică la unele lucrări rostuire cu mortar de ciment, autorul a intervenit cu o nouă tehnologie [68] prin care se realizează operația de rostuire cu o instalație concepută de autor.

Instalația rezolvă problema mării productivității muncii în lucrările de rostuire a pereilor cît și îmbunătățirea calității rostuirii.

În prezent rostuirea cu mortar de ciment se execută manual necesitînd un număr foarte mare de forță de muncă pentru operațiile de curățire, introducerea nisipului în rosturi și umplerea lor cu mortar de ciment. Instalația propusă rezolvă mecanizat atît operațiile de pregătire, cît și rostuirea propriu-zisă, ducînd la creșterea productivității de 20 ori față de sistemul clasic.

Deasemeni instalația conduce la îmbunătățirea calității rostului prin aplicarea unei cantități omogene și constante pe toată lungimea rostului, reducînd totodată pierderile de mortar ce au loc în timpul punerii în operă.

Productivitatea instalației este de circa 2 mc/h realizînd 500 mp/h. pereu rostuit, fiind deservită de 5 muncitori rezultînd 100 mp/h. muncitor.

Productivitatea realizată în prezent prin execuție manuală este de 5 mp/h/ muncitor.

Instalația de rostuit (fig. 3.17.) este alcătuită din ansamblu (A) de preluarea și transportarea mortarului prin distribuitorul principal (8) pînă la distribuitorii secundare (9) prin intermediul furtunelor de distribuție (17).

Cu ajutorul distribuitorilor secundare (9) mortarul este dirijat în rosturi prin manevrarea lor de către 3 deservenți în lungul rostului.

Ansamblul (A) constituie în prezent mașina de ten-
cuit cu 2 pistoane care prin modificări și completări se pot rea-
liza lucrările de rostuire a pereilor cu mortar de ciment.

Modificările și completările aduse constau în:

- dotarea cu o remorcă (B) pentru depozitarea
mortarului aprovizionat de mijloacele de transport (autobetoniere);

- înlocuirea dispozitivului de proiectat mortar
(9) cu un distribuitor;

- decuplarea sursei de aer de la colona de trans-
port și adaptarea acestuia pentru curățirea rosturilor de praf,
adaptare ce constă în creierea unui distribuitor principal de aer
(18) care prin intermediul furtunelor de distribuție aer (19) va
conduce aer la distribuitoarele secundare (20). Cu ajutorul celor
2 distribuitoare secundare (20) se insuflă aer în zona rosturilor
prin manevrarea acestora în lungul rostului de către 2 deservenți.
Deasemeni distribuitoarele secundare ce insuflă aer sînt prevăzute
cu cîte o perie (21) care asigură antrenarea impurităților din
zona de rostuire și care urmează a se îndepărta de către presiunea
aerului asigurată de distribuitoarele secundare (20).

În vederea obținerii unei aderențe cît mai mari
între mortar și dale, distribuitoarele secundare (9) sînt cuplate
cu cîte o paletă elastică (16) ce apasă și modelează mortarul
refulat în rost.

3.4.3. Reducerea pierderilor de apă prin aplicarea unui nou tip de izolație întărită

Tehnologia propusă de autor se referă la aplicarea
unor soluții de izolații întărite cu folie P.V.C. plastifiată de
0,8 mm. [67] înlocuindu-se izolația întărită prevăzută din 2
straturi de pînză bituminată și 3 straturi de bitum.

Înlocuirea se impune pentru faptul că din observa-
țiile făcute pe o perioadă mai îndelungată la izolația întărită
executată la canalul CA 1 din cadrul Sistemului Izvoare - Cujmir
a rezultat că împîslitura cît și țesătura de fibre de sticlă de-
vine casantă conducînd la apariția multor fisuri în straturile de
izolație și la mărirea pierderilor de apă prin exfiltrații.

Analizând unele materiale noi și efectuând încercări asupra lăcrăbilității și modului de comportare, rezultă că acest tip de izolație poate fi înlocuit cu un strat de folie I.V.C. plastifiată de 0,8 mm pentru care se propune următoarea tehnologie (fig. 5.15.).

1. Curățirea suprafeței de percu ce urmează să i se aplica stratul de izolație înărrită, prin care urmează să se îndepărta resturile de dale sparte pentru a se înlătura pericolul de străpunșere a foliei.

2. Aplicarea pe taluze, lund canal și leșarea foliei astfel:

- se derulează sulul de folie transversal pe perimetrul canalului și se taie la limita pereului de pe celălalt taluz;

- se introduc dulapi geluiți sub folie în vederea asigurării unei adreșe omogene pe toată suprafața de contact ce urmează să se lipi;

- se așează dalele pe zona primului strat de folie, accesul cu dale și al manșitorilor făcându-se prin retragere numai pe zona necoperită;

- dalele se apropie la locul de punere în operă cu ajutorul unor macșale cu braș prelunșit și se vor depozita pe taluze și fund în cantități corespunzătoare suprafeței de dale, astfel ca dalele de pe taluze să fie folosite la partea superioară a taluzului, iar dalele de pe fund să fie folosite la partea inferioară a canalului.

- dalele se vor depozita înainte de aplicarea foliei urmând ca după lipirea unei fișii corespunzătoare unui sul să se lesteze suprafața respectivă cu dale mici.

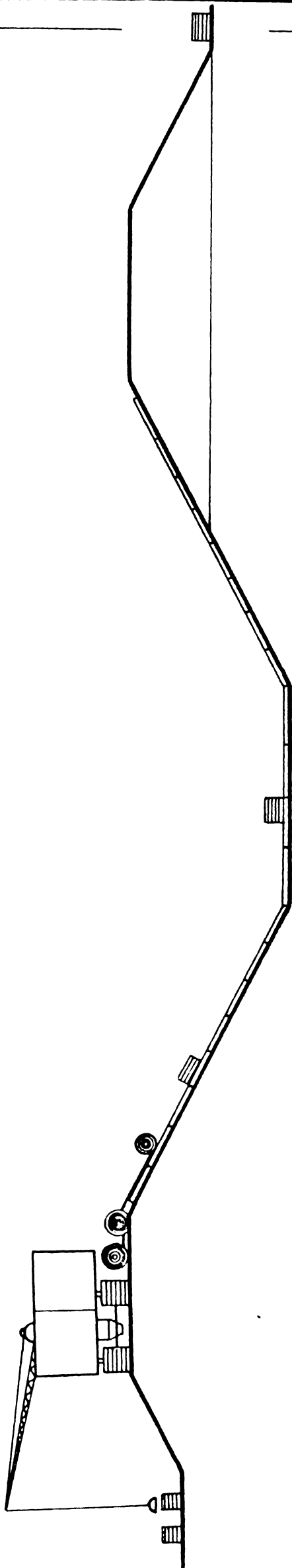
Manipularea și depozitarea dalelor se va face pe zona fără folie, înlăturându-se pericolul de străpunșere a foliei.

- se verifică dacă în zone de lipire, folia prezintă impurități și se va îndepărta eventualele impurități cu ajutorul unei perii

Se aplică stratul adeziv (criș) cu ajutorul unei pensule pe o lățime de 4 - 5 cm., apoi se derulează și se lipesc pe stratul următor de folie cu o lățime de lipire de 4-5 cm.

IZOLATIE INTARITA CU FOLIE PLASTIFIATA PVC DE 0,8mm.

FAZA : asternerea foliei, lipirea si lestarea cu dale de 50X50X6 conform tehnologiei prezentate în partea scrisă.



Suluri de folie PVC de 0,8mm

*Pachete de dale mici 50x50x6 (lestare + protectie)
ce se montează prin retrogere după fiecare sul, înțins și lipit.*

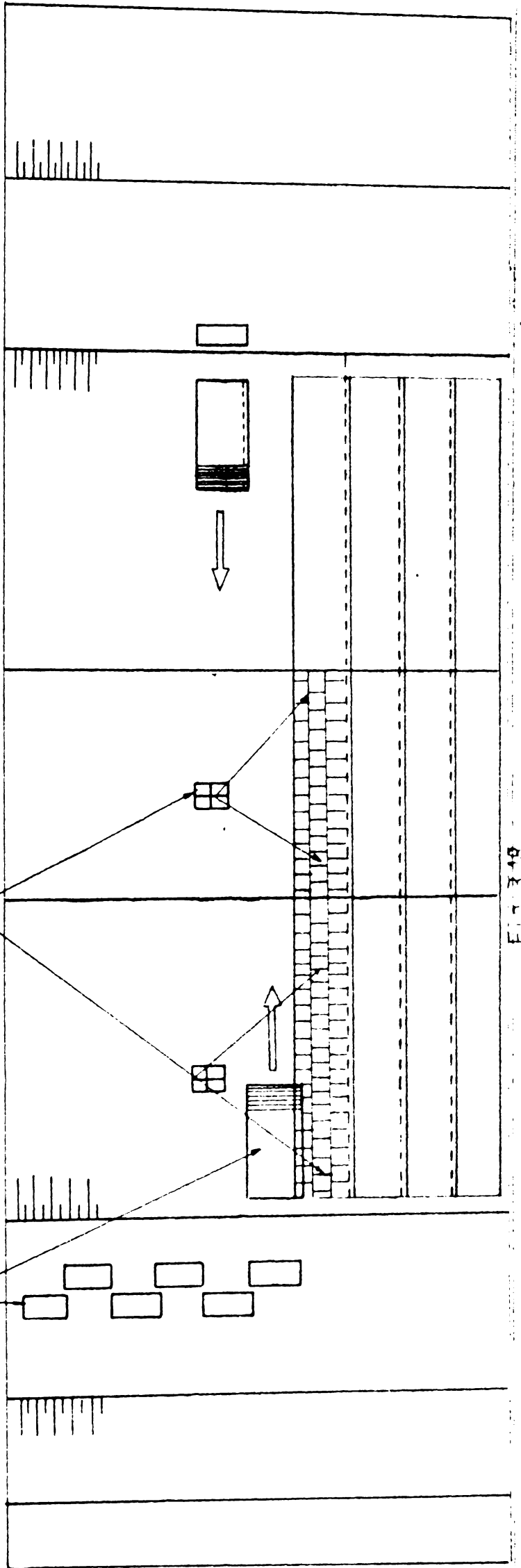


FIG. 3.19

după ce în prealabil se aplică adeziv și pe această fișie. După lipire se presează cu un dispozitiv zona de aderență, zonă ce are ca suport un rând de dulapi geluiți.

- Se va acorda o atenție deosebită la lipire pentru a nu se depune praf pe zona de lipire și folia să nu prezinte cute pe zona de lipire.

- Se continuă operația de așezare a dalelor prefabricate pe zona aferentă stratului următor și apoi ciclul se repetă.

- După efectuarea operațiilor de așezare a foliei și leștarea acestora cu dale mici de 50 x 50 x 6 cm., se vor umple rosturile cu nisip pe 1/2 din adâncimea rostului în vederea conservării foliei în zona rosturilor.

Avantajele noii soluții propuse constau în:

- reduce pierderile de apă ajungându-se pînă la eliminarea totală în cazul că se respectă procesul tehnologic cu strictețe;

- prezintă elasticitate mare ceea ce face ca la eventualele tasări ale stratului suport să nu apară fisuri ca în cazul impermeabilizărilor cu bitum și pînză. Deasemenea plasticitatea foliei o face rezistentă la unele asperități ale stratului suport și a dalelor de leștare chiar în condițiile cu temperaturi scăzute;

- mărește productivitatea muncii de peste 8 ori față de impermeabilizarea cu pînză și bitum;

- reduce consumul de bitum cu 3,91 kg/mp. iar la lucrarea aplicată consumul s-a redus cu 129 t. ;

- reduce consumul de combustibil convențional cu 1,69 kg/mp. iar la lucrarea aplicată (CA₁ Izvoare - Cujmir) cu 56 t.;

- reduce costul pe mp. cu 15 lei din care la lucrarea la care s-a aplicat această soluție, economiile sînt de circa 500.000 lei;

- asigură continuitatea lucrărilor pe timp nefavorabil, aplicarea foliei putîndu-se face și în asemenea condiții.

Avînd în vedere avantajele prezentate mai sus, noul tip de izolație a fost propus de către autor pentru izolația întărită de la canalul de aducțiune nr.1 din cadrul sistemului Izvoare - Cujmir și a fost avizată de I.S.P.I.F. București prin

telex nr. 724/13.03.1981.

Folia și adezivul sînt furnizate de I.M.C. Turda - folia în suluri de 40 - 50 m. lungime și lățime de 1,30 m. iar adezivul în butoaie metalice.

3.5. Orientarea către noi soluții de căptușeli cu materiale de natură bituminoasă

Dacă în prima parte a lucrării s-a avut în vedere îmbunătățirea soluțiilor și tehnologiilor existente de impermeabilizare, în acest subcapitol se prezintă introducerea unor soluții noi de impermeabilizare mai ieftine cu productivitate mărită și care să reducă substanțial consumul de ciment și oțel beton. În acest scop cercetarea s-a axat pe soluții de impermeabilizare pe bază de materiale bituminoase.

Prin introducerea acestor tipuri de căptușeli care sînt mai subțiri se reduc cheltuielile de transport.

Din literatura de specialitate străină [17] derivă importanța și necesitatea trecerii la executarea de căptușeli din beton - bituminos, ce reprezintă construcții de perspectivă, avînd avantaje tehnico - economice față de cele realizate din beton simplu sau armat astfel:

a). căptușelile din beton bituminos permit o mecanizare complexă a întregului proces de producție, reducînd cu 1,5 - 2 ori consumul de muncă și de utilaje. Astfel spre exemplu înlocuirea ecranului din beton armat al barajului Montgomery din S.U.A. cu căptușeală din beton - bituminos a permis reducerea de 2 ori a costului acestuia și terminarea cu un an mai devreme, 6.000 t. de beton - bituminos fiind așternute într-o perioadă de numai 2 luni.

b). căptușelile din beton bituminos se caracterizează printr-o înaltă impermeabilitate, acestea așternîndu-se fără rosturi.

Astfel pe canalul de derivație al stației hidro-electrice San - Panteleon în Austria ($Q = 340 \text{ m}^3/\text{sec.}$, $H = 10 \text{ m.}$) pierderile prin infiltrație prin căptușeala canalului pe o suprafață de peste 300.000 mp. nu a depășit valoarea de 0,089.

c). căptușelile din beton bituminos se remarcă printr-o înaltă stabilitate la crăpături și deformații, tasare și umflături.

Astfel pe barajele El - Grib și Iril - Erude în Algeria, Val de Goio în Portugalia, apărarea malurilor mării în R.F.G., s-au produs tasări inegale a fundațiilor pînă la 50 mm, fără a conduce la fisurarea căptușelilor.

Deasemenea pe canalul Folierville din Tunisia, umflarea solurilor grele argiloase sub căptușeala din beton armat a dus la apariția unor subpresiuni de pînă la 3 kgf/cm^2 , în schimb căptușeala din beton bituminos s-a deformat fără a se fisura.

d). căptușelile din beton bituminos în ciuda grosimilor mici se caracterizează printr-o siguranță înaltă, stabilitate la apă și durabilitate.

Pentru aceasta stă mărturie consolidarea digului Huk - Van - Holland cu piatră penetrată cu asfalt, construit de peste 100 ani. Deasemenea canalul de navigație Dontzer - Madrogan și Montelimar din Franța cu debite de peste $1350 \text{ m}^3/\text{sec}$. și căptușeli din beton bituminos avînd o grosime de numai 6 cm. funcționează cu succes de peste 20 ani fără reparații.

Imbrăcămintea bituminoasă a digurilor maritime de pe malurile Mării Nordului (în Olanda și R.F.G.) a rezistat unui uragan catastrofal cu valuri de peste 4,5 m în timp ce imbrăcămintea de alt tip de la alte diguri a fost distrusă.

După calculele inginerilor francezi și germani, cheltuielile de exploatare pentru întreținerea și repararea căptușelilor din beton bituminos nu depășesc 5 % din valoarea acestora

După cele arătate mai sus este recomandabil a se întrebuița și în țara noastră pe o scară mai largă căptușelile din beton bituminos în construcțiile hidrotehnice.

Introducerea în ceață a acestora în practica de construcții se explică prin:

- cunoașterea insuficientă a acestor căptușeli;
- probabilitatea deteriorării învelișului bituminos de către ierburi;
- pericolul de poluare a apei de băut datorită bitumului;

- posibilitatea creșterii coeficientului de rugozitate;

- insuficiența mijloacelor necesare în special utilaje specifice acestui gen de lucrări.

Deteriorările provocate învelișului de către vegetație se înlătură prin sterilizarea solului cu clorat de sodiu sau tratarea acestuia la bază cu ierbicidul " Diuron sau Argesid" (experiența institutului de cercetări și studii pentru hidrotehnică în decurs de 7 ani).

Deasemenea același institut menționează că asfaltările nu reduc calitatea apei de băut, fapt ce a dus ca Ministerul Sănătății din U.R.S.S. să autorizeze folosirea acestora în lucrările hidrotehnice de la alimentări cu apă.

La fel în S.U.A. căptușelile din beton bituminos au fost folosite la echipamentele de aprovizionare cu apă potabilă (barajul Montgoniery și Canalul Bal-Kuk care aprovizionează cu apă potabilă orașul Los Angeles).

Concluziile mai multor instituții de cercetare științifică hidrotehnică din U.R.S.S., S.U.A., Franța, Germania, Olanda, etc., indică folosirea acestor betoane bituminoase, fapt ce a determinat și I.C.H. București să se orienteze spre obținerea și omologarea în țara noastră a unor soluții și tehnologii având la bază betoane bituminoase.

În funcție de natura terenului, dimensiunea canalului precum și a condițiilor de execuție specifice fiecărei lucrări se preconizează utilizarea a 2 tipuri de căptușeli și anume:

A. - membrane impermeabile pe bază de împîslitură sau țesături din fibre sau fire de striclă bituminată protejate;

- membrane impermeabile uzinale protejate cu prefabricate din mixturi bituminoase semicompacte;

- membrane din folie de polietilenă protejate.

B.- îmbrăcămiști impermeabile din prefabricate din mixturi bituminoase turnate, rostuite cu mase de etanșare plastice (asrobit);

- îmbrăcămiști din prefabricate mici (0,5 x 0,5 x x 0,03 m.)(0,5 x 1,0 x 0,03 m.) nearmate;

- îmbrăcămiști din prefabricate mari (1,0 x 1,0 x

x 0,03 m.) (1,0 x 1,5 x 0,03 m. 1,0 x 2,0 x 0,03 m.) nearmate rostuite;

- îmbrăcăminți din prefabricate mari (1,0 x 2 ... 10,0 x 0,04 ... 0,06 m.) armate rostuite.

În cadrul I.C.H. -ului s-au făcut cercetări și experimentări la scară naturală (poligonul de experimentări Ciurelu) pe o perioadă de mai mulți ani, referitoare la introducerea unor noi soluții de căptușire a canalelor și bazinelor pe bază de materiale noi (mixturi bituminoase).

Cercetările au constat din:

- cercetări de laborator asupra rețetelor de amestec
- cercetări de laborator asupra caracteristicilor fizico - mecanice ale mixturilor bituminoase;

- cercetări de laborator asupra comportării în timp a mixturilor bituminoase prin determinări de îmbătrânire accelerată;

- cercetări de laborator asupra tehnologiilor de preparare;

- cercetări de laborator și în poligonul experimental asupra metodologiei specifice de verificare a materialelor, procesului tehnologic de preparare, precum și a materialelor bituminoase executate;

- cercetări de laborator și în poligonul I.C.H. București precum și la P.C.I.F. Craiova asupra cofrajelor, armăturilor și tehnologiilor de realizare a prefabricatelor.

În ceea ce privește soluția de căptușire cu membrane impermeabile uzinale protejate s-au efectuat :

- cercetări de laborator și teren asupra condițiilor de utilizare a membranelor impermeabile la căptușirea canalelor;

- cercetări de laborator prin îmbătrânire accelerată asupra comportării în timp a membranelor impermeabile preconizate;

- cercetări în poligonul experimental I.C.H. asupra tehnologiilor de realizare a căptușelilor prin membrane impermeabile uzinale.

Au mai fost executate cercetări și experimentări în poligonul I.C.H. referitoare la:

- condițiile de utilizare a prefabricatelor bituminoase la căptușirea canalelor de alimentare cu apă pentru irigații, centrale termice, bazine;

- tehnologii de realizare a îmbrăcămintilor.

Studiile și cercetările enumerate s-au efectuat într-un interval de timp de 3 ani în laborator și experimentate în poligon.

Secțiunea canalelor pe care s-au experimentat soluțiile de căptușire cu mixturi bituminoase semicompacte, precum și lungimea tronsoanelor pentru fiecare soluție experimentată sînt redată în fig. 3.19.

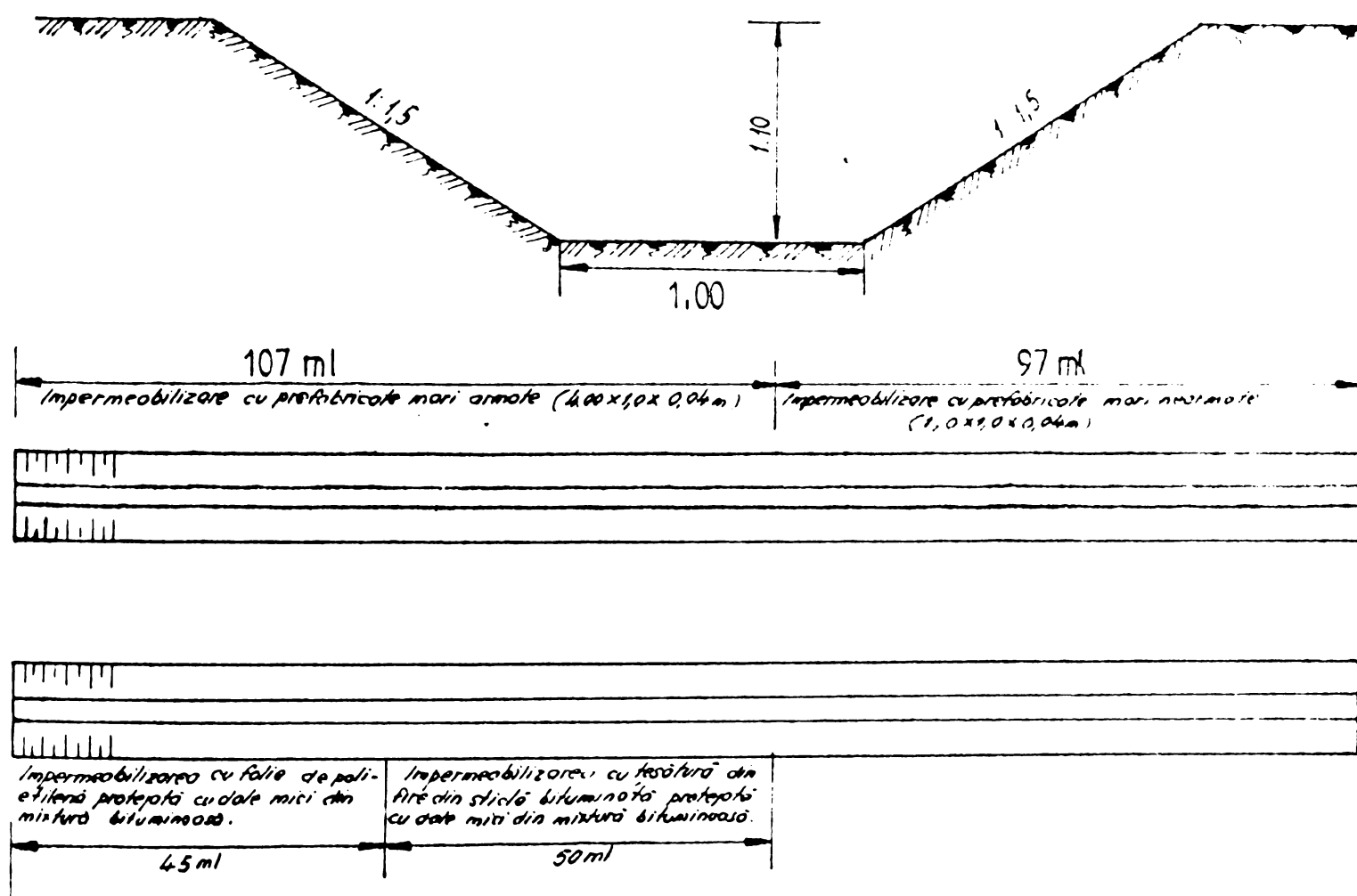


Fig. 3.19 Secțiunea canalului și lungimile tronsoanelor pe care s-au experimentat îmbrăcămintile de mixturi bituminoase și membrane impermeabile.

În urma cercetărilor de laborator efectuate pe un mare număr de rețete pentru realizarea amestecurilor bituminoase, care să poată fi folosite la căptușirea canalelor, s-au stabilit limitele între care se încadrează diferitele componente ale amestecului pentru a răspunde scopului propus.

Rețeta care a satisfăcut toate caracteristicile fizico - mecanice impuse a fost următoarea:

- mărgăritar 3,15 - 7,10 mm/agregat 50,4 % ;
- nisip 0 - 3 mm/agregat 19,9 % ;
- filer de calcar/agregat 29,7 % ;
- bitum D 50/80/mixtură 8 %

Cu această rețetă au fost preparate succesiv șarje de cca. 3500 kg capacitatea maximă a unui malaxor.

Tehnologia de preparare [73] a urmărit procedeul clasic de prepararea amestecurilor bituminoase turnate.

Confecționarea prefabricatelor are la bază procedeul asemănător confecționării căptușelilor din beton armat, eliminându-se operația de vibrare.

După operația de confecționare, la 1 - 2 ore dalele au fost decofrate și transportate la locul de depozitare.

Din discuțiile purtate cu cercetătorii de la I.C.H. am propus ca această operație să fie eliminată, adică dalele să rămână pe loc, urmând ca după 2 ore să se revină la dala turnată prin decofrare și ridicarea tiparului deasupra dalei, aceasta devenind suport pentru turnarea dalei următoare.

Această rezolvare impune aplicarea între cele 2 dale a unui strat izolant care să nu permită aderența între cele 2 dale prefabricate.

De asemenea am propus să rezolvăm și la acest tip de dale problema pachetizării sau containerizării acestora, pentru că altfel productivitatea operațiilor de încărcare, descărcare scade față de operația de încărcare - descărcare pusă la punct la prefabricatele de beton de ciment.

Cît privește numărul de dale în stivă I.C.H. recomandă 20 buc. față de care autorul a propus ca stivele să fie într-un număr echivalent cu capacitatea mijlocului de transport sau 1/2 pentru a se preta la operația de pachetizare.

Armarea prefabricatelor mari s-a făcut cu plasă de sîrmă sudată cu $\emptyset = 3$ mm și ochiurile de 20 x 20 cm., consumul de oțel fiind de 0,7 - 1 kg/m². în funcție de mărimea prefabricatelor.

În poligonul experimental al I.C.H. -ului, datorită dimensiunilor canalelor au fost realizate și experimentate următoarele soluții de impermeabilizare a canalelor:

a). impermeabilizare cu prefabricate mari armate de 4,0 x 1,0 x 0,04 m., aplicate pe un tronson de canal de 107 ml. (fig. 3.20.);

b). impermeabilizare cu prefabricate mari nearmate de 1,00 x 1,0 x 0,04 din mixturi bituminoase turnate, aplicate pe un tronson de 97 ml. (fig. 3.21.);

c). impermeabilizare cu folie de polietilenă protejată cu prefabricate mici din mixturi bituminoase 0,5 x 0,5 x 0,04, aplicată pe un tronson de canal de 45 ml. (fig. 3.22.);

d). impermeabilizare cu țesătură de sticlă bituminată protejată cu prefabricate mici din mixtură bituminoasă, aplicată pe un tronson de canal de 50 ml. (fig. 3.23.).

Aspectul general al impermeabilizărilor executate cu soluțiile descrise mai sus este arătat în fotocopiile (a, b, c, d).

Prețurile de cost estimate în urma experimentărilor în poligonul I.C.H. sînt cuprinse între 35 - 45 lei/mp.

Oft privește tehnologia de execuție a tipurilor menționate aceasta se prezintă în planșele anexe la referatul nr.2.

3.6. Concluzii

Analizînd impermeabilizările clasice aplicate pe soară largă în țara noastră și străinătate cît și cele experimentate în laborator și poligonul I.C.H. București în ultimă perioadă rezultă:

- căptușelile din beton de ciment reprezintă încă pe plan mondial cea mai sigură soluție în toate cazurile în care costul lor ridicat, consumul de ciment și investiția inițială, sînt justificate de avantajele pe care le aduc.

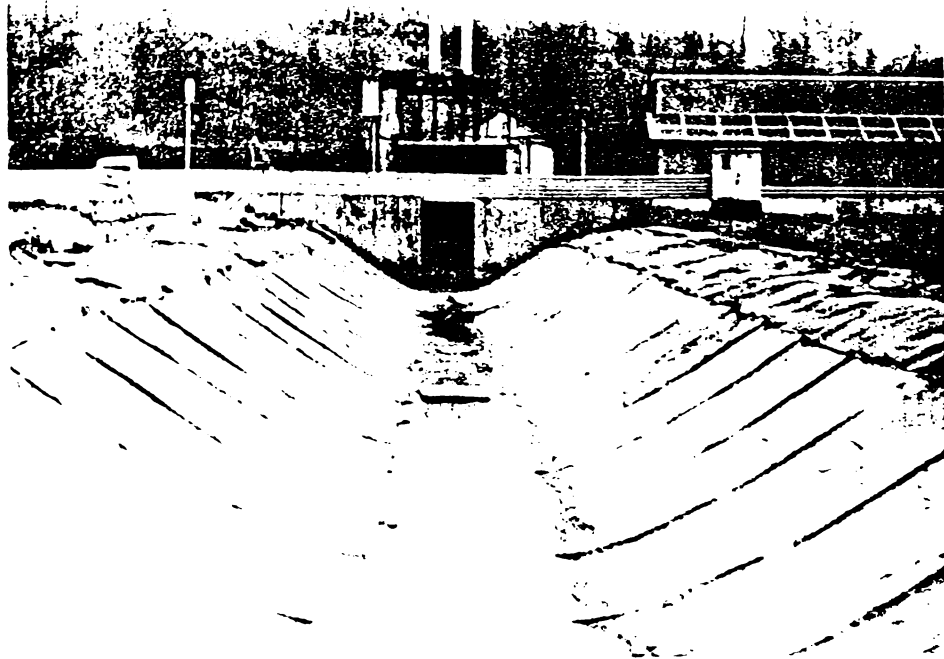


Fig. 3.20 Prefabricate mari armate de 4,00 x 1,00 x 0,04 m din mixturi bituminoase turnate.

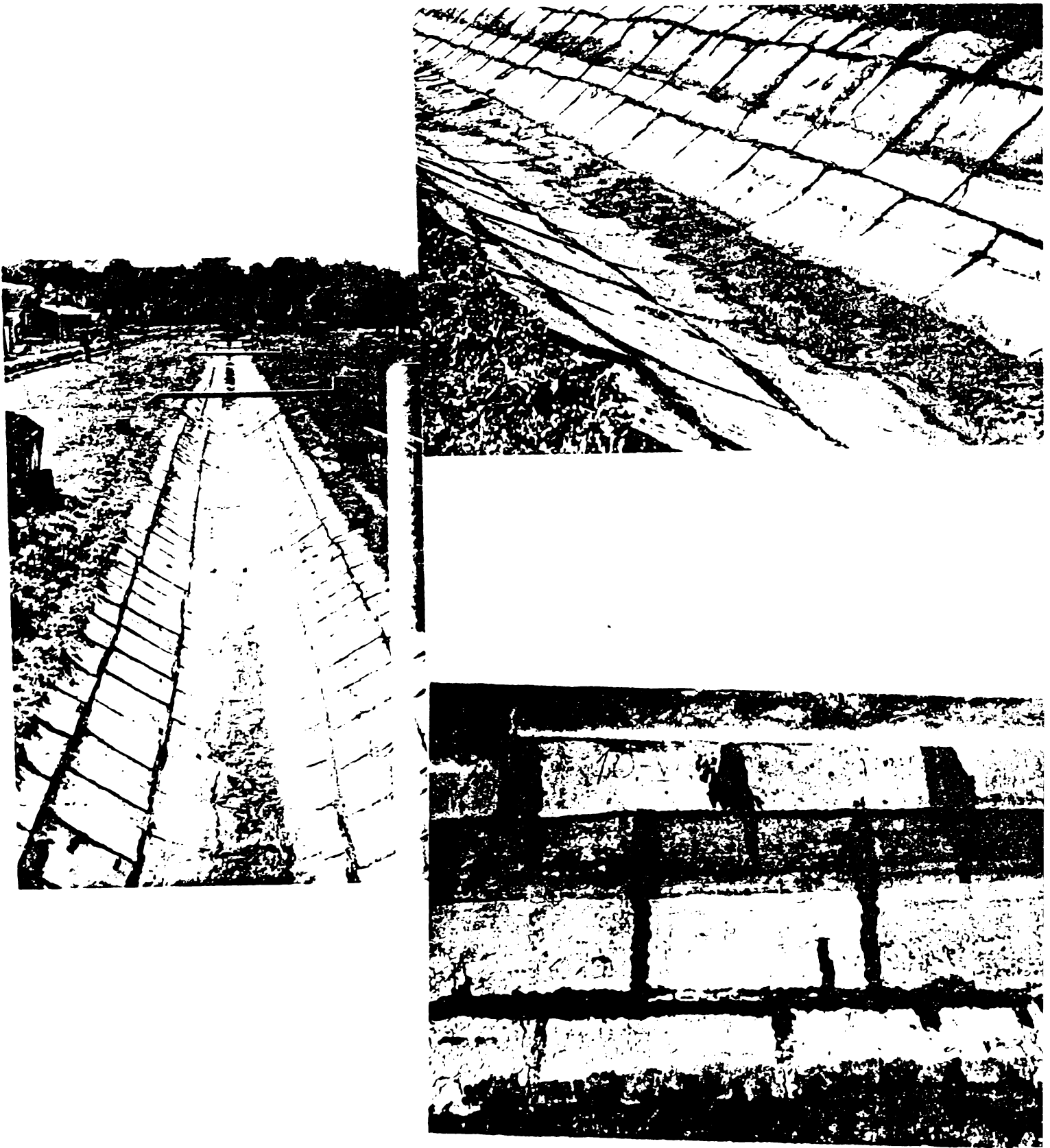


Fig. 3.21 Prefabricate mari, nearmate, de $1,00 \times 1,00 \times 0,04$ m din mixturi bituminoase turnate.

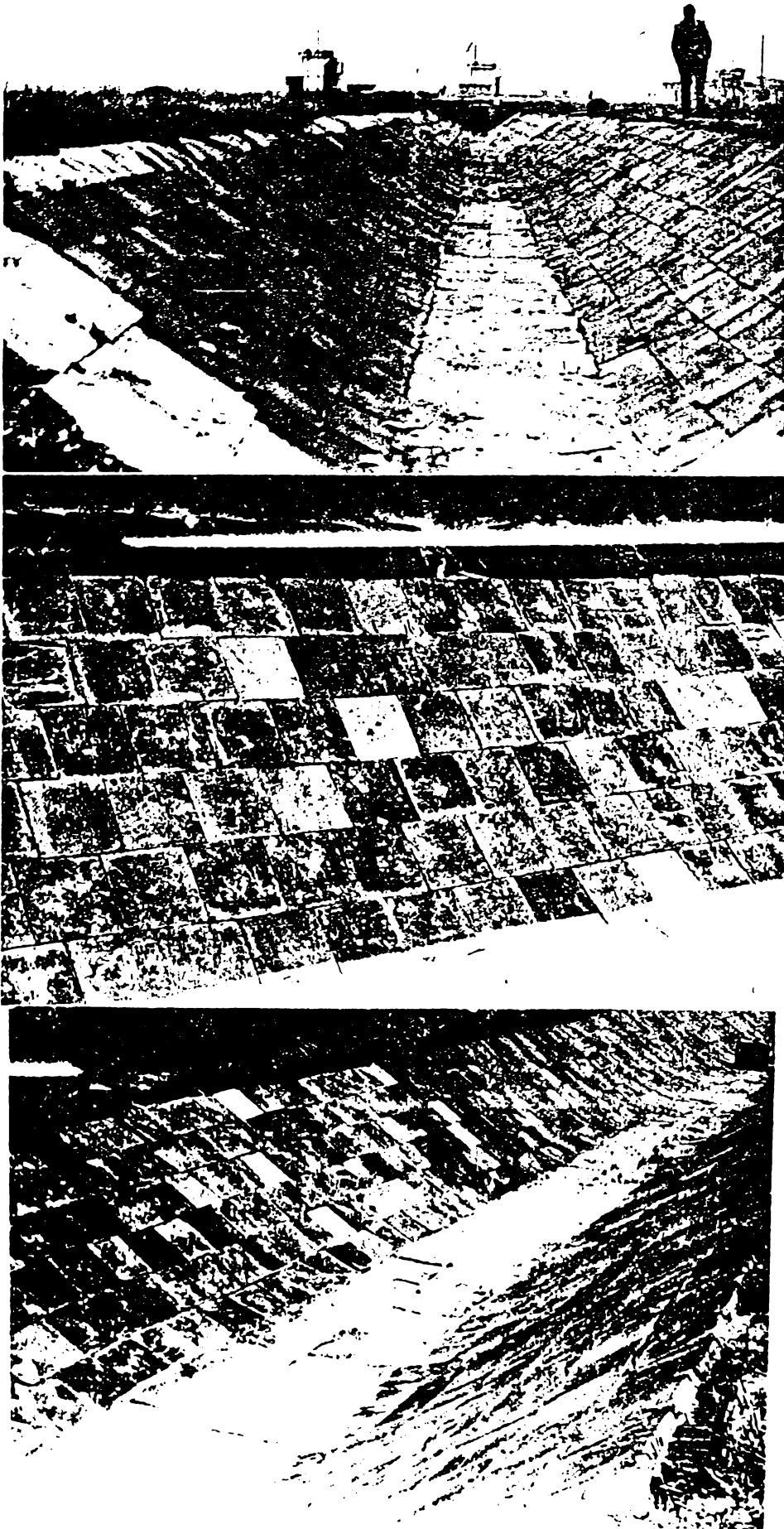


Fig. 3.2 2 Folie de polietilenă protejată cu prefabricate mici din mixturi bituminoase (de $0,50 \times 0,50 \times (0,30 - 0,04)$ și $0,30 \times 0,30 \times 0,04$ m.

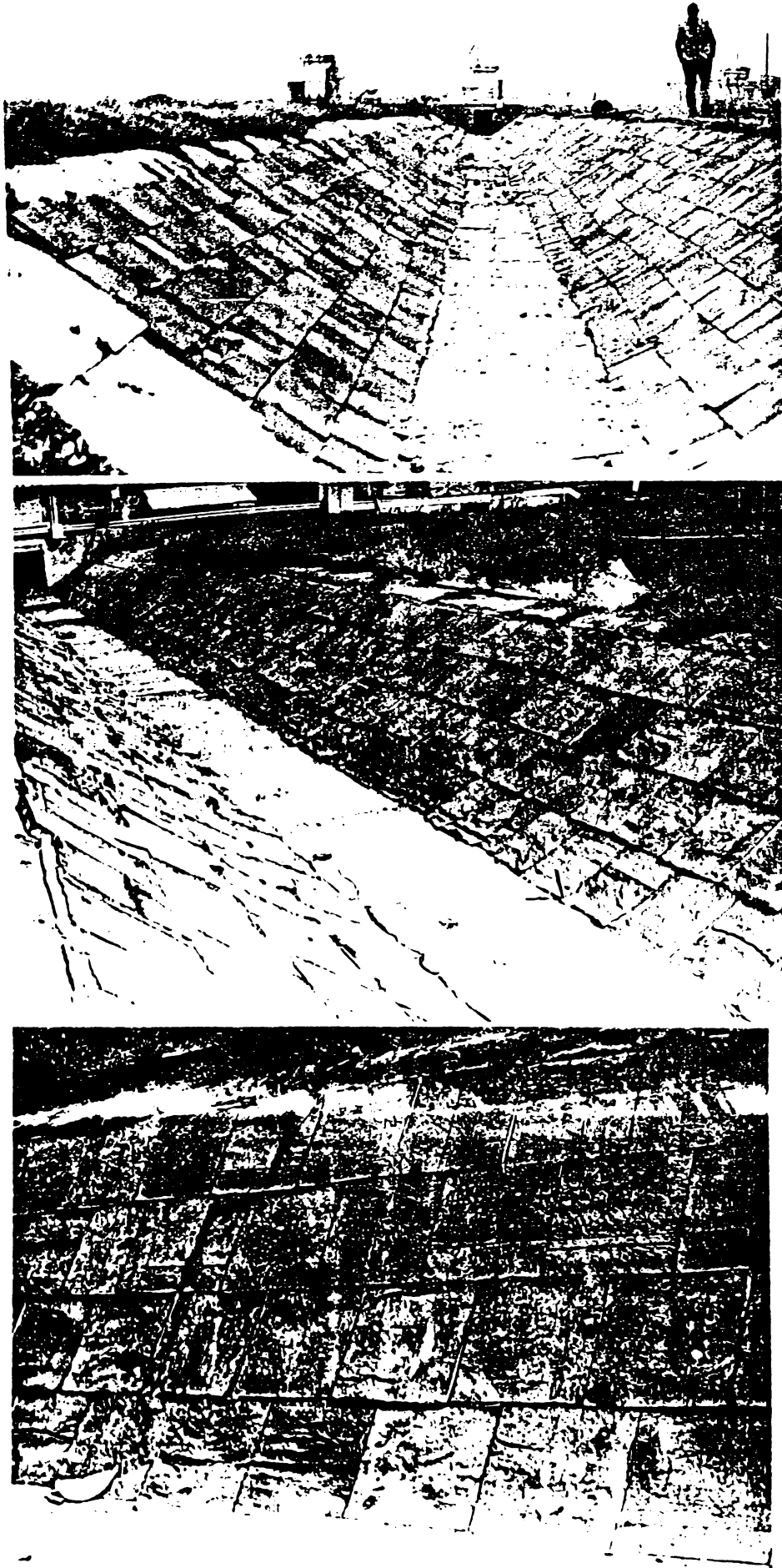


Fig. 3.23 Tesătură din fire de sticlă bituminată protejată cu prefabricate mici din mixturi bituminoase turnate de $0,50 \times 0,50 \times 0,03 - 0,04$ m.

Acestei soluții i s-au adus îmbunătățiri ce au condus la reducerea costurilor și ridicarea calității.

Printre realizările cele mai mari putem enumera: reducerea grosimii de beton, reducerea armăturii; în multe situații armătura fiind redusă total.

În prezent ca urmare a evoluției tehnologiilor și a utilajelor de betonare, s-a ajuns în situația ca betonul simplu să aibă în acest gen de lucrări calități apropiate de cele ale betonului armat în ceea ce privește durabilitatea și eficiența.

În ultima perioadă utilizarea armăturii la căptușeli se face numai în situații speciale (presiuni hidrostatice importante din sol, la racordarea construcțiilor hidrotehnice și în prefabricatele de mari dimensiuni.)

Scopul final al cercetării întreprinse prin prezența lucrare a fost de a contribui la micșorarea pierderilor prin infiltrațiile ce au loc prin masa de beton, fisuri și în special în zonele rosturilor, concomitent cu reducerea costurilor căptușelilor și mărirea productivității acestora.

Cît privește căptușelile bituminoase, acestea au avut un caracter restrîns în țara noastră.

Datorită gradului ridicat de aderență pe care-l asigură, elasticității lor și a lipsei rosturilor, căptușelile bituminoase sînt utilizate pe scară largă la căptușirea canalelor cu secțiuni mari, în special pentru a putea folosi mașini și utilaje de înaltă productivitate.

Comarate cu căptușelile de beton, căptușelile bituminoase executate corect sînt competitive din multe puncte de vedere, dar li se estimează o durată de serviciu mai redusă, de regulă sub 50 ani. În general ele sînt indicate la canalele cu viteze pînă la 1m./sec.

Deasemenea dificultățile tehnologiei în cazul realizării betoanelor bituminoase, rezultă din marea exactitate ce trebuie asigurată în realizarea rețetei, întrucît toleranțele de dozarea elementelor componente nu trebuie să depășească 2-5 % pentru agregate, 1 % pentru părțile fine și 0,2 % pentru bitum.

Dacă la betoanele din ciment, supradozările frecvent folosite în execuție, ca măsură de prudență nu produc dezagremente importante, la betoanele bituminoase au ca efect scaderca

importantă a rezistențelor mecanice.

Dacă la cimenturi ne interesează în special rezistențele mecanice finale, iar procesul de întărire odată declasându-se se desfășoară normal, el fiind ireversibil, liantul bituminos este un material viu cărui trebuie să i se cunoască o gamă mai largă de caracteristici, întrucât fiecare în parte influențează comportarea în timp a betonului realizat, rezistențele mecanice variind continuu în funcție de temperaturi și de procesele chimice de oxidare și evaporare a bitumului.

La aceste dificultăți se adaugă și necesitatea de a-l pune în operă într-un interval de timp scurt în comparație cu betoanele de ciment.

Datorită acestor neajunsuri acest tip de căptușire n-a fost utilizat la noi în țară.

Potuși la canalele de secțiune mare, aceste căptușeli prezintă avantaje față de cele din beton, mai cu seamă când există posibilitatea reducerii costului căptușelilor din bitum.

Un element foarte important care determină folosirea și a acestor tipuri de căptușeli, îl constituie consumul de resurse energetice pentru producerea lianților. Din acest punct de vedere bitumul este prioritar, el consumând circa 330 kwh/t. față de 660 kwh/t. de ciment.

Având în vedere cele arătate mai sus cât și lipsa unei dotări corespunzătoare pentru lucrările cu bitum, activitatea de cercetare a fost orientată către impermeabilizările din beton. Rămîne pentru viitor pe măsura dotării cu instalații corespunzătoare, ca acest tip de impermeabilizări să se extindă tot mai mult.

C A P I T O L U L 4.

METODICA DE CERCETARE SI BAZA MATERIALA PENTRU STABILIREA GRADULUI DE IMBUNATA- TIRE A IMPERMEABILIZARII CONSTRUCȚIILOR DE TRANSPORT SI INMAGAZINAREA APEI

4.1. Metode de determinarea pierderilor folosite în prezent

În etapa actuală clasificarea metodelor de calcul a infiltrațiilor este următoarea :

1. Metode ce au la bază determinarea spectrului hidrodinamic, cele mai importante fiind:

a). metode analitice și anume:

- metoda reprezentării mișcării prin funcție de variabilă complexă;

- metoda transformărilor complexe inițiată de Pavlovski;

- metode bazate pe aplicarea ecuațiilor diferențiale inițiate de Polubarinova - Kocina;

- metoda condițiilor de margine propusă de Numerov.

b). metode analogice de laborator impunându-se analogia electrică a lui Pavlovski și analogia hidraulică;

c). metode grafice prin aproximații succesive

. // .

folosită frecvent la calcule preliminare și la lucrări de mică importanță;

d). metode numerice iterative ce folosesc calculatoarele electronice și anume:

- metoda relaxării a lui Southwell;
- metoda suprarelexării;
- metoda elementului finit a lui Zienkiewicz.

2. Metode simplificate care nu se bazează pe spectral hidrodinamic (metode hidraulice) ce apelează la ipoteza simplificatoare privind cinematica curenților și anume:

- ipoteza Dupuit - Forchheimer prin care se consideră că liniile de curent sînt paralele cu un plan dat (orizontal);

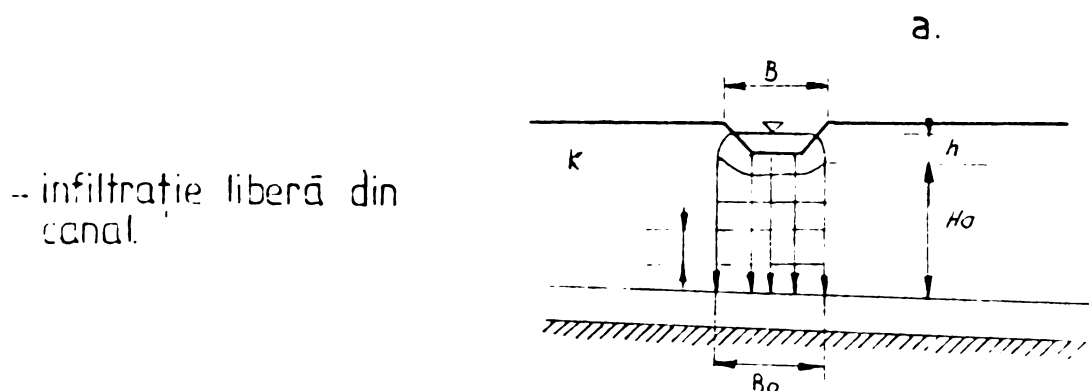
- ipoteza Dupuit generalizată în care liniile de curent se consideră orizontale în stratele foarte permeabile și verticale în cele mai puțin permeabile, aceasta avînd valabilitate numai în anumite condiții de margine;

- ipoteza lui Hooghondt în special folosită la puțuri, drenuri, iar liniile de curent fiind radiale;

- metoda coeficienților de rezistență hidraulică.

În cazul construcțiilor de transport și înmagazinarea apei, calculul infiltrațiilor se rezumă la calculul pierderilor de apă prin infiltrație liberă.

Examinînd infiltrația permanentă dintr-un canal rezultă că aceasta este influențată foarte mult de poziția suprafeței libere a apei subterane situațiile tipice fiind (fig.41.),



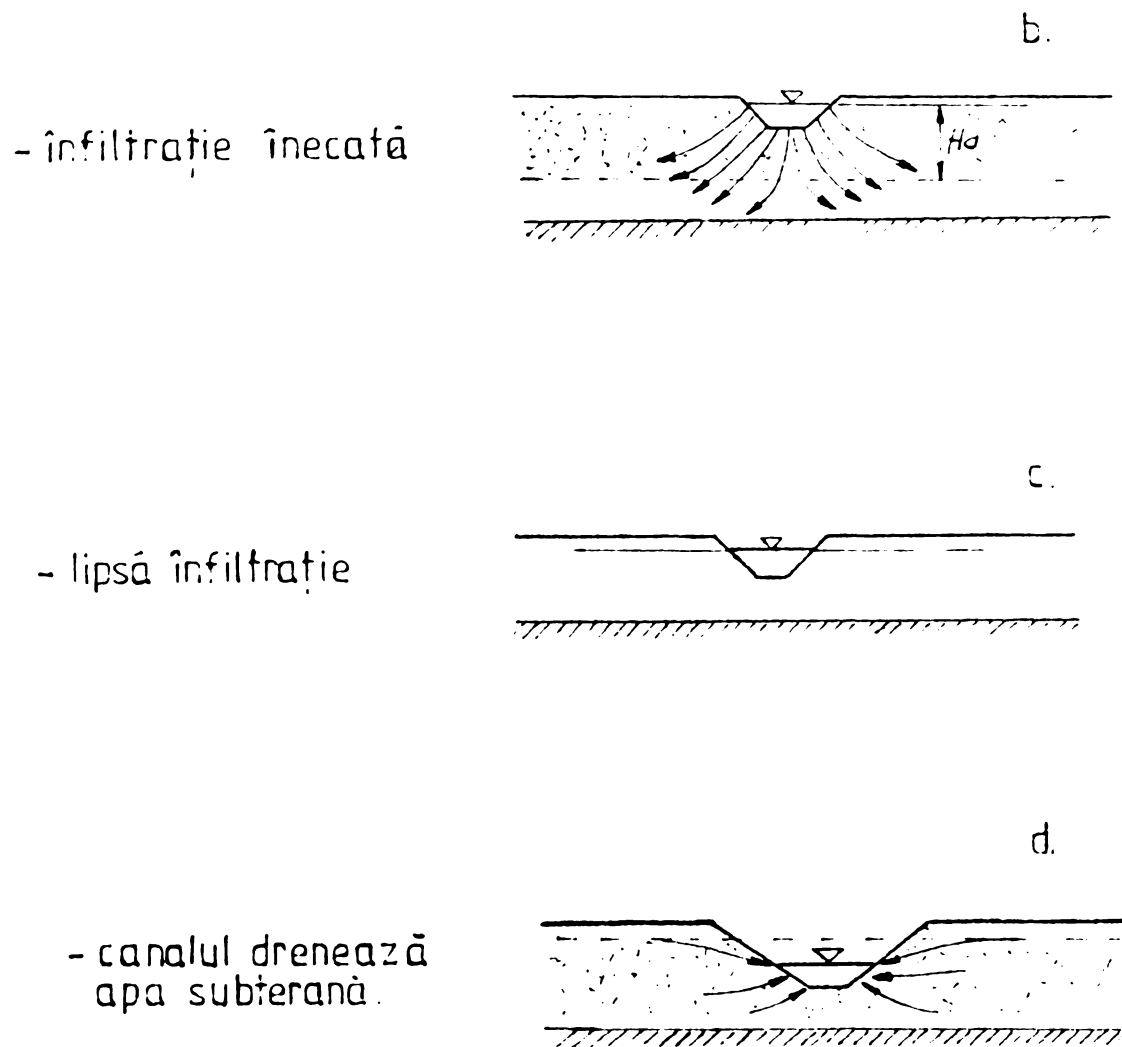


Fig.4.1 Influența suprafeței libere a apei subterane asupra infiltrației la a) infiltrație liberă, b) infiltrație înecată, c) lipsă infiltrație, d) drenare

Ținând cont că aducțiunile de apă și canalele distribuitoare se execută în majoritate prin primele două cazuri literatură de specialitate indică relații de calcul pentru aceste situații astfel:

La adâncimi mari a stratului freatic ou $B_0 \gg 1,5$ ($B + 2 h$) liniile echipotențiale sînt drepte orizontale iar liniile de curent drepte verticale.

$$\text{Gradientul hidraulic } I = \frac{\Delta H}{\Delta z} = 1 \text{ iar debitul} \quad (4.1)$$

unitar va fi:

$$Q = B_0 K I = B_0 K \quad (4.2)$$

Pentru canalele trapezoidale $B_0 = B + \xi h$, ξ fiind coeficient funcție de panta taluzelor canalului și de raportul

dintre lățimea și adâncimea apei în canal B/h, date ce se găsesc în literatură de specialitate (calculul infiltrațiilor - V. Pietraru).

În cazul infiltrației înecate se întâlnesc 2 cazuri și anume:

1). Stratul permeabil de grosime infinită și regim permanent cu mișcare plană verticală și metrică cu patul impermeabil teoretic infinită (fig. 4.2.) relația debitului se obține prin rezolvarea ecuației stabilită de Polubarinova - Kocina [57]

$$\frac{B}{H} = \frac{2 \lambda l}{1 - \lambda H} + \frac{2 K'}{K} \quad \text{care conduce la: (4.3)}$$

l = rază de influență

$$Q' = K H \frac{2 K'}{K} \quad (4.4)$$

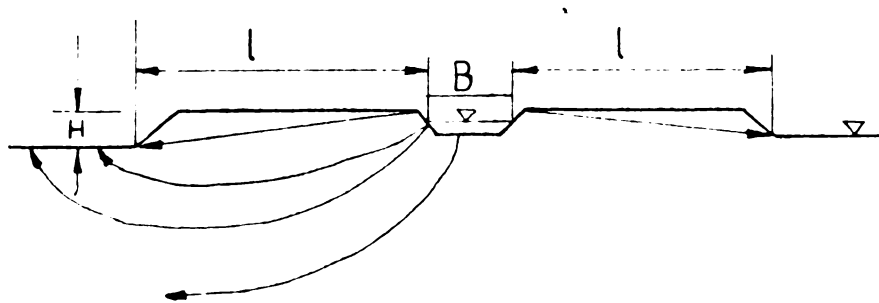


Fig. 4.2 Parametrii de calcul ai infiltrației înecate din canale (după Polubarinova - Kocina)

K și K' reprezintă integralele eliptice din specia I de modul λ respectiv $\lambda' = \sqrt{1 - \lambda^2}$ (4.5.)

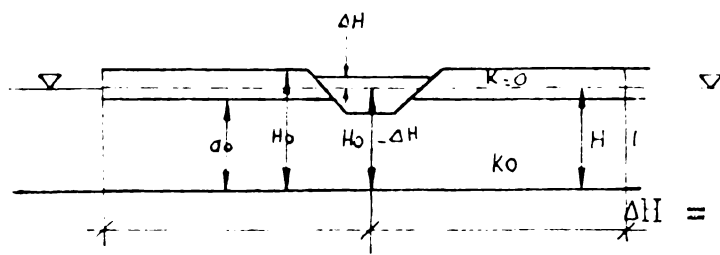
Pentru calcule practice există grafic $\frac{Q}{K \cdot H} =$

$$f \left(\frac{B}{H}, \frac{l}{H} \right) \quad (4.6.)$$

2). Stratul permeabil este de grosime finită (fig. 4.3.)

Se observă că la o distanță mai mare de canal mișcarea poate fi tratată cu ajutorul ipotezei lui Dupuit iar zona canalului se reduce tot la o mișcare simplă - Dupuit apelandu-se la metoda rezistențelor hidraulice.

Pentru primul strat se calculează pierderea de sarcină ΔH cu formula:



$$\Delta H = \frac{Q'}{\pi K_0} \ln \frac{2a_0}{\pi D} \quad (4.7)$$

Fig.4.3 Infiltrația din canale în stare sub presiune

D = diametrul unui dren semicircular cu același efect cu drenul real. După Ghirinski $D = \eta (b_1 + 0,5 b_2)$; η luându-se din tabele.

Q se calculează cu relația dedusă din Legea lui Darcy

$$Q' = 2a_0 k_0 \frac{(H_0 - \Delta H) - H}{L} \quad (4.8)$$

În cazul mișcării cu nivel liber în cazul aducțiilor și distribuțiilor deschise formula de nivelări suplimentare rămâne aceeași cu schimbarea lui a_0 în H_0 adică

$$\Delta H = \frac{Q'}{\pi K_0} \ln \frac{2H_0}{\pi D} \text{ iar debitul} \quad (4.9)$$

$$Q' = K_0 \frac{(H_0 - \Delta H)^2 - H^2}{L} \quad (4.10)$$

Pentru canalele căpușite există relația lui G.V. Davis și P. Wilson [54] care are o bună aplicabilitate practică și care urmează să fie verificată prin măsurătorile directe:

$$q = \frac{C}{10.000} P \sqrt[3]{h} \left(\frac{m^3}{s \cdot km} \right) \quad (4.11)$$

în care:

P - perimetrul udat al secțiunii transversale în m.;

h - adâncimea apei în m.;

C - un coeficient ce depinde de natura căptușelii
acesta fiind:

- beton de 7,5 - 10 cm. - 1

- bitum ușor - 5

- căptușeli subțiri de asfalt
sau mortar de ciment 10

4.1.1. Determinarea pierderilor de apă prin exfiltrații
folosind relații de calcul bazate pe mișcarea
apei prin căptușeala de beton conform legii
lui Darcy

Pierderile de apă din canalele căptușite sau exfiltrațiile se evaluează pentru 2 categorii [50] care pot avea loc simultan sau independent și anume:

- pierderile difuze distribuite pe toată suprafața elementului de căptușire, în acest caz debitul exfiltrat fiind mai redus decât capacitatea de filtrație a pământului (fig. 4.4)

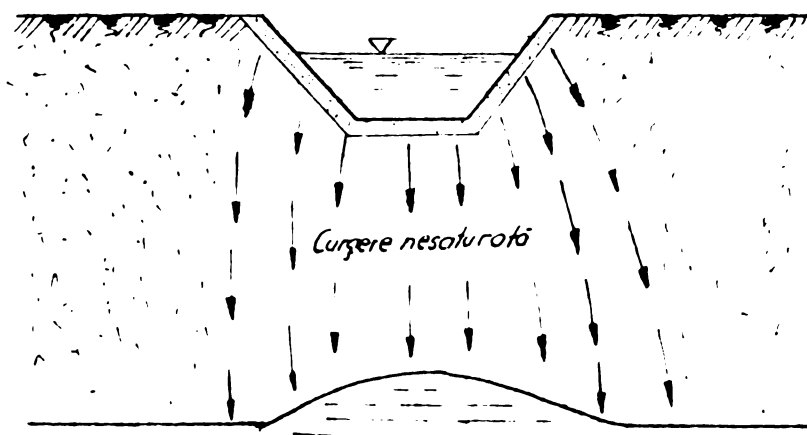


Fig. 4.4 Pierderi de apă difuze

- pierderile concentrate ce au loc prin eventualele defecțiuni ce apar în căptușeală sau prin rosturi și care creează fîșii de curgere subterană saturate (fig. 4.5)

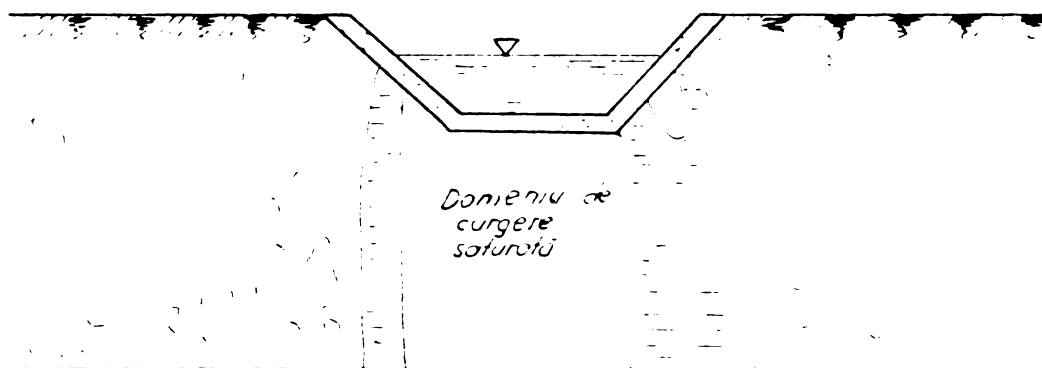


Fig. 4.5 Pierderi de apă concentrate

În vederea determinării acestor pierderi există 2 căi și anume:

- evaluarea prin calcule a pierderilor de apă prin canalele căptușite care reprezintă încă o problemă dificilă, nefiind în prezent în literatura din țară și străină formele care să fie utilizate curent și cât mai aproape de realitate, formele existente referindu-se mai mult la infiltrații iar la exfiltrații se folosesc cu mari abateri.

Dificultatea constă în:

- influența reciprocă dintre pierderile difuze și cele concentrate prin rosturi;
- cunoașterea insuficientă a efectului căptușelă teren asupraurgerii, imposibilitatea de a caracteriza nivelul acestui contact;
- greutatea de a defini gradul de neetanșeitete a rosturilor.

Din aceste considerente determinarea teoretică nu ne furnizează date certe cu privire la pierderile de apă din canalele căptușite, apelând la măsurătorile directe din teren sau în pământ singura cale care să ne dea date cât mai apropiate de realitate.

Datele existente în literatură privind infiltrația apei prin beton au la bază principiile mișcării printr-un mediu poros, mișcare ce se încadrează în domeniul de validitate al legii lui Darcy $V = KI$ în care viteza de filtrare a apei prin beton este proporțională cu pierderea de sarcină j pe unitatea de lungime și cu un factor k constant pentru beton numit și coeficient de permeabilitate sau filtrație 50 .

Pentru a micșora pierderile de apă prin infiltrație trebuie obținut un coeficient K de valoare cât mai mică.

Infiltrațiile în cazul construcțiilor de transport a apei reprezintă mișcarea plan verticală în care spectrul hidrodinamic este alcătuit din două familii de curbe: [54]

- linii echipotențiale ($\varphi = \text{constant}$ sau $H = \text{constant}$) și linii de curent $\Psi = \text{constant}$ sau $Q = \text{constant}$ iar mișcarea este potențială.

Fiind seama de legea lui Darcy

$$\bar{V} = -K \text{ grad } H ; \text{ în care} \quad (4.12)$$

$$V_x = -K \frac{\partial H}{\partial x} ; \quad V_z = -K \frac{\partial H}{\partial z} \quad (4.13)$$

și legea continuității în regim permanent

$$\text{div} (\bar{V}) = \frac{\partial V_x}{\partial x} + \frac{\partial V_z}{\partial z} = 0 \quad (4.14)$$

se ajunge la ecuația lui Laplace

$$\Delta^2 H = \frac{\partial^2 H}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 H}{\partial z^2} = 0 \quad (4.15)$$

$$\text{în care sarcina hidraulică } H = z + \frac{P}{\gamma} + \frac{v^2}{2g} \quad (4.16)$$

și neglijind termenul care exprimă energia cinetică ($\frac{v^2}{2g}$)

specifică, aceasta datorită vitezei de infiltrare care este foarte mică la beton se obține relația simplă între presiune și sarcina hidraulică.

$$H = z + \frac{p}{\gamma} \quad (4.17)$$

În mișcarea plană potențialul vitezelor care satisface ecuația lui Laplace

$$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial z^2} = 0 \quad (4.18)$$

și care poate constitui partea reală a unei funcții analitice (f) de variabilă complexă

$$f(z) = \varphi + i\Psi \quad (4.19)$$

$$\text{unde } z = x + iz$$

este funcție de curent și se justifică prin aceea că familia de curbe $\Psi = \text{constant}$ reprezentând liniile de curent.

Între φ și Ψ există relațiile Cauchy - Riemann

$$\frac{\partial \varphi}{\partial x} = \frac{\partial \Psi}{\partial z} = V_x; \quad \frac{\partial \varphi}{\partial z} = -\frac{\partial \Psi}{\partial x} = V_z \quad (4.20)$$

Rezultă deci că spectrul hidrodinamic este reprezentarea grafică în planul z ; $z = x + iz$ (sau planul xz) a celor două familii de curbe $\varphi = \varphi(xz) = \text{constant}$

$$\Psi = \Psi(xz) = \text{constant}$$

Reprezentarea se face astfel încât între două curbe vecine diferența între două potențiale $\varphi_{i+1} - \varphi_i = \Delta \varphi$ să fie constantă la fel și cu diferența între 2 valori ale funcțiilor de curent $\Psi_{i+1} - \Psi_i = \Delta \Psi = \text{constant}$, obținându-se o rețea de dreptunghiuri curbilinii, cu raportul celor două laturi constant

$$\frac{\Delta S}{\Delta n} = \text{constant conform figurii 4.6.}$$

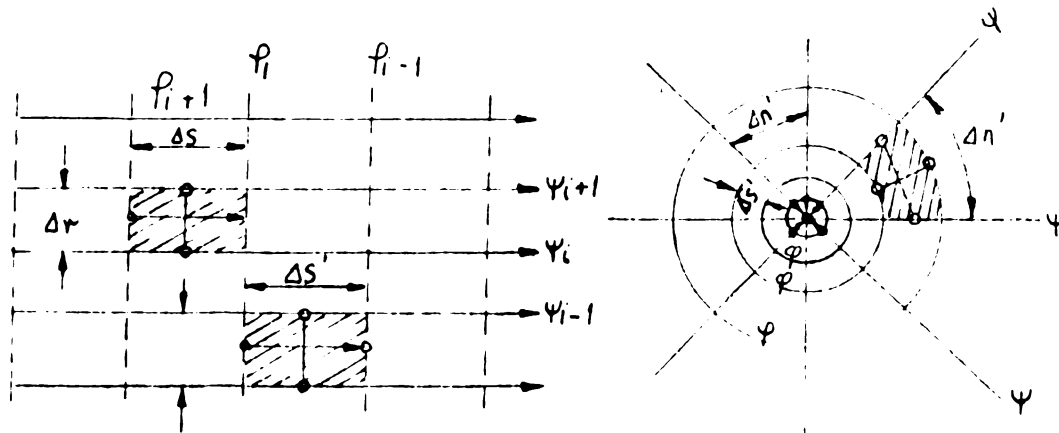


Fig. 4.6 Spectrul hidrodinamic.

Rețele dreptunghiulare curbilinii.

Rețeaua de pătrate se obține prin alegerea lui $\Delta \Psi$ în raport cu $\Delta \varphi$, adică $\Delta \Psi = \Delta \varphi$ se poate obține rețeaua de pătrate curbilinii.

Calculul parametrilor hidraulici cu ajutorul spectrului pentru cazul canalelor adică problema plan vertical

Gradientul hidraulic și viteza de infiltrație medie se determină din legea lui Darcy scrisă în diferențe finite (fig. 4.7)

$$I = \frac{\Delta H}{\Delta S}; \quad \text{și } V = \frac{\Delta \varphi}{\Delta S} = K \frac{\Delta H}{\Delta S} \quad (4.21)$$

$$(4.22)$$

Din această relație rezultă viteza medie.

În vederea obținerii unei precizii mai bune se vor îndeși liniile echipotențiale și se va mări scara spectrului.

Debitul infiltrant reprezintă suma debitelor infiltrante de-a lungul tuburilor de curent (spațiul format între două linii de curent (Ψ și Ψ_{i+1})) [54]

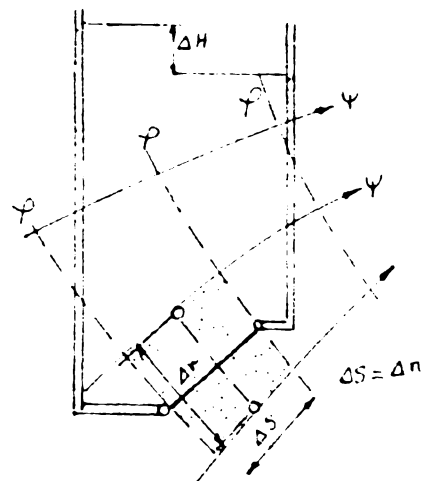


Fig.4.7 Calculul gradientului hidraulic și al vitezei de infiltrații.

$$Q = \sum_1^M (\Delta Q_i) \quad (4.23)$$

$$\text{unde } \Delta Q_i = (n) i v_i = K \left(\frac{\Delta n}{\Delta s} \right) i \Delta H \quad (4.24)$$

În particular la un spectru practic la care $\left(\frac{\Delta n}{\Delta s} \right)_{i=1} = 1$

$$\Delta Q_i = K \Delta H \quad (4.25)$$

Pentru un număr de tuburi de curent M debitul infiltrat va fi:

$$\underline{Q_i = MK \Delta H} \quad (4.26)$$

Avînd în vedere că ΔH este o fracțiune din diferența totală de nivele

$$H = H_{\max.} - H_{\min.} \text{ și anume: } \Delta H = \frac{H_{\max.} - H_{\min.}}{N} =$$

$$= \frac{H}{N}$$

Înlocuind pe ΔH în formula debitului relația devine

$$Q = \frac{M}{N} K H \quad (4.28)$$

Avînd în vedere că lucrarea se referă la canale și rezervoare de transport, mișcarea apei va fi în plane verticale cu suprafața liberă în care $p = 0$

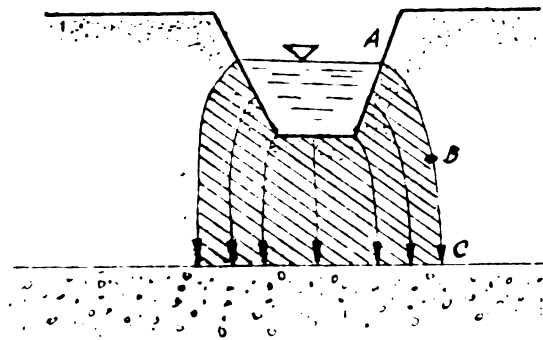
Din relația $p = 0$ și $H = z + \frac{p}{\gamma}$ se obține pe suprafața liberă relația :

$$\underline{H = z} \text{ sau } \varphi = kz + c \quad (4.29)$$

În cazul regimului permanent se mai adaugă condiția că suprafața liberă este o linie de curent, poziția suprafeței libere fiind o constantă în timp adică $\frac{\partial z}{\partial t} = 0$ de unde se deduce că viteza normală pe suprafața liberă este nulă.

$$V_n = 0 \text{ și } \frac{\partial \Psi}{\partial n} = 0 \text{ sau } \frac{\partial \Psi}{\partial s} = 0$$

În cazul canalelor poziția suprafeței libere se prezintă astfel: (fig. 4.8)



A= suprafața liberă orizontală
B= suprafața liberă verticală

Fig. 4.8 Poziția suprafeței libere.

În continuare se prezintă metodele de determinare a infiltrațiilor pentru cele 2 cazuri (pierderi difuze în masa betonului și pierderi concentrate prin zona rosturilor).

4.1.1.1. Determinarea pierderilor difuze folosind relațiile de calcul bazate pe legea lui Darcy

Pentru a scoate în relief eficiența noilor tipuri de căptușeli propuse este necesar a determina cu ajutorul relațiilor existente cât și prin măsurători directe pierderile la câteva tipuri de căptușeli clasice și la cele propuse.

Avînd în vedere faptul că în prezenta lucrare problema ce se cere este determinarea pierderilor prin căptușeală, este necesar a se stabili conductivitatea hidraulică (K_a) a elementului de căptușeală (dală de beton grosă de 6 cm. marca B 200).

K_a este foarte mic în raport cu cea a parametru-ului natural (K) rezultînd că mișcarea apei este de domeniul curgerii subterane nesaturate, adică într-un mediu trifazic - pămînt, aer, apă, premiza se menține valabilă atît timp cît stratul freatic se găsește la o adîncime suficient de mare de fundul canalului pentru a nu produce înecarea curgerii.

În acest caz mișcarea apei prin dala de beton are loc conform legii lui Darcy

$$V_a = K_a \frac{H_a - L_a - p}{L_a} \text{ în care:} \quad (4.30)$$

K_a = conductivitatea hidraulică a dalei de beton, element ce nu se găsește determinat în literatura de specialitate și care s-a determinat de autor pentru 3 tipuri de căptușeli la care urmează să se aducă îmbunătățiri prin :

- căptușeli din beton simplu de 10 cm. monolit marca B 200;
- căptușeli din dale mici prefabricate din beton simplu de 6 cm. marca B 200;
- căptușeli din dale mari prefabricate armate cu plasă STM de 3 sau 4 mm cu grosimea dalei de 6 cm. marca B 200.

După cum se observă s-au ales 3 tipuri de căptușeli folosite mai frecvent la care s-a propus îmbunătățiri care să conducă la micșorarea pierderilor de apă cât și la reducerea consumului de materiale.

Deasemeni se observă că s-a ales aceeași marcă de beton (B.200) pentru a avea determinări omogene și ușurință în stabilirea eficienței între căptușeli.

- H_m = adâncimea apei la canal;
- L_a = grosimea căptușelii ;
- p = presiunea negativă (sucțiunea) din pământul nesaturat și care acționează pe fața interioară a căptușelii

În fig. 4.9 se prezintă schematizarea pentru calculul exfiltrațiilor difuze.

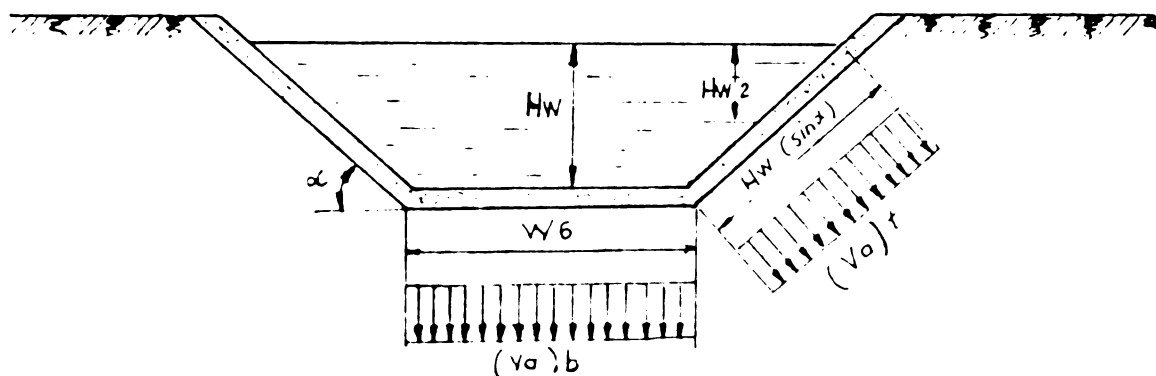


Fig. 4.9 Calculul exfiltrațiilor difuze

În general P va lua valoarea maximă sau critică ce reprezintă maximumul secțiunii.

Valorile lui Pcr. determinate experimental [50] pentru cele mai frecvente soluri:

- nisipuri mari - mijlocii	20 cm - 50 cm
- nisipuri mici și prafoase	50 cm - 100 cm
- prafuri	100 cm - 150 cm
- argile	peste 150 cm

Având în vedere valoarea foarte mică la numărător a lui La în raport cu H_w și P, aceasta se poate neglija apelând la relația :

$$V_a = \frac{H_w - P}{\frac{La}{ka}} \quad (4.31)$$

unde înlocuind pe P cu Pcr iar raportul $\frac{La}{ka}$ denumită impedanța stratului de căptușire, obținem relația cu ajutorul căreia determinăm debitul exfiltrat difuz (Q₀).

$$Q_0 = W_b \times V_a \text{ fund.} + 2 \frac{H_w}{\sin \alpha} \times V_a \text{ taluze sau în care } W_b - \text{lățimea canalului la fund} \quad (4.32)$$

$$Q_0 = W_b \frac{H_w - P_{cr}}{\frac{La}{ka}} + 2 \frac{H_w}{\sin \alpha} \cdot \frac{H_w/2 - P_{cr}}{\frac{La}{ka}} \quad (4.33)$$

Această relație va fi folosită în determinarea exfiltrațiilor difuze prin căptușeală (dale de beton) exclusiv rosturi.

4.1.1.2. Determinarea pierderilor concentrate folosind relațiile de calcul bazate pe legea lui Darcy

Dacă pierderile difuze s-au redus foarte mult în ultima perioadă prin îmbunătățirea calității betonului, nu același lucru s-a putut realiza cu rosturile ce se lasă fie în căptușirile din beton monolit, fie între dalele prefabricate montate. Prin aceste rosturi iau naștere surgeri concentrate care creează zone de saturație în domeniul respectiv de infiltrație, ce se produc în special când se interferează domenii vecine (fig. 4.10.)

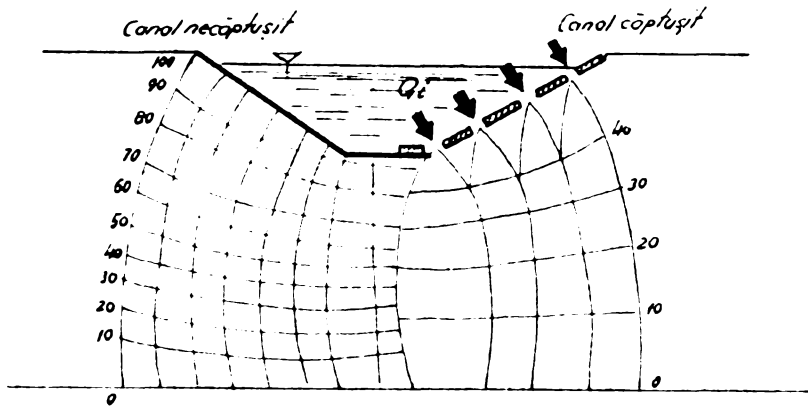


Fig. 4.10 Exfiltrații concentrate prin rost: q_i = debitul infiltrat prin rost.

Evaluarea pierderilor se face considerînd o curgere radială în mediu semifinit [50] ca în fig. 4.11.

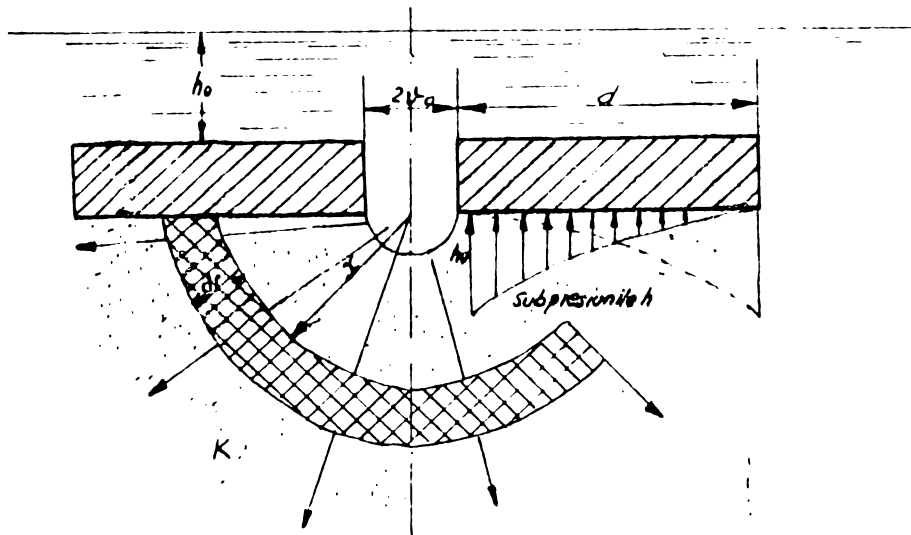


Fig. 4.11 Schematizarea calculului exfiltrațiilor prin rost.

Debitul exfiltrat prin rost este:

$$Q_r = \pi K_r \frac{dh}{dr} \quad (4.34)$$

Se consideră că rostul nu lucrează, adică este complet deschis, curgerea în teren fiind saturată.

K avînd mărimea din ecuația lui Darcy

Prin separarea variabilălor și integrare relația debitului se transformă

$$Q_r = \frac{\pi K}{hr} h + c \quad \text{și punînd condițiile de limită (4.35)}$$

$r=r_0; h=h_0$ debitul pierdut prin rost

$$Q_r = K \frac{h_0}{\ln\left(\frac{d}{r_0}\right)} : \text{cînd } r = d \text{ avem } h = 0 \quad (4.36)$$

În literatură [50] există o relație prin care se evaluează pierderile prin rosturi imperfect etanșe:

$$Q = AHW^{3/2} \text{ (m}^3\text{/zi/m de rost)} \quad (4.37)$$

unde A este un coeficient care variază între 0,01 și 0,05, funcție de tipul și calitatea rostuirii.

Se poate concluziona că nici pierderile difuze, nici cele concentrate nu pot fi determinate decât cu aproximație fapt pentru care s-au făcut verificări prin măsurători ce s-au efectuat pe parcursul elaborării tezei, rezultatele comparative prezentându-se într-un capitol următor.

4.1.2. Determinarea pierderilor de apă din canale prin măsurători directe

În capitolul 4.1.1. s-au prevăzut căile de determinare a pierderilor de apă, determinări ce nu ne oferă date concludente, fiind necesar a se efectua și măsurători directe în teren, în acest caz putându-se cunoaște și evoluția în timp pentru a se putea lua măsurile necesare în timpul exploatării.

Printre metodele cele mai utilizate întâlnim:

- metoda biefurilor folosibilă și în laborator;
- metoda debitelor de intrare și ieșire.

4.1.2.1. Determinarea pierderilor prin metoda biefurilor

„Această metodă constituie calea cea mai sigură pentru obținerea unor date certe. Pentru determinare este necesar oprirea exploatării canalului sau cel mai indicat este experimentarea în poligon prin executarea unui canal cu caracteristici ale căpușelii identice cu cele din teren.

În cazul folosirii unui tronson de canal din teren, acesta se izolează la extremitate cu 2 bocardouri. Măsurarea pierderilor respectiv a nivelelor se va determina după ce sistemul siguri cu s-a produs stabilizarea nivelului liber în canal - regim hidrostatic.

Pentru a obține calcule foarte precise s-a prevăzut executarea în poligon a unor tronsoane cu căpușeli și rosturi diferite în sistemul actual la care se va măsura volumul

pierderilor în timp, după care se va repeta măsurătorile la tipurile de căptușeli la care s-au propus îmbunătățiri în cadrul tezei, stabilindu-se gradul de eficiență a acestora.

Calculul pierderilor se va face cu relația

$$E_s = \frac{W(hw^i - Hw^f)}{P \times T} \text{ m}^3/24 \text{ h/m canal} \quad (4.38)$$

în care:

Hw^i = înălțimea apei în canal la începutul experimentării;

Hw^f = înălțimea apei în canal la sfârșitul experimentării

W_s = lățimea apei la suprafață ca medie pe lungimea tronsonului și pentru Hw^i și Hw^f

P = perimetrul de asemenea ca medie ca la W_s

T = timpul în zile între începerea și terminarea experimentării.

În cazul experimentării în poligon s-a prevăzut acoperirea canalelor și menținerea temperaturii și umezelii constante, pentru a nu influența pierderile prin exfiltrație cu cele prin evaporare.

Măsurătoarea se va face fără a se adăuga apă în canal, obținându-se cu relația $E_s = f(Hw^{\text{mediu}})$ pînă ce ecartul dintre Hw^i și Hw^f depășește 50 cm. după care se realimentează bieful.

4.1.2.2. Determinarea pierderilor de apă prin metoda debitelor de intrare și ieșire

Această metodă fiind cu grad de exactitate mai mic și solicitînd totodată un important sortiment de instrumente de măsurare, nu a fost luată în studiu în cadrul lucrării propuse, aceasta fiind de altfel mai puțin folosită pentru cauzele amintite mai sus. Este indicată numai unde se dispune de aparatura sensibilă și personal deosebit de calificat.

În vederea stabilirii eficienței fiecărei îmbunătățiri s-au efectuat determinări distincte pentru fiecare tip de căptușeală experimentat.

4.1.2.3. Determinarea pierderilor de apă prin metoda analizei reoelectrice

Această metodă a fost folosită de către V. Pietraru și colaboratorii în studiul infiltrațiilor pe sub unele baraje - barajul Porțile de Fier. Studiul a avut ca scop de a determina eficiența diferitelor măsuri de reducere a subpresiunii și pentru stabilirea mărimii subpresiunii de calcul în vederea verificării stabilității statice a barajului și ecluzei de la Porțile de Fier.

Studiul pe model s-a făcut în ipoteza unui mediu permeabil omogen și izotrop. [54]

Metoda constă în analogia formală (matematică) între mișcarea apei prin căptușeală și curent electric. În acest scop este necesar a avea în vedere tabloul legilor și ecuațiilor mișcării apei subterane și curenților.

Metodele trebuie să reproducă conturul și domeniul mișcării astfel:

Scara geometrică

$$y = \alpha L^x \quad \text{și} \quad \tilde{y} = \alpha L^z$$

Între potențialul hidrolic și cel electric există un raport constant numit scara potențialelor α_H .

$$V = \alpha_H H + C$$

C = constantă ce ține seama de planul de referință față de care se iau potențialele H și V. Dacă H și V diferențele de potențial din două puncte omoloage din natură și modul C = 0

La acestea se mai adaugă scara de modelare a conductivității α_k

$$1/\rho = \alpha_k K$$

În cazul luat în studiu de determinare a debitului infiltrant prin căptușeli (dală de beton) se poate apela la relațiile de similitudine astfel:

Debitul se va stabili experimental prin măsurarea intensității curentului electric. Pentru a se stabili relația de calcul se pleacă de la calcularea debitului ce se infiltrează printr-un mediu permeabil în formă de paralelipiped cu latura A.B.C. și diferența de potențial $H = H_{\max} - H_{\min}$. infiltrația făcându-se paralel cu latura H.

Modelul va avea de asemenea o formă de paralelipiped a.b.c., rezistivitatea ρ și diferența de potențial electric V (conf. fig. 4.12).

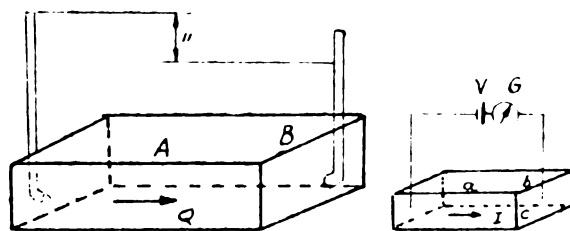


Fig.4.12 Schema pentru stabilirea formulei debitului în cazul modelelor electroanaloge.

Din raportul intensității curentului electric (I) și debitul Q și ținând seama că $\frac{a}{A} = \frac{b}{B} = \frac{c}{C} = \alpha$ se obține relația de calcul :

$$Q = \frac{\rho}{\alpha L} \cdot \frac{I}{U} \cdot KH \quad (4.39)$$

4.2.1. Pierderile de apă difuze (prin masa betonului) folosind instalația realizată de autor

Reducerea pierderilor de apă prin exfiltrații constituie obiectivul principal al lucrării prezentate, calitatea construcțiilor de transport fiind influențată în cea mai mare parte de gradul de impermeabilizare al căptușelilor.

Deasemeni, mărirea productivității și reducerea costurilor căptușelilor conduce la mărirea eficienței economice și ridicarea competitivității pe plan intern și extern.

În vederea stabilirii cât mai corecte a eficienței impermeabilizării construcțiilor s-a conceput de către autor o instalație care să determine pierderile de apă cu un grad superior de precizie .

Deasemeni prin instalația propusă s-a avut în vedere introducerea automatizării în operațiile de determinare cu scopul de a reduce personalul de deservire și merind totodată precizia determinărilor.

Metoda de determinare concepută prin intermediul instalației are principii asemănătoare metodei biefurilor prezen-

tînd avantajul față de aceasta că pierderile se determină la nivel constant. Determinarea pierderilor de apă se poate face atît în poligon cît și în canalele aflate în exploatare.

Avînd în vedere că și prin această metodă este necesară întreruperea exploatarei, s-a procedat la determinarea pierderilor în poligon, folosindu-se un canal tronsonat impermeabilizat cu tipuri de căptușeli la care s-au propus îmbunătățiri de către autor.

Determinările în poligon se realizează pe tronsonul de canal cu dimensiuni normale și prezintă avantajul că pe o zonă relativ restrînsă se pot obține date pentru mai multe tipuri de căptușeli. Deasemenea în poligon se poate valorifica instalația cu cheltuieli mai mici, nefiind necesar personal de urmărire, acesta fiind înlocuit de aparatură de comandă și înregistrare. Un alt avantaj al acestei metode constă în faptul că prin intermediul instalației, se pot determina pierderile funcție de înălțimea apei în canal, înălțime ce poate fi fixată prin sistemul de semnalizare și completarea debitului exfiltrat.

Prin intermediul instalației se obțin prin citire directă pe debitmetru volumul de apă pierdut prin exfiltrații în intervalul de timp dorit pe fiecare din tronsoanele ce se experimentează.

Avînd în vedere faptul că pierderile determinate atît prin metodele clasice cît și prin metoda aplicată de autor sînt totale (cele difuze + cele prin rost) este necesar a se determina pierderile concentrate prin rost, care eliminate din pierderile totale conduc la stabilirea pierderilor difuze prin masa betonului.

Determinarea pierderilor difuze și concentrate separat este necesară pentru a stabili eficiența îmbunătățirilor aduse impermeabilizării betonului dar în mod special îmbunătățirea impermeabilizării zonei rostuite care constituie majoritatea pierderilor de apă prin exfiltrații.

În scopul determinării pierderilor pe tronsoane fără erori cauzate de infiltrarea apei dintr-un tronson în altul au fost realizate panouri impermeabile prevăzute cu garnituri de etanșare în zona de contact cu căptușeala.

Detaliile de realizare și modul de funcționare al instalației realizate de autor în capitolul 4, subcapitolul

4.4.2.

4.2.2. Determinarea pierderilor de apă concentrate (prin rost) folosind instalația realizată de autor

Din observațiile efectuate de autor cât și din determinările anterioare obținute de instituțiile de cercetări hidrotehnice pe căptușeli cu diferite tipuri de rostuire, a rezultat că majoritatea pierderilor de apă prin exfiltrații au loc prin zona rosturilor. Determinarea pierderilor prin rosturi s-a făcut prin compararea determinărilor pe căptușeli cu diferite lungimi de rost pe metru pătrat de percu și cu diferite tipuri de rosturi.

Prin instalația realizată de autor se pot determina direct pierderile de apă prin rost, determinări ce au la bază metodologia aplicată la pierderile difuze prin masa de beton. Pentru a se determina pierderile prin zona rostului, s-a avut în vedere realizarea unor rosturi în prelungire pentru a se putea limita prin intermediul panourilor etanșe zona rosturilor de câmpul propriu - zis al dalei.

Stabilirea pierderilor de apă concentrate prin zona rostului are la bază volumul de apă completat în spațiul luat în urmărire. [69]

Avantajele prezentei metode constau în faptul că rezultatele sînt obținute direct pentru zona rostului și nu prin comparare.

Deasemenea experimentarea în poligon pe rosturi identice cu cele realizate la căptușirea canalelor conduce la o determinare mai exactă a pierderilor de apă concentrate prin zona rosturilor. Cu ajutorul instalației se pot testa calitățile noului produs asimilat numit " asrobit ".

Deasemenea instalația permite determinarea pierderilor cu precizie fără a necesita personal suplimentar decît în faza pregătitoare cînd se instalează panourile despartitoare.

Instalația poate să determine atît pierderile prin rosturile longitudinale cît și prin cele transversale, funcție de modal de instalare a celulelor cu apă din complexul instalației.

Un avantaj important al metodei de determinare a pierderilor de apă prin rost îl constituie faptul că se determină

cu precizie pierderile prin rost și după o anumită perioadă de exploatare a canalelor.

Prin această instalație se testează modul de comportare în timp a rostuirii și anume cum evoluează pierderile de apă pe măsura trecerii perioadei de exploatare când vor avea loc variații de temperatură și mediu (umed - uscat).

În capitolul 5 sînt înregistrate cîteva determinări ce au fost efectuate în cadrul activității de cercetare în cadrul lucrării.

4.3. Baza experimentală

Avînd în vedere activitatea desfășurată în peste 18 ani pe șantierele de îmbunătățiri funciare, majoritatea îmbunătățirilor aduse construcțiilor de transport și înmagazinarea apei au avut la bază experiențele și observațiile efectuate de autor asupra lucrărilor de impermeabilizare a canalelor, a bazinelor de aspirație și refulare precum și rezervoarele de apă folosite la alimentarea cu apă a obiectivelor de organizare șantier cît și a unor complexe agroindustriale.

Astfel la lucrările de aducțiune și distribuție apei din cadrul marilor amenajări complexe hidro-ameliorative Calafat - Băilești, Cetate - Galicea Mare și Izvoare - Dălmir s-au experimentat și definitivat o serie de îmbunătățiri ale impermeabilizărilor aducîndu-se o contribuție importantă în mărirea productivității muncii, reducerea costurilor materiale și micșorarea pierderilor de apă prin exfiltrații.

În concluzie contribuția adusă de autor a constat în mărirea eficienței economice a lucrărilor de impermeabilizare corelat cu scăderea pierderilor de apă prin exfiltrații localizate în timp și pe obiective care a constituit și baza de experimentare astfel:

Pe canalul de aducțiune din cadrul amenajării hidroameliorative Calafat - Băilești s-a experimentat de către autor în 1977 și apoi s-a generalizat în întreaga țară soluția de impermeabilizare cu prefabricate mari 4,5 m² bucata, rezultatele și eficiența economică prezentîndu-se în capitolul 5.

- În poligonul de prefabricate Calafat, poligon pe care s-au executat majoritatea prefabricatelor pentru impermeabilizarea canalelor s-a experimentat și apoi generalizat pe întreaga

ga țară introducerea paletizării în fabricarea, manipularea și transportarea dalelor prefabricate.

- Pe canalul de aducțiune din cadrul amenajării hidroameliorative Izvoare - Cujmir județul Mehedinți și Măceșu - Segarcea județul Dolj s-a aplicat pentru prima oară rostuirea pereilor cu noul produs românesc " asrobit " folosindu-se instalația și tehnologia realizată de autor.

- În poligonul de prefabricate Cujmir s-a realizat dispozitivul de obținerea prefabricatelor cu profil frânt ce conduce la obținerea rosturilor în formă de Y.

Tehnologia de realizarea acestor prefabricate a fost brevetată pentru toate lucrările de impermeabilizare.

- Pe canalul CA 1 din cadrul obiectivului " Amenajare complexă hidroameliorativă Izvoare - Cujmir " s-a aplicat un nou tip de izolație hidrofugă - întărită realizată de autor și care s-a generalizat în toate lucrările care necesită izolație specială întărită.

- Pe canalul distribuitor Nr. 6 și 7 din sistemul Izvoare - Cujmir s-a experimentat tehnologia realizării mecanizate a rostuirii cu mortar de ciment cu ajutorul mașinii de rostuit înlocuindu-se sistemul manual de rostuire.

Deasemenea s-a experimentat stratul izolant pentru reducerea pierderilor de apă folosindu-se mortar cu aracet.

4.3.1. Canal cu secțiune trapezoidală cu 4 tronsoane cu 4 tipuri de căptușeli

În vederea reflectării cât mai exacte a îmbunătățirilor aduse în special în reducerea pierderilor de apă prin exfiltrații s-a conceput și realizat în poligon un canal cu secțiune trapezoidală cu 4 tronsoane (fig. 4.13) căptușite cu:

- dale mari armate cu rost umplut cu asrobit la care s-a aplicat pelicula din mortar de aracet (fig. 4.16);

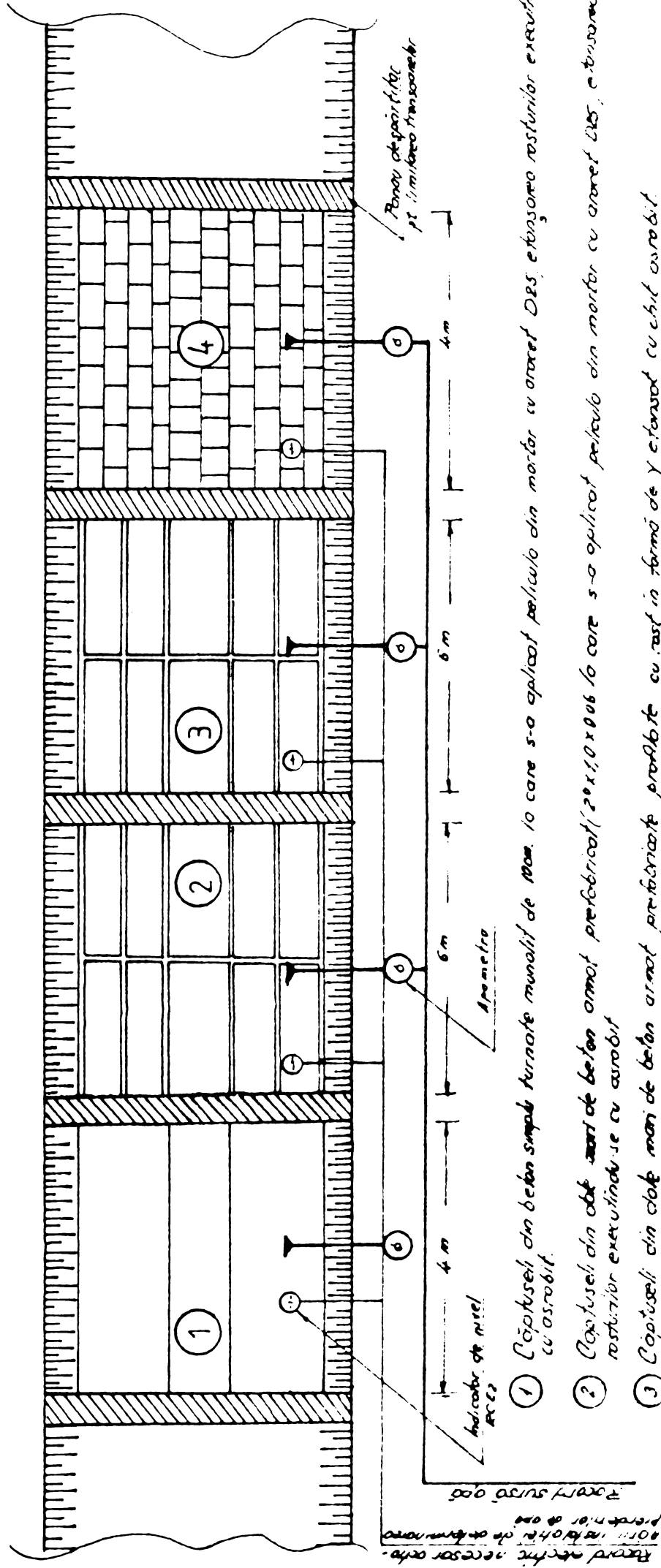
- dale mari armate profilate cu rost în formă de Y umplut cu asrobit (fig. 4.15) ;

- tronson cu dale mici și strat de izolație hidrofugă întărită cu folie P.V.C. plastifiată de 0,8 mm. (fig. 4.17) ;

- tronson cu căptușeală din beton monolit protejat

POLIGON EXPERIMENTAL DESTINAT URMARII AUTOMATIZATE A PIERDERILOR DE APA PRIN INFILTRATII LA 4 TIPURI DE CAPTUSELI.

OBIECTUL " AMENAJARE COMPLEXA HIDROAMELIORATIVA - IZVOARE CULMIR- JUD. MEHEDINTI .



- ① Căptuseli din beton simplu turnate manual de 10cm, la care s-a aplicat pelicula din mortar cu aracet DBS, etansarea resturilor executându-se cu asfalt.
- ② Căptuseli din obte zărat de beton armat prefabricat (20x10x0,06) la care s-a aplicat pelicula din mortar cu aracet DBS, etansarea resturilor executându-se cu asfalt.
- ③ Căptuseli din obte zărat de beton armat prefabricate profilate cu rast în formă de Y etansate cu ulei de motor.
- ④ Impermeabilizarea cu faie PVC, pălărie de 20mm lăţime cu date mici de 0,50 x 0,50 x 0,06.

Fig. 13

TRONSON 2

DALE DIN BETON ARMAT PREFABRICATE
 PROFILATE - 2.00 x 1.00 x 0.06 CU ROST IN
 FORMA DE Y

4.60/2

4.00/2

Mivel max. apa

Dala beton armat

Peliculo din mortar
 cu aracet D25

Rauf cu sectiune in forma
 de Y

DETALIU CU
 SECTIUNE Y

Rauf cu sectiune in forma
 de Y



4.60/2

4.00/2

Mivel max. apa

h_o = 0.50 - 1.00

h_c = 1.20

DETALIU ROST
 CLASIC

Rauf clasic

Etansare cu asfalt 1/3

Mortar de ciment 2/3

Dala din beton
 armat B100

Peliculo din mortar
 cu aracet D25

TRONSON 3

DALE MARI DIN BETON ARMAT PRE-
 FABRICATE - 2.00 x 1.00 x 0.06

4.60/2

4.00/2

Mivel max. apa

h_o = 0.50 - 1.00

h_c = 1.20

DETALIU ROST
 CLASIC

Rauf clasic

Etansare cu asfalt 1/3

Mortar de ciment 2/3

Dala din beton
 armat B100

Peliculo din mortar
 cu aracet D25

Fig. 4.15

Fig. 4.16

TRONSON (4)

IMPERMEABILIZAREA CU FOLIE PVC PLASTIFIATA
DE 0,8mm

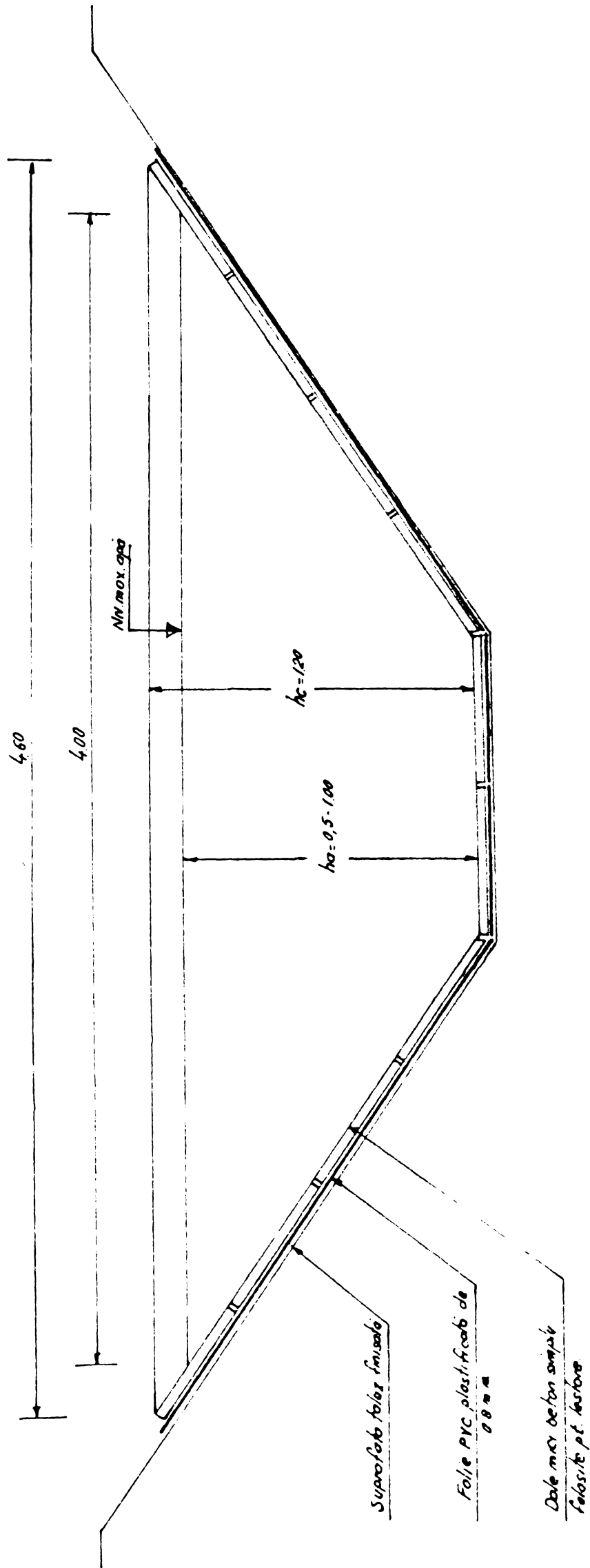


Fig. 4.17

cu peliculă antifiltrantă și rostuit cu asrobit conf. tehnologiei autorului (fig. 4.14).

Canalul de experimentare are dimensiunile în profil transversal $b = 1,00$, $h = 1,20$, $m = 1 : 1,5$.

Cele 4 tipuri de impermeabilizări constituie majoritatea celor ce se aplică în lucrările energetice, de alimentare cu apă și hidroameliorații fapt pentru care s-au ales pentru cercetare.

Canalul a fost amplasat lângă o sursă de apă în apropierea poligonului de prefabricate Cujmir și pentru a folosi la observații personalul existent în poligon .

Destinația canalului cu 4 tronsoane a fost de a determina prin măsurători directe pierderile de apă prin:

- căptușeli din beton armat prefabricat (dale mari cu $S > 2 \text{ m}^2$);

- căptușeli din beton monolit;

- căptușeli din dale prefabricate prevăzute cu izolație hidrofugă întărită;

- căptușeli din dale prefabricate profilate cu rost în Y la care s-a aplicat pelicula antifiltrantă realizată după rețeta și tehnologia autorului.

Zonele căptușite cu diferite tipuri de impermeabilizare realizate pe canalul de experimentare au constituit soluții și tipuri existente la care s-au adus îmbunătățiri. De asemenea s-a realizat un nou tip de izolație hidrofugă care împreună cu celelalte îmbunătățiri aduse a necesitat verificarea acestora atât direct în lucrările realizate menționate la punctul 4.4 cit și prin intermediul canalului tronsonat executat în poligon cu scopul de a determina mai exact reducerea pierderilor de apă prin îmbunătățirile aduse asupra impermeabilizării construcțiilor de transport și înmagazinarea apei.

Pentru ca rezultatele determinării pierderilor de apă prin exfiltrații să nu fie influențate de eventualele precipitații sau de evaporare, s-a izolat canalul cu o folie susținută pe un cadru metalic.

4.3.2. Instalație realizată de autor pentru determinarea pierderilor de apă din canale prin exfiltrații

În vederea stabilirii cât mai corecte a îmbunătățirilor aduse impermeabilizării construcțiilor de transport și înmagazinarea apei a fost necesar ca pentru determinarea pierderilor de apă prin exfiltrații să se conceapă o instalație [69] care să aibă un grad mai mare de precizie și totodată să reducă cheltuielile aferente operațiilor de măsurare a pierderilor de apă.

Instalația este alcătuită din 2 părți principale (fig. 4.18) și anume :

A). Partea de semnalizare și comandă pentru menținerea în canal a nivelului constant în vederea determinării pierderilor de apă la nivel constant (hidrostatic cum lucrează de obicei canalele.)

Prin intermediul plutitorului (1) se asigură contactul cu releul de nivel (2) care prin intermediul circuitului (3), transmite comanda de acționare a ventilului electromagnetic (4).

B). Partea de alimentare ce asigură completarea volumului de apă pierdut din canal și este constituită din: sursa de alimentare (5) fie de la o rețea de alimentare cu apă fie de la un bazin de la o stație de pompare, care prin intermediul unui robinet de trecere (6) și a ventilului electromagnetic (4) se asigură în permanență completarea volumului de apă pierdut de tronsonul de canal respectiv.

Pe conducta (7) ce distribuie apa în canal (8) s-a instalat un debitmetru (9) care indică în orice moment cantitatea de apă distribuită în canal, care coincide cu volumul de apă pierdut prin exfiltrații.

În vederea determinării pierderilor de apă la diferite înălțimi ale coloanei de apă din canal pentru a stabili influența coloanei de apă asupra debitului exfiltrat, s-a prevăzut ca sistemul de semnalizare să fie reglabil pe toată înălțimea canalului.

În afara instalației propriuzise de măsurare, mai este necesar delimitarea tronsoanelor de canal ce sînt supuse

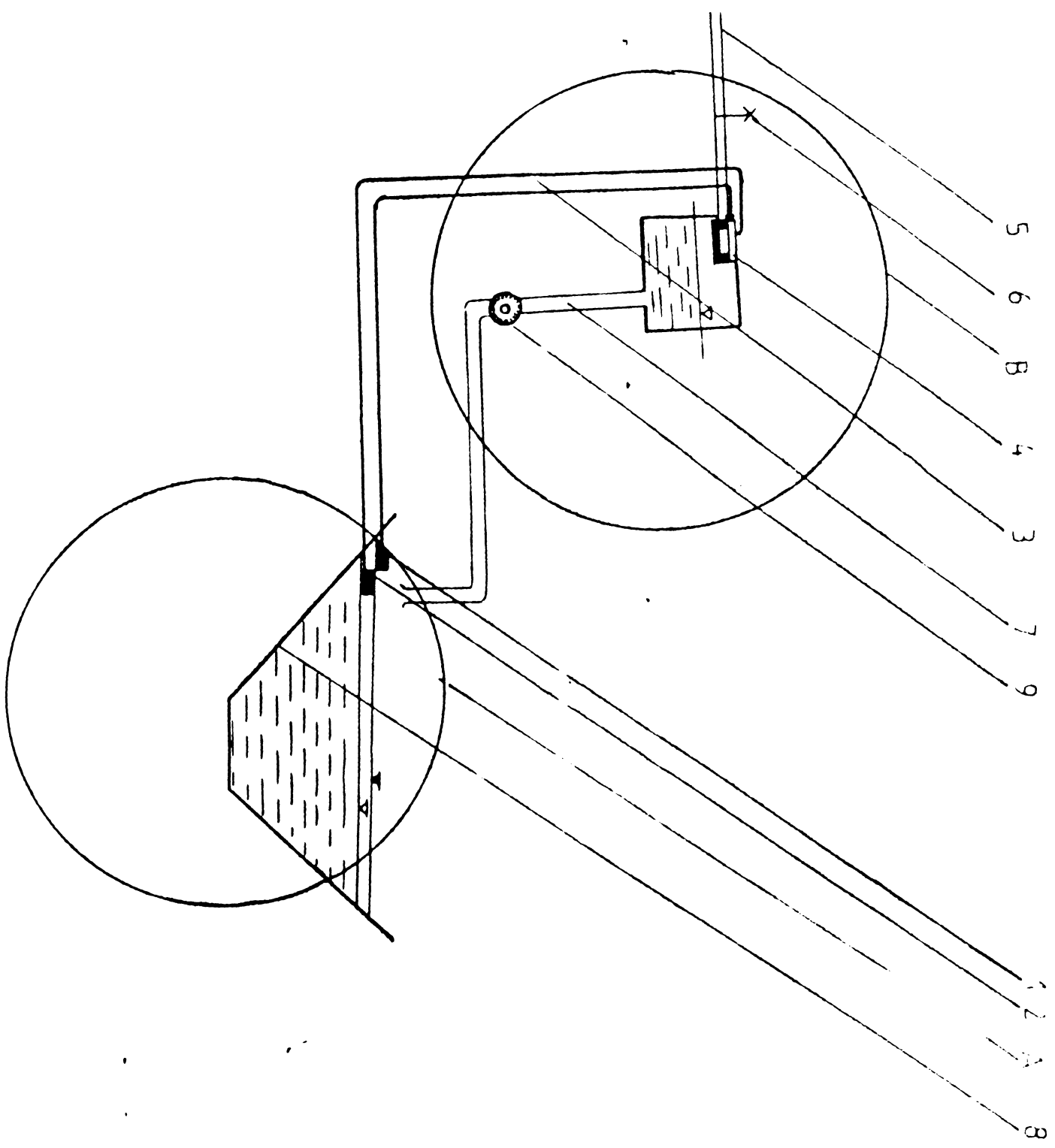


Fig. 4.18 Instalația de determinare automată a pierderilor de apă prin infiltrații

urmăririi. Delimitarea s-a făcut prin pereți etanși prevăzuți cu granitură de cauciuc pe zona de contact cu pereul pentru a nu permite trecerea apei dintr-un tronson în altul, trecere care ar denatura rezultatele urmărite.

Deasemenea prin metodologia propusă se pot determina direct pierderile prin rosturi, determinări care în prezent nu se obțin distinct.

În acest scop dalele s-au montat cu rosturile în prelungire, putându-se delimita zona rostului transversal prin două panouri impermeabile ce sînt prevăzute cu garnituri de cauciuc, pe cele trei părți de contact.

Principiul de alimentare cu apă și urmărirea pierderilor prin rost este același ca la determinarea pierderilor de apă prin căptușeală.

Modul de funcționare al instalației se prezintă astfel:

1. Se instalează mira cu contactoarele de semnalizare în tronsonul în care se urmăresc pierderile. Contactoarele se fixează la diferite înălțimi pentru a comanda nivelul constant.

2. Se verifică modul de etanșare a panourilor despărțitoare, fixîndu-se bine pentru a nu se deranja în timpul umplerii cu apă a tronsonului respectiv .

3. Se umple tronsonul cu apă sau în caz că se urmăresc consecutiv mai multe tronsoane, acestea se umplu cu apă pînă la nivelul stabilit.

4. Se înscriu în registru de urmărire a pierderilor prin exfiltrații următoarele:

- data;
- ora;
- debitul înscris de debitmetru (9);
- suprafața de pereu aferentă tronsonului luat în studiu.

5. Se citește zilnic sau la 2 - 3 zile funcție de necesitate sau de timpul disponibil al celui ce urmărește modul de comportare al căptușelilor.

Rezultatele, ce se citesc periodic se înscriu în registru conform tabel 4.1.

Tabelul 4.1.

Nr. crt.	Tronsoanel de canal luat în studiu și tipul căptușelii	Data citirii	Ora	Volumul exfiltrat pe debitmetru	Suprafața pierdută tronsonului	Vol. apă exfiltrat l/mp/24 h	h apă în canal	Obs.
0.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.

$$\text{Vol. apă exfiltrat l/mp/24 h.} = \frac{V_1}{ns} \quad (4.40)$$

V_1 = citirea pe apometru instalat pe coloana ce alimentează cu apă tronsoanele luate în studiu

n = numărul de zile în care s-a scurs volumul V_1

s = suprafața de căptușeală pe care are loc experiența (urmărirea exfiltrațiilor) cu datele înscrise în registru se determină în orice moment exfiltrațiile (pierderile de apă) prin căptușeală

Deasemenea din observațiile făcute se poate stabili ușor modul cum evoluează pierderile funcție de durata de folosire a canalelor și funcție de nivelul apei în canal.

Pentru determinarea pierderilor prin rost se procedează la fel ca la determinarea pierderilor prin căptușeală cu deosebirea că în acest caz se vor înregistra următoarele date conform tabel 4.2.

Tabelul 4.2.

Nr. crt.	Tronsoanel tipul căptușelii și al rostuirii	Data citirii observației	Ora	Volumul exfiltrat V_1	Lungimea rostului L	Vol. apă exfiltrat l/ml/24 h	h apă în canal	Obs.
0.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.

$$V = \frac{V_1}{n L} \quad \text{în care:} \quad (4.41)$$

V = volumul de apă exfiltrat (pierdut prin rost)
l/ml/24 h.

n = numărul de zile în care s-a scurs debitul V_1

L = lungimea rostului în m pe care se urmăresc
pierderile

C A P I T O L U L 5

REZULTATE OBTINUTE PRIN ACTIVITATEA STIINTEFICA DE CERCETARE SI OGLINDI- REA ACESTORA IN EFICIENȚA ECONOMICA A CONSTRUCȚIILOR DE TRANSPORT SI IN- MAGAZINAREA APEI

5.1 Obiectivele lucrării

Prin lucrarea " Contribuții la îmbunătățirea impermeabilizării construcțiilor de transport și înmagazinarea apei " , autorul a urmărit :

- a). reducerea costurilor materiale a lucrărilor de impermeabilizare;
- b). soluții, tehnologii instalații și dispozitive care să conducă la mărirea productivității lucrărilor de impermeabilizare;
- c). reducerea pierderilor de apă prin infiltrații ce au loc pe rețeaua de canale și rezervoare de înmagazinarea apei.

Doate cele 3 obiective urmărite prin lucrare au avut ca scop final mărirea eficienței lucrărilor de impermeabilizare, ridicarea competitivității acestora pe plan intern și extern și reducerea consumului de energie pentru asigurarea apei necesare cât și pentru epuizarea celei excedentare provenită din exfiltrații.

Avînd în vedere domeniul de activitate al autorului, cercetarea, experimentarea și aplicarea noilor îmbunătățiri asupra impermeabilizării construcțiilor s-a referit la canalele de alimentare cu apă pentru irigații și pentru deservirea unor complexe agroindustriale.

Deasemenea s-a avut în vedere îmbunătățirea metodelor de urmărire și determinare a pierderilor în scopul mării gradului de precizie și totodată a automatizării acestor activități.

Rezultatele finale legate de eficiența impermeabilizărilor și a mării productivității muncii la aceste lucrări s-au oglindit în lucrările de impermeabilizări realizate la trustul de construcții pentru îmbunătățiri funciare Craiova cât și la lucrările de impermeabilizare executate în cadrul altor unități de construcții din domeniul îmbunătățirilor funciare.

Deasemenea prin lucrare s-a urmărit ca activitatea principală să fie orientată către obținerea unor îmbunătățiri practice care să conducă la noi avantaje față de actualele impermeabilizări.

5.2. Rezultate obținute pe linia reducerii costurilor materiale și a mării productivității muncii în lucrările de impermeabilizare

Lucrările de impermeabilizare reprezintă un volum mare de investiții pentru care se consumă însemnate cantități de materiale (ciment, agregate de balastieră, oțel beton) forță de muncă numeroasă și mijloace de transport cu implicații în consumul sporit de carburanți. Analizînd situația impermeabilizărilor începînd cu anul 1968 și constatînd dezavantajele ce le prezintă fiecare tip de impermeabilizare, analize prezentate în capitolul 2 am propus an de an îmbunătățiri care să înlătore dezavantajele prezentate și care să conducă la mărirea eficienței acestora astfel:

- prin perfecționarea tehnologiei de realizare în poligon și a montării dalelor mari prefabricate cu suprafața

de peste 4 m² s-au obținut reduceri mari de materiale și a crescut cu mult productivitatea muncii în operațiile de manipulare și montaj.

În urma aplicării soluției cu dale mari prefabricate a rezultat reducerea consumului de beton cu 40 % prin realizarea dalelor cu o grosime de 3 - 6 cm față de grosimea minimă de 10 cm. ce se realiza la betoanele monolite anterioare, conducând în final la ieftinirea impermeabilizărilor cu 15 lei/mp. Evaluând economiile valorice rezultă că numai la trustul Craiova la care s-a aplicat noua soluție în fiecare an se obțineau circa 8.500.000 lei iar pe întreaga țară numai în domeniul îmbunătățirilor funciare unde se realizează anual 3 milioane mp. captușeli economiile anuale fiind de circa 45.000.000 lei.

Pe lângă reducerea consumurilor de materiale amintite mai sus prin trecerea la această soluție, productivitatea lucrurilor a crescut de circa 9 ori față de sistemul clasic de turnare a peretelor monolite și de peste 16 ori față de pereți din dale prefabricate mici de 50 x 50 x 6.

Deasemenea prin această soluție se asigură continuitate în lucrări inclusiv în perioadele de frig (circa 4 luni/an) când se lucrează atât în poligoane protejate cât și la montaj.

În ceea ce privește calitatea betonului din dalele prefabricate este cu circa 30 % mai bună față de betonul monolit realizat pe taluze.

Calitatea superioară a betonului din prefabricate rezultă și din pierderile de apă mult mai mici prin dală deși este cu 4 cm. mai subțire decât pereul obținut monolit, aceasta ca urmare a condițiilor superioare de realizare a prefabricatelor în poligon în comparație cu betonul monolit ce se pune în operă direct pe pereții canalelor.

- Prin definitivarea tehnologiei de realizarea dalelor în sistem pachetizat s-a reușit a se mari productivitatea la operațiile de încărcare - descărcare de peste 8 ori la dalele mari prefabricate și peste 20 ori la dalele mici prefabricate.

Prin aceeași tehnologie s-a eliminat paleta suport înlocuindu-se cu o dală suport ce se pune în operă cu celelalte dale și care reduce cheltuielile de transport cu 12,5 %.

Deasemenea sistemul pachetizat conduce la reducerea staționării mijloacelor de transport și a macaralelor cu circa 60 min. la dalele mici și cu 30 min. la dalele mari pentru fiecare ciclu.

În afara avantajelor prezentate mai sus, prin sistemul pachetizat se reduc spațiile de fabricare, depozitare de peste 16 ori.

Concretizînd prin antecalcul economiile provenite prin sistemul de dale pachetizat rezultă o diminuare a costurilor de transport cu circa 1,10 lei/mp. pe o distanță medie de 30 km.

Avînd în vedere faptul că anual crustul Craiova transportă circa 900000 mp dale, revine o economie pe an de 990.000 lei și corespunzător o diminuare a consumului de carburanți cu 30 t.

Estimînd la nivelul departamentului de îmbunătățiri funciare pentru circa 3.000.000 mp. dale puse în operă prin sistemul pachetizat, se ridică la peste 3.300.300 lei pe timp de un an și economie la carburanți de 100 t.

Prin aplicarea noii tehnologii de rostuire cu instalațiile realizate de autor pentru rostuirea cu asrobit și cu mortar de ciment s-a obținut creșterea productivității lucrărilor de rostuire de peste 13 ori față de sistemul manual de rostuire cu asrobit și la 20 ori la rostuirea cu mortar de ciment asigurînd totodată o calitate superioară a rostuirii ce conduce la diminuarea pierderilor de apă prin infiltrații în zona rosturilor.

Estimînd economiile ce se obțin prin aplicarea tehnologiilor mecanizate realizate de autor, acestea se ridică la circa 0,50 lei/mp. revenind la cei aproximativ 900.000 mp. pereu ce se rostuiesc anual o economie de 450.000 lei, iar la nivel departamental 1.500.000 lei/anual.

- Prin aplicarea rostuirii cu secțiuni în formă de Y, pe lângă îmbunătățirea substanțială a calității rostuirii, s-au obținut reduceri de materiale cu 2/3 aceasta ca urmare a micșorării secțiunii de umplere a rosturilor prin intermediul dispozitivului și tehnologiei realizate de autor.

Consumul de asrobit pentru efectuarea rostuirii în sistemul inițial (dreptunghiular) este de circa 1 kg/ml., iar prin aplicarea noii tehnologii consumul scade la circa 0,450 kg/ml.

reducându-se costul rostuirii de la 7 lei/mp. la 3,5 lei/mp, diminuându-se cu 1 lei/mp. de suprafața de pereu ce crește prin micșorarea distanței la rost cu 2 cm., rezultând o economie reală de 2,5 lei/mp. prin aplicarea rostuirii cu secțiune în formă de Y ce ar conduce la o economie antecalculată de circa 1500 t asrobit în valoare de 7.500.000 lei.

Avînd în vedere că la fabricarea asrobitului se folosește asbest - material de import - eficiența crește și prin reducerea la jumătate a importului de asbest.

- Prin aplicarea unui nou tip de izolație întărită la impermeabilizarea canalelor conform tehnologiei autorului, s-a obținut diminuarea pierderilor de apă și chiar eliminarea acestora acolo unde s-a respectat cu strictețe tehnologia impusă.

Pe lîngă reducerea pierderilor de apă prin infiltrații ca urmare a aplicării noii tehnologii ce înlocuiește pînza asfalcică și bitumul cu folie P.V.C. plastifiată de 0,8 mm., aceasta prezintă și avantaje economice:

- mărește productivitatea muncii de 8 ori;
- reduce costul izolației cu 15 lei/mp. obținându-se în anul 1981 o economie de 500.000 lei la canalul de aducțiune Izvoare - Cujmir;
- reduce consumul de bitum cu 3,91 kg/mp. pereu

5.3. Rezultate privind reducerea pierderilor de apă prin exfiltrații

În primele două subcapitole s-a prezentat îmbunătățirile aduse asupra unor soluții și tehnologii de captușire a canalelor, îmbunătățiri ce au urmărit mărirea productivității muncii, reducerea costurilor materiale inclusiv cele energetice și îmbunătățirea calității acestor lucrări. În acest subcapitol se prezintă modul cum aceste îmbunătățiri asupra calității captușelilor contribuie la reducerea pierderilor de apă prin exfiltrații.

Îmbunătățirile aduse în impermeabilizarea canalelor constau în :

- aplicarea stratului de peliculă din mortar cu aracet D 25;

5.3.1. Rezultate privind reducerea pierderilor de apă prin aplicarea peliculei din mortar cu aracet D 25 și a rostuirii cu asrobit prin instalațiile și tehnologiile autorului

În capitolul 2 s-au prezentat o serie de cauze care conduc la mărirea pierderilor de apă prin masa betonului și pe la rosturi iar în capitolul 3 s-a redat caile și mijloacele de înlăturare a acestor cauze, printre acestea enumerându-se și pelicula de protecție constituită din mortar cu aracet D 25. De asemenea rostuirea cu noul chit românesc numit "asrobit" cu ajutorul tehnologiilor și soluțiilor prezentate la capitolele anterioare a condus la reducerea pierderilor de apă prin exfiltrații.

Pelicula aplicată atât pe betoanele monolite cât și prefabricate a influențat calitatea betonului prin asigurarea unei protecții bune împotriva evaporării rapide a apei din beton, creind condiții optime de realizare a mărcii betonului asigurând un grad de impermeabilizare superior căptușelii din beton simplu.

Pe lângă asigurarea unei marci superioare betonului, pelicula crează și un obstacol bun împotriva infiltrației apei conducând în final la reducerea pierderilor cu peste 20 % prin masa betonului, rezultate reale prezentându-se în subcapitolele următoare conform determinării pierderilor de apă pe fiecare tip de căptușeală la care s-a aplicat îmbunătățiri.

Rostuirea cu asrobit deasemeni a dat rezultate bune, pierderile de apă prin rost reducându-se cu peste 80 % față de soluțiile de rostuire cu mortar din bitum sau mortar de ciment. Avantajul net al rostuirii cu asrobit este oglindit și prin viabilitatea acestuia care-și păstrează caracteristicile de etanșare cel puțin 10 ani spre deosebire de rostuire cu bitum sau ciment care după 2 - 3 ani de exploatare își pierd foarte mult din calitățile de etanșare, ajungând să fie distruse complet după 3 ani de folosință în special rostuirile cu mortar de bitum.

5.3.1.1. Rezultate obținute la căptușelile din beton simplu, turnate monolit la care s-a aplicat pelicula din mortar cu aracet D 25, etanșarea rosturilor executându-se cu noul chit românesc "Asrobit".

S-a arătat la capitolul 3 subcapitolul 3.4.1

. //.

îmbunătățirile aduse căptușelilor din beton în vederea reducerii pierderilor de apă prin infiltrații.

Îmbunătățirea căptușelilor a rezultat și din încercările de rezistență efectuate pe epruvete care au fost protejate cu peliculă din mortar cu aracet D 25 în comparație cu epruvete neprotejate în timpul prizei și întăririi betonului (tabel 5.1.).

Tabelul 5.1.

Epruvete	Rezistența la compresiune Kgf/cm ²
Epruvete protejate	340
Epruvete neprotejate	290

Deasemenea gradul de impermeabilizare al betonului protejat este dat și de cantitatea de apă absorbită de epruvetele protejate în comparație cu cele neprotejate conform datelor din tabelul 5.2.

Tabelul 5.2.

Epruvete	Cantitate apă absorbită kg
Epruvete protejate	0,390
Epruvete neprotejate	0,470

În vederea obținerii unor rezultate mai concludente și mai apropiate de condițiile reale de execuție și exploatare s-a executat în cadrul poligonului experimental un canal cu patru tronsoane căptușite cu pereți la care s-au adus îmbunătățiri astfel:

Tronsonul 1 de canal are următoarele elemente:

$b = 1 \text{ m}$; $m = 1,5$; $h_c = 1,20$; $h_{\text{apă}} = 0,50 - 1,00 \text{ m}$.

Căptușeala constă din beton simplu B 200 monolit cu grosime de 10 cm. turnat în câmpuri de 2 x 2 m. cu rosturi pe 1/3 din grosimea betonului și amplute cu asrobit. Pe suprafața betonului a fost aplicată pelicula din mortar cu aracet D 25.

Rețeta mortarului folosit pentru pelicula propusă de autor are următoarea compoziție (parti în greutate):

- ciment	20
- aracet	10
- nisip fin	20
- apă	15

Mortarul a fost aplicat cu ajutorul unei bidinele pe suprafața de beton la 2 ore de la turnare. Etanșarea rosturilor s-a executat cu chit românesc "Asrobit".

Sursa de apă folosită pentru determinarea pierderilor prin infiltrații a fost canalul de aducțiune din sistemul Izvoare - Cujmir, județul Mehedinți.

Mărimea pierderilor de apă prin infiltrații s-a determinat automat pe baza debitelor citite pe apometrele instalate pe rețeaua de alimentare cu apă. Pierderile s-au determinat la nivele variabile între 0,50 - 1,0.

Mentținerea nivelului constant în canal la h impus pentru determinare s-a asigurat cu instalație de semnalizare - comandă, promovată de autor. Experimentarea s-a făcut în regim static cu apă din rețeaua de irigații (SA).

Rezultatele pierderilor de apă la acest tronson se prezintă în tabelul Nr.1.

După cum rezultă din acest tabel se constată că acestea sînt cu mult mai mici decît pierderile înregistrate la căptușelile din beton simplu monolit realizate anterior, acestea fiind de 80 l/mp/24 h.

5.3.1.2. Rezultate obținute la căptușeli din dale mari de beton armat prefabricate de 2,00 x 1,00 x 0,06 la care s-a aplicat pelicula din mortar cu aracet etanșarea rosturilor executîndu-se cu asrobit, folosind instalația și tehnologia autorului

Căptușelile cu dale mari prefabricate au fost folosite pe o scară tot mai mare datorită avantajelor ce le prezintă și anume: productivitate mare, asigură execuția și în perioade nefavorabile, micșorează lungimea rosturilor față de dale mici (de peste 10 ori) și se reduc pierderile de apă prin infiltrații cu peste 40 %.

În vederea măririi eficienței economice a acestor căptușeli din dale mari s-a intervenit cu îmbunătățiri care să conducă la micșorarea pierderilor de apă prin infiltrații și anume:

- aplicarea peliculei de mortar cu aracet D 25 care a condus la mărirea mărcii betonului cât și la mărirea impermeabilizării feței dalei care este în contact cu apa.

Deasemenea din determinările anterioare s-a desprins că peste 80 % din pierderile de apă prin infiltrații se localizează la rosturi. Prin îmbunătățirile aduse s-a reușit ca pierderile să se diminueze foarte mult atât prin masa betonului din dală cât și prin rost.

Pentru a avea rezultate concludente asupra micșorării pierderilor prin infiltrații în programul de experimentare s-a introdus și acest tip de căptușeală pe tronsonul 2 al canalului din poligonul experimental.

Acest tronson are următoarele elemente:

$b = 1,00$

$m = 1,5$

$h_0 = 1,20$

$h_{\text{apă}} = 0,50 - 1,00 \text{ m.}$

Rosturile au fost tratate conform tehnologiei perfectată de autor folosindu-se asorbitul. Determinarea pierderilor de apă s-a obținut ca și la celelalte tronsoane cu ajutorul instalației de urmărire automată a pierderilor de apă realizată de autor. Rezultatele stabilizate sînt prevăzute în tabelul Nr. 2.

Rezultă din acest tabel că pierderile de apă prin exfiltrații sînt de 120 l/mp/24 h.

Comparate cu pierderile de apă înregistrate anterior la căptușelile cu dale mari din beton de aceleași dimensiuni adică $200 \times 100 \times 6$, rezultă că prin aplicarea peliculei s-a obținut o reducere a acestora cu 105 l/mp/zi , ceea ce impune ca pe viitor această peliculă să se extindă la toate căptușelile ce se realizează fie monolit fie prefabricat.

5.3.2. Rezultate privind reducerea pierderilor de apă prin realizarea rosturilor cu secțiune în formă de Y obținute cu dispozitivul și tehnologia realizată de autor la căptușelile din dale mari prefabricate

Înlocuirea la căptușeli cu dale mari prefabricate profilate care să realizeze rostuirea cu secțiune în formă de Y a devenit o necesitate ca urmare a deficiențelor semnificate la soluțiile și tehnologiile de realizare a căptușelilor cu dale mari și cu rostuire clasică de formă dreptunghiulară.

Principalele deficiențe cauzate de rostuirea clasică constau în:

- neasigurarea spațiului corespunzător la rostuirile longitudinale din lipsa distanțierilor, în aceeași situație se prezintă și rosturile de la dalele pe fund unde zona de racord a fundului cu caluzele constituie surse mari de infiltrații ;
- lipsa dotării corespunzătoare conduce la eliminarea operației de burare pe 2/3 din secțiunea rostului necesitând completarea întregii secțiuni cu chit, scumpind costul rostuirii cu peste 60 %.

În vederea rezolvării deficiențelor semnificate la rostuirea clasică s-a propus și experimentat realizarea secțiunii de rostuire în formă de Y, secțiune ce asigură realizarea unei etanșeizări superioare reducând totodată costul rostuirii cu aproape 50 %.

Pentru oglindirea avantajelor prezentate s-a experimentat pe un tronson de canal soluția de căptușire cu dale profilate care realizează rost cu secțiune în formă de Y.

Tronsonul 3 din canalul de experimentare este căptușit cu dale de 2,00 x 1,00 x 0,06 profilate ce conduc la rosturi cu secțiunea în formă de Y etanșate cu asrobit conform figurii 5.2.

Din determinările efectuate privind pierderile de apă prin exfiltratii se poate afirma cu certitudine că la folosirea soluțiilor de impermeabilizare cu dale mari prefabricate profilate ce realizează secțiune de rostuire în formă de Y reprezintă cea mai bună

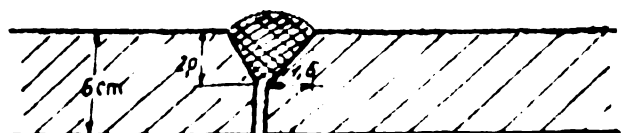


Fig. 5.2 Detaliu rost în formă de Y

cale de reducerea pierderilor de apă prin exfiltrații pentru soluțiile de captușire cu dale prefabricate.

Din tabelul 3 rezultă că pierderile de apă prin exfiltrații stabilizate sînt de 110 l/mp/zi, rezultate superioare celor evidențiate pînă în prezent.

Reducerea pierderilor de apă cu 10% față de soluția cu rostuirea clasică are la bază:

- realizarea unor spații de etanșare scibile în timp și egale față de rostuirea clasică care realizează spații variate ca secțiune și care evoluează în timp fie prin micșorare fie prin mărirea acestui spațiu de etanșare avînd consecințe asupra chitului;

- rostuirea cu secțiune în Y împiedică accesul pămîntului în zona rostului;

- permite curățirea și îndepărtarea mecanizată a impurităților din zona rostului;

- asigură o amorsare pe întreaga suprafață de aderență a chitului (a) spre deosebire de rostul clasic care nu asigură o curățire completă și amorsare pe întreaga suprafață de aderență (b), (fig. 5.3.).

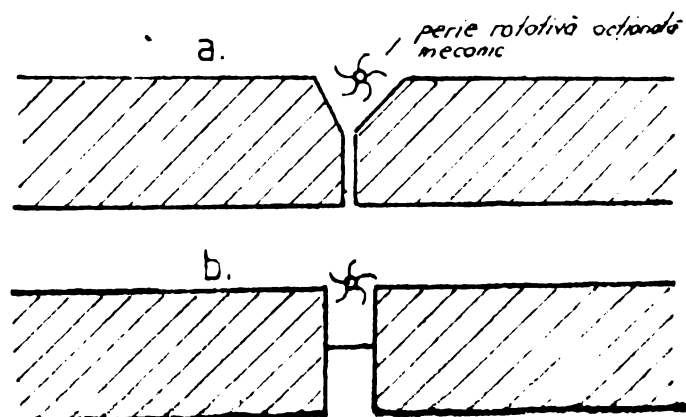


Fig.5.3 Detalii rosturi
a.rost în Y, b.rost clasic

5.3.3. Rezultate privind reducerea pierderilor de apă prin aplicarea de către autor a unor izolații hidrofuge speciale cu folie P.V.C. plastifiată

În vederea reducerii aproape în totalitate a pierderilor de apă prin exfiltrații pentru a îndepărta pericolul de instabilitate a unor construcții este necesar realizarea unor căptușeli cu grad mare de impermeabilizare.

În mod curent aceste hidroizolații se realizează cu straturi de pînză asfaltică intercalate cu straturi de bitum.

Analizînd modul de comportare al căptușelilor impermeabilizate prin soluțiile actuale rezultă că hidroizolația

din pînză asfaltică și bitum pierde din calitățile inițiale, devenind mai puțin elastică și în unele cazuri aceasta a devenit casantă după numai 2 ani de folosință, creîndu-se numeroase căi de infiltrație a apei. Constatările prezentate mai sus se localizează la canalul de aducțiune din sistemul de irigații Izvoare - Cujmir, județul Dolj (tronson 0⁰⁰ - 1,800) fapt pentru care autorul a înlocuit soluția de impermeabilizare promovînd o nouă soluție de impermeabilizare cu folie P.V.C. plastifiată de 0,8 mm. stabilind tehnologia de realizare a acestui tip de impermeabilizare.

Prin noul tip de impermeabilizare realizat pe acest tronson s-a reușit a se elimina pierderile de apă prin infiltrații asigurîndu-se astfel stabilitatea versantului din zonă. Pentru a verifica mai exact modul de comportare și gradul de impermeabilizare al acestui tip de căptușeli s-a executat un tronson de canal (tronsonul nr. 4) în poligonul de experimentare conform soluției și tehnologiei aplicate la canalul de aducțiune din sistemul Izvoare - Cujmir. Elementele tronsonului de canal sînt redactate în tabelul nr. 4, tabel în care sînt evidențiate și pierderile de apă înregistrate cu ajutorul instalației automate de determinare pierderilor de apă.

Rezultă din datele obținute și prezentate în tabelul nr. 4 că pierderile de apă prin exfiltrații se reduc aproape în totalitate, acestea fiind de 20 l/mp/24 ore, fiind total justificată trecerea la căptușeli din folie P.V.C. plastifiată protejată și lestată cu dale mici sau mari funcție de mărimea canalelor.

Această trecere la impermeabilizare cu folie P.V.C. plastifiată de 0,4 - 0,8 mm. deși solicită un plus de investiție de 12 - 24 lei/mp și un consum energetic suplimentar de realizare pe mp. de 0,35 - 0,70 kwh, aceasta se anihilează în numai 1/2 an de exploatare cînd consumul energetic suplimentar pentru acoperirea pierderilor de apă tinde către zero.

Mărimea pierderilor sînt direct proporționale cu respectarea tehnologiei de realizare a lipirii foliei, de calitatea adezivului și de neregularitățile de la profilul geometric al dalei și de modul de lestare a foliei, aceasta putînd fi străpunsă în cazul abaterilor de la tehnologia impusă.

În capitolul 6 " Concluzii " se va indica recomandări de folosire cît și grosimea optimă a foliei.

5.4. Rezultate privind modul de comportare în timp a materialelor noi introduse de autor în vederea îmbunătățirii impermeabilizării construcțiilor de transport și înmagazinarea apei

În reducerea pierderilor de apă din canale prin exfiltrații un rol însemnat îl au materialele noi introduse în operă și anume:

- mortar pe bază de aracet DP 25 pentru peliculizarea betonului;

- asrobit;

- folie P.V.C. plastifiată de 0,3 mm.

Cele două materiale: asrobit și folie P.V.C. sînt asigurate de industria republicană iar mortarul pentru peliculizare a fost asimilat de autor.

În vederea stabilirii cît mai corect a eficienței acestor materiale s-a urmărit în teren modul cum aceste materiale se comportă în timp, comparîndu-se cu duratele de menținerea caracteristicilor determinate în laborator, situația prezentîndu-se pentru fiecare sortiment în subcapitolele 5.4.1; 5.4.2 și 5.4.3.

5.4.1. Rezultate privind modul de comportare al peliculei aplicate pe betonul monolit și dale prefabricate

Pelicula ce se aplică prin stropire, constituită dintr-un mortar de ciment, poliacetat de vinil (DP 25) nisip fin și apă îndeplinește dublu rol și anume: protecția împotriva evaporăției rapide a apei din beton cît și pentru reducerea infiltrațiilor prin masa de beton.

Din observațiile făcute în laborator pe microcanale și pe canalul experimental executat în poligon a rezultat: efectul impermeabilizării creat de peliculă scade în primele zile datorită dizolvării parțiale a poliacetatului din mortarul folosit la stropire, fenomen ce se observă atît prin pierderile de apă prin exfiltrații cît și prin apariția la suprafața apei a unor bule de culoare albă.

Pe parcurs pierderile se micșorează. Din observații a rezultat că la folosirea apei limpezi, fenomenul de stabilizare a pierderilor a decurs în timp de peste 10 zile, pe când la folosirea apei turburi din rețeaua de canale, fenomenul de micșorare a pierderilor a apărut în timp de 4 - 5 zile.

Concluziile ce se desprind din aceste observații oglindesc faptul că partea exterioară a peliculei cedează o parte din aracet prin dizolvare, creindu-se pori fini. Deasemenea se constată că după un interval ce variază între 4-10 zile, funcție de gradul de turbiditate al apei, acești pori se colmatează micșorându-se substanțial pierderile de apă prin exfiltrații, evoluția pierderilor și a stabilizării acestora este redată la capitolul 5.3.1.

Analizându-se modul de comportare la acțiunea agenților atmosferici a rezultat că în decursul a 4 ani de folosință starea peliculei nu a suferit transformări. Deasemenea s-au făcut verificări asupra modului de comportare la variațiile de temperatură efectuându-se 30 de cicluri la temperatura de -30°C și $+50^{\circ}\text{C}$ pe o epruvetă la care s-a aplicat inițial un strat de mortar cu poliacetat de vinil DP 25. După cele 30 cicluri starea peliculei se prezintă neschimbată, dovedindu-se a fi foarte stabilă din punct de vedere al gelevității.

Având în vedere că pelicula are principalul rol de a asigura împiedicarea evaporației rapide în timpul prizei și întăririi betonului s-a urmărit modul de comportare al acesteia la variațiile mari de temperatură dintre zi și noapte în timpul verii când se toarnă betonul. Din observațiile efectuate în timpul turnării la bazinul de refulare al stației de pompare Bristol, județul Mehedinți rezultă că pelicula a asigurat efectuarea prizei și întăririi betonului cu rezultate foarte bune, contribuind la realizarea mărcii prescrise fără a lua alte măsuri de protecție a betonului.

O altă calitate dovedită de această peliculă constă în stabilitatea acesteia pe beton datorită reacției cimentului cu apa din poliacetatul de vinil, conducând la o aderență puternică spre deosebire de straturile de mortar de ciment fără polimer care se desprinde ușor de pe suprafața betonului. Datorită calității peliculei se pot remedia cu mare eficiență fisurile ce apar în multe situații la căptușelile realizate.

5.4.2. Rezultate privind modul de comportare al asrobitului folosit la rostuirea pereului din dale prefabricate și pereu monolite

Asrobitul reprezintă o masă de etanșare mono-componentă cu plasticitate permanentă ce se utilizează la:

- umplerea rosturilor de la căptușelile din beton monolit și dale prefabricate;
- asigurarea etanșeității zonelor de contact a unor elemente din cadrul construcțiilor civile, industriale, agricole și hidrotehnice.

Având în vedere calitățile de care dispune asrobitul, acesta se utilizează în condiții de impersare permanentă, periodică sau temporară. De asemenea nu are restricții privind toxicitatea.

Acest material este produs de Intreprinderea Chimică Mărășești în trei recepturi: A₁ ; A₂ ; A₃ constituind un produs nou românesc asimilat de către Institutul de Cercetări Hidrotehnice București în cooperare cu Institutul de Cercetări Chimice Petru Poni din Iași.

Comportarea acestui material a fost urmărită în laborator prin încercările la care a fost supus și anume la temperaturi negative până la - 30° C și pozitive până la 70° C păstrându-și caracteristicile tehnice [27]:

- penetrația cu con de 150 gr. la 5 sec. și temperatura 25° C s-a menținut între 15 - 20 mm.;
- fluaj la cele trei recepturi A₁ , A₂ , A₃-0;
- greutatea specifică se menține în jurul a 1,12 gr/cm³ la receptura A₁ și 1,15 gr./cm³ la receptura A₃ dovedindu-se stabil la evaporația produselor petroliere din componență;
- menține elasticitatea nerupându-se la o alungire de peste 20 mm.

În afara determinărilor din laborator pentru o perioadă echivalentă a 10 ani, s-a urmărit timp de 5 ani modul de comportare al acestui chit la lucrările unde a fost folosit de către autor pentru impermeabilizarea unor canale de adâncime și bazine de refulare cât și la restul dintre elementele de construcții de la bazinele de refulare, stăvilare automate de regla-

rea nivelelor, noduri hidrotehnice, etc.

În urma observațiilor efectuate în cei peste cinci ani se desprind următoarele:

a). aspect: la partea exterioară expusă se formează o crustă de culoare mai deschisă față de culoarea neagră inițială, aceasta ca urmare a depunerii suspensiilor fine din apă, suspensii ce se împregnează pe partea exterioară a chitului. În interiorul chitului sub crustă aspectul se păstrează menținându-și culoarea neagră și omogenitatea;

b). stabilitate (fluaaj). Analizând modul de comportare al stabilității chitului în rost, rezultă că acesta se prezintă în mod diferențiat funcție de condițiile de exploatare cât și funcție de zona de folosință astfel:

Pe tronsonul de canale unde rosturile orizontale din cadrul căptușelilor din dale mari de beton prefabricate depășesc 40 mm iar adâncimea rostului a fost limitată la grosimea dalei sau în unele situații mai mici, chitul prezintă curgeri îngroșându-se partea inferioară iar partea superioară subțindu-se.

Acest fenomen are loc în perioadele când canalul este fără apă iar temperatura aerului depășește 35°C conducând în perioadele următoare când se introduce apă la antrenarea chitului de către acțiunea valurilor înregistrându-se multe situații în care chitul se desprinde de pe beton (fig. 5.4.).

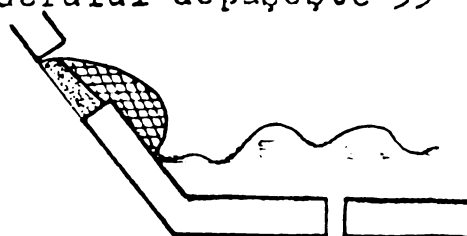


Fig. 5.4 Rost în care chitul s-a desprins de pe dală la partea sup.

Sînt situații când la rosturi cu deschidere mare unde pătrunde o cantitate foarte mare de chit, stabilitatea este menținută dar aceasta conduce la dublarea sau chiar triplarea consumului de chit (fig. 5.5). Din experimentările efectuate pe canalul de aducțiune din sistemul Izvoare -Cujmir a rezultat că burarea rosturilor este o operație greoaie, fapt pentru care nu se execută de constructori, aceștia recurgînd mai bine la umple-

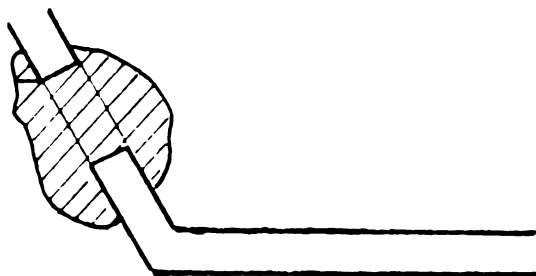


Fig. 5.5 Rost cu deschidere mare

rea întregului rost cu chit, fapt pentru care rostuirea cu asrobit în asemenea condiții scumpește lucrările de impermeabilizare.

În vederea folosirii eficiente a acestui chit care rezolvă foarte bine problema infiltrației prin rost, autorul a promovat tehnologia de rostuire cu rost în Y la dalele mari prefabricate (fig. 5.6) care înlătură deficiențele semnalate la rostuirea cu secțiunea dreptunghiulară.

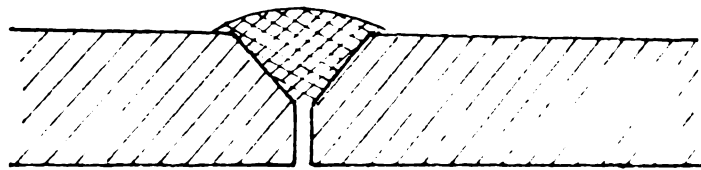


Fig. 5.6 Rost în Y

Rostuirea cu secțiune dreptunghiulară (fig. 5.7) dă rezultate bune la căptușelile monolite realizate cu instalații speciale de betonare monolită a canalelor unde stabilitatea chitului se prezintă bine asigurând o viabilitate destul de bună rostuirii pereților monolite.

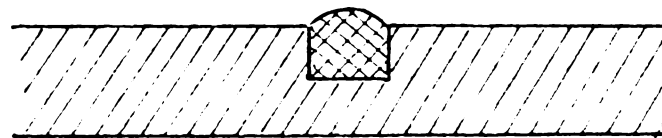


Fig. 5.7 Rost fals la căptușelile monolite.

Instabilitatea asrobitului se manifestă și la rostuirile ce nu au suprafață de contact complet uscată, fenomen constatat prin etanșările efectuate pe rosturi cu suprafață de contact umedă.

Deasemenea în zonele unde nu au fost curățite de impurități, chitul s-a desprins din rost la primele acțiuni ale apei.

Rezultatele obținute în urma experimentării rostuirii cu asrobit recomandă folosirea acestuia la rostuirea pereților monolite folosind rost cu secțiune dreptunghiulară; rostuirea pereților din dale prefabricate mari folosind rost cu secțiune în formă de Y, iar la restul pereților să fie folosit în limite destul de reduse. Deasemenea nerespectarea condițiilor impuse privind curățirea și amorsarea suprafeței de contact, nementinerea în stare uscată a suprafeței de contact înainte de aplicarea chitului, conduce la diminuarea aderenței asrobitului și implicit la o calitate slabă a rostuirii.

c). caracteristicile fizico - mecanice înregistrate la I.C.I.P.I.D. Băneasa - Giurgiu:

- curgere pe verticală la 70°C (etuvă)
după 6 ore - nu curge;

- contracția după 20 zile la temperatura camerei - nu prezintă contracții, nu formează crustă, nu fisurează;
- penetrație $\text{mm} \times 10^{-1} = 172$;
- rezistență la oboseală după 7 zile = fără degradări;
- rezistența la tracțiune daN/cm^2
 - la 3 zile de la turnare = 0,02
 - la 7 zile de la turnare = 0,02
 - la 14 zile de la turnare = 0,05
 - la 21 zile de la turnare = 0,03
- alungirea la rupere %;
 - la 3 zile de la turnare = 110
 - la 7 zile de la turnare = 100
 - la 14 zile de la turnare = 95
 - la 21 zile de la turnare = 70

c₁ - Comportarea asrobitului la ciclurile de îmbătrânire accentuată alternată cu cicluri de oboseală este redată în tabelul 5.3.

Tabelul 5.3

Nr. cicluri de îmbătrânire + oboseală	Starea constatată		
	20	30	40
	neschimbat	neschimbat	neschimbat

c₂ - Comportarea asrobitului după 350 ore la etuvă la 70° C. (maturare)

Tabelul 5.4

Chitul	După 7 zile la temperatura camerei		După 7 zile la t. ^o camerei + 350 ore la 70° C	
Asrobit	Rezistență la tracțiune daN/cm^2	Alungire rupere %	Rezistență la tracțiune daN/cm^2	Alungire rupere %
	0,02	100	0,09	147

Efectuându-se încercări pe chituri ce au fost scoase din rost după 5 ani de folosință, rezultă că asrobitul își păstrează caracteristicile inițiale cu variații destul de reduse. [27]

Din caracteristicile prezentate, atât cele inițiale cât și cele rezultate în urma încercărilor de îmbătrânire se poate

trage concluzia că acest chit, răspunde foarte bine cerințelor de impermeabilizare a rosturilor.

Problema nr.1 însă o constituie faptul că acest chit format dintr-o masă omogenă, foarte compactă nu se poate pune în operă decât mecanizat.

Această problemă a fost rezolvată prin instalația și tehnologia brevetată de autor și colaboratori, prezentată la capitolul 3, subcapitolul 3.4.2. Deasemenea rezultatele cele mai bune se obțin la rostuirea pereilor turnate monolit cu rosturi nepatrunse de forma dreptunghiulară și la rostuirea dalelor mari prefabricate $> 2 \text{ m}^2/\text{buc.}$ cu secțiune a rostului în formă de Y.

5.4.3. Rezultate privind modul de comportare al foliei de P.V.C. plastifiată de 0,8 mm folosită la impermeabilizări speciale

Folia P.V.C. plastifiată denumită și "hidroplastifiată" de Turda reprezintă un produs nou cu calități superioare față de materialele anterioare folosite la izolații hidrofuge cu grad mare de impermeabilizare (speciale), avantajele acestui tip de izolație fiind prezentate la capitolul 3, subcapitolul 3.4.3.

În prezentul subcapitol se redau caracteristicile de definiție și cele fizico - mecanice ale acestui tip de folie, modul de comportare la încercările efectuate precum și comportarea în timp în condiții reale de folosință [27, 67]

a). Caracteristicile fizico-mecanice și de definiție

- culoare gri;
- grosime 0,8 mm;
- lățimea de livrare a foliei 1,43 m (în suluri);
- masa 962 g/m^2 ;
- rezistența la tracțiune $0,33 \text{ daN/cm}^2$;
- alungirea specifică la rupere $72,84 \%$;
- adeziv utilizat - adeziv Criș pentru lipire folie pe folie
- rezistența de forfecare a îmbinării $1,30 \text{ daN/cm}^2$

- b). Comportarea la tracțiune pe probe mortar și produse supuse la cicluri de îmbătrânire artificială a foliei, se prezintă în tabelul 5.5

Tabelul 5.5

Produce sul	Probă mortar		Probă de rupere la ciclul de îmbătrânire							
	Re- zis- ten- ță la trac- țiune daN/2 cm ²	Alun- gire %	50 cicluri		100 cicluri		150 cicluri		200 cicluri	
			Re- zis- ten- ță tract. daN/2 cm ²	Alun- gire %	Re- zis- ten- ță tract. daN/2 cm ²	Alun- gire %	Re- zis- ten- ță tract. daN/2 cm ²	Alun- gire %	Re- zis- ten- ță tract. daN/2 cm ²	Alun- gire %
Folie P.V.C. plasti- fiată	140	288	147	250	155	227	132	261	144	246

Rezultă, conform datelor din tabelul 5.5 obținute de I.N.C.E.R.C. că folia își păstrează caracteristicile, câmpul de variație fiind foarte redus, fapt ce determină folosirea acesteia în lucrările de hidroizolații cu rezultate foarte bune atât ca grad de impermeabilizare cât și ca longevitate.[27]

Confruntând comportarea de îmbătrânire naturală după 5 ani de folosință rezultă că aceasta se suprapune cu rezultatele obținute după efectuarea celor 50 cicluri de îmbătrânire accelerată ceea ce ar reveni la cicluri echivalente cu 1 an îmbătrânire naturală. Având în vedere aceste considerente se poate garanta că folia păstrează calitățile respective pe o durată de peste 20 ani așa cum rezultă din tabelul prezentat la punctul b. unde la 200 cicluri la îmbătrânire artificială alungirea este de 246 %.

Mentținerea calităților foliei permite ca aceasta să preia deformații fără să se rupă, cauzate fie de tasarea terenului suport, fie datorită variațiilor mari de temperatură.

- c). Rezultatul încercărilor asupra modului de comportare al adezivilor și al aderenței foliei

Având în vedere faptul că infiltrațiile prin folia propriuzisă sînt zero rămîne ca factor hotărîtor în reducerea pierderilor de apă, lipirea foliei.

Din încercările efectuate [27] asupra adezivilor rezultă că 2 adezivi sînt cei mai corespunzători și anume:

- adezivul "Cris" care asigură lipirea foliilor între ele;
- adezivul "Lis" care asigură o etanșeitate mai mare și are mai puțin rol de lipire (fig. 5.8)

În lucrările experimentate de autor la CA₁ sistemul Izvoare - Cujmir s-a folosit numai adezivul "Cris" care a

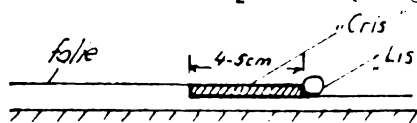


Fig. 5.8 Detaliu lipire folie

dat rezultate foarte bune în sensul că la rece acest adeziv permite montarea și lipirea foliei direct pe taluze și fundul canalelor cu multă ușurință și priză instantanee.

Adezivul Cris este un produs lichid compus din amestec de acetone și ciclohexanonă și se aplică pe zona de 5 cm. a celor 2 folii care urmează a se asambla. Aplicarea acestui adeziv pe folie se poate face fie prin stropire [67] cu un dispozitiv de stropit (vermorel) fie cu pensula. Experimentînd cele 2 procedee a rezultat că procedeul cel mai economic este procedeul de aplicare a adezivului cu pensula.

Cît privește cel de al doilea adeziv "Lis" acesta este mai puțin folosit în asamblarea foliei, fiind indicat numai pentru mărirea etanșezii zonei de lipire în cazul lipirii incorecte (suprafața de aderență prezentînd impurități sau umezeală).

Deasemenea acest adeziv se mai folosește în cazul lipirii foliei pe beton, cel mai frecvent fiind la acoperișuri și mai puțin la impermeabilizarea canalelor unde folia este de regulă lestată cu dale mici sau mari prefabricate.

Analizînd comportarea la încercările de forfecare și alungire rezultă că rezistența de adeziune a lipiturii cu adezivul "Cris" este foarte bună.

- rezistența la forfecare este în jurul de 4,4 daN/cm² iar în cazul aplicării și a adezivului "Lis" pentru etanșarea machiei, rezistența crește la 5 daN/cm².

Calitatea foarte bună a aderenței cu acest adeziv s-a dovedit și prin faptul că la încercările efectuate folia s-a rupt în timp ce zona de aderență se menține.

Pe lângă avantajele amintite mai sus este de menționat faptul că cei doi adezivi ("Cris" și "Lis") au o bază de materii prime din țară asigurându-se în cantități destul de mari de către Intreprinderea de Materiale Izolante Turda.

Rezultatele bune s-au obținut și la încercările asupra lipiturilor de la folie aflată în exploatare de doi ani de zile, pierderile de apă pe tronsonul impermeabilizat cu folie PVC plastifiată și asamblată cu ajutorul adezivului Cris fiind aproape nule.

Deasemenea prin observațiile directe asupra foliei și zonci de aderență se constată că soluția și tehnologia propusă de autor și respectată în execuție prezintă stabilitate față de factorii climaterici și de variația condițiilor de funcționalitate (fig. 5.9)

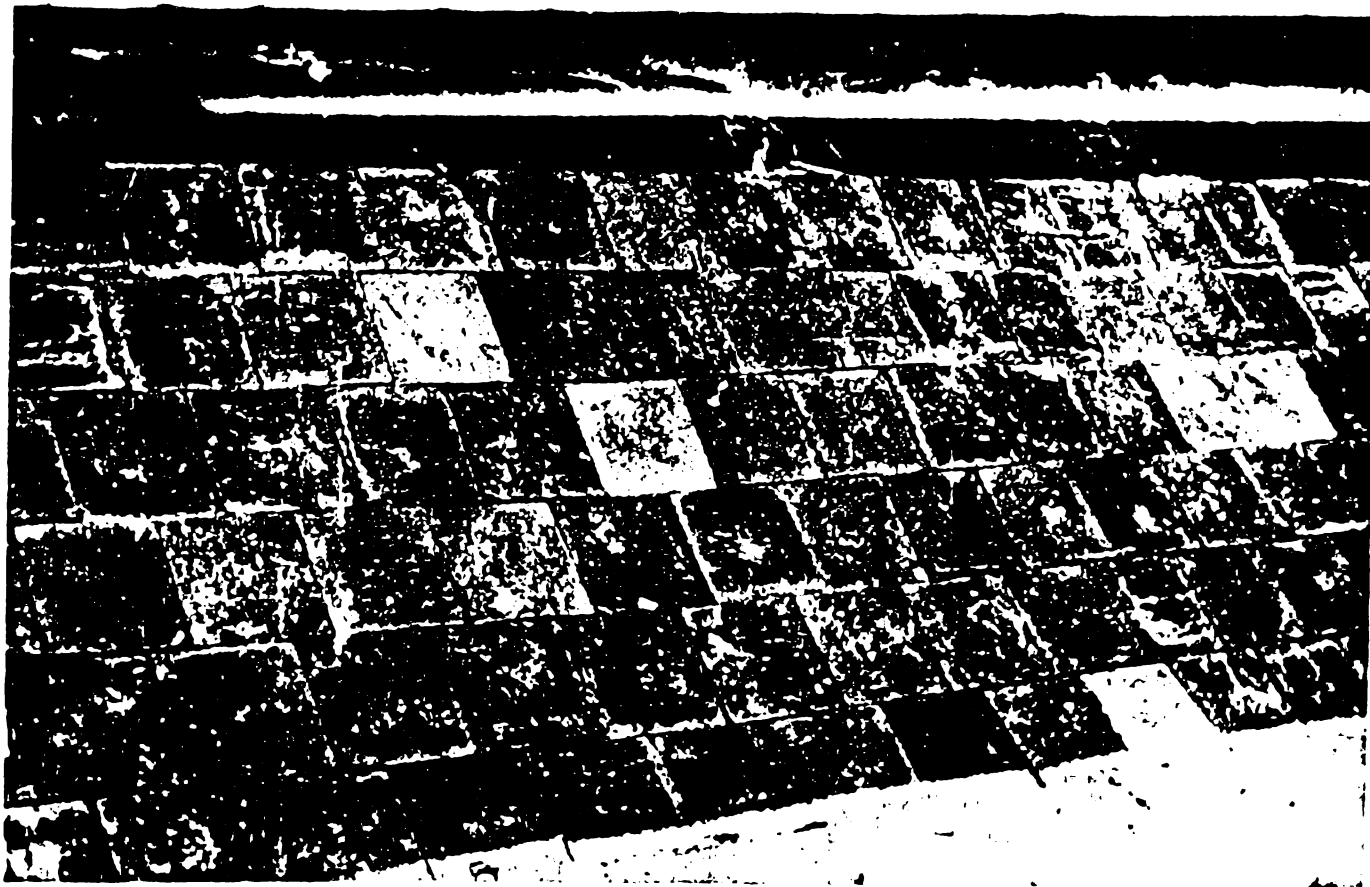


Fig. 5.9 Folie realizată în condiții bune de calitate

. // .

Sînt și unele zone în care nu s-a respectat încă cea mai bună tehnologia de punere în operă a foliei în sensul că nu s-a asigurat îndepărtarea în totalitate a prafului de pe folie în zona de aderență cît și neasigurarea unui suport din dulap geluit sub folie în zona de aderență.

Aceste abateri de la tehnologia indicată au condus la realizarea unor aderențe slabe cauzate de praf și de întreruperile provocate de cutele foliei, cîte care pe măsură ce folia a fost supusă eforturilor de întindere prin pătrunderea apei și a impurităților în aceste zone s-au extins conducînd la infiltrarea apei prin aceste zone (fig. 5.10) .

În vederea mării eficienței acestui tip de impermeabilizare și a unei comportări cît mai stabile, este necesar a se respecta cu strictețe tehnologia prevăzută la capitolul 3, subcapitolul 3.4.3.

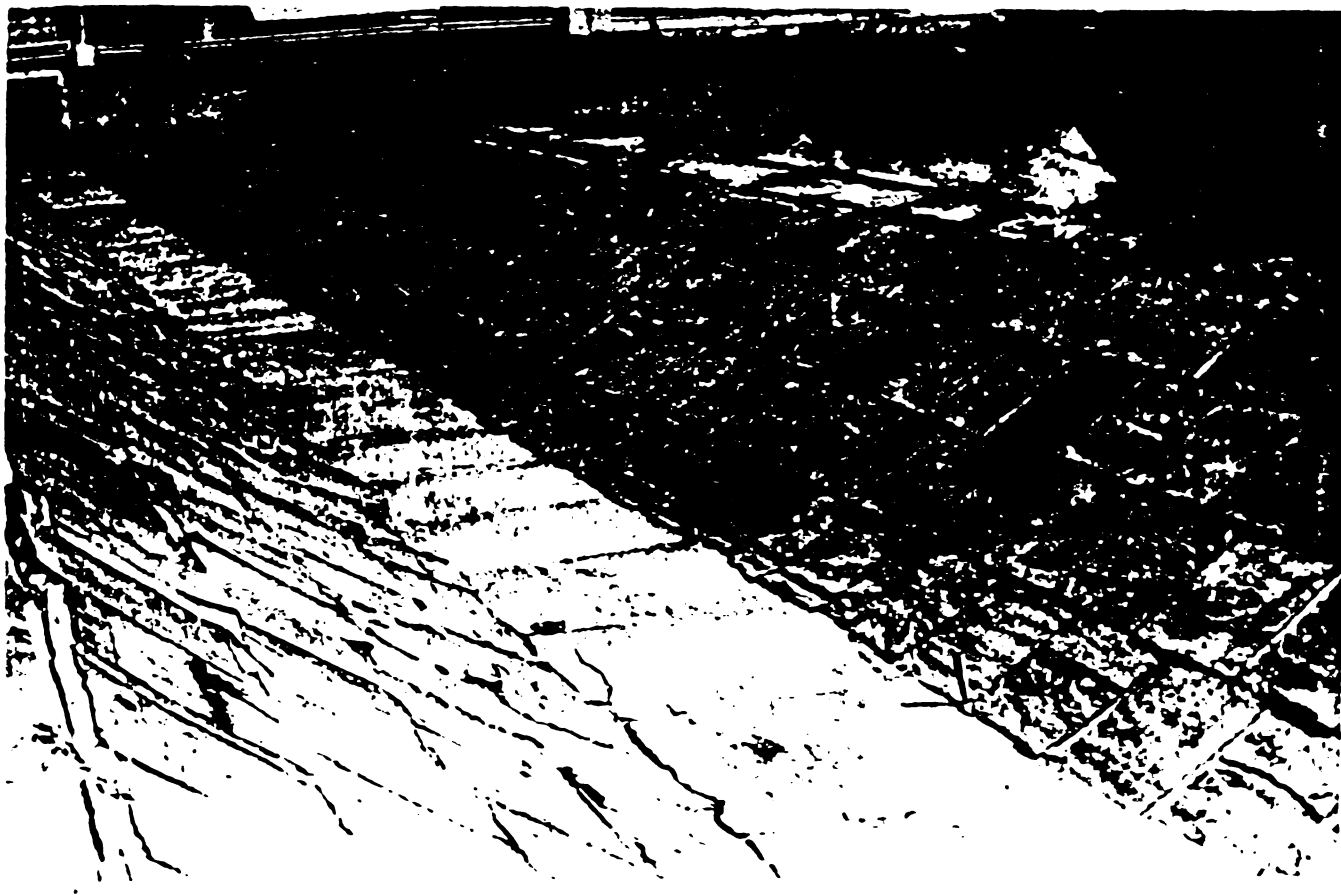


Fig.5.10 Folie pusă în operă necorespunzător

Densitatea pentru tronșoanele de cașle cu taluze stabile este indicat folosirea foliei P.V.C. plastifiată de grosimi mai mici (0,4 mm.) dar lestarea să se facă cu dale mici și de grosime redusă 4-5 cm.; acestea îndeplinindu-și foarte bine

rolul de lezare și protecție, etanșeitățile fiind asigurate în întregime de folie.

5.5. Rezultate privind reducerea consumului energetic prin aplicarea soluțiilor și tehnologiilor autorului

Necesitatea analizei consumului energetic se justifică prin faptul că în perioada actuală se simte tot mai mult criza energetică.

Deasemenea în stabilirea soluțiilor și tehnologiilor de execuție nu s-a ținut seama de energia înglobată în soluțiile respective și mai cu seamă consumul energetic pe perioada de exploatare, perioadă cu consum foarte mare de energie comparabil cu cel înglobat în realizarea lucrărilor.

În analizele eficienței economice asupra unor soluții de captare a construcțiilor de transport și înmagazinarea apei s-a avut în vedere realizarea de captași cu investiție specifică mică, având prioritate față de alte soluții cu investiție specifică mai mare dar cu consum energetic în timpul exploatării mai redus. În subcapitolele 5.5.1. și 5.5.2 se redă soluția comparativă a energiei înglobate cât și a energiei ce se consumă în timpul exploatării. În vederea determinării cât mai reale a consumurilor energetice pentru realizarea soluțiilor de impermeabilizare cât și a consumului energetic în timpul exploatării s-au cules date reale de la principalii furnizori de materiale folosite la realizarea investițiilor cât și de la întreprinderile beneficiare ce exploatează rețele de transport și înmagazinarea apei.

Printre furnizorii de date privind consumul energetic se numără Combinatul de lăniți Ig. Jiu, Întreprinderea de mase plastice Furda, Întreprinderea Chimică Mărășești, Balastiera Galafat, etc.

Pentru consumul energetic necesar pompării apei s-au obținut date de la Întreprinderea de exploatarea lucrărilor de îmbunătățiri funciare din Craiova și Tr. Severin.

Datele prezentate de aceste unități și prelucrate în cadrul lucrării se prezintă în subcapitolele următoare.

5.5.1. Reducerea consumului energetic pentru pompa-
rea apei

Se cunoaște că pentru lucrările de îmbunătățiri funciare se consumă o cantitate foarte mare de energie, predominând energia necesară pomării apei pentru irigații.

Având în vedere și faptul că acest consum este maxim în perioadele de vară când potențialul hidroenergetic este minim, ca urmare a debitelor scăzute în această perioadă se impune ca o sarcină primordială reducerea la maximum a pierderilor de apă prin infiltrații realizându-se impermeabilizări cu randament sporit. Existența în prezent a unor rețele de canale cu randament scăzut sub 30 % a condus la reducerea suprafețelor irigate în anul 1981 ca urmare a unor consumuri energetice exagerate pe unitatea de suprafață irigată.[82]

Prin activitatea de cercetare autorul a urmărit modul de comportare al unor rețele de canale în exploatare, implicațiile la care conduc cele cu randament scăzut și realizarea unor soluții și tehnologii noi de impermeabilizare care să reducă pierderile de apă prin infiltrații și corespunzător reducerea consumului energetic pentru pomparea unui debit suplimentar la irigat cât și pentru evacuarea excesului de apă provocat. Rezultatele obținute în reducerea consumului energetic sînt oglindite în tabelele comparative de mai jos:

Tabelul 5.6

Nr. crt.	Varianta de etanșare	Pierderi medii apă l/m ² /24 h.	Consum energetic mediu Kwh/1000 mc	Consum energetic suplimentar Kwh/mp/an
1.	Beton simplu monolit de 10 executat mecanizat, rostuit cu mortar de ciment	150 -200	251	9,036
2.	Dale beton de 50x50x6 rostuite cu mortar de ciment	250 -300	251	13,554
3.	Dale din beton de 50x50x6 rostuite cu mortar de bitum	350 -400	251	18,072
4.	Dale din beton de 200x100x6 rostuite cu mortar de ciment	200 -250	251	11,295
5.	Cansle neimpermeabilizate	700 -900	251	36,144

Se desprinde din tabelul 5.6. că pierderile de apă prin exfiltratii cresc proporțional cu lungimea rosturilor pe unitatea de suprafață arătându-ne clar că majoritatea pierderilor de apă au loc prin rosturi.

Deasemenea se observă că pierderile de apă sînt mai mari la perele rostuite cu mortar de bitum deși acest mortar este mai elastic.

Observațiile repetate asupra modului de comportare a celor 2 tipuri de rosturi au condus la concluzia că pierderile se datorează desprinderii mortarului din zona rostului ca urmare a lipsei unor sorturi de bitum cu caracteristici elastice cît și a unor abateri de la tehnologia de execuție, abateri scoase în relief și de diferența între pierderile înregistrate pe unele canale din țară și pierderile de pe unele canale realizate în S.U.A.

Situația comparativă prezentîndu-se după cum urmează:

Tabelul 5.7.

Nr. crt.	Tipul impermeabilizării	Pierderi l/mp/24 h		Consum suplimentar de apă l/mp/24h	Consum mediu energetic Kwh/1000 mc.	Consum energetic suplimentar consumat față de tehn. avans. Kwh/mp/an
		Canale realizate în RSR	Canale realizate SUA			
1.	Beton simplu de 10 mm realizat mecanizat	150-200	30-40	130	251	5,773
2.	Dale mici 50x50x6 rostuite cu mortar de ciment	250-400	50-150	225	251	10,040
3.	Dale mari 200x100x6 rostuite cu mortar de ciment	200-250	30-60	180	251	3,032
4.	Impermeabilizări cu folie	60-100	20-30	70	251	3,160

Soluții îmbunătățite realizate de autor (tabel 5.8)

Nr. crt.	Tipul impermeabilizării	Pierderi l/mp/24 h.	Consum mediu energetic Kwh/1000 mc.	Consum energetic suplimentar Kwh/mp/an
1.	Dale mari de 2,00x1,00x0,06 rostuite cu asrobit și peste care s-a aplicat pelicula din aracet	120	251	5,421
2.	Idem dale mari 2,00x1,00x0,06 cu rost în formă de Y	110	251	4,969
3.	Impermeabilizare cu folie P.V.C. plastifiată de 0,8 mm. protejată cu dale mici 50x50x6	20	251	1,907
4.	Beton monolit de 10 cm. cu peliculă din mortar cu D 25	80	251	3,410

Rezultă că prin aplicarea peliculei pe bază de aracet, introducerea unor folii de P.V.C. plastifiată și a îmbunătățirii rostuirii s-a diminuat pierderile de apă prin exfiltratii apropiindu-se de impermeabilizările realizate de țările cu soluții și tehnologii avansate.

Diminuarea pierderilor de apă în medie cu 100 l/mp/24 h. la căptușelile din beton simplu monolit și dale mari din beton armat prefabricat, conduce la reducerea consumului energetic în medie cu 5,50 Kwh/mp/an.

Având în vedere ritmul anual de realizare a căptușelilor de circa 1.800.000 mp. rezultă că prin aplicarea soluțiilor de impermeabilizare îmbunătățite se obține o reducere a consumului energetic pentru pomparea apei în sistemele de irigații de 9.900.000 Kwh/an.

Din grafioul comparativ (fig.5.11.) se pot trage concluziile necesare stabilirii soluțiilor de impermeabilizare la viitoarele lucrări, avându-se în vedere și consumul energetic pentru pomparea apei.

Ținând seama de criza energetică mondială, devine tot mai acută problema reducerii consumului energetic, impunându-se aplicarea soluțiilor și tehnologiilor ce reduc pierderile de apă prin infiltrații chiar dacă acestea prezintă un preț de cost mai ridicat cauzal betoanelor monolite executate mecanizat sau folie de P.V.C. plastifiată de 0,8 mm. lestată și protejată cu dale prefabricate din beton simplu sau slab armat precum și dale din mixturi

bituminoase.

GRAFIC COMPARATIV

privind consumul energetic suplimentar pentru
pomparea apei pierdute prin infiltrații kw/mplan

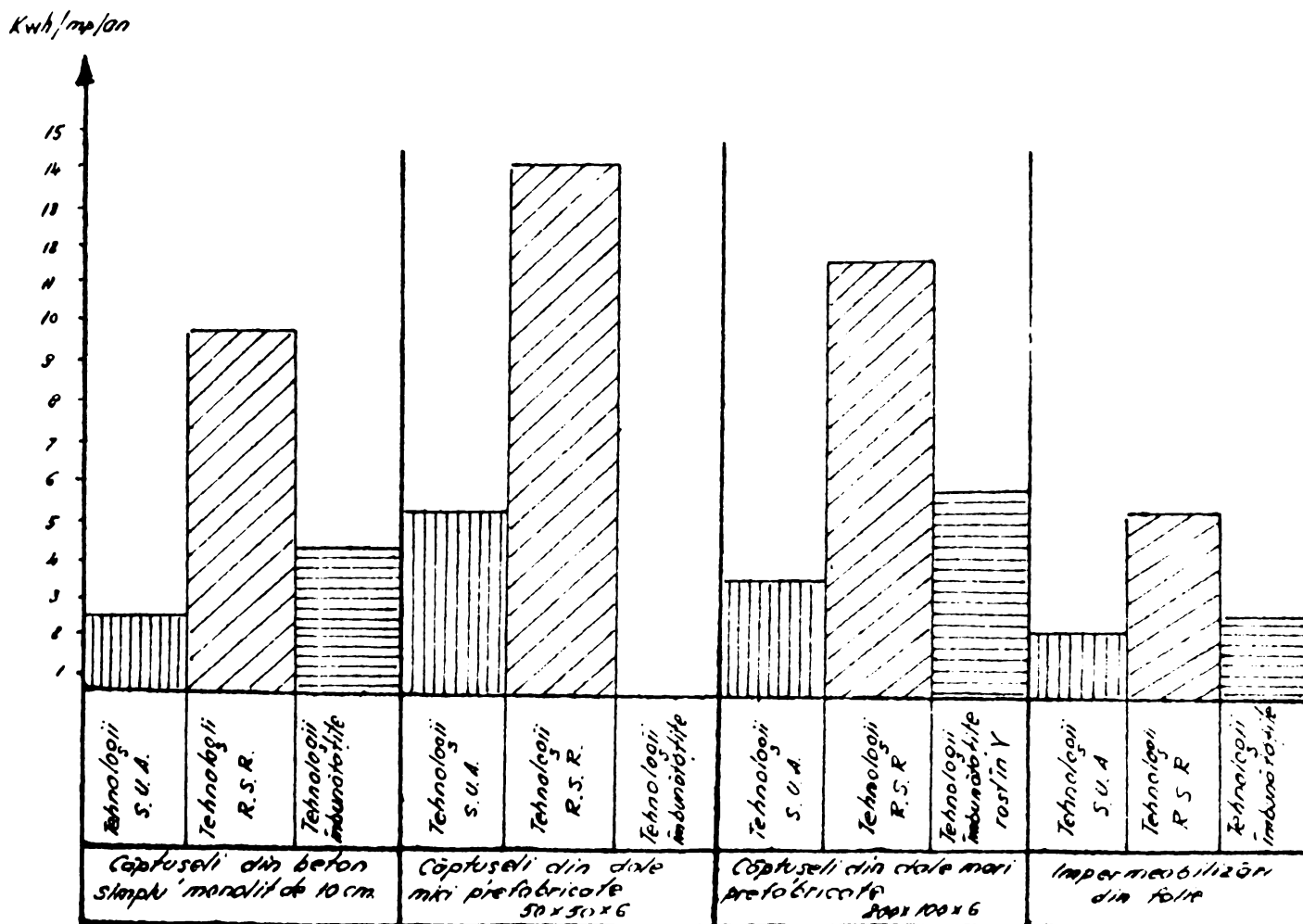


Fig. 5.11

Consumul energetic este influențat și de faptul că o mare parte din volumul de apă pierdut prin infiltrații este evacuat prin rețeaua de evacuare (circa 10% din volumul de apă folosit pentru irigații).

La consumul energetic pentru acoperirea volumului de apă pierdut prin infiltrații se adaugă și consumul energetic suplimentar pentru evacuarea excedentului de apă, consum ce variază funcție de configurația terenului și posibilitățile naturale de evacuare create de poziția emisarului.

Analizând consumul energetic pentru realizarea impermeabilizării prin noile soluții, rezultă clar că la unele

soluții consumul energetic pentru realizarea acestor soluții este mai mic, fără a mai ține seama de reducerea considerabilă a consumului energetic pe perioada de folosință de circa 10 - 20 ani.

La unele soluții cu grad mare de impermeabilizare (betoane monolite cu grosime de 10 - 15 cm., folie P.V.C. plastifiată protejată cu dale mari prefabricate) deși în faza de execuție reclamă un volum mai mare de investiții cât și un consum energetic mai mare, în faza de exploatare consumul energetic pentru acoperirea pierderilor de apă se reduce proporțional cu soluțiile aplicate ajungându-se la un randament maxim în cazul foliei din P.V.C. protejată cu dale prefabricate mari sau mici.

Situația comparativă a consumului energetic suplimentar pentru realizarea noilor soluții față de consumul în exploatare se prezintă în concluziile finale de la capitolul 6.

5.5.2. Reducerea consumului de energie echivalentă înglobată prin asimilarea noilor materiale și tehnologii de către autor

În capitolul 5.5.1. s-a prezentat situația consumului energetic pentru pomparea apei pierdută prin infiltrații, evidențiindu-se prin situația comparativă a consumului suplimentar de energie datorită tehnologiilor actuale cât și reducerea acestuia prin îmbunătățirile aduse de autor.

În continuare se prezintă situația consumului energetic echivalent înglobat în materiale existente cât și în cele propuse pentru îmbunătățirea impermeabilizării căptușelilor.

Prin îmbunătățirile aduse de autor s-a urmărit diminuarea consumului energetic înglobat prin reducerea consumurilor specifice de materiale pe mp. căptușeală cât și asimilarea unor materiale cu consum energetic înglobat mai scăzut pe unitatea de produs. [79, 81]

Primele rezultate obținute în activitatea științifică au constatat în reducerea grosimii stratului de căptușeală de la 15 - 12 cm. la 8 - 6 cm., fapt ce a determinat micșorarea consumurilor materiale și a consumului energetic, situație ce se prezintă în tabelul 5.9.

Tabelul 5.9

Măsura Material folo- sit	U/M	Consum mate- riale/mp.		Eco- nomii mate- riale	Con- sum ener- getic înglobat pt.res- lizarea unității de pro- dus Kwh	Consum energetic înglobat economi- sit pt. mp. prin îmbunătă- țiri adu- se Kwh
		So- lu- ția ini- ția- lă	Solu- ția îmbu- nă- tăți- tă			
Inlocuirea beto- nului monolit de 15 -12 cm. cu da- le din beton de 8-6 cm.						
1. Ciment	t.	0,05	0,03	0,02	103,00	3,03
2. Agregate	t.	0,33	0,18	0,15	0,36	0,13
3. Beton (prepa- rare)	mc.	0,15	0,07	0,08	7,00	0,56
4. Carburant pt. transport.beto- nului la dist.medie 10 km	t.	0,001	0,0005	0,0005	380,00	0,19
Total						3,91

Rezultă că prin soluția realizată s-a obținut o reducere a consumului energetic înglobat de 3,91 Kwh pe mp. pereu, în aceasta incluzându-se și economia de combustibil convențional înregistrată pe seama reducerii transportului cu aproximativ 50 % pentru o distanță medie de 10 km (Post calculul s-a făcut pentru basculanta de 5 t. cu consum de 22 l/100 km. ceea ce revine 2,2 l pe cei 10 km. luați în calcul).

O altă îmbunătățire adusă impermeabilizării o constituie realizarea rostuirii captușelilor prefabricate și monolite cu rost în formă de Y, rost ce se obține prin instalația și tehnologia concepută de autor. Prin această îmbunătățire adusă soluției de rostuire se obțin avantaje calitative cât și economice prin reducerea materialului de umplere a rostului cu 2/3 și corespunzător se reduce energia înglobată pentru obținerea rostuirii. Situația este prezentată în tabelul 5.10.

Tabelul 5.10

Măsura Materialul	U/M	Consum mate- rial/ ml.		Eco- nomii mate- riale	Consum ener- getic înglobat pt.res- lizarea unită- ții de produs Kwh	Energie înglobată economi- sită prin îmbunătă- țiri adu- se Kwh/ml
		Solu- ția ini- ția- lă	Solu- ția îmbu- nătă- țită			
Asrobit	t.	0,001	0,00035	0,00065	411	0,27

Analizînd soluția rostuirii cu secțiune în formă de Y în comparație cu rostuirea cu secțiune dreptunghiulară folo-
sindu-se același material " asrobit " rezultă că se obține o re-
ducere a consumului de energie înglobată de 0,27 Kwh. pe ml. rost.

Comparînd rostuirea realizată cu asrobit cu cea
realizată cu mortar de ciment rezultă un consum energetic înglobat
mai mare, dar acesta este diminuat de consumul energetic scîzut
pentru pomparea apei ca urmare a reducerii pierderilor de apă prin
infiltrații.

În aceeași situație se prezintă și soluția de
îmbunătățire a impermeabilizării prin aplicarea unui strat de folie
P.V.C. plastifiată de 0,8 mm. unde consumul energetic înglobat în
mp. de impermeabilizare crește dar și acesta este cu mult mai mic
decît energia ce se va consuma în perioada de folosință.

Situația echilibrului energetic la cele 2 soluții
prezentîndu-se în tabelul 5.11.

Rezultă din situația comparativă prezentată în
tabelul de mai jos că energia suplimentară înglobată în materialele
ce asigură o impermeabilizare superioară se recuperează în
numai 0,6 ani prin reducerea consumului energetic în exploatare.

Ca durată maximă a celor 2 materiale s-a luat
10 ani, durata care a fost verificată și care prezintă stabilitate
la agenți climaterici.

Din încercările de laborator efectuate de Institutul de Cercetări Hidrotehnice București pentru asrobit și Institutul de Studii și Cercetare pentru Îmbunătățiri Funciare rezultă că durata de păstrare a caracteristicilor tehnice depășește 10 ani pentru ambele materiale.[27]

Tabelul 5.11

Măsura	U/M	Energia înglobată Kwh		Energie supliment. înglobată prin îmbunătățirea soluției Kwh	Reducerea pierderilor de apă l/mp/zi	Cantitate apă pompată economisită pe 10 ani/mp mc	Cantitate de energie economisită pe 10 ani/mp kwh
		Soluția cu mortar ciment	Soluția cu asrobit				
Inlocuirea mortarului 1. de ciment cu asrobit	mp.	0,10	0,27	0,17	105	189	47,431
Măsura		Energia înglobată Kwh					
		Soluția cu dale Y	Soluția cu dale și folie PVC				
Inlocuirea impermeabilizării din dale rostuite, cu folie 2. PVC plastifiată de 0,8 mm. lestată cu dale nerostuite	mp.	0,45	1,15	0,70	200	360	90,360

Reducerea energiei echivalente a avut efect și prin aplicarea unor tehnologii de punere în operă și de manipulare a dalelor prefabricate exemplificând una din acestea cu pondere și anume introducerea paletizării în procesul de turnare, încărcare, descărcare a dalelor mari prefabricate. Situația comparativă a energiei înglobate în această tehnologie se prezintă în tabelul 5.12.

Tablelul 5.12

Măsura de raționalizare a energiei echivalente înglobată	U/M	Consum energie echivalentă în sistemul inițial Kwh/t.	Consum energie echivalentă prin paletizare Kwh/t.	Economie energie echivalentă înglobată Kwh/t.
Introducerea paletizării la turnare, depozitare și transport a dalurilor prefabricate	t.	4,5	1,1	3,4

Rezultă din acest tabel că energia înglobată echivalentă scade de 4 ori, adică de la 4,5 kwh/t. prin tehnologia inițială la 1,1 kwh/t. prin introducerea paletizării.

T A B E L N r. I (5.3.1.1.)

privind pierderile de apă înregistrate pe tronsonul l. cãptușeli din beton simplu turnate monolit cu grosime de 10 cm. la care s-a aplicat pelicula de mortar cu aracet (D 25) rostuită executându-se cu asrobit

Nr. tronsonul de canal cro. luat în studiu și tipul de cãptușeală	Perioada determinării	Data citi- rii	Ora	Volumul (Vl) exfil- trat citit pe debit- metru	Supra- fața de pereu afere- tã tron- sonului mp.	Vol. apă exfil- tratã V _{n.s} l/mp/24h	h apă în canal	Elementele secțiunii	b	m
1. Tronson l-cãptușeli beton simplu l=4 m.	initial final	18.05 19.05	14 14	23.350 24.320	18,40 1470	30	1,00	1,00	1,5	1,5
2. - " - " -	initial final	18.05 20.05	10 10	15.600 18.180	16,96 2530	76	0,90	1,00	1,5	1,5
3. - " - " -	initial final	14.05 15.05	17 17	10.350 11.980	15,52 1130	73	0,80	1,00	1,5	1,5
4. - " - " -	initial final	13.05 14.05	14 14	7.610 8.580	14,08 970	69	0,70	1,00	1,5	1,5
5. - " - " -	initial final	12.05 13.05	11 11	4.660 5.490	12,64 330	66	0,60	1,00	1,5	1,5
6. - " - " -	initial final	11.05 12.05	9 9	1.350 2.070	11,20 720	64	0,50	1,00	1,5	1,5

n = nr. de zile în care s-a consumat volumul (Vl)

s = suprafața cãptușelii corespunzătoare înălțimii de apă (ha) luatã în studiu

T A B E L N r. 2 (5.3.1.2.)

privind pierderile de apă înregistrate pe tronsonul 2. căptușeli din dale mari prefabricate de beton armat de 2,00 x 1,00 x 0,06 la care s-a aplicat pelicula de mortar cu aracet (D 25) rostuirea executându-se cu asrebit

Nr. crt.	Tronsonul de canal luat în studiu și tipul de căptușeală	Perioada determinării	Data citirii	Ora	Volumul (Vl) exfiltrat citit pe debit-metru	Suprafața piercușă în timpii luați în calcul	Vol. apă exfiltrată $V = \frac{Vl}{n \cdot s}$	h apă în canal	Elementele secțiunii	b	m
1.	Tronson 2 căptușeli din dale mari prefabricate l = 6 m	inițial final	29.05 29.05	19 19	30.640 33.940	27,60 3300	120	1,00	1,00	1,00	1,5
2.	" - "	inițial final	28.05 28.05	17 17	21.650 24.570	25,44 2920	115	0,90	1,00	1,00	1,5
3.	" - "	inițial final	27.05 27.05	15 15	15.070 17.720	23,28 2650	114	0,80	1,00	1,00	1,5
4.	" - "	inițial final	26.05 26.05	12 12	9.550 11.920	21,12 2370	112	0,70	1,00	1,00	1,5
5.	" - "	inițial final	25.05 25.05	10 10	5.950 8.040	18,96 2090	110	0,60	1,00	1,00	1,5
6.	" - "	inițial final	24.05 25.05	8 8	2.350 4.180	16,80 1920	109	0,50	1,00	1,00	1,5

n = număr de zile în care s-a consumat volumul (Vl)

s = suprafața căptușelii corespunzătoare înălțimii apei (ha)

TABEL Nr. 3 (5.3.2.)

privind pierderile de apă înregistrate pe tronsonul 3. căpușeli din dale mari din beton armat prefabricate profilate 2,00 x 1,00 x 0,06 la care s-a realizat rost în formă de Y etanșat cu chit asrobit

Nr. crt.	Tronsonul de canal luat în studiu și tipul de căpușeală	Perioada determinării	Data citirii	Ora	Vol. apă (Vl) exfiltrat		Suprafața de exfiltrat	Vol. apă exfiltrată	h apă canal	Elementele secțiunii
					pe debit- metru	pe diferență înălțimii lustră în calcul				
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.	Căpușeli din dale mari prefabricate profilate cu rost în Y l = 6 m	inițial final	09.06 10.06	13 13	41.440 44.430	27,60 3040	110	1,00	1,00	1,5
2.	" "	inițial final	03.06 09.06	9 9	31.600 34.240	25,44 2640	104	0,90	1,00	1,5
3.	" "	inițial final	04.06 05.06	17 17	25.350 26.150	23,28 2400	99	0,80	1,00	1,5
4.	" "	inițial final	03.06 04.06	15 15	17.550 19.530	21,12 2030	96	0,70	1,00	1,5
5.	" "	inițial final	02.06 03.06	12 12	11.320 13.080	18,96 1750	92	0,60	1,00	1,5
6.	" "	inițial final	01.06 02.06	9 9	5.650 2.150	16,80 1500	89	0,50	1,00	1,5

n = număr de zile în care s-a consumat volumul (V)

s = suprafața căpușelii corespunzătoare înălțimii pei (h)

T A B E L N r. 4 (5.3.3.)

privind pierderile de apă înregistrate pe tronsonul 4. căptușit cu folie PVC de 0,8 mm. lestată cu dale mici de 50 x 50 x 6

Nr. crt.	Tronsonul de canal lăst în studiu și tipul căptușelii	Perioada determinării	Data citirii	Ora	Volumul Suprafața exfiltrat de pe citit pe debit-mp.	Vol. apă exfiltrat $V = \frac{Vl}{D \cdot S}$	h apă în canal	Elementele secțiunii		
								b	m	
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Căptușeală din folie PVC plastifiată de 0,8 mm lestată cu dale mici	initial final	17.06 18.06	18	81.650 82.200	18,40	20	1,00	1,00	1,5
	"	initial final	16.06 17.06	15	73.340 73.770	16,96	17	0,90	1,00	1,5
	"	initial final	15.06 16.06	12	67.550 67.900	15,52	15	0,80	1,00	1,5
	"	initial final	14.06 15.06	9	59.640 59.940	14,08	14	0,70	1,00	1,5
	"	initial final	11.06 12.06	13	54.730 54.960	12,64	12	0,60	1,00	1,5
	"	initial final	10.06 11.06	10	52.450 52.620	11,20	10	0,50	1,00	1,5

n = număr zile în care s-a consumat volumul (Vl)
 s = suprafață căptușeli corespunzătoare înălțimii apei (h_a)

C A P I T O L U L 6

CONCLUZII GENERALE SI RECOMANDARI PENTRU PRODUCTIE

Îmbunătățirea impermeabilizării construcțiilor de transport și înmagazinarea apei conduce la ridicarea eficienței economice a amenajărilor hidroenergetice, hidroamelor tive, alimentări cu apă, navigație, piscicultură, etc.

Ridicarea eficienței construcțiilor de transport și înmagazinarea apei are la bază reducerea costurilor de realizare a investiției, reducerea consumului energetic înglobat în materialele folosite și a consumului energetic pentru pomparea apei.

Realizarea acestui deziderat reclamă obținerea unor soluții și tehnologii care să conducă la reducerea costurilor lucrărilor corelate cu reducerea sau eliminarea pierderilor de apă prin infiltrații care conduce la consumuri energetice sporite.

Necesitatea reducerii pierderilor de apă prin infiltrații din construcțiile de transport și înmagazinarea apei rezultă din:

- economisirea apei ținând seama de resursele hidroenergetice limitate;

- economisirea energiei electrice (pentru pomparea apei infiltrate) deficitară pe plan mondial;

- reducerea suprafețelor de teren degradate datorită excesului de umiditate și sărăturării.

Prin ridicarea gradului de impermeabilizare a construcțiilor de transport și înmagazinarea apei se mărește competitivitatea acestor lucrări răspunzându-se astfel la cerința majoră de a folosi cât mai judicios resursele energetice, fapt impus și prin actuala conjunctură a crizei energetice mondiale.

În vederea realizării unor căptușeli care să conducă la rezultatele impuse mai sus, autorul prin prezenta lucrare a analizat actualele soluții și tehnologii, stabilind cauzele care conduc la înregistrarea unor pierderi de apă destul de mari pe rețelele de canale și propunând în același timp îmbunătățirea soluțiilor și tehnologiilor care să conducă la mărirea competitivității căptușelilor canalelor astfel:

a). Mărirea productivității muncii și ieftinirea lucrărilor

1. Introducerea în soluțiile de impermeabilizare, a dalelor mari prefabricate cu suprafețe peste 2 m^2 contribuie la mărirea productivității muncii de peste 10 ori față de dalele mici ($0,50 \times 0,50 \times 0,06$; $0,40 \times 0,30 \times 0,06$; etc.) și totodată la diminuarea pierderilor cu peste 40 % ca urmare a micșorării lungimii rosturilor care constituie principala sursă de pierdere a apei prin infiltrație.

2. Introducerea pachetizării în confecționarea, manipularea și transportul dalelor prefabricate, înlocuind și paleta suport cu o dală ce se folosește în aceleași condiții ca restul dalelor, a condus la reducerea suprafeței poligoanelor, mărirea productivității muncii la operațiile de manipulare de peste 10 ori, reducerea timpului de staționare a mijloacelor de transport și a timpului de utilizare a macaralelor cu 60' la dalele mici și cu 30' la dalele mari.

3. Promovarea unei noi tehnologii de rostuire cu asrobit folosind instalația de rostuit realizată de autor și colaboratori, conduce la mărirea productivității muncii de 10-13 ori față de tehnologiile clasice din țară și de 3-4 ori față de

tehnologiile din străinătate.

4. Mecanizarea operațiilor de rostuire cu mortar de ciment folosindu-se tehnologia și instalația propusă de autor conduce la creșterea productivității muncii de 20 ori față de sistemul clasic.

b. Reducerea pierderilor de apă prin exfiltrații

1. Aplicarea peliculei din mortar de ciment cu aracet D 25 pe suprafața căptușelilor din beton monolite cât și din dale de beton prefabricate a condus la asigurarea mărcii betonului prin creierea condițiilor optime pentru efectuarea prizei și întăririi betonului cât și la mărirea gradului de impermeabilizare al căptușelilor.

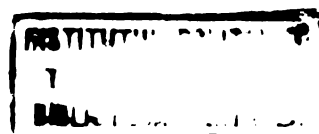
2. Asimilarea unor noi tipuri de dale prefabricate profilate care să conducă la realizarea secțiunii de rostuire în formă de Y rezolvă următoarele dezavantaje constatate la căptușelile cu dale mari prefabricate:

- reduce consumul de asrobit cu 1/3;
- asigură o distanță constantă în rost și etanșare omogenă;
- permite curățirea, amorsarea și umplerea rosturilor în condiții mult mai bune față de sistemul clasic cu rost de formă dreptunghiulară;
- asigură stabilitatea rostului și a chitului prin păstrarea distanței constante în zona de etanșare.

3. Introducerea unor folii din P.V.C. plastifiată cu grosime între 0,4 - 0,8 mm a adus îmbunătățiri substanțiale în impermeabilizarea căptușelilor asigurându-se în multe cazuri o eliminare totală a pierderilor de apă prin infiltrații din cabale.

4. Realizarea dalelor prefabricate profilate ce conduce la obținerea rostuirii cu secțiune în formă de Y creează condiții foarte bune de curățire, amorsare și umplere a rosturilor mărind gradul de etanșare și viabilitatea rostuirii.

Deasemenea prin aplicarea acestei tehnologii se reduce consumul de chit cu 1/3.



c). Reducerea consumului energetic înglobat în realizarea investiției și a consumului energetic pentru pomparea apei

1. Prin actualele soluții și tehnologii de captușire a canalelor se înregistrează pierderi mari de apă necesitând un consum energetic suplimentar pentru pomparea apei față de soluțiile și tehnologiile avansate din străinătate după cum urmează:

- la betonul monolit consumul energetic suplimentar este de 5,773 Kwh/mp/an;
- la căptușelile cu dale mici prefabricate de 10,04 Kwh/mp/an;
- la căptușelile cu dale mari de 9,032 Kwh/mp/an.

2. Prin îmbunătățirile aduse soluțiilor și tehnologiilor de captușire a canalelor s-au diminuat pierderile de apă reducându-se consumul energetic pentru pomparea apei cu:

- 5,374 Kwh/mp/an la căptușelile din dale mari prefabricate;
- 6,326 Kwh/mp/an la căptușelile din dale mari profilate cu secțiune în formă de Y;
- 5,626 Kwh/mp/an la căptușelile din beton simplu monolit;
- 3,514 Kwh/mp/an la impermeabilizările cu folie P.V.C. plastifiată de 0,8 mm.

3. Înlocuirea betonului monolit de 15 cm. grosime la căptușirea canalelor cu căptușeli din prefabricate subțiri, a condus la reducerea consumului energetic înglobat cu 3,91 Kwh/mp.

4. Trecerea de la rostuirea cu sică cu secțiune dreptunghiulară la rostuirea cu secțiune în formă de Y conduce la reducerea consumului energetic înglobat cu 0,27 Kwh/ml. rost.

5. Prin introducerea paletizării în procesul tehnologic de confecționare, manipulare și transport a dalelor prefabricate se reduce consumul energetic înglobat cu 3,4 kwh/t. de prefabricate.

d). Recomandări pentru producție

1. Trecoerea la determinarea pierderilor de apă cu ajutorul instalației de urmărirea prin sistem automatizat a pierderilor de apă conduce la exprimarea mai reală a eficienței lucrărilor de impermeabilizare cât și la simplificarea operațiilor de urmărirea pierderilor de apă prin infiltrații din canale.

2. Reducerea captușelilor din dale mici prefabricate, acestea indicându-se numai la canale mici cu număr mic de zile de folosință pe an și în zone cu stratul freatic la adâncime, iar terenul de fundare să aibă coeficientul de infiltrație redus.

3. Folosirea pe scară largă a captușelilor din betoane monolite cu grosime de 8 - 10 cm. realizate cu instalații de betonat canale de mare productivitate (Dingler și Racho) cu rosturi false umplute cu asrobit.

Deasemenea pentru asigurarea unei prize și întăririi corespunzătoare a betonului turnat se va aplica pelicula din mortar de ciment cu aracet D 25 și care va asigura un grad mai mare de impermeabilizare.

4. Pentru lucrările de mare importanță cu secțiuni mari ale canalelor se recomandă folosirea captușelilor din folie P.V.C. plastifiată de 0,4 - 0,8 mm. lestată cu dale mici sau dale mari prefabricate funcție de grosimea dalei folosite pentru lestars conform tehnologiei prezentată în capitolul 3.

- La lucrările cu grad mare de impermeabilizare unde obiectivele hidrotehnice au o importanță mare iar terenul prezintă instabilitate este indicat folosirea foliei P.V.C. plastifiată de 0,8 mm. care asigură o rezistență mai mare la străpungerea de către neregularitățile de pe muchia dalelor și astfel se înlătură posibilitatea creerii breșelor pentru exfiltrarea apei.

Deasemenea la folia P.V.C. plastifiată de 0,8 mm se pretează bine și dalele mari prefabricate care asigură un ritm mai mare de lucru.

- La lucrările de importanță mijlocie și cu teren mai stabil se pretează folia P.V.C. plastifiată de 0,4 - 0,6 mm lestată cu dale mici prefabricate sau cu dale mari dar în cazul acestora trebuie asigurată o așezere îngrijită a dalelor fără ca acestea să solicite folia în timpul sprijinirii dalei

pentru leștare.

Trecerea la căptușeli din betoane monolite și din folie P.V.C. plastifiată este justificată de reducerea pierderilor de apă și de reducerea corespunzătoare a consumului energetic pe perioada de exploatare.

Deși în cazul impermeabilizărilor cu folie P.V.C. plastifiată de 0,4 - 0,8 mm. valoarea investiției crește cu 12 - 24 lei/mp. iar consumul energetic înglobat cu 0,70 Kwh/mp. acestea devin eficiente având în vedere reducerea consumului energetic pentru pomparea apei în timpul exploatării cu 5-10 Kwh/mp/an.

Având în vedere suprafața destul de mare de căptușeli ce se realizează în fiecare an circa 2,5 milioane mp., rezultă că mărirea gradului de impermeabilizare cu ajutorul foliei P.V.C. plastifiată leștată cu dale mici sau mari, conduce la reducerea consumului energetic anual pentru pomparea apei cu 12-20 milioane Kwh.

În ceea ce privește costul suplimentar al investiției de 12-24 lei/mp. acesta se amortizează în circa 5 ani prin reducerea pierderilor de apă prin infiltrații și corespunzător a reducerii consumului energetic.

În final autorul consideră că în perioada actuală cele mai indicate soluții de căptușire a canalelor și acumularilor de apă constau în:

- căptușeli din beton simplu monolit de 8-10 cm. grosime realizate cu instalațiile de mare productivitate (Dingler și Racho) pentru canale mari și cofraje glisante pentru canalele mici.

Pentru realizarea acestor căptușeli cu un grad mare de impermeabilitate se va aplica peliculizarea cu mortar de ciment și aracet D 25 conform rețetei prezentată la capitolul 5.3.11. De asemenea rosturile ce se aplică vor fi nepătrunse și etanșate cu chiț " asrobit " conform tehnologiei prevăzută la capitolul 3.4.2.

- căptușeli din folie P.V.C. plastifiată de 0,4-0,8 mm. leștată cu dale mici sau mari funcție de importanța lucrărilor și de dotarea constructorului, tehnologia de realizare a acestui tip de căptușeli fiind redată la capitolul 3.4.3.

- căptușeli din dale mari (2-6 mp.) prefabri-

cate, profilate cu secțiunea rostului în formă de Y, echiparea rosturilor realizându-se cu chit usorobit folosindu-se instalația și tehnologia redată la capitolul 3.4.2.

Ca și la captușelile monolite, după curățarea dalelor se va aplica pelicula din mortar cu arcet.

Acest tip de captușeli este indicat la sistemele locale mici ale căror canale au perioade reduse de folosință în timpul anului în comparație cu canalele principale de aducțiune și distribuție a apei care au între 150 - 200 zile de folosință pe an în funcție de destinația acestora.

B I B L I O G R A F I E

1. - BALOIU, V. - Amenajarea torenților pe teritoriul agricol. București, Editura agrosilvică 1965.
2. - BERAR, U. - Procedee moderne de calcul și execuție a căptușelilor de canale pentru îmbunătățiri funciare. București 1973
3. - BILA, M. - Construcții hidrotehnice. Vol. I. 1967
4. - BILA, M. - Construcții hidrotehnice. Vol. II. 1967
5. - BLIDARU, V. - Studiul măsurilor hidroameliorative de irigații și desecări pentru reglarea regimului de apă în sol cu exemplificări în R.S.R. Teză doctorat 1967.
6. - BLIDARU, V. - Sisteme de irigații și drenaje. E.D.P. București 1976.
7. - BOUWER, H. - Theory of seepage from open channels. In: Von Te Chow " Advances in Hydroscience ", vol. 5, pag. 121 -172, Academic Press, New York, 1969.
8. - BOUWER, H. - Theoretical aspects of seepage from open channels. In: Journal Hydraulics Division ASCE, pag. 37 -59, Hy 3, 1965.
9. - BUREAU OF RECLAMATION - Linings for irrigation canals - U.S.A. 1963.
10. - Centrala industrială de îngrășăminte chimice - Combinatul Chimic Craiova.
Prospect - Polivinil acetat - Dispersii apoase.
11. - CIOC, D. - Hidraulică. Ed. Did. și Ped. București 1975.
12. - CRAIA, D. - Reducerea consumului de energie și carburanți în sistemul pentru transportul apei. Optimizarea transportului apei prin conducte. Teză doctorat. București 1981.

. // .

13. - GIURCONIU, M. - Hidraulică, lucrări edilitare și instalații sanitare. Edit. didactică și Pedagogică București 1972.
14. - CRETU, GH. - Economia apelor. Editura didactică și Pedagogică. București 1976.
15. - CRETU, GH. - Optimizarea sistemelor de gospodărirea apelor. Editura Focla. Timișoara 1980.
16. - DAVID, I. - Contribuții la studiul unor mișcări prin medii poroase cu aplicații la calculul hidraulic al captărilor. Teză doctorat. 1973.
17. - DIXON, W. - Căptușirea cu asfalt a canalelor și rezervoarelor subterane. Rev. " Civil Enginebrig " mai 1962. S.U.A.
18. - ERICH, S. - Căptușirea cu asfalt a canalelor de navigație din Germania. Traducere din Shell bitum. Reviess 37/1972.
19. - GAZDARU, A., KELLNER, P. - Hidraulica infiltrațiilor din canalele căptușite.
Comunicare prezentată la Seminarul Național de Hidraulică aplicată, Timișoara.
20. - GAZDARU, A., KELLNER, P. - Soluții tehnice moderne pentru impermeabilizarea canalelor. București 1974.
21. - GILCA, ST. - Urmărirea comportării soluțiilor de impermeabilizare a canalelor în stand I.C.I. P.I.D. Contract nr. 241/1980.
22. - GODEANU, ST. - Contribuții la stabilirea unor soluții pentru înlăturarea pierderilor de apă de pe rețeaua de canale din sistemele de irigații. Teză doctorat. 1980.
23. - GODEANU, ST., ș.a. - Unele rezultate privind impermeabilizarea canalelor de irigații. Revista Hidrotehnica 12/1978.

24. - GRISIN, M. - Construcții hidrotehnice. Vol. II. (traducere) București. 1959.
25. - GRUMEZA, N. - Cercetări cu privire la randamentul global al sistemelor de irigații aflate în exploatare. București. 1972.
26. - GRUMEZA, N., DASCALESCU, N. - Planificarea udărilor și măsurarea apei în sistemele de irigații. Editura Ceres 1976.
27. - GRUMEZA, N. - Cercetări de laborator privind comportarea unor noi materiale hidroizolante și de protecție antiîrozivă. I.C.I.F.I.D contract nr. 5.124/1981.
28. - GLEBOR P., și POPCENKO, S. - Intrebuintarea căptușelilor din beton bituminos în construcțiile hidrotehnice. Rev. Ghidrotehniceskoe straitelstov 8/1969, pag. 12 - 16.
29. - IZDRAILA, V. - Considerații privind caloulul împingerii active a pământurilor necoezive. Impingerea în stare de repaus și teoria mediilor discute. Teză doctorat 1973.
30. - JURA, C. - Alimentări cu apă. Partea I. 1976.
31. - JURA, C. - Alimentări cu apă. Partea II. 1976.
32. - JURA, C. - Economia apelor - Ed. Did. Pedagogică București 1962.
33. - KERKHOVEN, R. - O metodă de utilizare a masticului asfaltic la cald sub apă ca protecție a terenului în estuare, canale, etc. Rev. Bitumen Nr. 7/1962.
34. - KELLNER, P., IONESCU, A., KELLNER, L. - Indici de exprimare a eficienței căptușelilor pentru impermeabilizarea canalelor. Studii și cercetări de Construcții hidrotehnice și mecanica rocilor. Vol. XIX. INSTITUTUL DE CERCETĂRI HIDROTEHNICE.

35. - KELLNER, L., IONESCU, A., SCINTEIANU, A. - Soluții eficiente de impermeabilizarea canalelor de irigații. Revista hidrotehnică Nr. 3/1979.
36. - KELLNER, L., IONESCU, A. și HAGIOPOL, C. - Etanșarea rosturilor construcțiilor hidrotehnice cu meroplast. Revista Hidrotehnică 4/1979.
37. - KELLNER, P. - Materiale și tehnologii noi pentru executarea îmbrăcămintilor impermeabile ale canalelor. București 1973.
38. - KELLNER, P. - Cîteva probleme de actualitate privind infiltrațiile din canale. Hidrotehnica Nr. 5/1972.
39. - KLEIN, R. - Impermeabilizarea canalelor, materiale și soluții tehnologice moderne - București 1971.
40. - KLEPS, C. - Urmărirea comportării în exploatare a amenajărilor pentru irigații în sistemele Terasa Viziru și Valea Cînepii. Studiu I.C.I.F. Băneasa Giurgiu 1976.
41. - KLEPS, C. - Stabilirea pierderilor de apă în sistemul de irigații Olt - Călmățui și soluții tehnice pentru reducerea lor. Studiu I.C.I.F. 1976.
42. - KLEPS, C. - Urmărirea comportării în exploatare a sistemului de irigații Babadag. Studiu I.C.I.F. 1976.
43. - KLEPS, C. - Rezultate experimentale privind aplicarea unor materiale noi, în vederea reducerii pierderilor de apă în sistemele de irigații - ANALELE. I.C.I.F.I.D. Vol. I (XII).
44. - KRATZ, D.B. - Irrigation canal lining - Roma 1971.
45. - KRATZ, D.B. - Revêtement des canaux d'irrigation F.A.O., Roma 1972.
46. - LAURITZEN, C. - Lining canals and reservoirs to reduce conveyance losses - S.U.A. Utah 1952.

47. - MARDARE, V. - Studii și cercetări pentru stabilirea unor tehnologii noi de impermeabilizare a canalelor de irigație. I.C.I.R.I.D. contract 269/1981.
48. - MATEESCU, C. - Hidraulică Ed. Did. și Ped. 1963. București
49. - MOLDOVAN, V. - Aditivi în betoane
50. - NICOLAU, C. ș.a. - Executarea construcțiilor hidrotehnice pentru lucrările de îmbunătățiri funciare. Vol. I și II Ed. Ceres 1976.
51. - NICOARA, T. - Contribuții la hidraulica disipării energiei în canalele rapide cu macro-rugozitate de geometrie regulată. Teză doctorat 1973.
52. - OLENOVICI, A. - Despre calitatea captușelilor din beton a canalelor din R.S.S. Ucraineană - Ghidrotehniqa nr.1/1970.
53. - PIETRARU, V. - Calculul infiltrațiilor. Edit. Ceres București 1970
54. - PIETRARU, V. - Calculul infiltrațiilor. Edit. Ceres București 1974
55. - PRISCU, R. - Construcții hidrotehnice Vol. I. 1974
56. - PRISCU, R. - Construcții hidrotehnice Vol. II. 1974
57. - POLUBARINOVA - KOCINA, P. - O rodinse Vliadja skvajin A.N. S.S.S.R. Novosibirsk nr. 5/1960
58. - ROBINSON, A.R. ș.a. - Measuring seepage from irrigation channels U.S.A. Colorado 1959.
59. - SCHNEEBELI, G. - Nouvelles méthodes de calcul pratique des écoulements de filtration non permanent a surface libre. In La Houille Blanche, B. 1953
60. - SCHNEEBELI, G. - Hydraulique souterraine. Eyrolles, Paris 1966
61. - STRABAG - Asphalt - Wasserbau Arbeiten aus dem Jahren 1968 - 1972 Köln 1973

62. - STEPOPE, AL. - îndrumător pentru laboratorul de betoane al şantierului. Bucureşti 1972.
63. - STEFANESCU, V. - Introducerea dalelor mari prefabricate cu $S = 2-4,5$ mp. în căptuşirea canalelor. Inovaţii anul 1963
64. - STEFANESCU, V. SI COLABORATORII - Introducerea pachetizării dalelor mici şi mari prefabricate în impermeabilizarea canalelor. Inovaţie anul 1969
65. - STEFANESCU, V. SI COLABORATORII - Instalaţii de rostuit perechi prefabricate şi monolite. Invenţie 1976
66. - STEFANESCU, V. - Dispozitiv şi tehnologie pentru realizarea rosturilor cu secţiune în formă de Y. Invenţie 1980
67. - STEFANESCU, V. - Nou tip de izolaţie hidrofugă pentru reducerea pierderilor de apă prin exfiltraţii. Inovaţie 1981
68. - STEFANESCU, V. - Instalaţie pentru executarea mecanizată a lucrărilor de rostuire cu mortar de ciment. Invenţie 1981.
69. - STEFANESCU, V. - Instalaţie pentru determinarea automată a pierderilor de apă prin exfiltraţii din canale. Invenţie 1981.
70. - STEFANESCU, V. - Tehnologii moderne pentru realizarea lucrărilor de impermeabilizare, Simpozion Galaţi 1980.
71. - STEFANESCU, V. - Strat izolant prin aplicarea peliculei din mortar de sarect D 25-50. Inovaţie 1980
72. - TEODORESCU, M. şi CRAIA, D. - Este oportună aplicarea sistemelor de transport al apei prin pompe cu funcţionare în afara perioadei de vîrf a consumului energiei electrice? Hidrotehnica nr. 7/1979
73. - IROFIN, P. şi PISLARASU, I. - Unele probleme privind sporirea capacităţii de transport a aducţiunilor de apă existente. Volum

C.N.I.P. Galați 1970.

74. - VISSER, W. - Etanșare de asfalt pentru canalul MILANO - CREMONA
75. - VOINA, N. - Materiale de construcții. București 1974
76. - ZAMARIN, E., POPOV, N., FADEV, V. - Construcții hidrotehnice (traducere din limba rusă) 1952
77. - I.N.C.E.R.C. - Studiul privind conținutul total de energie înglobată în principalele materiale, semiprefabricate, prefabricate și operațiuni tehnologice folosite la lucrările de construcții 1979
78. - I.C.H. - I.S.P.I.F. - Soluții noi de impermeabilizare pentru canale de irigație, pe bază de materiale bituminose. 1978
79. - x x x - Norme metodologice cu privire la calculul indicatorilor energetici ai combustibililor pentru raportarea statistică
80. - I.C.M. - Buletin informare privind folosirea noului produs "Asrobit"
81. - x x x - Fișe tehnologice - consum energetic pentru realizarea materialelor de construcții
82. - I.E.L.I.F. CRAIOVA - Dare de seamă privind consumul de energie pentru pomparea apei necesară pentru irigații - 1981
83. - INIREPRINDEREA "6 MARTIE" TIMISOARA - Carte tehnică. Mașină de tencuit cu pompă cu două pistoane
84. - BREVET INVENȚIE (488890) Instalație de asfaltat U.R.S.S.