

10089

18 10 19

ing. *Mihai NICOLESCU*

# TEZĂ DE DOCTORAT

**CERCETĂRI PRIVIND OPTIMIZAREA PARAMETRILOR  
CONSTRUCTIVI ȘI FUNCȚIONALI AI MAȘINILOR  
UTILIZATE LA DISTRIBUIREA FURAJULUI UNIC ÎN  
FERMELE DE BOVINE**

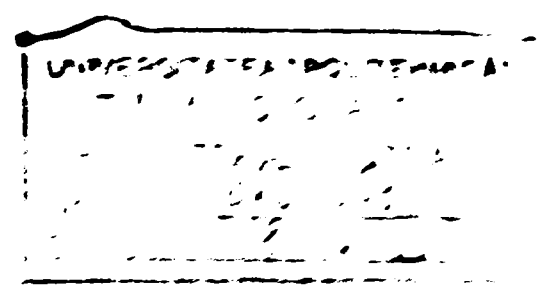
**Lucrare pentru obținerea titlului științific de *DOCTOR INGINER*  
în specialitatea *MAȘINI AGRICOLE***

**CONDUCĂTOR ȘTIINȚIFIC**  
**Prof.univ.dr.doc.ing. *Aftanasie ȘANDRU***  
**UNIVERSITATEA "POLITEHNICA" DIN TIMIȘOARA**

**REGISTRUL ȘTIINȚIFIC  
UNIVERSITATEA "POLITEHNICA"  
TIMIȘOARA**

**TIMIȘOARA**

**1999**



## INTRODUCERE

Creșterea bovinelor constituie o îndeletnicire cu profunde rezonanțe în evoluția istorico-socială a poporului nostru. Prin valorificarea pe plan superior a însușirilor morfo-productive ale speciei bovine, în etapa actuală, acest sector al zootehniei se înscrie în coordonate noi, încadrându-se în amplul proces de transparență al agriculturii.

Pe plan mondial, creșterea bovinelor cunoaște o dezvoltare continuă. Aceasta se explică prin faptul că , specia bovină, deține un rol important în asigurarea atât a unor materii prime pentru industrie cât și prin aportul însemnat al producției de carne și lapte.

Prin valorificarea sa, șeptelul bovin constituie o bogăție națională și prezintă avantaje atât directe cât și indirecte, ca rezultat al creșterii și exploatării raționale a acestor animale.

Măsurile tehnico-organizatorice întreprinse sau care urmează a fi luate pe plan național, precum și noile reglementări ce vor fi cuprinse în pachetele de legi privind administrarea și destinația fondului funciar, vor influența în mod pozitiv atât producția din zootehnie cât și creșterea numărului de bovine, care în ultimii ani a scăzut continuu.

Paralel cu sporirea efectivului de bovine, trebuie introduse tehnologii noi, moderne de creștere și întreținere. O atenție deosebită trebuie să se acorde introducerii mecanizării lucrărilor, în vederea reducerii necesarului forței de muncă, și deci a prețului de cost al produselor obținute.

În țările cu o zootehnie avansată în ultimii ani au apărut noi concepte privind furajarea animalelor. Pentru bovine se utilizează din ce în ce mai mult sistemul UNIFEED (furaj unic), sistem ce asigură o furajare echilibrată. De asemenea în rețeta de furaj unic pot fi incluse proteine, vitamine, minerale precum și ingrediente provenite din industria alimentară.

Preocupările pe plan mondial pentru mecanizarea distribuirii furajului unic, s-au materializat prin realizarea unei varietăți de mașini și instalații, specifice condițiilor concrete de creștere a bovinelor din țara respectivă.

Făță de această situație, a rezultat necesitatea studierii procesului de distribuire a furajului unic și stabilirii tipului de mașină care să satisfacă cerințele impuse de sistemul actual de organizare și creștere a bovinelor în țara noastră.

Se propune ca procesul de distribuire să fie analizat în corelare cu principalii parametrii constructivi și funcționali ai mașinii care-l efectuează.

Prezenta lucrare bazată pe un amplu studiu documentar, cercetări teoretice și experimentale, își propune să optimizeze parametrii constructivi și funcționali ai mașinilor destinate distribuirii furajului unic în fermele de bovine, ținând seama de cerințele de furajare impuse de tehnologia de creștere adoptată.

S-a urmărit ca în urma optimizării să fie luați în studiu cei mai importanți parametrii ce intervin în desfășurarea procesului de distribuire a furajului unic, determinându-se relația matematică care exprimă legătura fizică dintre parametrii analizați.

Aduc pe această cale, sincere mulțumiri domnului prof. univ. dr. doc. ing. Aftanasie Șandru care pe parcursul stagiaturii de doctorat a fost alături de mine îndrumându-mă și încurajându-mă în permanență pentru elaborarea acestei lucrări.

Doresc, să mulțumesc tuturor celor care au fost alături de mine și m-au ajutat atât în redactarea tezei cât și în abordarea unor subiecte.

De asemenea aduc mulțumiri colegilor din Institutul de Testare și Cercetare - Dezvoltare pentru Mecanizarea Agriculturii - ROMATEST și domnilor dr.ing. Constantin Gagi, dr.ing.Gheorghe Chiriac care m-au mobilizat și determinat să finalizez această lucrare.

## Capitolul I

## ASPECTE PRIVIND CREȘTEREA BOVINELOR ÎN ȚARA NOASTRĂ

### 1.1. Date privind evoluția efectivelor de bovine ( 1995 - 1998)

Transformările produse după anul 1989, crează posibilități pentru dezvoltarea agriculturii românești. Prin repunerea în drepturi asupra pământului, categorii întregi ale populației pot desfășura activități în agricultură, formele de organizare fiind determinate de suprafețele de teren deținute, de specificul zonei și tradiție, și-n mod deosebit de influența acestora asupra eficienței economice [ 3 ]. Creșterea bovinelor, ca una din ramurile tradiționale ale agriculturii, după o perioadă de declin a intrat în faza de revenire, în sensul că se constată o creștere a producției de lapte [ 99 ].

Redresarea sectorului este imperios necesară dacă avem în vedere că producția de lapte este cu mult sub nivelul cererii [ 16 ]. Această situație se oglindește în producția medie de lapte produs în anul 1998 de numai 230 litri pe locuitor față de 400 - 600 l și chiar mai mult în unele țări dezvoltate. După cum se cunoaște laptele este un produs de importanță socială deosebită, intrând obligatoriu în alimentația copiilor, bătrânilor și a unor categorii de bolnavi, fapt care impune să se găsească din abundență și permanent pe piață.

Conform ultimelor date comunicate de Comisia Națională pentru Statistică [ 89; 90 ], în tabelul 1.1. se prezintă evoluția numărului de bovine în perioada 1995 - 1998.

#### Evoluția numărului de bovine în perioada 1995 - 1998

Tabelul 1.1.

Specificație	U.M.	1995	1996	1997	1998
Total bovine	mii capete	3481	3496	3435	3143
Sector privat	mii capete	3056	3132	3102	2938

Între anii 1995 și 1998, a avut loc o reducere a efectivelor de bovine. Această reducere a efectivelor a fost determinată de o serie de factori [ 61; 93; 94; 95 ], dintre care amintim:

- slaba dezvoltare a piețelor concretizată în perpetuarea unui mediu concurențial subdezvoltat și puternic dezechilibrat care a acționat în defavoarea crescătorilor de animale;
- dominarea pieței de produse animaliere de către agenți de prelucrare, cu capital de stat (adeseori cu o situație economică precară) care au imprimat cererii un caracter monopolist sau cvasi-monopolist, ceea ce a accentuat transferurile de valoare adăugată din agricultură spre alte sectoare, în detrimentul crescătorilor de animale;
- prelungirea nejustificată, până la începutul anului 1997, a controlului prețurilor la poarta fermei pentru principalele produse animaliere;
- slaba legătură cu piețele internaționale;
- subdezvoltarea infrastructurii de piață, inclusiv a sistemului informațional;
- insuficienta dezvoltare a filierelor de produs;
- inexistența unor structuri instituționale, care să protejeze interesele agenților economici din componența filierelor produselor animaliere;
- structura deformată a exploatațiilor zootehnice, care a condus la o capacitate de performanță scăzută și la o slabă eficiență economică în domeniu.

La finele anului 1998, sectorul privat deținea 93,5% din efectivul de bovine.

### 1.2. Sistemul de organizare, întreținere și adăpostire a bovinelor

Întreținerea bovinelor, reprezintă complexul de măsuri tehnico economice cu privire la adăpostirea , mișcarea și igiena corporală, ca și cadrul desfășurării fluxurilor tehnologice zilnice în cadrul fermei [ 1]. Acesta condiționează în mare măsură nivelul productiv, capacitatea de reproducție, comportamentul, confortul, durata de exploatare, starea de sănătate a bovinelor, precum și economicitatea producției de lapte și carne.

Marea majoritate a autorilor [ 15; 23; 31; 36; 68 ] admit că sistemele de întreținere se clasifică după o serie de criterii: specie , sezon, stare fiziologică, felul adăpostului și amenajările interioare, modalitatea conțenționării animalelor, mărimea investiției și nivelul tehnicii aplicate, felul suprafeței de odihnă, temperatura din interiorul adăpostului etc..

În funcție de criteriile menționate se întâlnesc următoarele sisteme de întreținere:

- după specia de animale, sistemul practic variază după cum este cazul: vaci sau bivolițe;

- după sezon, se întâlnesc: întreținerea în timpul iernii (când animalele sunt ținute în adăposturi, fiind ferite de efectele dăunătoare ale unor factori naturali) și întreținerea în timpul verii ( când animalele sunt ținute mult timp în libertate sub acțiunea directă a factorilor naturali);

- după starea fiziologică se deosebesc: întreținerea vacilor în lactație și întreținerea vacilor în repaus mamar;

- după felul adăpostului și amenajărilor interioare [107] se deosebesc: întreținerea în adăposturi închise, cu amenajări interioare individualizate (standuri, iesle, adăposturi, sisteme de legare și separare, alei de furajare și circulație etc.); întreținerea în adăposturi închise tip hală, cu spații neindividualizate sau parțial individualizate ( cușete, boxe blocante); întreținerea în adăposturi semideschise și întreținerea în adăposturi închise;

- după felul conțenționării animalelor ( libertatea de mișcare) se întâlnesc: întreținere legată sau stabulație fixă ori obișnuită ( animalele sunt fixate , fiecare pe stand, prin diferite modalități de legare sau fixare) și întreținerea nelegată sau stabulația liberă ( animalele sunt ținute libere în adăpost și padoc, putându-se mișca în voie);

- după alternarea sistemului de conțenționare se disting: întreținerea legată, liberă și mixtă;

- după mărimea și nivelul investiției se întâlnesc: întreținerea bovinelor în microferme, întreținerea în sistem gospodăresc și întreținerea în complexe industriale;

- după formarea suprafeței de odihnă ( culcare) se întâlnesc: întreținerea în

adăposturi cu și fără așternut, iar după temperatura adăpostului: întreținerea în adăposturi reci și întreținerea în adăposturi încălzite.

Criteriile de clasificare a sistemelor de întreținere sunt nelimitate și pot varia după așezare, întindere, caracterul și posibilitățile concrete ale fiecărei ferme de bovine. Cu toate acestea, mai răspândită este clasificarea după modul de conținere (libertatea de mișcare) a animalelor și alternanța lor, respectiv întreținerea legată, semiliberă, liberă și mixtă [ 30 ]. În sistemul “stabulație fixă”, bovinele sunt cazate în adăposturi și sunt legate, iar în al doilea sistem denumit “ stabulație liberă”, bovinele sunt nelegate și sunt crescute în aer liber, în fermă sau pe pășune.

Pe plan mondial și la noi în țară se practică, în condiții de mecanizare, următoarele sisteme de creștere:

- sistem intensiv, în complexe și ferme zootehnice cu efective mari de animale, cu executarea proceselor de producție în flux tehnologic de mecanizare industrială;
- sistem gospodăresc, în ferme mici și mijlocii cu efective medii de animale, cu executarea proceselor de producție în flux tehnologic total sau parțial mecanizat;
- sistem de creștere în sector gospodăresc, cu efective mici de animale, cu executarea proceselor de producție în flux tehnologic parțial mecanizat, folosind utilaje mici și unelte manuale și cu aport de muncă manuală.

În actualele condiții din țară, se observă o tendință de modulare a fermelor de bovine. Astfel, fermele de creștere a tineretului taurin au mărimea modulelor de 50; 100; 500; 800 capete , iar fermele de creștere a vacilor cu lapte au 10; 20; 50; 100; 200; 500; 1500 capete [ 47 ].

Obținerea produselor zootehnice rezultate în urma creșterii bovinelor , necesită o serie de procese de producție legate între ele în timp și destinație în scopul transformării produsului inițial al muncii în produs finit. Aceste procese sunt : ventilarea și încălzirea adăposturilor, alimentarea cu apă, pregătirea și distribuirea hranei, evacuarea dejecțiilor, recoltarea și prelucrarea primară a produselor, lucrări de transport ( furaje, produse finite, etc.).

### 1.3. Generalități privind distribuirea furajelor în adăposturile de bovine

Una din principalele operații din cadrul procesului tehnologic de întreținere a bovinelor o constituie distribuirea hranei, care necesită un volum mare de muncă ce trebuie efectuat într-un interval de timp scurt.

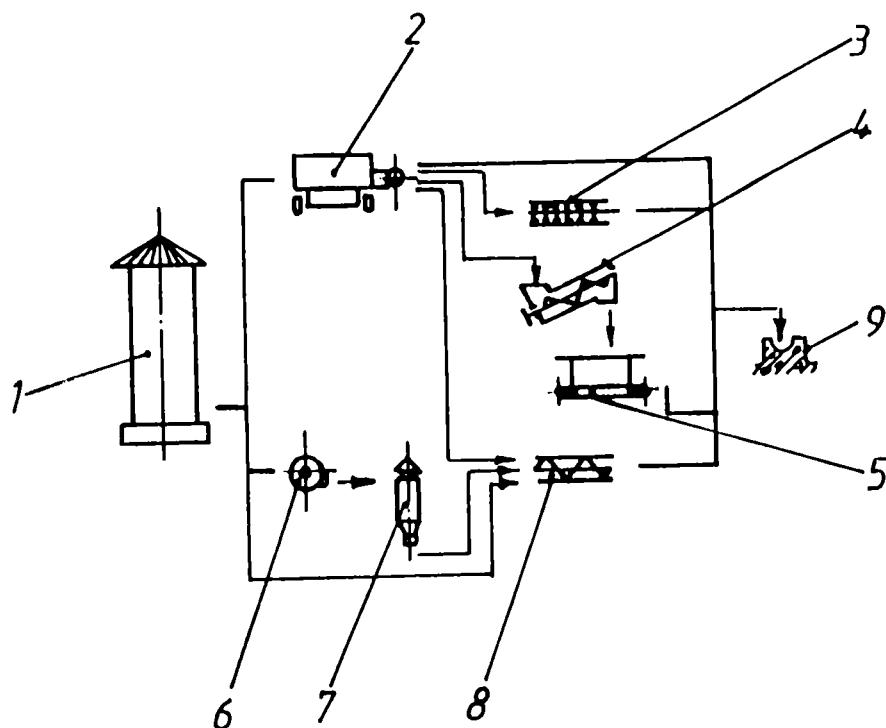
Pentru hrănirea bovinelor se folosesc următoarele furaje: fânurile, care se administrează într-un tain sau două, suculentele formate din 85% furaj însilozat și 15% rădăcinoase și concentratele care se administrează individual sau în amestec, în funcție de tehnologia folosită [ 19 ].

Mecanizarea acestei operații asigură o serie de avantaje, dintre care amintim: reducerea timpului de administrare a hranei, creșterea productivității muncii, evitarea pierderilor de furaje, asigurarea unor condiții igienico - sanitare impuse, etc. Se folosesc utilaje mobile tractate sau autopropulsate care preiau furajul prelucrat și amestecat, se deplasează și apoi îl distribuie în grajd [ 37 ].

Construcția și modul de funcționare al utilajelor destinate distribuirii furajelor la bovine depind de mai mulți factori: tehnologia de furajare, felul furajelor, categoria de bovine la care se administrează ( vaci cu lapte, tineret taurin) și sistemul de creștere (stabulație fixă, liberă, în grup, individual).

Schema fluxului [ 9; 25 ] de distribuire a furajelor fibroase la bovine este prezentată în fig.1.1. Din silozul 1, furajele măcinate sunt preluate de remorca tehnologică 2. Distribuirea la ieslea 9, se poate face direct sau prin intermediul unui transportor cu racleți 3, dispus în iesle, sau prin intermediul unui elevator 4, ce alimentează transportorul cu racleți suspendat 5. Distribuirea furajului din siloz se poate face și pneumatic cu ajutorul ventilatorului 6, ce trimite materialul din ciclonul de separare 7, la transportorul elicoidal 8, dispus în iesle.



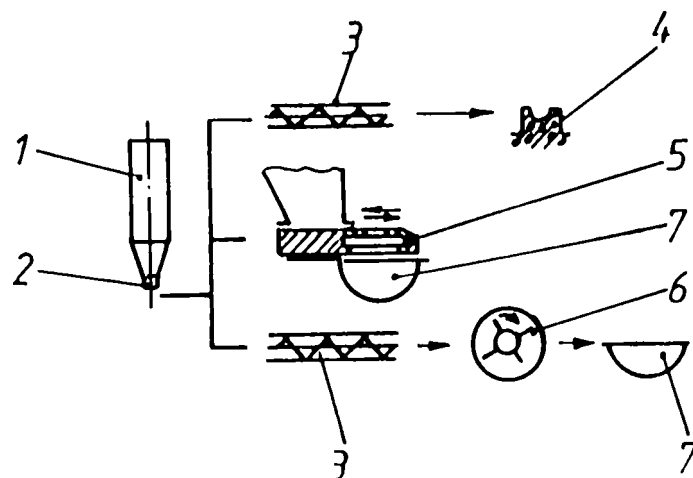


*Fig.1.1. Schema fluxului de distribuire a furajelor fibroase la bovine*

- 1 - siloz; 2 - remorcă tehnologică; 3 - transportor cu raclete dispus în iesle; 4 - elevator;
- 5 - transportor distribuitor suspendat; 6 - ventilator; 7 - ciclon de separare; 8 - transportor elicoidal dispus în iesle; 9 - iesle.

Schema fluxului de distribuire a furajelor concentrate la bovine [ 11 ] este prezentată în fig.1.2. Distribuirea furajului concentrat din buncărul de depozitare 1, în ieslea 4, se face cu ajutorul transportorului elicoidal 3, a dozatorului cu sertar 5, sau a dozatorului cu tambur și palete 6, în cupele de hrănire 7. În acest caz, buncărul de depozitare este prevăzut cu dozatoare cu volum constant 2.

Distribuirea furajelor concentrate [ 79 ] urmărește asigurarea dozării în funcție de vârsta animalelor hrănite, sau de producția de lapte. În adăposturile de bovine, la operația de distribuire a furajelor, cele mai des folosite sunt remorcile tehnologice.



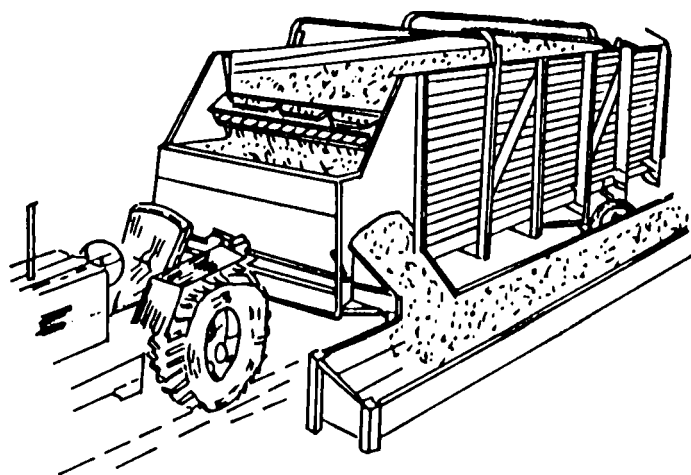
*Fig. 1.2. Schema fluxului tehnologic de distribuire  
a furajelor concentrate la bovine*

*1 - buncăr; 2 - dozatoare cu volum constant; 3 - transportor elicoidal; 4 - iesle;  
5 - dozator cu sertar; 6 - dozator cu tambur cu palete; 7 - cupe de hrănire.*

Accestea sunt de două feluri:

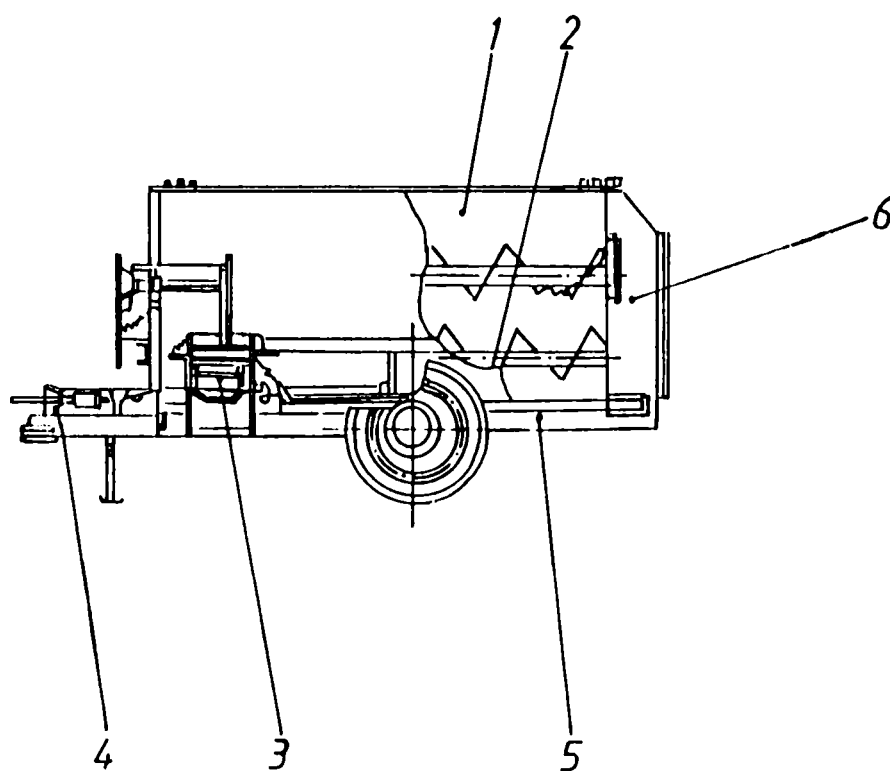
- pentru distribuirea în iesle a furajului însilozat, a masci verzi tocate, a rădăcinoaselor și tuberculelor tocate, a lânului și a altor furaje;
- pentru distribuirea furajelor concentrate.

Remorcile tehnologice pentru fibroase fig. 1.3., au o benă cu capacitatea de 6 - 26 m<sup>3</sup>, pe fundul căreia se găsește un transportor cu lanț și cu racleți care, alimentează un transportor transversal cu racleți prin intermediul unor tobe de uniformizare cu degete. În funcție de destinație, bena remorcilor tehnologice se echipează cu obloane normale și două uniformizatoare pentru un volum util de 6 - 8 m<sup>3</sup>, sau cu încă un rând de obloane și o a treia tobă de uniformizare pentru un volum util de 11 - 13 m<sup>3</sup>. Acționarea organelor în mișcare se face de la priza de putere a tractorului. Pentru distribuirea din remorca tehnologică direct în iesle, este necesar ca adăpostul să fie cu dispunerea animalelor cap la cap, iar între cele două iesle să existe o alee care să permită accesul remorcii [ 34 ].



*Fig.1.3 .Remorca tehnologică pentru furaje fibroase*

Remorca tehnologică pentru concentrate fig.1.4., este prevăzută cu o benă 1, montată pe un șasiu 5. Partea superioară a benci are o carcasă 6.



*Fig.1.4. Remorcă tehnologică pentru furaje concentrate*

1 - benă; 2 - transportoare elicoidale; 3 - transport cu rațele; 4 - arbore cardanic;  
5 - șasiu; 6 - carcasă.

În interiorul benei se găsesc unul sau mai multe transportoare elicoidale 2, care au rolul de a amesteca furajele din benă și totodată de a le transporta spre partea anterioară. Evacuarea în exterior a furajelor concentrate se face prin intermediul unui transportor transversal de descărcare ( distribuire) 3. Acesta poate fi cu racleți, elicoidal sau pneumatic [ 13 ].

Acționarea transportoarelor elicoidale și a transportorului transversal se face de la priza de putere a tractorului prin intermediul unui arbore cardanic 4. Transportorul distribuitor este prevăzut cu un dispozitiv de cuplare și decuplare a mișcării, precum și cu un jgheab rabatabil.

În general pentru distribuirea furajelor concentrate sunt folosite utilaje prevăzute cu organ activ de tip melc, iar pentru furajele de volum sunt preferate organe active de tip transportor cu bandă cu racleți sau lanț cu racleți [ 8 ].

La ora actuală, în țările cu o zootehnie avansată, în acest domeniu s-au realizat mașini ce efectuează încărcarea, tocarea, dozarea, amestecarea, transportul și distribuirea furajelor în adăposturile de animale.

#### 1.4. Principalele tipuri constructive de instalații utilizate la distribuirea furajelor în fermele de bovine

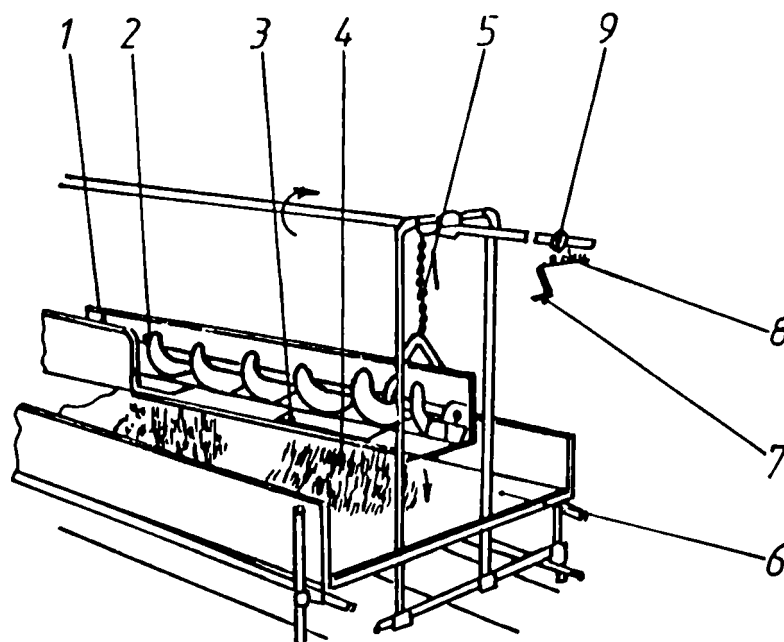
##### *1.4.1. Instalații de distribuit furaje cu transportor elicoidal*

Pentru operația de distribuire a furajelor, primele utilaje au fost realizate folosind transportorul elicoidal, a cărui spiră era montată într-un jgheab de lemn. Jgheabul avea pereții laterali dispuși paralel [ 40 ].

Modul de lucru al acestui distribuitor este următorul: furajul este deversat la unul din capetele transportorului, de unde este preluat de spirele elicoidale și deplasat înainte. În același timp furajul este deplasat lateral și cade prin deschiderile continue de

sub pereții longitudinali în cele două iesle. Pe măsură ce pe o anumită porțiune ieslele sunt umplute, spațiile libere se închid cu furaj, iar furajul va fi deplasat mai departe și în continuare până când ieslele vor fi umplute pe toată lungimea lor.

( ) variantă a acestei construcții de instalație fixă [67] este aceea la care fundul jgheabului este tot plan ca și pereții longitudinali, dar care are câte un orificiu în dreptul fiecărui animal ( fig.1.5.).



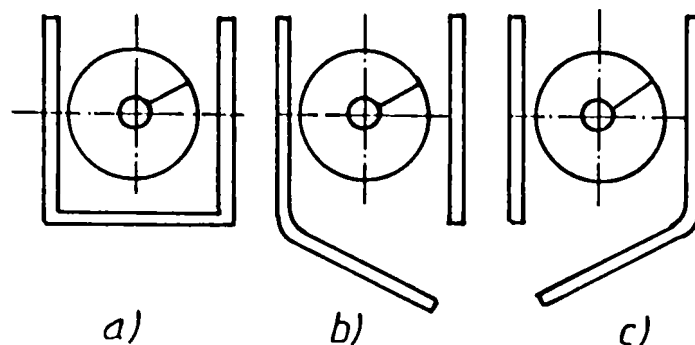
*Fig.1.5. Schema unei instalații pentru distribuirea furajului cu transportor elicoidal*

*1 - jgheab; 2 - melc; 3 - clapete de reglaj a fantei de distribuire; 4 - furaj; 5 - lanț de reglare a înălțimii transportorului; 6 - iesle; 7 - manivelă; 8 - șurub fără sfârșit; 9 - pinion.*

Furajele cad la primele orificii până când grămezile de dedesubt ajung și le închid, transportul efectuându-se până la orificiile următoare și tot așa mai departe până se distribuie furajul respectiv, prin toate orificiile practicate pe fundul jgheabului.

În scopul îmbunătățirii distribuției furajelor, s-a realizat un transportor elicoidal (fig.1.6. ), având aceeași formă rectangulară a jgheabului ca cel din fig.1.5., dar la care lipsese orificiile de golire. În schimb fundul jgheabului e fragmentat în bucăți distincte

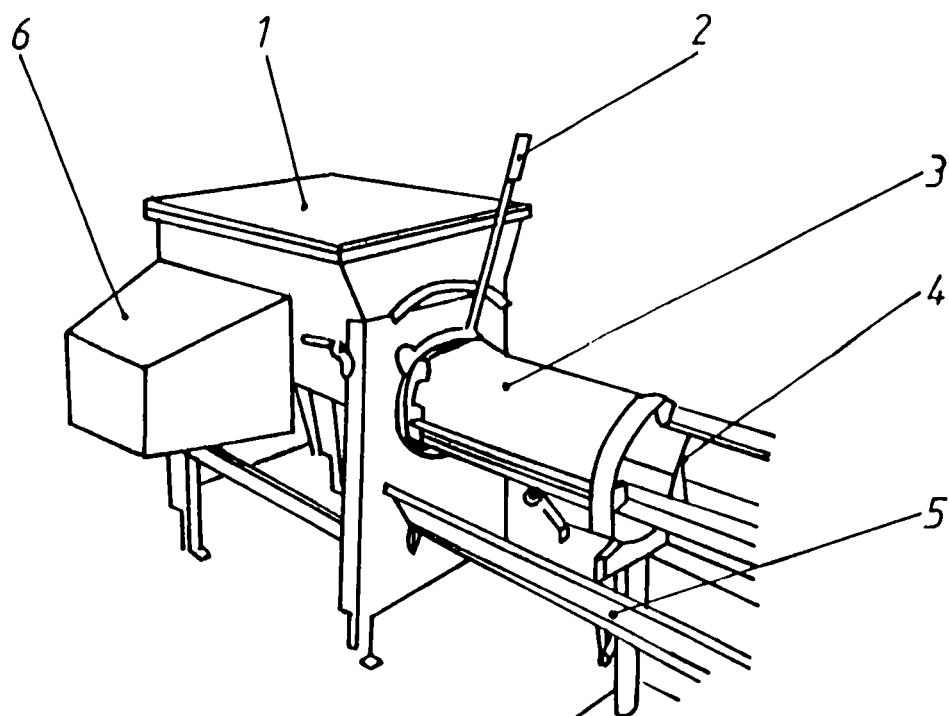
care se pot deschide fie spre dreapta, fie pe stânga, fie pot închide complet jgheabuļ la partea inferioară. Acest sistem de transport necesită prezența omului aproape în permanență la executarea distribuirii furajelor și din această cauză a avut o extindere numai în fermele cu efective mici.



*Fig. 1.6. Schema de principiu al unui distribuitor cu trei poziții  
a - umplere; b - descărcare pe dreapta; c - descărcare pe stânga*

Un alt utilaj destinat distribuirii furajelor [ 27], cu o mai mare precizie de dozare este cel cu jgheab în formă de “U” ( fig.1.7.) executat din metal, cu posibilitatea de rotire la  $120^{\circ}$ .

Distribuirea furajului se face în două faze. La început carcasa transportorului elicoidal este menținută cu gura de descărcare deasupra și prin punerea în funcțiune a melcului, furajul este deplasat pe toată lungimea transportorului. Pentru descărcare, carcasa se rotește cu gura de descărcare în jos și furajul cade în iesle pe toată lungimea ei. Lungimea transportorului este egală cu lungimea ieslei. În cazul a două iesle rotirea se face pe rând spre fiecare iesle, până la unghiul care permite alunecarea furajului în exterior.

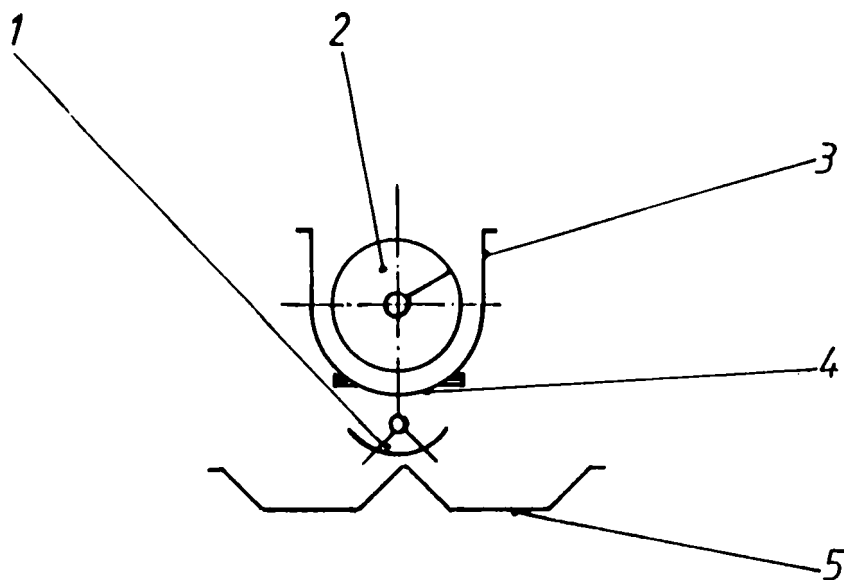


*Fig.1.7. Schema de principiu al unui utilaj de distribuit furaje cu jgheab în formă de "U"*

*1 - buncăr; 2 - dispozitiv de reglare debit; 3 - carcasă; 4 - melc;  
5 - dispozitiv de dirijare; 6 - grup de acționare.*

Răsucirea jgheabului în vederea descărcării în iesle poate fi comandată automat cu ajutorul unui traductor de presiune montat la capătul terminus al transportorului. Când furajul a ajuns la traductor împins de spira transportorului, traductorul comandă răsucirea jgheabului în vederea descărcării.

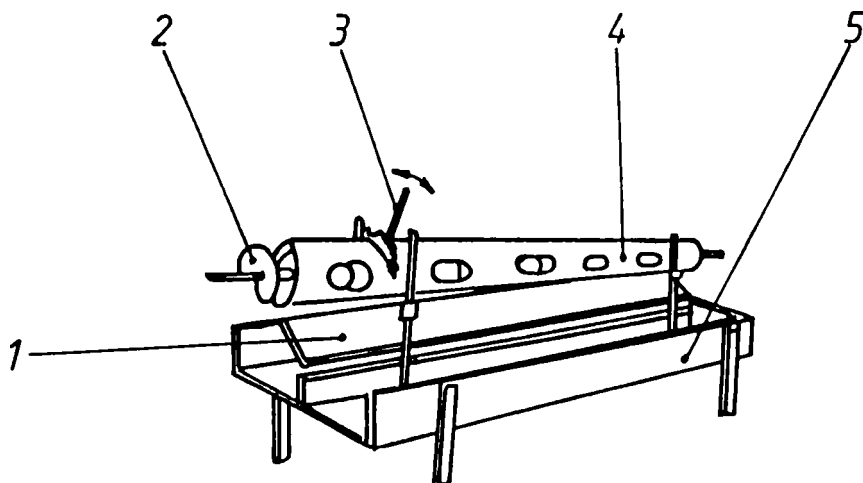
Instalația cu fante pentru distribuit furaj. Cu această instalație distribuirea furajelor se face pe dedesubt, prin fante cu deschidere reglabilă ( fig.1.8. ).



*Fig.1.8. Instalație cu fante pentru distribuit furaje*

*1 - deviator; 2 - melc; 3 - carcasă; 4 - șibăr; 5 - iesle.*

*Instalație cu fante laterale pentru distribuit furaje.* La această instalație (fig.1.9. ) distribuirea furajelor se face prin intermediul unor fante laterale practicate în carcasă, la diferite niveluri [ 10 ].



*Fig.1.9. Instalația cu fante laterale pentru distribuit furaje*

*1 - dispozitiv de dirijare; 2 - melc; 3 - dispozitiv de reglat debit; 4 - carcasă; 5 - iesle.*



Nivelul fantei este funcție de distanța ei față de capătul de alimentare al instalației. Poziția orificiilor de la început este mai sus, iar spre capăt mai jos, socotind că de la început umplerea transportorului este aproape totală și pe măsură ce se descarcă, nivelul furajului în interiorul tubului se reduce.

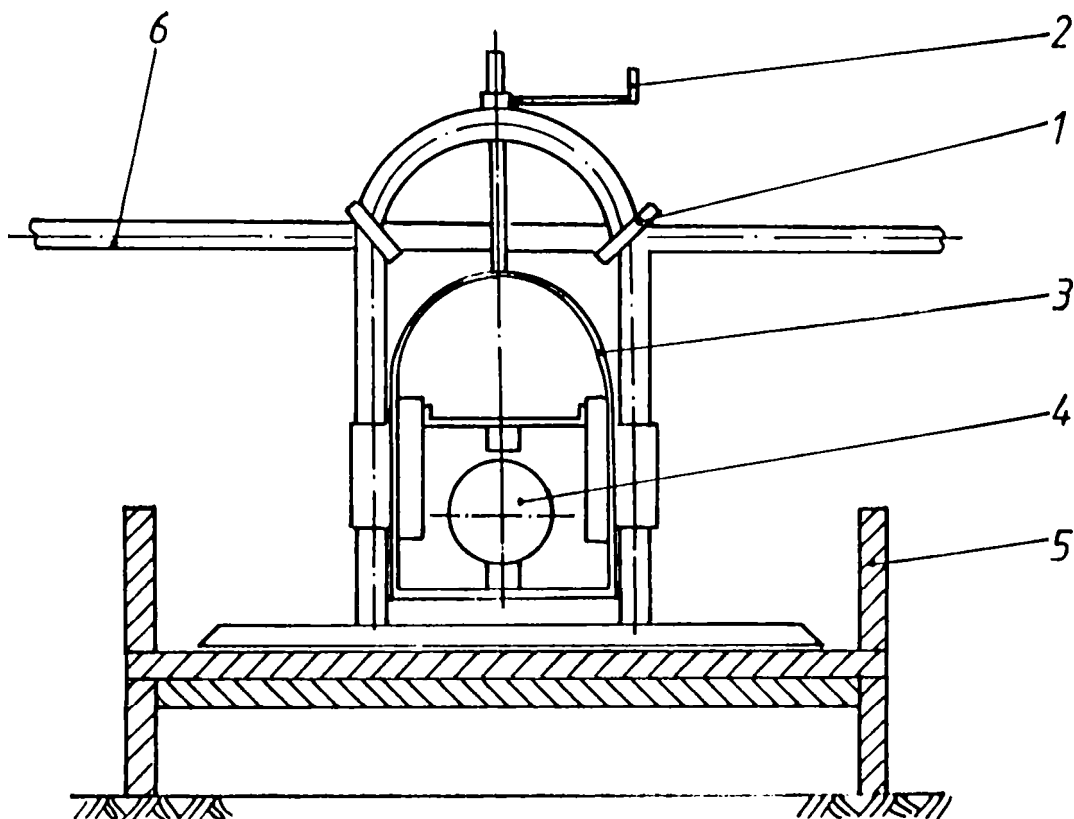
Această instalație se utilizează în fermele unde tocarea furajelor este foarte uniformă și la o lungime mai mică. Rotind tubul în jurul axei sale sau schimbând mărimea orificiilor se obține variația necesară a mărimii porțiilor. Același lucru se poate obține prin variația duratei de funcționare. Într-un deflector lung cât transportorul, se poate dirija furajul spre una din cele două iesle, alimentate în mod curent de o singură instalație.

*Instalație de distribuit cu transportor elicoidal cu pereți laterali reglabili.*

Această instalație ( fig.1.10.) asigură distribuirea furajelor în ieslele montate sub transportor. Melcul transportor constituie organul activ al instalației, el efectuând preluarea furajului din coșul de distribuire. Reglarea cantității de furaj distribuit în iesle, se realizează prin schimbarea poziției pe verticală a doi pereți, dispuși pe toată lungimea melcului și fixați pe cadre din platbandă dispuse în interiorul transportorului. La exteriorul acestor cadre sunt sudate două bușe care culisează pe suportii transportorului.

În partea de jos a cadrelor se fixează pe toată lungimea ieslei o scândură verticală pe care se prinde o platbandă, în care este montat melcul transportor. Fiecare cadru este suspendat de suportii prin intermediul unui șurub folosit la reglarea poziției pereților laterali de scândură, respectiv a cantității de furaj distribuit în iesle. Acționarea șuruburilor de reglaj se face prin intermediul unei manivele.

Ieslea este confecționată din lemn, având forma unui jgheab situat deasupra pardoselii. Pe axa longitudinală a jgheabului, deasupra ieslei este montat transportorul elicoidal. Prin aceasta se asigură distribuirea a două rânduri de rații de nutreț de-a lungul celor doi pereți longitudinali ai ieslei, de o parte și de alta a transportorului elicoidal.



*Fig.1.10. Instalație de distribuit cu transportor elicoidal cu pereți reglabili*

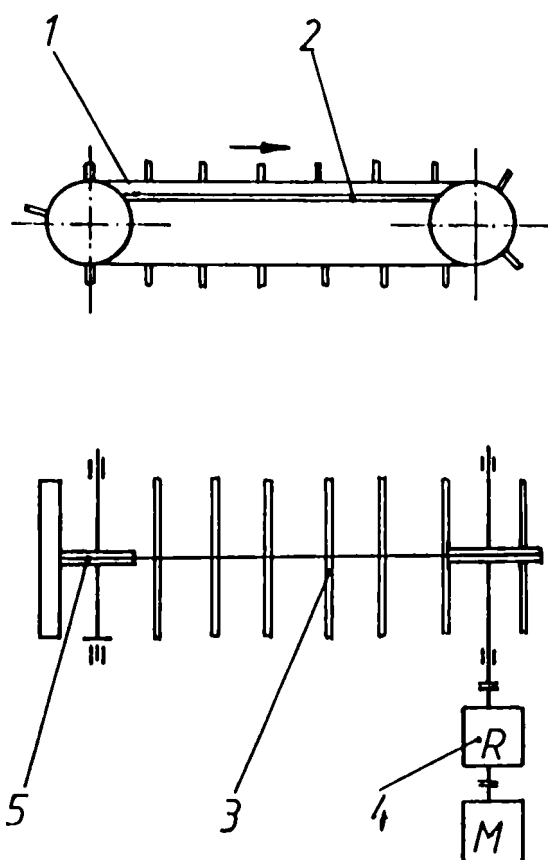
*1 - suport transportor; 2 - manivelă; 3 - dispozitiv de reglare a cantității de material în iesle; 4 - mește transportor; 5 - iesle; 6 - limitator de iesle.*

#### *1.4.2. Instalații de distribuit furaje ce au în componență transportoare cu lanț și racleți*

Ocupând locul al doilea după instalațiile de distribuire cu transportoare elicoidale, ca număr de variante constructive, instalațiile de distribuire ce au în componență transportoare cu lanț și racleți sunt folosite pentru lungimi mai mari de iesle [39].

Aceste instalații sunt montate în iesle sau deasupra lor. Dintre cele montate în iesle, specificată în literatura de specialitate este instalația cu transportor TVK - 80 A (fig.1.11.), concepută în Rusia.

625.159/81D



*Fig.1.11. Instalația de distribuit furaje cu transportor TVK - 80 A*

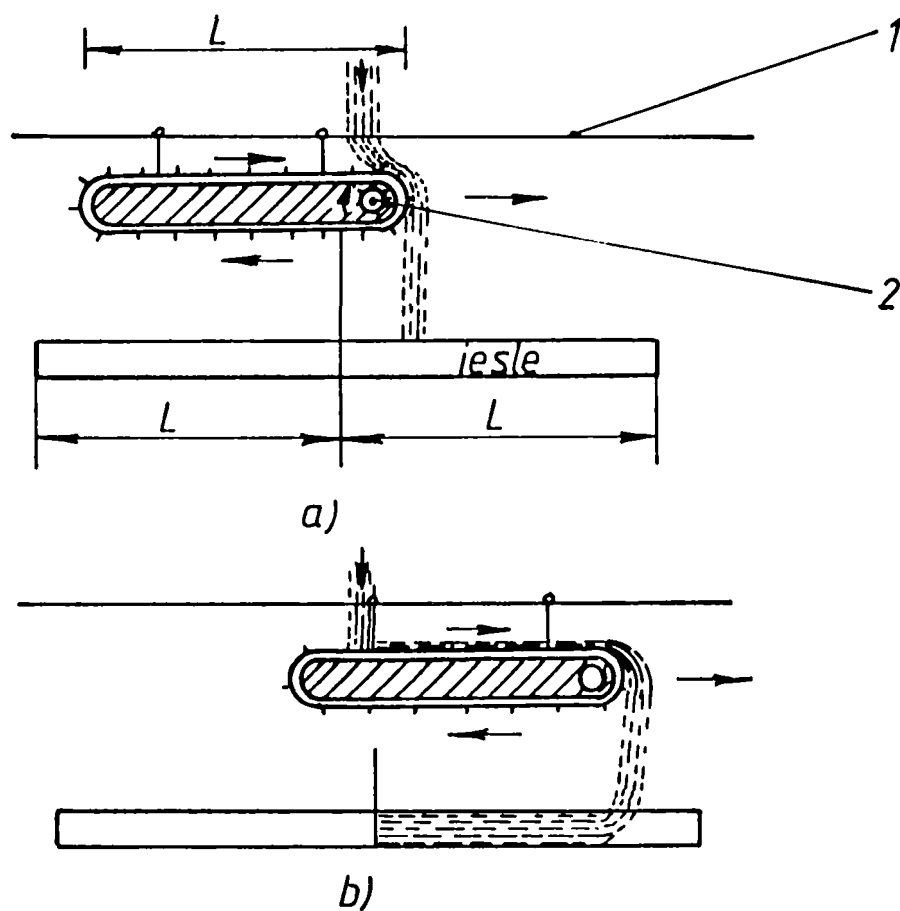
*1 - lanț; 2 - iesele; 3 - račet; 4 - grup de acționare transportor; 5 - roată de lanț.*

Dintre instalațiile de distribuit montate deasupra ieselei, amintim două variante constructive.

Prima variantă, cunoscută sub denumirea Brillon are în componență un transportor cu două lanțuri paralele, cu rațele fixe între ele. Jghebul transportor este alcătuit din doi pereți laterali și un fund de formă triunghiulară a cărui lățime se micșorează începând de la punctul terminal către capătul de alimentare. Prin aceasta se crează un spațiu liber din ce în ce mai mare care permite distribuirea uniformă, prin cădere liberă a furajului, pe toată lungimea ieselei situată sub transportor. Lungimea unei astfel de instalație realizată și dată în exploatare este de 60 m. Această instalație asigură distribuirea furajelor pe toată lungimea ieselelor, deci se poate efectua hrănirea în

prezența animalelor, fără a fi nevoie de blocarea accesului acestora la transportor. Prin utilizarea unui deflector, se pot alimenta două iesle de la același transportor.

A doua variantă, denumită Badger [ 39 ], cunoscută și sub denumirea de instalație de distribuit furaje în cascadă (fig.1.12.), are în componență un transportor cu lanț și racleți.



*Fig.1.12. Schema de funcționare a transportorului instalației de distribuit furaje în cascadă*

*1 - cale de rulare; 2 - mecanism de acționare.*

Accest transportor rulează pe o pereche de șine situate deasupra ieslelor. Un motor fixat pe șasiul transportorului antrenează lanțurile în mișcare egală cu cea de deplasare astfel încât partea inferioară are o viteză relativ nulă față de iesle.

Lă alte construcții, viteza transportorului este mult mai mare decât cea de deplasare. Alimentarea din exterior a transportorului se face la mijlocul traseului ieslei în care sunt distribuite furajele. În figura 1.12 se vede că lungimea transportorului este jumătate din cea a ieslelor în care se distribuie furajul. De la sursa de alimentare care trebuie să realizeze un debit cât mai uniform, furajele cad pe transportor. Acesta este în mișcare de deplasare și în același timp prin mișcarea racleților deversează în iesle furajul primit de la sursa de alimentare.

După distribuirea furajelor în una din jumătățile ieslelor, mișcarea se inversează, atât a racleților, cât și cea de deplasare, asigurând astfel distribuția în cealaltă jumătate. Instalația prezentată poate distribui o gamă variată de furaje, inclusiv amestecuri, fără a se constata fenomenul de separare al acestora.

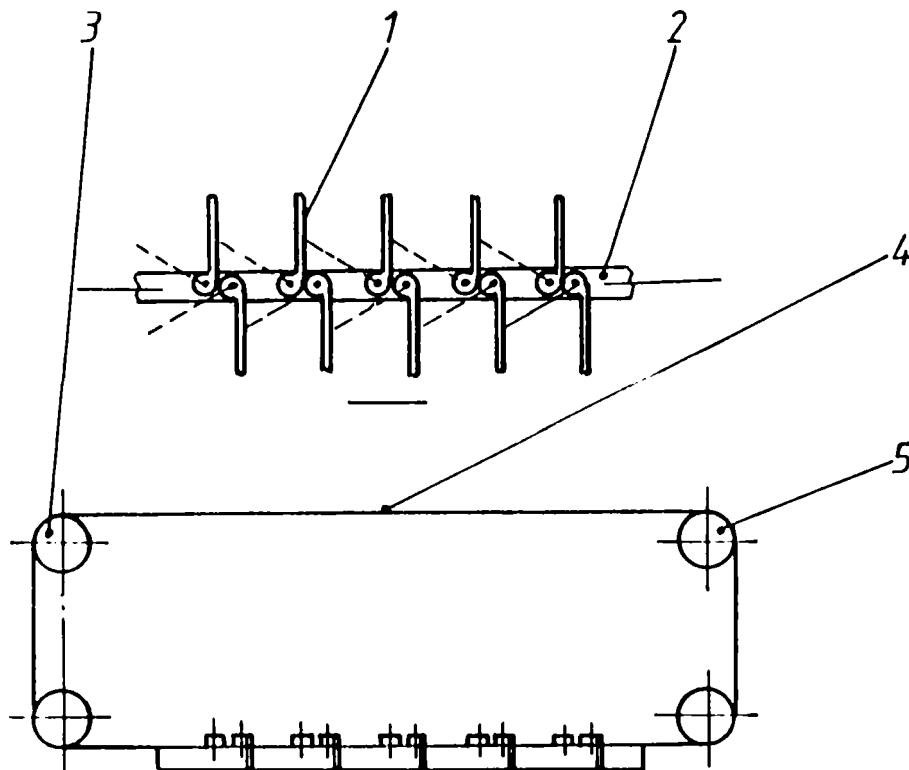
Ca dezavantaj se semnalează faptul că uniformitatea distribuției, este condiționată de cea a alimentării, ceea ce implică utilizarea unei bene de uniformizare. Prin folosirea unui deflector se pot alimenta și două iesle alăturate.

La transportoarele cu lanț în general se constată uzura accentuată a zalelor și rolelor care prin numărul lor mare, ridică substanțial valoarea cheltuielilor de întreținere. În scopul evitării acestora s-au realizat transportoare cu racleți montați pe bare rigide din oțeluri profilate ( fig.1.13.).

Aceste transportoare folosite la distribuția furajelor în iesle sunt realizate în două variante constructive:

- cu racleți numai pe o parte a barei, asigurând distribuția de furaje numai la un rând de animale;
- cu racleți pe ambele părți ale barelor, distribuind furaje la două rânduri de animale așezate cap la cap.

La cursa activă a barei, racleții se așează perpendicular pe direcția de înaintare și antrenează în mișcare furajele din iesle, iar la mișcarea barei în sens opus, racleții se apropie de bară lăsând pe loc furajele din jgheab. În acest mod la fiecare cursă activă, furajele înaintază pe o anumită distanță.



*Fig.1.13. Transportor cu racleți montați pe bare rigide*

*1 - racleți oscilanți; 2 - bară rigidă; 3 - rolă de întindere; 4 - cablu; 5 - grup de acționare.*

Utilajele prezentate sunt constructiv simple și foarte robuste, având totuși un debit orar mai mic față de a celor cu înaintare continuă și se recomandă acolo unde animalele nu au acces la iesle în timpul distribuirii hranei.

#### *1.4.3. Instalație de distribuit furaje cu iesle vibratoare*

În condițiile alimentării animalelor cu furaje la care nu poate apărea fenomenul separării componentelor, s-a realizat o instalație cu iesle vibratoare. Ieslea sub forma unui jgheab dispus pe o serie de brațe scurte articulate, care fiind sub acțiunea unui mecanism bielă - manivelă, execută o mișcare alternativă cu deplasări repetate și pe verticală. Furajul existent în jgheab înaintază în salturi, ca urmare a vitezei mari la

cursa de înaintare a jgheabului. Amplitudinea mișcării jgheabului este de 2,5 cm, iar frecvența este de 250 percuții / minut.

Deplasarea furajului într-un canal vibrator este influențată de numeroși factori cum ar fi: însușirile fizico - mecanice, compoziția granulometrică, forma particulelor, aderența, forța de frecare, grosimea stratului de furaj, unghiul de înclinare al jgheabului transportor, forma secțiunii jgheabului, etc.

Creșterea grosimii stratului de furaj, atrage după sine reducerea vitezei de înaintare. Reducerea vitezei de transport se evidențiază mai bine în cazul creșterii frecvenței și amplitudinii vibrațiilor. Modificarea unghiului de înclinare a transportorului influențează capacitatea de lucru.

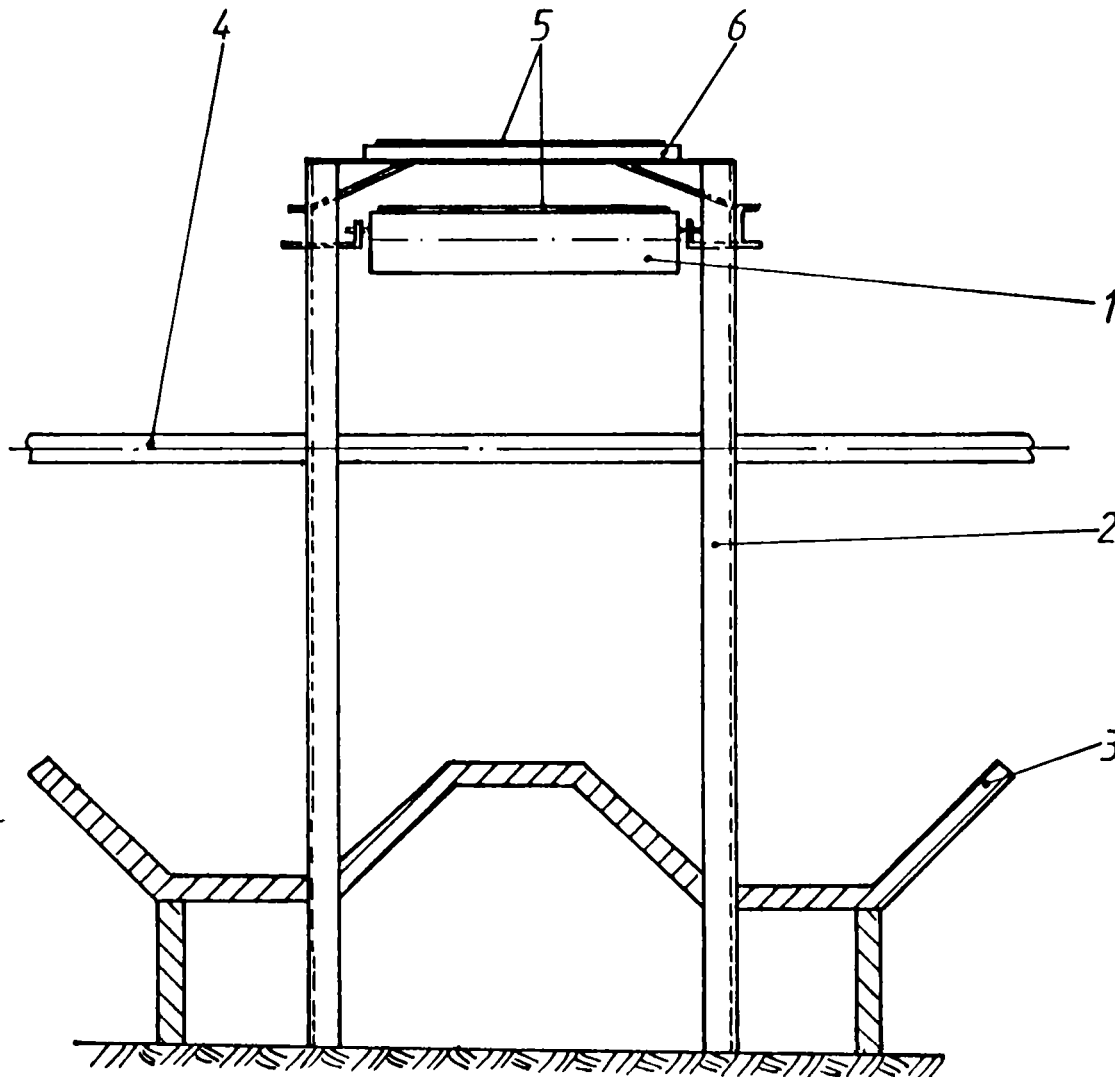
#### *1.4.4. Instalație de distribuit cu bandă transportoare și cărucior de descărcare*

Instalația asigură distribuirea furajelor în iesle montate de o parte și de alta a benzii transportoare, de la capătul grajdului către interior ( fig.1.14. ). Căruciorul de descărcare poate avea lamă de deversare oblică, sau perii rotative. La capătul adăpostului, furajul este descărcat din remorcă în coșul de alimentare, de unde este preluat de banda transportoare. În momentul începerii distribuirii, căruciorul se află la capătul de alimentare și la punerea în funcționare a benzii, se deplasează cu viteză mică [ 39 ].

Datorită vitezei mai mari a benzii față de cea a căruciorului și poziției oblice a lamei de deversare, furajul este distribuit în una din cele două iesle.

Distribuirea furajului în ieslea 3, are loc până când căruciorul de descărcare ajunge la capătul opus alimentării. În acest moment un opritor schimbă poziția lamei, iar limitatorul de cursă acționat de către cărucior prin intermediul unei patine schimbă sensul de rotație al motorului electric și sensul de deplasare al căruciorului. Acționarea

benzii se întrerupe datorită prezenței mecanismului cu cliket din interiorul tamburului de antrenare.



*Fig.1.14. Instalație de distribuit cu bandă transportoare  
și cărucior de descărcare*

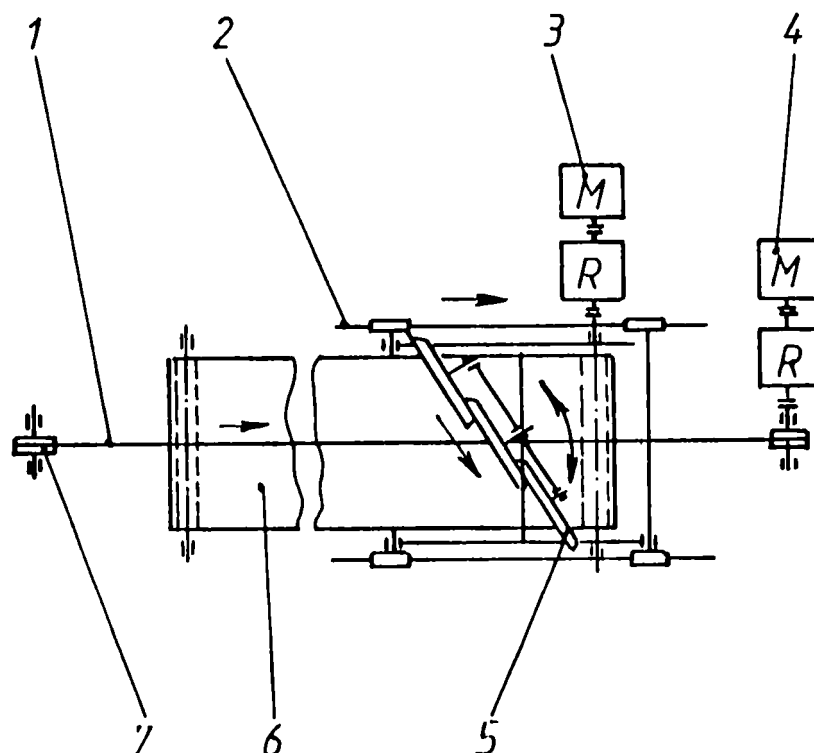
*1 - rolă de sprijin; 2 - cadru; 3 - iesle; 4 - limitator iesle; 5 - bandă transportoare;  
6 - suprafața de sprijin a ramurei active a benzii.*



La cursa de întoarcere, căruciorul descarcă în cealaltă iese furajul existent pe toată lungimea benzii. Alimentarea cu furaj a benzii se întrerupe pe toată durata acestei curse.

Distribuirea furajului în cea de a doua iese durează până când căruciorul ajunge din nou în poziția inițială de la capătul de alimentare. În acest moment, un opritor inversează poziția lamei, iar limitatorul de cursă schimbă din nou sensul de rotație al motorului electric, ciclul repetându-se până la asigurarea întregii cantități de furaj necesar animalelor din adăpost.

Schema de principiu a unei instalații de distribuit cu bandă transportoare și cărucior de descărcare cu perii rotative este prezentată în fig.1.15.



*Fig.1.15. Instalație de distribuit cu bandă transportoare și cărucior de descărcare cu perii rotative*

- 1 - cablu de acționare cărucior; 2 - cale de rulare; 3 - grup de acționare bandă;  
4 - grup de acționare cărucior; 5 - cărucior cu perii rotative; 6 - transportor cu bandă; 7 - rolă de întindere cablu.

### 1.4.5. Instalație de distribuit furaje cu bandă și plug de descărcare .

Accastă instalație este alcătuită dintr-o bandă transportoare montată deasupra ieselcelor și un plug de descărcare. Atât banda cât și plugul sunt acționate cu motoare electrice. În fig.1.16 este prezentată o astfel de instalație.

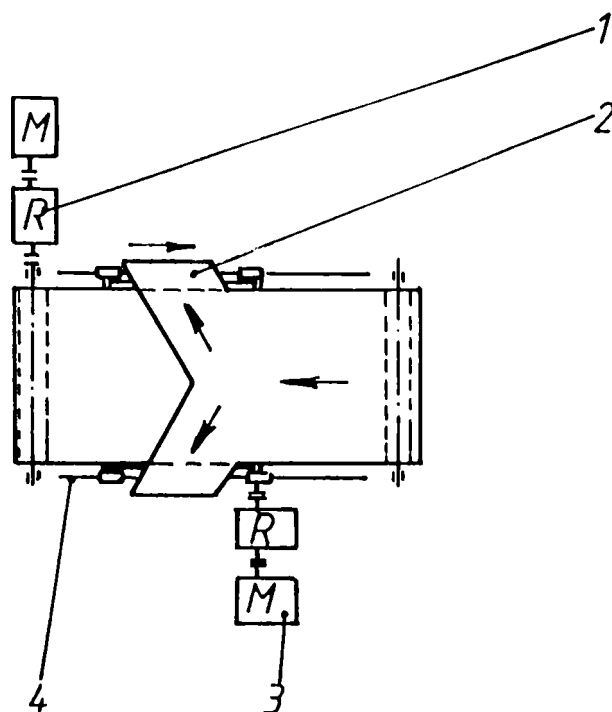


Fig. 1.16. Instalație de distribuit furaje, cu bandă și plug de descărcare

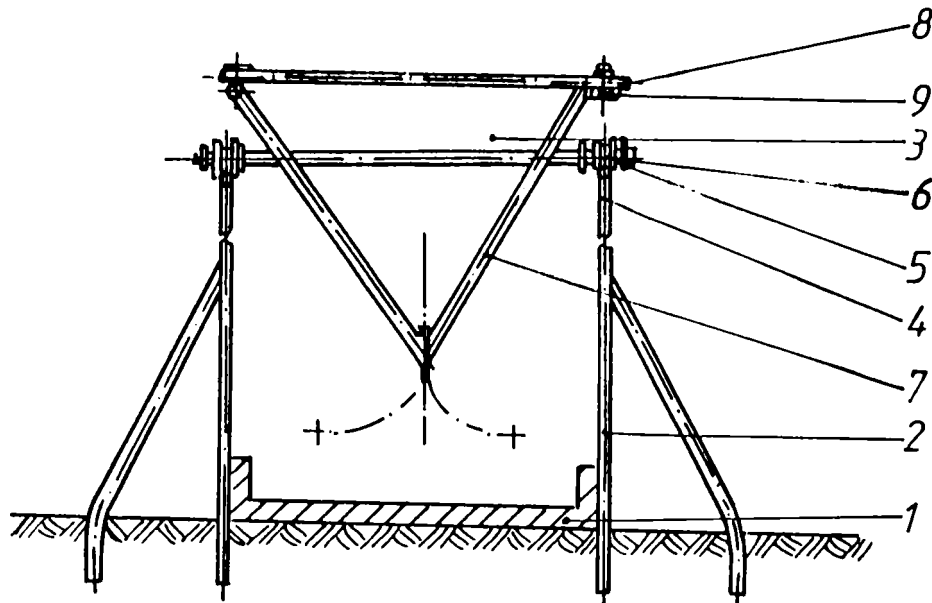
1 - grup de acționare bandă; 2 - plug de descărcare;

3 - grup de acționare plug; 4 - cale de rulare.

### 1.4.6. Instalație de distribuit furaje, cu vagonet suspendat

O altă realizare de o construcție specifică instalațiilor de distribuit furaje la bovine și mai ales pentru vacile cu lapte, este trenul de vagonete de mică capacitate suspendat între două șine paralele. Fiecare vagonet are la partea inferioară a bencii un dispozitiv de descărcare, format din pereți articulați care în poziția deschisă crează un spațiu de

depozitare, iar deschizându-l, lasă să cadă conținutul depozitat ( fig.1.17.). Mișcarea de deplasare este realizată prin acționarea de la un motor electric a unei roți dințate cuplate cu cremaliera, practică de-a lungul unchia din șinele suport [ 42 ].



*Fig. 1.17. Schema de principiu a vagonetului suspendat  
cu descărcare pe partea inferioară*

*1 - jgheab dublu de furajare; 2 - grilaj de separare; 3 - buncăr; 4 - benă;  
5 - roata buncărului; 6 - axa buncărului; 7 - peretele lateral al buncărului;  
8 - zăvor; 9 - țevă pentru reglarea zăvorului.*

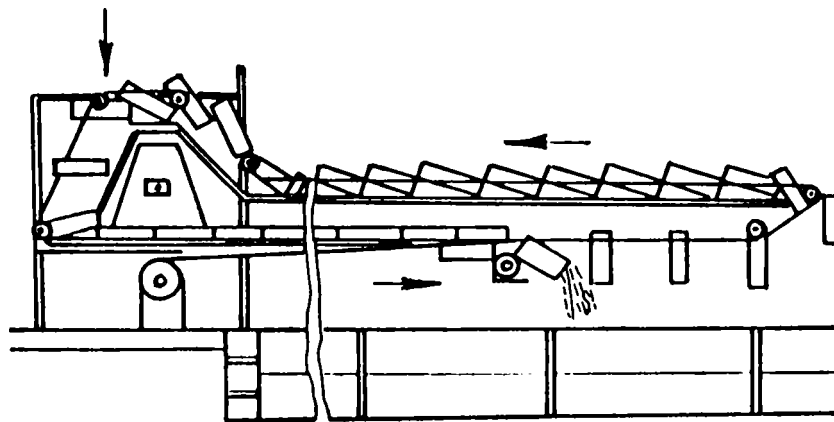
Trenul de vagoane poate fi livrat la diferite lungimi, corespunzător cu numărul de animale: 2; 4; 12; 14; 18 m.

#### *1.4.7. Instalație de distribuit furaje de tip Trayline Wyatt*

Accastă instalație americană, are o construcție originală, fiind realizată cu scopul de a administra furaje în cantități diferite în funcție de producția de lapte (fig.1.18.).

Distribuitorul este constituit dintr-un ansamblu de cutii paralelipipedice fixate la intervale egale de-a lungul unui lanț dublu. Căuțiile sunt din material plastic, cu capacitatea de 10 - 12 litri și pot bascula în jurul unui ax [ 42 ].

Odată umplute, căuțiile sunt menținute orizontal, deoarece fiecare căutie se susține cu marginea din față pe marginea din spate a căuției anterioare și astfel până la prima căutie care este susținută de o rolă ce se poate deplasa în ambele sensuri pe direcția tangențială cu ajutorul unui cablu.



*Fig.1.18. Instalația de distribuit furaje de tip Trayline Wyatt*

După umplerea tuturor căuțiilor și aducerea lor deasupra ieslei, rola începe să se deplaseze dinspre căutie pe care o susține, care în această situație este la extremitatea ieslei (opusă punctului de alimentare) spre restul ansamblului de căuții.

Bascularea căuției se produce în momentul în care rola nu o mai susține, deplasându-se sub căutie posterior amplasată și așa mai departe. Rola are o mișcare continuă, comandată manual sau automat cu un mecanism de ceas. În funcție de viteza de deplasare dată rolei față de cea a căuțiilor, rezultă o cantitate mare sau mică de furaj distribuită animalelor. La sfârșitul distribuției, rola este adusă la extremitatea ieslei, opusă celei pe la care se face alimentarea.

### 1.5. Concluzii

Creșterea bovinelor constituie o îndeletnicire istorică a omenirii, deoarece bovinele valorifică materiile prime agricole și unele reziduuri din industria alimentară, transformându-le în produse animale cu valoare nutritivă.

Datorită noilor condiții socio - economice existente în România, după anul 1990 se observă un proces de transfer a efectivelor de bovine din sectorul de stat în sectorul privat, ajungându-se ca la finele anului 1998 sectorul privat să dețină 93,5% din efectivul de bovine existent în țară.

Prin măsurile tehnico - organizatorice pe plan național se urmărește sporirea producției zootehnice și creșterea numărului de bovine, care în ultimii ani a scăzut continuu. Redresarea sectorului analizat poate fi făcută prin introducerea de tehnologii moderne de creștere și întreținere, ce vor influența nivelul productiv, capacitatea de reproducție, comportamentul, confortul, durata de exploatare, starea de sănătate a bovinelor , precum și economicitatea producției de lapte și carne.

Odată cu implementarea tehnologiilor moderne de creștere și întreținere a bovinelor, trebuie să se țină seama de sistemele de creștere utilizate, ce sunt de o mare diversitate.

Obținerea produselor zootehnice necesită o multitudine de procese de producție legate între ele în timp și destinație. Distribuirea furajelor fiind una din principalele operații din cadrul procesului tehnologic de întreținere a bovinelor și necesitând un volum mare de muncă ce trebuie efectuat într-un timp scurt, atenția specialiștilor a fost îndreptată spre mecanizarea acestei operații.

Mecanizarea acestei operații asigură o serie de avantaje: reducerea timpului de administrare a hranei, creșterea productivității muncii, evitarea pierderilor de furaje, asigurarea unor bune condiții igienico - sanitare.

Pe parcursul evoluției creșterii bovinelor, au fost realizate o serie de instalații ce aveau în componență transportoare elicoidale, transportoare cu lanț și raclete,

transportoare cu bandă. Aceste instalații au contribuit într-o bună măsură la sporirea producției zootehnice și la perfecționarea tehnologiilor de creștere a bovinelor.

Pentru a cunoaște evoluția soluțiilor tehnice adoptate, în acest capitol au fost descrise principalele tipuri de instalații destinate distribuirii furajelor în fermele de bovine: instalații de distribuit cu transportor elicoidal, cu diferite soluții constructive, instalații de distribuit dotate cu transportor cu lanț și racleți, instalație de distribuit furaje cu iesle vibratoare, instalație de distribuit cu bandă transportoare și cărucior de descărcare, instalație de distribuit cu bandă și plug de descărcare, instalație de distribuit cu vagonet suspendat și instalație de distribuit tip Trayline Wyatt.

Instalațiile au fost prezentate ținând seama de evoluția în timp și complexitatea constructivă a acestora. Prezentarea instalațiilor, s-a făcut pentru a cunoaște preocupările avute de specialiștii din domeniu.

Analizând soluțiile prezentate, se pune problema cunoașterii preocupărilor științifice actuale din țară și pe plan mondial în domeniul distribuirii mecanizate a furajelor la bovine.

## Capitolul 2

# SITUAȚIA ACTUALĂ PRIVIND DISTRIBUIREA MECANIZATĂ A FURAJELOR LA BOVINE

### 2.1. Considerații generale

Creșterea bovinelor în general și a celor pentru producția de lapte în special reprezintă sectorul cu cel mai mare volum de muncă din zootehnie. Din această cauză introducerea mecanizării în fermele de bovine, asigură o reducere importantă a necesarului de forță de muncă la principalele lucrări și anume: pregătirea și distribuirea furajelor, mulsul și evacuarea dejecțiilor [ 55 ].

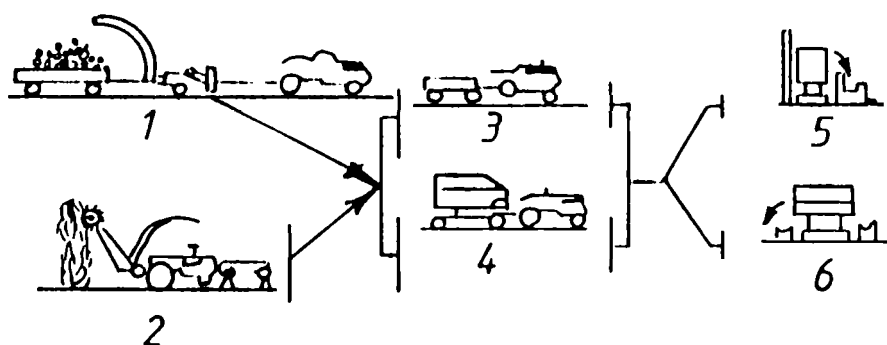
Într-un adăpost complet mecanizat, un lucrător îngrijește 50 - 70 vaci în loc de 14 - 16 vaci cât este norma la un lucrător dintr-un adăpost fără mecanizare. În unele ferme moderne un om poate îngriji chiar 80 de vaci. Păstrarea, pregătirea, transportul și distribuirea hranei la animale constituie operațiile cu cel mai mare volum de muncă în fermele de bovine.

Distribuția furajelor constituie una din cele mai importante operații ce se realizează în fermele de bovine, făcându-se de două ori pe zi, după rețete prevăzute în tehnologiile de creștere, în funcție de vârsta animalelor, scopul pentru care se cresc, stări fiziologice.

Construcția și modul de funcționare a mașinilor pentru distribuția furajelor la bovine, depind de mai mulți factori: metoda de furajare, felul furajelor, categoria de bovine la care se administrează ( vaci, viței, etc. ) și sistemul de creștere ( stabulație fixă, liberă, în grup, individuală).

## 2.2. Scheme tehnologice de distribuire a furajelor în fermele de bovine, utilizate în țara noastră

Distribuirea furajelor fibroase se face conform schemei din fig.2.1. Masa verde de la combina de siloz de pe câmp, sau fânul tocat la șiră, sunt transportate cu remorca obișnuită sau tehnologică și distribuite în adăpost [ 9 ].



*Fig.2.1. Schema tehnologică de distribuire a furajelor fibroase*

*1 - recoltarea cu combina de siloz; 2 - descărcarea fânului din șiră cu freza cu tobă;  
3 - transportul cu remorca obișnuită; 4 - transportul cu remorca tehnologică; 5 - distribuirea  
cu căruciorul basculant pentru furaje; 6 - distribuirea cu remorca tehnologică pentru fibroase;*

Distribuirea furajelor se face în cazul animalelor așezate crupă la crupă, cu căruciorul basculant pentru furaje, iar în cazul când sunt așezate cap la cap cu remorca tehnologică amestecătoare.

În cazul furajelor însilozate, distribuirea acestora se face conform schemei din fig.2.2..



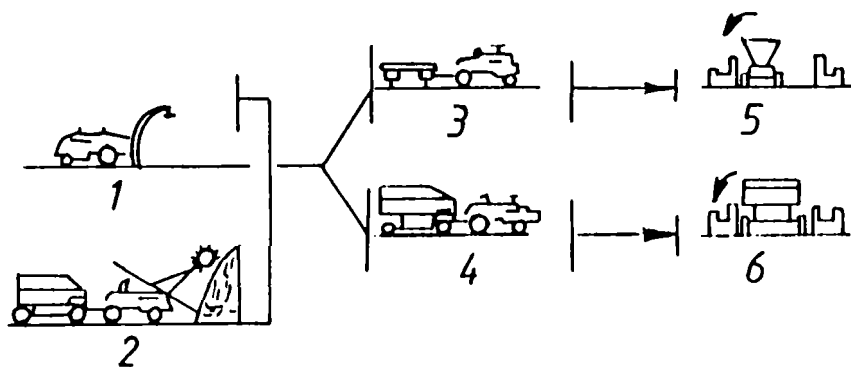


Fig.2.2. Schema tehnologică de distribuire a furajelor însilozate

1 - încărcarea cu încărcător pivotant cu graifer; 2 - descărcarea silozului cu freza cu toabă;  
3 - transportul cu remorca obișnuită; 4 - transportul cu remorca tehnologică; 5 - distribuirea  
cu câruciorul basculant pentru furaje; 6 - distribuirea cu remorca tehnologică de fibroase.

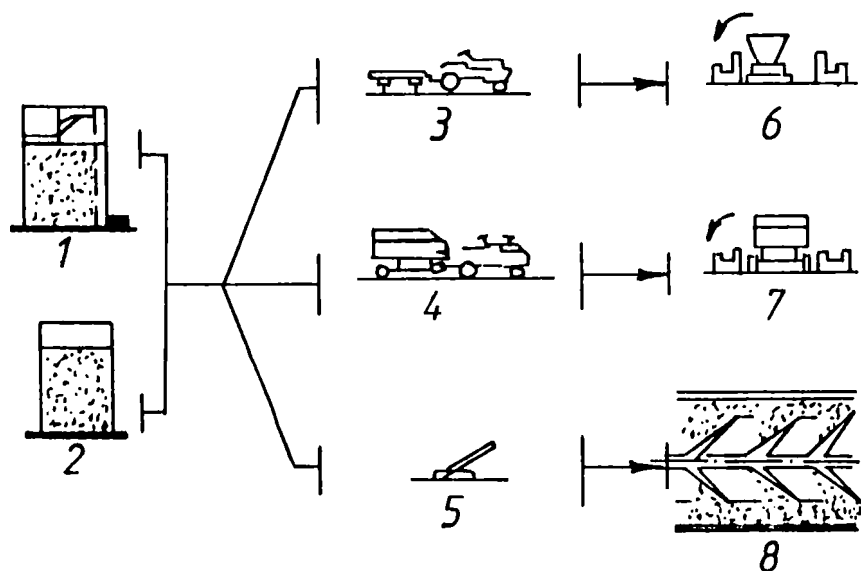


Fig.2.3. Schema tehnologică de distribuire a furajelor însilozate în siloz - turn

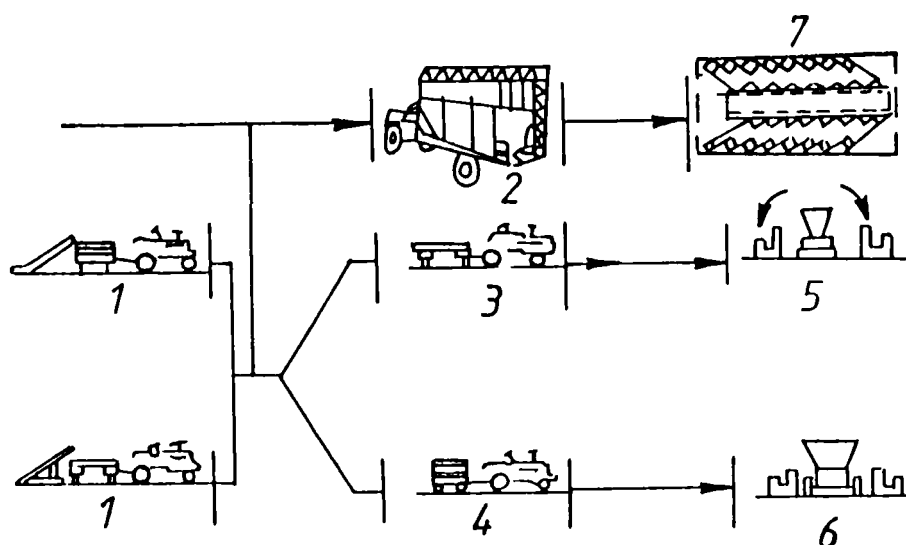
1 - descărcarea silozului pe la partea superioară; 2 - descărcarea silozului pe la partea  
inferioară; 3 - transportul cu remorca obișnuită; 4 - transportul cu remorca tehnologică;  
5 - încărcarea silozului cu transportor cu bandă; 6 - distribuirea cu cârucior basculant  
pentru furaje; 7- distribuire cu remorca tehnologică de fibroase; 8 - distribuirea în  
iesle cu transportor cu racleți batanți

Furajele scoase din silozul de suprafață cu încărcătorul pivotant cu graifer sau cu dispozitivul cu freză rotativă, sau din silozul turn (fig.2.3.) cu dispozitivul cu freză sunt încărcate în remorca obișnuită sau tehnologică [ 37; 65 ].

Distribuirea furajelor concentrate se efectuează conform schemei din fig.2.4.

Furajele combinate se transportă cu autobuncărul și se depozitează în buncărele tampon de lângă sala de muls, iar de aici se transportă cu transportorul elicoidal în buncărul suspendat pe șină în sala de muls și se distribuie în cupele de hrănire.

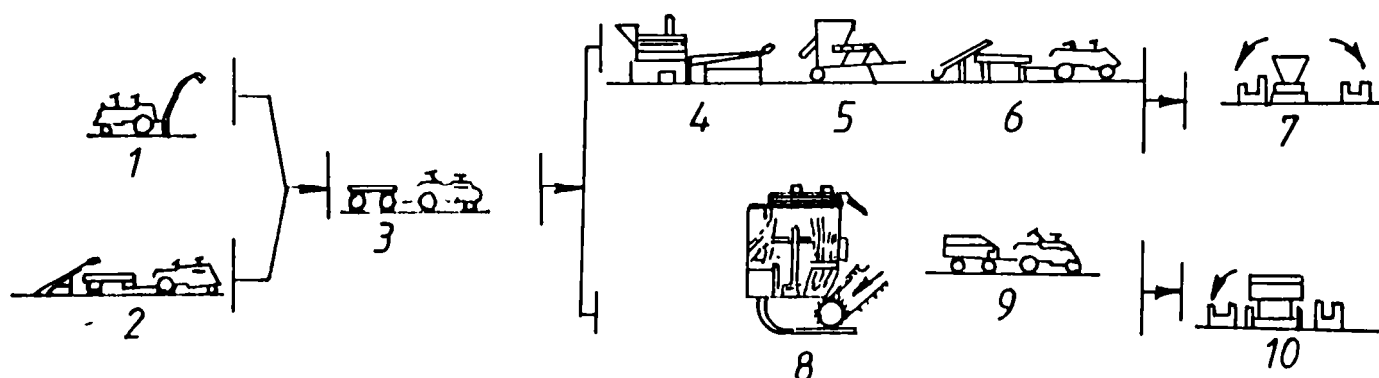
De asemenea amestecurile de furaje concentrate pot fi încărcate în remorci cu ajutorul transportorului cu bandă și se distribuie în adăpost cu căruciorul basculant sau cu remorca tehnologică amestecătoare [ 20 ].



*Fig.2.4. Schema tehnologică de distribuire a furajelor concentrate*  
 1 - încărcarea furajelor cu transportor cu bandă; 2 - transportul cu autobuncărul;  
 3 - transportul cu remorca obișnuită; 4 - transportul cu remorca tehnologică  
 amestecătoare pentru concentrate; 5 - distribuirea cu căruciorul basculant pentru  
 furaje; 6 - distribuirea cu remorca tehnologică amestecătoare pentru concentrate;  
 7 - sala de muls.

Distribuirea furajelor rădăcinoase se face conform schemei tehnologice prezentate în fig.2.5.

Furajele rădăcinoase se încarcă în remorcă cu încărcătorul pivotant cu graifer sau cu transportorul cu bandă, se spală, se toacă și apoi se distribuie în adăpost cu remorca tehnologică amestecătoare sau cu căruciorul basculant pentru furaje.



*Fig. 2.5. Schema tehnologică de distribuție a furajelor rădăcinoase*

1 - încărcarea cu încărcător pivotant cu graifer; 2 - încărcarea furajelor rădăcinoase cu transportor cu bandă; 3 - transportul cu remorca obișnuită; 4 - curățirea cu mașina cu tobă; 5 - tocarea cu tocătoarea de rădăcinoase; 6 - încărcarea rădăcinoaselor tocate cu transportorul cu bandă; 7 - distribuția cu căruciorul basculant de furaje; 8 - curățirea umedă și tocarea cu mașina cu disc; 9 - transportul cu remorca tehnologică; 10 - distribuția cu remorca tehnologică amestecătoare .

## 2.3.Utilaje folosite în țara noastră la distribuirea furajelor în fermele de bovine

### *2.3.1. Remorcile de uz general*

Aceste utilaje aflate în dotarea fermelor zootehnice, sunt folosite la efectuarea mai multor operații: transport și distribuit furaje, transport dejecții, transport animale, etc.

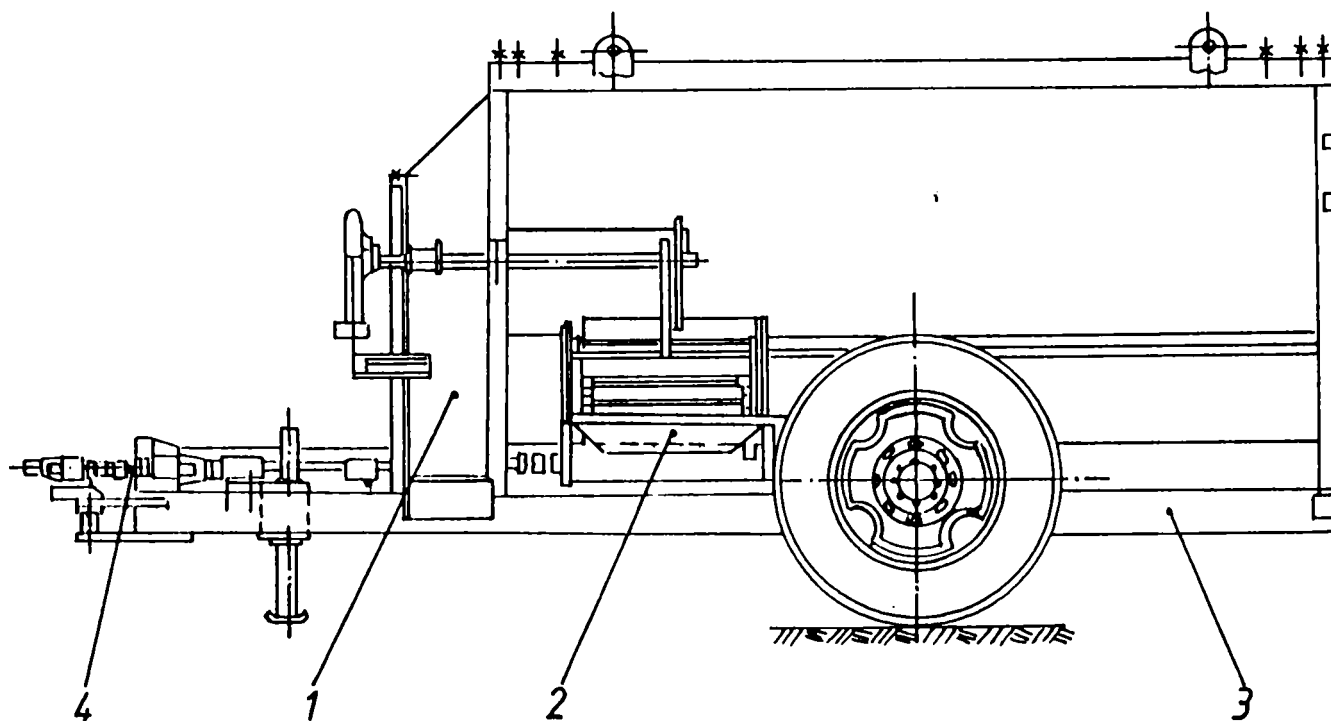
Ele pot fi monoaxe cu volumul benei de 2,5 t ( R.P.V.-2,5) sau biaxe cu volumul benei de 5 respectiv 7 t ( RB-5A-T, 7RBA-T) și lucrează în agregat cu tractoarele de 45 CP sau 65 CP [ 22; 80 ].

În cazul distribuirii furajelor în fermele de bovine cu astfel de utilaje se înregistrează un consum mare de forță de muncă, deoarece sunt încărcate manual sau cu utilaje specifice, iar distribuirea lor în ieslele de furajare se face tot manual.

### *2.3.2. Remorca tehnologică pentru furaje R.T.A.-4,5*

Remorca tehnologică monoaxă pentru furaje R.T.-4,5, fig.2.6, este destinată pentru amestecarea, transportul și distribuirea furajelor combinate în fermele de bovine. Ea este în fabricație la uzina “AZOMA” Arad [ 77 ].

Acest utilaj se compune din următoarele părți principale: 1 - benă; 2 - transportor de evacuare; 3 - șasiu; 4 - transmisie cardanică.



*Fig.2.6. Remorca tehnologică amestecătoare pentru  
furaje R.T.A.-4,5 ( vedere laterală)*

*1 - benă; 2 - transportor de evacuare; 3 - șasiu; 4 - transmisie cardanică.*

Bena, fig.2.7, este o construcție metalică sudată, executată din tablă de oțel. La unul din capete se află transmisia ( poz.1), iar la celălalt capăt un perete de tablă.

Fundul benci este executat în formă de jgheab, corespunzător cu diametrul melcului inferior. Pe partea stângă în față, peretele lateral este prevăzut cu o deschizătură pătrată pentru evacuarea furajului amestecat. În pereții de la cele două capete ale benci prin intermediul unor lagăre sunt fixați cei trei melci de amestecare, doi superiori ( 2 ) și unul inferior central ( 3 ).

La capetele melcilor sunt montate roți de lanț. Mișcarea se transmite de la priza de putere a tractorului prin intermediul unei transmisii cardanice și a unui ax de antrenare la roțile de lanț din cadrul transmisiei remorcii.

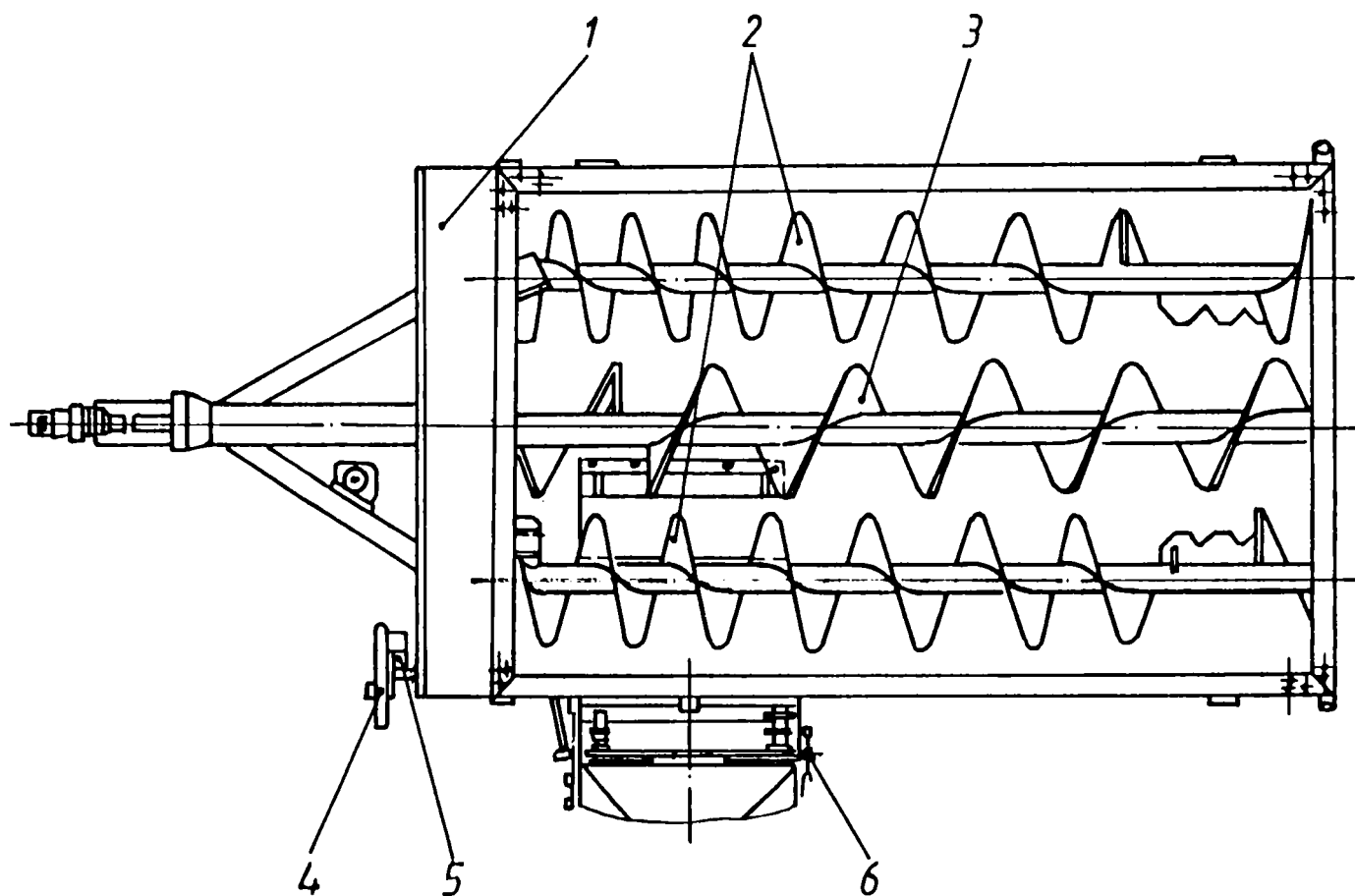


Fig.2.7 Remorca tehnologică amestecătoare pentru furaje R.T.A.-4,5 (vedere de sus)

1 - transmisie; 2 - melci superiori; 3 - melc inferior; 4 - volan de acționare a șibărului;  
5 - șurub de protecție; 6 - transportor de evacuare.

Protecția mecanismului și a melcilor este asigurată de un șurub, care în caz de suprasarcină, se foarfecă. Transmisia remorcii face corp comun cu bena propriu-zisă. Transportorul de evacuare (6) este prins cu șuruburi de partea stângă în față a benci.

În vederea reglării debitului transportorului pe peretele benci este prins un șibăr acționat de un volan (4) prin intermediul unui angrenaj roată dințată - cremalieră. Blocarea șibărului într-o anumită poziție se face cu ajutorul unei frâne cu sabot de cauciuc (5). Șasiul este executat din profile U-14 sudate între ele. De șasiu prin

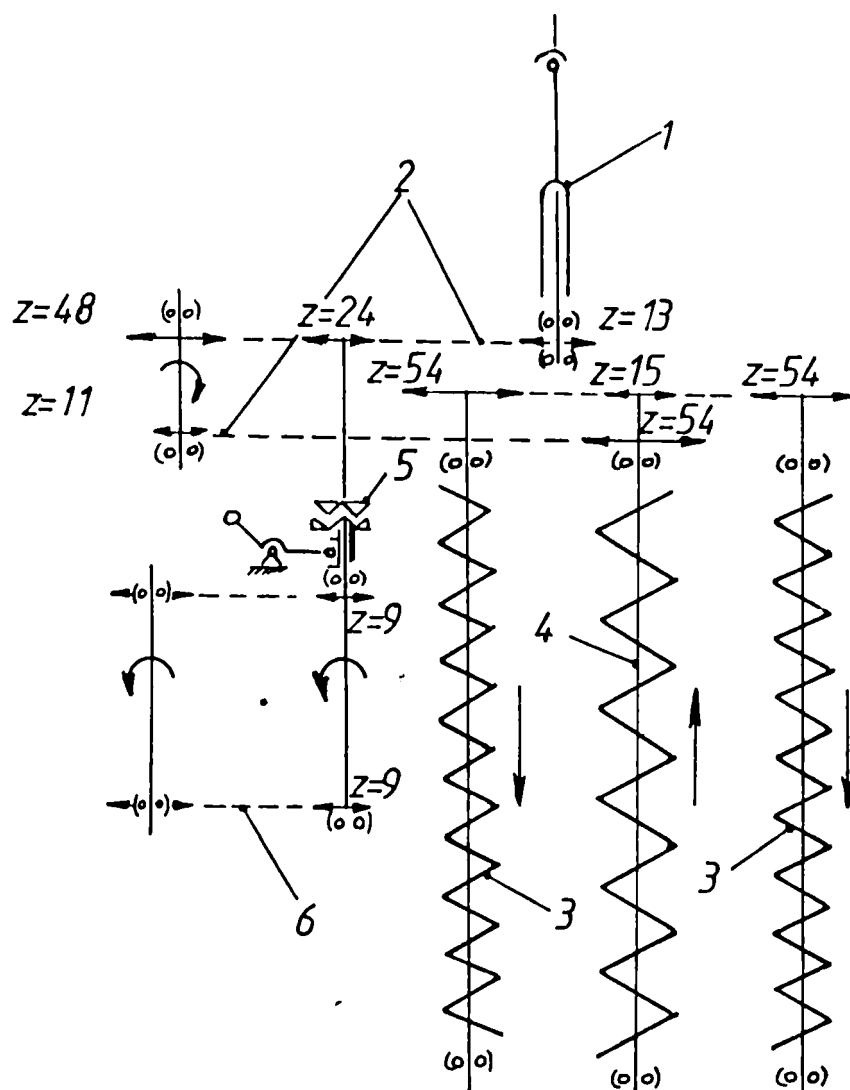
intermediul unor șuruburi se prinde buna. Deasupra șasiului, la mijloc prin intermediul a patru bride este prins axul cu două roți pneumatice.

Remorca tehnologică amestecătoare pentru furaje R.T.A -4,5 este tractată și acționată de tractorul U-650 M. Cuplarea ei la tractor se face de bara ridicătorului hidraulic, prin intermediul căreia se face și reglarea înălțimii jgheabului de alimentare cu furaj a ieslei. În timpul încărcării remorcii cu furaje, jgheabul de golire este rabatat în sus, transportorul de descărcare decuplat, iar melcii amestecători sunt în mișcare. După terminarea amestecării, agregatul tractor remorcă se deplasează în grajd, jgheabul de golire se rabate în jos cuplându-se astfel și axul de antrenare al transportorului de evacuare, prin intermediul căruia furajele sunt distribuite animalelor în iesle.

Schema cinematică a remorcii R.T.A - 4,5 este prezentată în fig.2.8.

Nivelul maxim de încărcare al benei va fi cu 10 cm sub nivelul superior al benei. Umiditatea maximă admisă a furajelor ce se amestecă și distribuie cu acest tip de remorcă este de 25 - 30%. Pot fi amestecate pe lângă furaje concentrate și furaje fibroase grosiere și rădăcinoase, cu condiția ca acestea să fie măcinate astfel încât cel puțin 85% din masa particulelor să aibă lungimea până la 20 mm. Totodată, această remorcă are posibilitatea introducerii în amestec și a unor componente (melasă diluată sau soluție de hidroxid de sodiu) care nu vor depăși 7% din totalul amestecului.

Remorca R.T.A - 4,5 se poate deplasa cu o viteză maximă de 10 km/h, are volumul benei de 4,5 m<sup>3</sup> și poate distribui furaje în adăposturile de bovine ce au înălțimea maximă a ieslelor de furajare de 620 mm.



*Fig.2.8. Schema cinematică a remorcii R.T.A.- 4,5*

*1 - transmisie cardanică; 2 - transmisie cu lanț; 3 - transportoare elicoidale superioare;  
4 - transportor elicoidal inferior; 5 - cuplaj cu ghiare; 6 - transportor de evacuare.*

#### 2.4. Situația actuală pe plan mondial privind distribuirea mecanizată a furajelor la bovine

În ultimii ani se observă că în țările cu o zootehnic dezvoltată au apărut noi concepte privind furajarea animalelor. Pentru bovine se folosește din ce în ce mai mult sistemul UNIFEED (furaj unic) sistem ce a impus realizarea unor mașini noi, capabile



să-l distribuie în adăposturi [ 82 ].

Sistemul UNIFEED a devenit o metodă de neînlocuit în crescătoriile moderne de bovine, pentru că permite o alimentație corectă utilizând cele mai variate tipuri de produse și subproduse, o mare economisire a lor cu rezultate economice importante care se pot obține într-un timp foarte scurt. Pentru prima dată, utilizând sistemul UNIFEED, crescătorii de bovine au fost capabili să formuleze rația alimentară proprie bazată pe principii științifice probate[ 96 ].

Operația de distribuire mecanizată a furajului unic în fermele de bovine, este analizată în strânsă legătură cu operația de pregătire a furajului unic.

Au fost realizate mașini ce efectuează ambele operații, fapt ce a condus la scurtarea timpului afectat acestora, reducându-se consumul de forță de muncă. Astfel s-au obținut amestecuri omogene și precise a componentelor rațiilor furajere, iar prin noile metode de distribuire s-a ajuns ca la fiecare animal să fie distribuită cantitatea de furaj unic stabilită prin rețeta de furajare și tehnologia de creștere.

Furajul unic realizat cu astfel de mașini, este un amestec omogen de furaje fibroase, grosiere, rădăcinoase, concentrate și P.V.M.-uri, cu procente specificate în rețeta de furajare utilizată, funcție de categoria de bovine la care se administrează. De asemenea furajul unic mai poate să includă ingrediente provenite din industria alimentară, cum ar fi: semințe rezultate în urma distilării, carne, sânge, măduvă osoasă, seu, semințe de bumbac, resturi de la fabricile de bere, tăiței de sfeclă, etc.

Pentru a răspunde noilor concepte privind producerea și distribuția furajului unic, firmele cu tradiție în domeniu au realizat mașini ce execută mai multe operații, evitându-se investiții suplimentare în utilaje specializate și secții de pregătire a furajelor. Noile mașini sunt capabile să distribuie în cantitățile dorite, întreaga gamă de furaje ce intră în componența rețetelor de furajare a bovinelor. Deoarece aceste mașini execută mai multe operații ( autoîncărcare, dozare, amestecare, tocare, transport, distribuție) s-a ajuns ca 2 - 3 persoane să deservească o fermă de 200 - 300 vaci cu lapte[ 101 ].

Prezentăm în continuare evoluția realizărilor pe plan mondial al mașinilor destinate pregătirii și distribuirii furajului unic.

În fig.2.9 se prezintă o mașină produsă de firma STORTI din Italia.

Mașina este destinată pentru dozarea, amestecarea și tocarea furajelor în vederea obținerii furajului unic, precum și pentru transportul și distribuirea acestuia pe o parte, în ieslele de hrănire a bovinelor [ 76 ] .



*Fig. nr.2.9.*

Această mașină monoaxă este tractată și acționată de tractorul de 65 C.P. și are volumul benei de 9,5 m<sup>3</sup>. Unul dintre cei mai reprezentativi producători mondiali de utilaje din domeniul analizat de noi, este firma SEKO din Italia care a realizat mașini adaptate celor mai diferite tehnologii de creștere a bovinelor și la cele

mai mari exigențe de exploatare. Toate lucrările de pregătire și distribuire a furajului unic sunt executate cu o singură mașină și un singur operator - mecanizator. Mașinile firmei SEKO se compun în general din aceleași ansambluri de bază: benă, melci de amestecare și tocarea cu cuțite de tocarea montate pe spire, cadrul cu roțile de transport, sistemul de cântărire programabil tip "Sekotronic", sistemul de acționare cu cardan de la priza de putere a tractoarelor de 65 sau 100 C.P.

Ultimile serii de mașini realizate de această firmă, sunt autopropulsate și sunt dotate cu freză de dislocat siloz [ 100 ] .

Procesul de lucru al acestora este următorul: mașina este alimentată sau se autoîncarcă cu elementele prevăzute în rețeta de furajare conform dozării programate, amestecă și toacă componentele furajului unic timp de 20 - 25 minute, după care se deplasează în adăposturile de bovine unde, furajul unic rezultat este distribuit în ieslele

de furajare. Distribuirea poate fi făcută simultan pe ambele părți sau pe o parte ( stânga sau dreapta) în funcție de amplasarea ieslelor de furajare.

Dintre cele mai reprezentative realizări în domeniu prezentăm în continuare astfel de mașini în ordinea evoluției numărului de operații ce le pot realiza.

Mai evoluat din punct de vedere tehnic [ 103 ] este mașina firmei SEKO - tipul ELEPHANT - ROUND - BALE, prezentat în fig.2.10, care în plus față de mașina firmei STORTI se poate autoîncărca cu baloți de fân cilindrici sau paralelipedici și este dotată cu un sistem electronic de cântărire și citire, acționat și urmărit din cabina tractoristului.



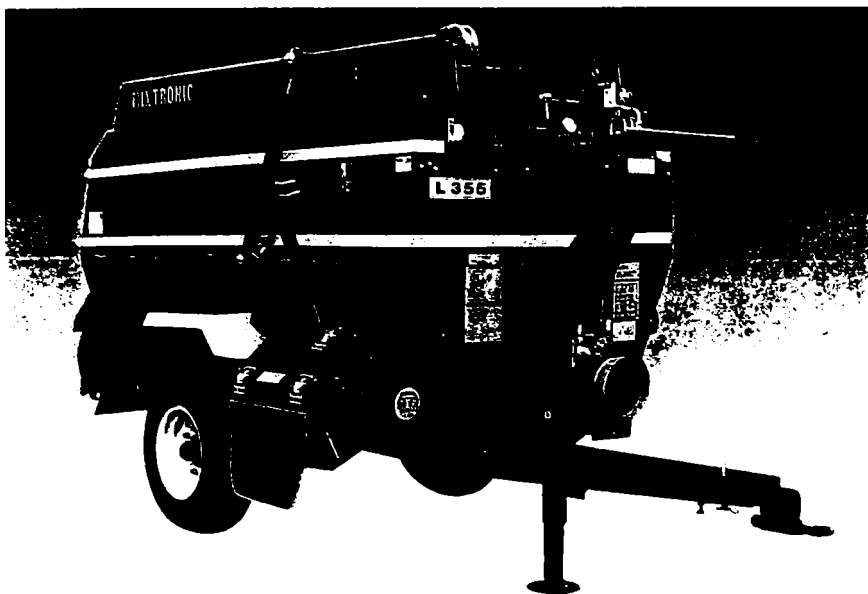
*Fig.2.10.*

Mașinile SEKO - tipul ELEPHANT-ROUND -BALE sunt produse în 6 modele diferite, putând fi tractate și acționate de tractoare cu puteri cuprinse între 50 și 90 C.P.Volumul benei poate fi de 10, 12, 14, 16, 18 și 20 m<sup>3</sup>, în funcție de model.

Distribuirea furajului unic în adăpost o face pe partea stângă, iar variația cantității de furaj distribuit se face prin reglarea hidraulică a deschiderii șibărului montat la transportorul transversal. Acest utilaj asigură o precizie de amestecare a componentelor rețetei furajului unic de 95%, iar în 4 - 5 minute poate toca un balot cilindric de fibroase. Pregătirea unei șarje de furaj unic cu o astfel de mașină se face în 20 - 25 minute.

În fig.2.11 este prezentată o altă mașină a firmei SEKO [ 102 ], tipul MIXTRONIC - model L - 355, ce execută aceleași operații ca mașina precedentă, dar care se poate autoîncărca cu furaje din silozurile de suprafață, cu ajutorul unei freze montată în spatele mașinii. Freza este acționată de un motor hidraulic.

Mașinile SEKO de tipul MIXTRONIC L dotate cu freze de siloz sunt produse în 3 modele diferite, putând fi tractate și acționate de tractoare cu puteri cuprinse între 25 și 45 C.P.



*Fig.2.11*

freză pentru desilozarea furajelor. Ele pot fi autopropulsate sau acționate de tractoare cu puteri cuprinse între 12,5 și 20 C.P., și au volumul benei de 3 respectiv 4 m<sup>3</sup> în funcție de model.

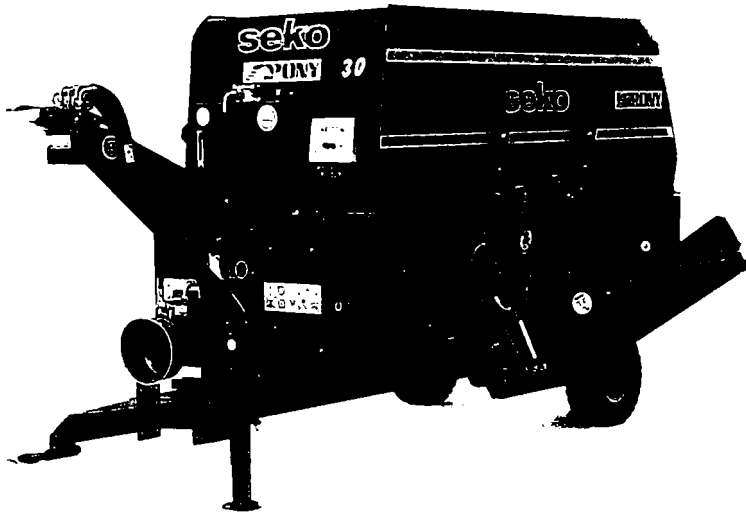


*Fig.2.12*

În funcție de model volumul benei poate fi de 3, 5,5 și 7m<sup>3</sup>, iar înălțimea de lucru al frezei de siloz poate fi de 3800; 4100 și 4400 mm. Pentru furajarea bovinelor crescute în adăposturi ce au aleea de furajare îngustă, firma SEKO a realizat tipul de mașini SAMURAI-PONY, produs în 5 modele [ 84 ].Mașinile din această serie nu sunt dotate cu

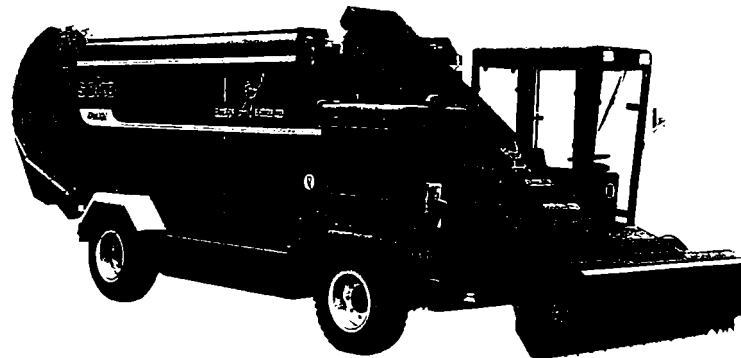
O mașină autodeplasabilă produsă de firma SEKO tipul SAMURAI - PONY - model SELF MB - 30 , dotată cu un motor Lombardini de 16 C.P., este prezentată în fig.2.12. În fig.2.13 este prezentată mașina firmei SEKO, tipul SAMURAI- PONY-model 30T.

De curând firma SEKO a produs tipul de mașină SAMURAI - DOUBLE MIX în 12 modele. Aceste noi modele pot fi acționate de tractoare cu puteri cuprinse între 60 și



*Fig.2.13*

80 C.P., sau pot fi autodeplasabile. La modelele autodeplasabile, freza de siloz este amplasată în fața benei, conferindu-le o mai mare manevrabilitate. Volumul benei variază între 8 și 16 m<sup>3</sup>. O mașină autodeplasabilă, de tipul mai sus amintit, dotată cu un motor de 120 C.P. este prezentată în fig.2.14.



*Fig.2.14.*

În tabelul 2.1 sunt prezentate 8 grupe tipodimensionale de mașini produse de firma italiană "SEKO", destinate furajării complexe și constante cu furaj unic a bovinelor. O caracteristică comună tuturor acestor mașini este faptul că sunt dotate cu un sistem de cântărire programabil tip "SEKOTRONIC", ce oferă posibilitatea unei dozări precise a rețetei de furaj unic utilizate.

Tabelul 2.1  
Tipuri de utilaje destinate pregătirii și distribuiri furajelor fabricate de Societatea "SEKO" - Italia

Nr. crt.	Tipul	Model	Principalele date tehnice							Putere necesară C.P.
			Lungime mm	Lățime mm	Înălțime mm	Inălțime de lucru freză mm	Volum m <sup>3</sup>	Masa kg		
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1.	ELEPHANT ROUND BALE	1000 R.B.	5400	2500	2500	-	10	4300	50	
		1200 R.B.	6000	2500	2500	-	12	5100	50	
		1400 R.B.	6500	2500	2800	-	14	5500	60	
		1600 R.B.	6900	2500	2800	-	16	6000	70	
		1800 R.B.	7250	2500	2800	-	18	6500	80	
2.	PANTER - L	2000 R.B.	7600	2500	2800	-	20	7000	90	
		L - 805	5200	2450	2570	4700	8	4600	50	
		L - 1005	5600	2450	2650	5200	10	5300	60	
		L - 1205	6200	2600	2950	5500	12	5900	70	
3.	PANTER-ROUND -BALE-L	L - 1405	6700	2600	2950	5800	14	6500	80	
		L - 1005 R.B.	5800	2450	2650	5200	10	5800	60	
		L - 1205 R.B.	6400	2600	2950	5500	12	6400	60	
		L - 1405 R.B.	6900	2600	2950	5800	14	7000	70	

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
4.	MIXTRONIC - L	L - 355 L - 505 L - 705	4200 4850 5250	2000 2050 2250	2000 2250 2300	3800 4100 4400	3,5 5 7	2300 2800 3300	25 35 45
5.	MIXTRONIC EM	EM 350/SV EM 500/SV EM 700/SV	3500 4000 4700	2000 2000 2200	1900 2100 2200	- - -	3,5 5 7	2000 2400 2900	7,5 12,5 15
6.	TIGER - TL	TL 95 TL 115 TL135 TL 155	5600 6000 6350 6800	2300 2300 2400 2400	2680 2770 2950 3000	4800 5400 5600 5800	9 11 13 15	4600 5300 5900 6500	60 60 80 80
7.	SAMURAI- PONY	30 T SELF MB 30 SELF MD 30/16 SELF MD 30/22-S SELF MD 40/22-S	3370 3430 3430 3935 4335	1300 1250 1250 1200 1200	1850 1950 1950 1850 1990	- - - - -	3 3 3 3 4	2300 2730 2750 3000 3050	15-20 12,5 16 22 22
8.	SAMURAI DOUBLE - MIX	S - 80 S - 100 S - 120	5300 5550 5900	2020 2020 2200	2400 2400 2650	- - -	8 10 12	3600 4000 4200	60 60 80

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
8.	SAMURAI - DOUBLE - MIX	S - 140 100 - U.S. 120 - U.S. 140 - U.S. 160 - U.S. SL - 85 SL - 105 SL - 125 SL - 145	6390 5030 5430 5780 6230 5400 5800 6150 6600	2200 2020 2020 2200 2200 2300 2400 2400 2400	2650 2415 2415 2715 2715 2500 2550 2800 2800	- - - - - 4800 5400 5600 5800	14 10 12 14 16 8 10 12 14	4700 4100 4300 4500 4900 4200 4700 5100 5500	80 60 80 80 80 60 60 80 80



O altă firmă cu realizări deosebite în producerea mașinilor destinate producerii și distribuirii furajului unic la bovine, este firma AUDUREAU din Franța care face parte din cadrul concernului KUHN.

Mașinile monoaxe realizate de această firmă [ 81], sunt acționate de tractoare cu puteri cuprinse între 70 și 95 C.P. .Volumul benei poate fi de 6, 8, 19 și 12 m<sup>3</sup>.

Față de firma SEKO, firma AUDUREAU a adoptat soluții originale în ceea ce privește sistemul de tocare și amestecare a furajelor, precum și la sistemul de distribuire.

În fig. 2.15 se prezintă o mașină produsă de firma AUDUREAU , din seria F-850.



*Fig.2.15*

De remarcat este faptul că firmele specializate în producerea mașinilor destinate pregătirii și distribuirii furajelor în fermele de bovine, prezintă oferte diversificate, dând posibilitatea fermierilor să-și aleagă tipul de mașină cel mai adecvat, în funcție de efectivul de animale, tipul adăpostului și tehnologia de creștere folosită.

Alegerea mașinilor adecvate, în cazul fermelor de bovine are o mare însemnătate, deoarece aceasta contribuie în mare măsură la eficientizarea economică a lor.

## 2.5. Concluzii

Prin introducerea mecanizării în cazul operației de distribuire a furajelor în adăposturile de bovine se reduce considerabil consumul de forță de muncă.

La ora actuală în țară sunt folosite utilaje și scheme tehnologice diferite, funcție de tipul de furaj distribuit: fibroase, grosiere, concentrate, rădăcinoase. În țară nu se produc utilaje capabile să distribuie întregul sortiment de furaje folosit în hrana bovinelor. Cele mai folosite utilaje sunt remorcile de uz general și remorcile tehnologice amestecătoare.

Dezavantajele utilizării la distribuirea furajelor a remorcilor de uz general constau în : consumul mare de forță de muncă, precizia scăzută privind uniformitatea de distribuție, costuri ridicate în exploatare.

Cu toate că remorcile tehnologice amestecătoare utilizate la distribuirea furajelor reprezintă o soluție evoluată în executarea operației analizate, acestea sunt totuși utilaje specializate putând distribui o gamă restrânsă de furaje, ce în prealabil trebuie să fie prelucrate.

În cazul remorcilor tehnologice amestecătoare R.T.A.-4,5 și R.T.A.-9, utilizate la distribuirea furajelor concentrate, apar următoarele dezavantaje:

- nu pot distribui furaje concentrate ce au umiditatea mai mare de 25 - 30%;
- omogenizarea scăzută a amestecurilor rezultate;
- uniformitatea de distribuire necorespunzătoare;
- fiabilitatea mică în exploatare;
- nu pot fi utilizate în adăposturile cu alei de furajare înguste;
- în cazul utilizării în amestecuri a fibroaselor, acestea trebuie să fie măcinate (85% din masa particulelor să aibă lungimea până la 20 mm), fapt ce implică consumuri energetice mari.

Toate aceste dezavantaje întâlnite la utilajele analizate, destinate distribuției furajelor în fermele de bovine, impun necesitatea realizării în țară a unor utilaje capabile să distribuie întreaga gamă de furaje folosite în hrana bovinelor.

În țările cu o zootehnie avansată au apărut noi concepte privind furajarea bovinelor, unul din acestea fiind conceptul UNIFEED (furaj unic), ce a impus realizarea unor mașini capabile să-l distribuie în adăposturi.

Furajul unic este un amestec omogen de furaje fibroase, grosiere, rădăcinoase, concentrate și P.V.M.-uri, cu procente specificate în rețeta de furajare utilizată, funcție de categoria de bovine la care se administrează.

De asemenea furajul unic mai poate să includă ingrediente provenite din industria alimentară, cum ar fi: semințe rezultate în urma distilării, carne, sânge, măduvă osoasă, seu, semințe de bumbac, resturi de la fabricile de bere, tăiței de sfeclă, etc.

Distribuția mecanizată a furajului unic conform tehnologiilor moderne de creștere a bovinelor, este necesară să se facă cu mașini performante, fiabile, capabile să distribuie cele mai variate rețete alcătuite din întreaga gamă de furaje utilizate în hrana bovinelor. Parametrii constructivi și funcționali ai acestor mașini trebuie să permită reglaje cât mai variate pentru a se putea furaja toate categoriile de bovine.

Și în țara noastră a început să fie utilizat furajul unic în hrana bovinelor, dar deoarece acesta are în componență o varietate de furaje (concentrate, fibroase, siloz), se constată că remorcile tehnologice amestecătoare autohtone pot să-l distribuie numai sub forma anumitor rețete, nerespectându-se cerințele tehnologiilor moderne de furajare a bovinelor.

Pe plan mondial operația de distribuție mecanizată a furajului unic este analizată în strânsă legătură cu operația de pregătire a acestuia. Astfel au fost realizate mașini, care prin soluțiile tehnice adoptate, asigură obținerea unor furaje unice omogene, cu dimensiuni mici ale componentelor, ce sunt distribuite în cantitățile cerute de noile tehnologii de furajare. Mașinile realizate sunt acționate de tractoare sau pot fi autodeplasabile și sunt produse în diverse game tipodimensionale. Unele sunt dotate și cu freză de siloz, permițând desilozarea furajelor însilozate.

Firme cu tradiție în domeniu ( STORTI, SEKO, AUDUREAU) au realizat mașini ce execută mai multe operații, evitându-se investițiile suplimentare în utilaje specializate și secții de pregătire a furajelor. Prin aceste realizări s-a ajuns ca 2 - 3 persoane să deservească o fermă cu un efectiv de 200 - 300 vaci cu lapte.

Toate cele prezentate mai sus au impus efectuarea unor studii și cercetări teoretice și experimentale pentru cunoașterea și optimizarea parametrilor constructivi și funcționali ai mașinilor utilizate la distribuirea furajului unic în fermele de bovine.

## Capitolul 3

# STUDIUL TEORETIC AL PARAMETRILOR CONSTRUCTIVI ȘI FUNCȚIONALI AI MAȘINILOR UTILIZATE LA DISTRIBUIREA FURAJULUI UNIC

### 3.1. Considerații generale

Procesul tehnologic de distribuire a furajelor în adăposturile de bovine, folosind mașinile de distribuit, cuprinde următoarele operații:

- alimentarea și dozarea mașinilor cu furaje și ingrediente în proporțiile stabilite prin rețetele de furajare;
- tocarea furajelor fibroase și omogenizarea amestecului furajer;
- transportul furajului unic obținut, în adăposturi;
- distribuirea furajului unic în adăpost.

Tehnologiile actuale de furajare a bovinelor, ce se aplică în țara noastră, sunt deficitare deoarece folosesc utilaje specializate ce permit distribuirea numai a unor sortimente de furaje, fibroase sau concentrate, iar în cazul în care distribuie un amestec de fibroase și concentrate, fibroasele trebuie să fie mărunțite corespunzător[50].

Totodată pentru a se asigura o distribuire cât de cât corespunzătoare, cu remorcile tehnologice amestecătoare produse în țară, este necesar să fie respectate anumite cerințe în ceea ce privește gradul de tocare al fibroaselor, umiditatea furajelor, momentul dozării furajelor concentrate, etc,[ 51].

Pe plan mondial, mașinile destinate distribuirii furajului unic, pot distribui întregul sortiment de furaje utilizat în hrana bovinelor, fără a mai fi necesar efectuarea tocării furajelor fibroase, sau a mai avea restricții în ceea ce privește momentul dozării furajelor concentrate și umiditatea furajelor utilizate în rețeta de furajare.

Aceste mașini în general se compun din următoarele ansambluri de bază: benă, melci de amestecare, cadrul cu roțile de transport, transportorul transversal de evacuare, sistemul de cântărire, sistemul de acționare cu cardan de la priza de putere a tractorului, iar ultimile tipuri sunt dotate și cu freză de dislocat siloz.

Procesul de lucru este următorul [38]: mașina este alimentată sau se autoîncarcă cu elementele prevăzute în rețeta de furajare conform dozării programate, amestecă și toacă componentele furajului unic timp de 20 - 25 minute, după care se deplasează în adăposturile de bovine unde furajul unic rezultat este distribuit în ieslea de furajare.

Tehnologiile actuale de hrănire a bovinelor care se aplică pe plan mondial și la noi în țară, impun realizarea unui furaj unic omogen de fibroase, grosiere, rădăcinoase, concentrate și P.V.M.-uri, în proporții specifice rețetei de furajare utilizate.

Pentru stabilirea principalilor parametrii constructivi și funcționali ai mașinilor de distribuit, care să satisfacă cerințele și condițiile impuse de distribuirea mecanizată a furajelor, este necesar ca aceștia să fie analizați din punct de vedere teoretic, pentru a se cunoaște de cine și cum sunt influențați în procesul de distribuire.

Din studiul documentar efectuat a rezultat că aceste mașini de distribuit au în componența lor transportoare cu bandă, transportoare cu racleți sau transportoare elicoidale. S-a impus astfel studierea principiilor teoretice a celor trei tipuri de organe de lucru, pentru a putea stabili principalii parametrii ai acestora ce intervin în cadrul procesului analizat.

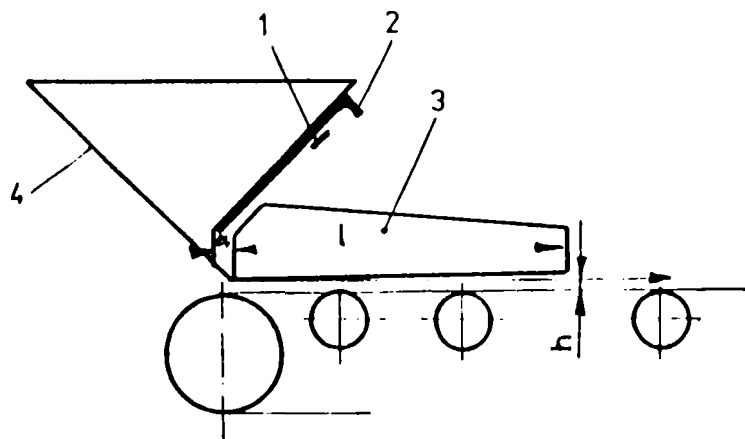
### 3.2. Studiul parametrilor transportoarelor cu bandă

Deoarece la transportoarele cu bandă, uniformitatea de distribuire este determinată numai de uniformitatea de alimentare, se impune studierea vitezei de alimentare a benzii în raport de viteza de deplasare a acesteia.

#### *3.2.1. Viteza imprimată furajului de dispozitivul de alimentare*

Pentru distribuirea uniformă a furajului, la capătul transportoarelor cu bandă, este necesar ca alimentarea acestora cu furaj să se facă pe un jgheab de dirijare, pe care furajul să aibă viteza de curgere corelată cu viteza benzii.

În fig.3.1., este prezentată schema unui dispozitiv de încărcare cu furaj a transportoarelor cu bandă, care cuprinde: peretele anterior 1, șibărul 2, peretele vertical al jgheabului de dirijare 3, peretele posterior al pâlniei de alimentare 4.



*Fig.3.1. Dispozitiv de încărcare cu furaj a transportoarelor cu bandă.*

Pereții anterior și posterior ai pâlniei de alimentare trebuie să aibă o înclinare față de planul orizontal cu  $10 - 15^{\circ}$  mai mare decât unghiul de frecare dintre material și acești pereți. De asemenea, muchia inferioară a peretelui anterior trebuie să depășească muchia corespunzătoare a peretelui posterior cu distanța  $a = 100 - 150 \text{ mm}$  [ 11 ].

Lungimea jgheabului de dirijare  $l$ , corespunde spațiului pe care are loc alunecarea furajului pe bandă. Acest spațiu depinde de viteza inițială  $V_0$  a furajului și de viteza benzii  $V_b$ . Ca urmare a forțelor de frecare dintre furaj și bandă, furajul va fi accelerat, iar după parcurgerea spațiului  $l$ , va atinge viteza  $V_b$ .

Considerăm o masă elementară de furaj, dispusă pe distanța elementară  $dx$  a jgheabului de lungime  $l$  și înclinată sub un unghi  $\alpha$  ( Fig.3.2.). Asupra acestei mase, acționează următoarele forțe: greutatea  $mg$ ; reacțiunea normală la suprafața benzii  $N$ ; forța de frecare  $\mu_b N$  și forța de inerție  $m \frac{dV}{dt}$ .

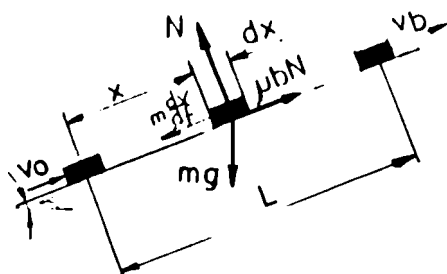


Fig.3.2. Schema de calcul a lungimii jgheabului de dirijare

Ecuatiile de echilibrare [ 43] pe direcțiile de deplasare a benzii sunt:

$$m \frac{dV}{dt} + mg \sin \alpha - \mu_b N = 0 \quad (3.1)$$

$$N - mg \cos \alpha = 0$$

unde:

$m$  = masa elementară a furajului dispusă pe distanța  $dx$ ;

$\mu_b$  = coeficient de frecare dintre furaj și bandă;

$t$  = timpul în care are loc variația vitezei sarcinii de la  $V_0$  la  $V_b$ .

Eliminând pe  $N$  obținem ecuația diferențială a mișcării furajului în perioada de accelerare.

$$\frac{dV}{dt} = g(\mu_b \cos \alpha - \sin \alpha) \quad (3.2)$$



Având în vedere că  $dt = \frac{dx}{V}$  obținem:

$$Vdv = g(\mu_b \cos\alpha - \sin\alpha)dx \quad (3.3)$$

Integrând în limitele corespunzătoare obținem:

$$\int_{V_0}^{V_b} Vdv = g(\mu_b \cos\alpha - \sin\alpha) \int_0^l dx \quad (3.4)$$

sau după integrare:

$$\frac{V_b^2 - V_0^2}{2} = g(\mu_b \cos\alpha - \sin\alpha)l \quad (3.5)$$

de unde rezultă lungimea  $l$  necesară de cunoscut

$$l = \frac{V_b^2 - V_0^2}{2g(\mu_b \cos\alpha - \sin\alpha)} \quad (3.6)$$

Din relația 3.5, rezultă că lungimea jgheabului, este cu atât mai mare cu cât diferența  $V_b - V_0$  este mai mare. De aceea se urmărește ca dispozitivul de alimentare să imprime furajului o viteză cât mai apropiată de a benzii. Valoarea minimă a lui  $l$  se obține pentru  $\alpha = 0$ .

$$l = \frac{V_b^2 - V_0^2}{2\mu_b g} \quad (3.7)$$

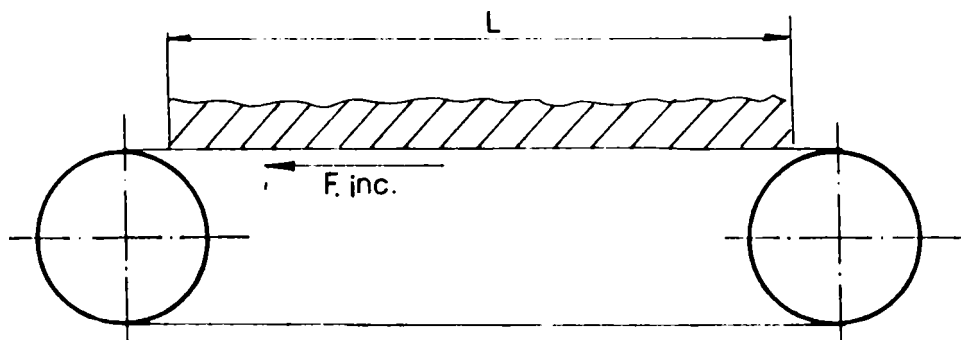
Rezultă deci, că pentru stabilirea vitezei de deplasare a benzii trebuie să se țină seama de viteza imprimată furajului pe jgheabul de dirijare, de către remorcile tehnologice, utilizate la operația de distribuire a furajului unic.

### 3.2.2. Forțele rezistente la deplasarea benzii încărcate cu furaj

Forțele rezistente care se opun deplasării benzii alimentată cu furaj în timpul transportului, sunt următoarele: rezistențele ce apar pe ramura încărcată a transportorului

$F_{inc}$ , rezistențele ce apar pe ramura descărcată  $F_{desc}$  și rezistențele la trecerea peste tamburii de antrenare  $F_{ta}$  și de întindere  $F_{fi}$ .

Considerăm banda de lungime  $L$  și că sarcina este uniform distribuită pe toată lungimea sa (Fig.3.3).



*Fig.3.3. Schema de calcul a forțelor rezistente la deplasarea furajului pe ramura încărcată*

În funcție de aceste condiții, se va calcula forța de rezistență opusă la deplasarea benzii încărcată cu furaj. Notând cu  $\rho_l$  și  $\rho_b$  masa de furaj pe metru liniar și respectiv pe bandă, forța rezistentă la deplasarea furajului va fi dată de relația:

$$F_{inc} = \mu_b (\rho_l + \rho_b) g L \quad [ N ] \quad (3.8)$$

în care :  $g$  = accelerația gravitațională în  $m/s^2$ ;

$\mu_b$  = coeficientul de frecare la deplasarea benzii pe fundul jgheabului.

Pentru ramura descărcată când  $\alpha = 0$  , forța de rezistență va fi:

$$F_{desc} = \rho_b g L \quad [ N ] \quad (3.9)$$

La trecerea benzii peste tamburele de antrenare și respectiv de întindere apar rezistențele  $F_{ta}$  și respectiv  $F_{fi}$  datorită forțelor de frecare din lagărele acestora. Notând

cu  $F_{inf}$  și  $F_{desf}$ , forțele din bandă în ramura încărcată și respectiv descărcată, în cazul unui unghi de înfășurare a benzii pe tamburul de antrenare de  $\pi$  radiani, din ecuația de momente față de axa tamburului rezultă:

$$F_{ta} \frac{D_{ta}}{2} = (F_{inf} + F_{desf}) \mu_1 \frac{d}{2} \quad (3.10)$$

unde:

$D_{ta}$  = diametrul tamburului de antrenare;

$d$  = diametrul fusului tamburului de antrenare;

$\mu_1$  = coeficientul de frecare din lagărele tamburului de antrenare.

Rezultă deci:

$$F_{ta} = (F_{inf} + F_{desf}) \frac{\mu_1 d}{D_{ta}} = K_1 (F_{inf} + F_{desf}) \quad (3.11)$$

$$K_1 = 0,015 \div 0,02$$

La trecerea benzii peste tamburul de întindere

$$F_{desf} = K_2 F_{inf} \quad (3.12)$$

de unde rezultă că rezistența întâmpinată de bandă este dată de relația:

$$F_{ti} = F_{desf} - F_{inf} = F_{inf} (K_2 - 1) \quad (3.13)$$

în care:

$$K_2 = 1,05 \div 1,1$$

Forța de frecare dintre banda și tamburul de antrenare, reprezintă forța de tracțiune capabilă să pună în funcțiune transportorul. Notând cu  $\beta$  unghiul de înfășurare a benzii pe tambur (fig.3.4.) și cu  $\mu$  coeficientul de frecare între tambur și bandă [26], conform relației lui Euler rezultă:

$$F_{inf} = F_{desf} e^{\mu\beta} \quad (3.14)$$

În proiectare se ia un coeficient de siguranță  $c = 1,2$ , deci:

$$c F_{inf} = F_{desf} e^{\mu\beta} \quad (3.15)$$

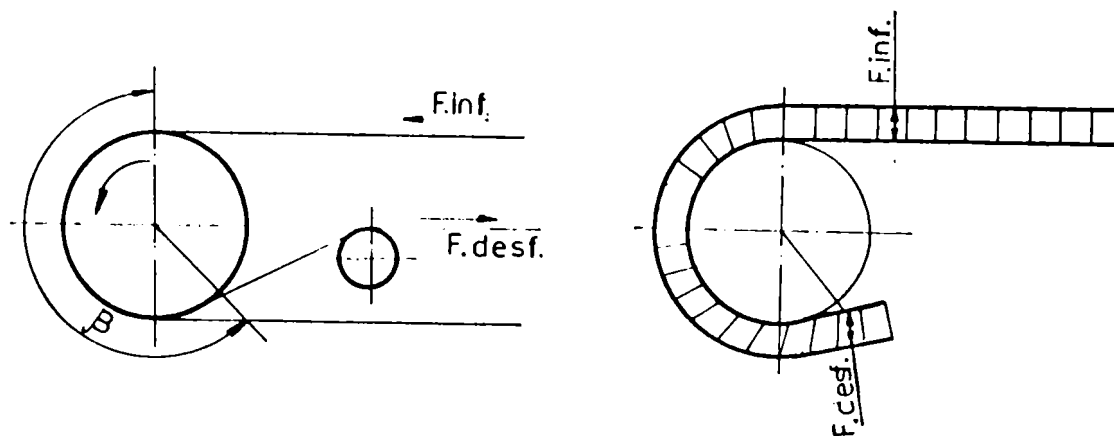


Fig.3.4. Schema de calcul a forței de tracțiune a benzii

Din relația 3.14 , se observă că pentru mărirea forței de tracțiune trebuie mărit și unghiul de înfășurare a benzii și coeficientul de frecare ( prin aplicarea de adaosuri de cauciuc, asbest, etc.). Forța periferică pe care o transmite tamburul este dată de relația:

$$F_p = F_{inf} - F_{desf} + F_{in} \quad (3.16)$$

sau 
$$F_p = F_{inf} - F_{desf} + K_1(F_{inf} + F_{desf}) \quad (3.17)$$

Având în vedere relația 3.14 , relația 3.15 poate fi scrisă sub următoarele forme:

$$F_p = F_{inf} \frac{e^{\mu\beta} - c + K_1(e^{\mu\beta} + c)}{e^{\mu\beta}} \quad (3.18)$$

$$F_p = F_{desf} \frac{e^{\mu\beta} - c + K_1(e^{\mu\beta} + c)}{c} \quad (3.19)$$

Calculul puterii necesare antrenării transportorului se face de obicei în două etape. În prima etapă se face calculul preliminar, în care se utilizează coeficienții de corecție. În acest caz forța de rezistență totală la deplasarea furajului va fi:

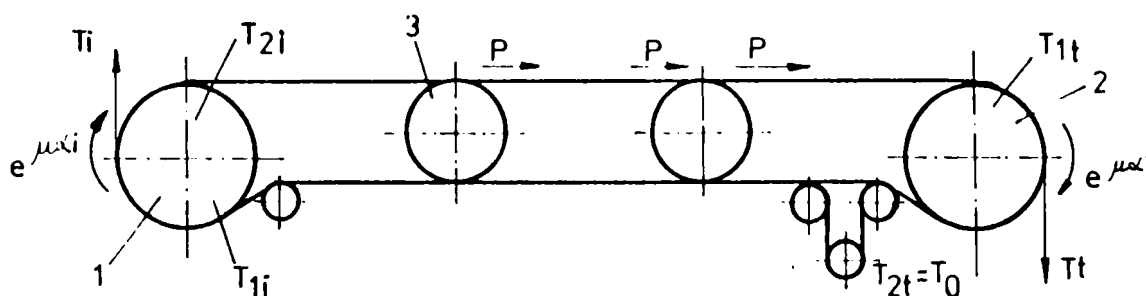
$$F_t = (F_{inf} + F_{desf} + F_p) K \quad (3.20)$$

unde :  $K = K_1 K_2 K_3$  este un coeficient care ia în considerare rezistențele datorate rigidității benzii la trecerea peste tambure și rezistențele la rotirea tamburilor de întindere  $K_3 = 1,05 + 1,1$  pentru cazul în care unghiul de înfășurare a benzii pe tambur este  $\beta \leq \pi$ , "m"

este numărul acestor tambure,  $K_4 = 1,02 \div 1,05$  pentru cazul când unghiul de înfășurare a benzii pe tambur  $\beta \leq \frac{\pi}{2}$ , "n" este egal cu numărul acestor tambure.

Dacă forța rezistentă totală  $F_l$  la deplasarea benzii cu furaj, este mai mare ca forța periferică  $F_p$  pe care o poate transmite tamburul, are loc alunecarea benzii pe tambur, de aceea pentru transportul pe lungimi mari, este necesar, ca ambele tambure să antreneze banda, sau deplasarea benzii să se facă prin tracțiune cu cablu.

La transportoarele cu bandă care funcționează după schema din fig. 3.5., au fost create condiții datorită cărora forța periferică de pe ramura inferioară încărcată a benzii este transmisă ramurei încărcate superioare. În acest mod forțele de tracțiune din ramura superioară a benzii sunt micșorate, iar cele din ramura inferioară sunt sporite.



*Fig.3.5. Schema de lucru a transportorului cu bandă cu doi tamburi de antrenare și role de egalizare*

Pentru a determina forța de tracțiune,  $T_{max}$  în banda unui transportor cu două tambure de antrenare și role de egalizare, s-a notat cu 1 tamburul inițial, cu 2 tamburul terminal și cu 3 rolele de egalizare. De asemenea s-au mai adoptat următoarele notații:

- $T_i$ ;  $T_t$  = forțele tangențiale ale tamburelor de antrenare, terminal și inițial;
- $T_{1i}$ ;  $T_{2i}$  = forțele de tracțiune asupra benzii de-a lungul tamburelor;
- $T_{2t} = T_0$  = forța de tracțiune asupra benzii la finele înfășurării pe tamburul de antrenare terminal egală cu forța de torsiune inițială;

-  $T_{2i}$  = forța de tracțiune asupra benzii la finele înfășurării, pe tamburul de antrenare inițial;

-  $e^{\mu\alpha_t}, e^{\mu\alpha_i}$  = coeficienții de lucru Eytelweinsch pentru ambele tambure de antrenare în care :  $\mu_f = \mu_i = \mu$

-  $w_s ; w_i$  = rezistența principală în porțiunile superioare și inferioare ale benzii;

-  $P$  = forța tangențială a rolei de egalizare respectiv forța care se aplică rolei de egalizare de pe porțiunea inferioară a benzii pe porțiunea superioară a acesteia;

-  $Z$  = numărul rolelor de egalizare.

În aceste condiții se pot scrie următoarele egalități neluându-se în considerare rezistențele secundare în cazul transportorului orizontal [ 75 ].

Deci:

$$T_t = T_{1t} - T_{2t} = T_{2t}(e^{\mu\alpha_t} - 1) \quad (3.21)$$

$$T_i = T_{1i} - T_{2i} = T_{2i}(e^{\mu\alpha_i} - 1) \quad (3.22)$$

$$T_{1t} = T_{2t} + w_s - Z P \quad (3.23)$$

$$T_{1i} = T_{2i} + w_i + Z P \quad (3.24)$$

Din aceste egalități pot fi calculate forțele  $T_{2t}$  și  $T_{2i}$  și cu ajutorul acestora raportul de transmisie, adică relația dintre randamentele și forțele tangențiale , care vor fi transmise prin tamburele de antrenare, terminal și inițial.

$$\Psi = \frac{T_t}{T_i} = \frac{[(w_s - ZP)e^{\mu\alpha_t} + (w_t + ZP)](e^{\mu\alpha_t} - 1)}{[(w_s - ZP)e^{\mu\alpha_i} + (w_i + ZP)](e^{\mu\alpha_i} - 1)} \quad (3.25)$$

Prin folosirea unor motoare electrice având aceleași puteri și caracteristici la cele două mecanisme de antrenare, în cazul lipsei alunecării benzii pe tambure se vor obține la cele două tambure de antrenare forțe tangențiale egale.

$$T_t = T_i \Delta\Psi \quad (3.26)$$

Dacă se impune suplimentar ca la ambele tambure de antrenare condițiile de lucru să fie egale, adică:

$$e^{\mu\alpha_t} = e^{\mu\alpha_i} = e^{\mu\alpha} \quad (3.27)$$

atunci se poate calcula, folosind relația 3.25 , numărul de role de egalizare necesare.

$$Z = \frac{w_s - w_l}{ZP}$$

Ținând seama de condițiile rezultate din egalitățile 3.26 și 3.27 se deduc egalitățile:

$$T_{2t} = T_{2i} \quad \text{și} \quad T_{1t} = T_{1i} \quad (3.28)$$

Forța de tracțiune maximă  $T_{\max}$  în banda transportoare cu role de egalizare poate fi calculată cu ajutorul egalităților 3.23 și 3.24 cunoscând numărul de role.

$$T_{\max} = T_{1t} = T_{1i} = \frac{w_s - w_l}{2} \frac{e^{\mu\alpha}}{(e^{\mu\alpha} - 1)} \quad (3.29)$$

Dacă se calculează în același mod forța de tracțiune maximă  $T_{1\max}$  în banda unui transportor cu un singur tambur de antrenare care funcționează în aceleași condiții de lucru se va obține:

$$T_{1\max} = T_{1t} = [w_s - w_l] \frac{e^{\mu\alpha}}{(e^{\mu\alpha} - 1)} \quad (3.30)$$

În ecuațiile 3.29 și 3.30 se constată că transportorul cu bandă prevăzut cu role de egalizare și doi tamburi de antrenare, generează în bandă o forță de tracțiune a unui singur tambur de antrenare.

Un alt sistem de deplasare a benzilor cu lungimi mari îl constituie și tracțiunea cu cablu. În fig.3.6. se prezintă schema de lucru a unui astfel de sistem de tracțiune, care cuprinde tamburul 1 pentru bandă, tamburul 2 pentru cablu, rola 3 de ghidare și întoarcere a cablului și banda 5.

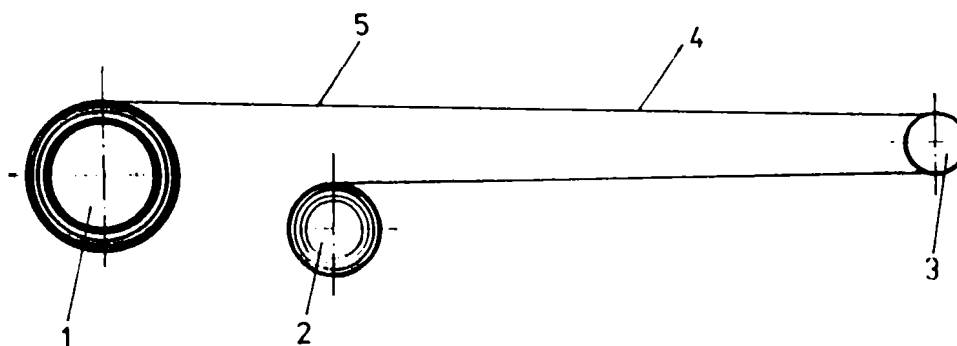


Fig.3.6. Schema de lucru a transportorului cu bandă și cablu de tracțiune

În timpul deplasării benzii cu furaj, tamburul pentru cablu devine motric, iar cel pentru bandă condus, iar la retragerea benzii din jgheabul cu resturile de furaje neconsumate, rolul tamburelor se inversează. Alegerea diametrului cablului se face în funcție de sarcina de rupere care se determină cu relația:

$$F_r^t = \frac{cF^t}{0,88} \quad (3.31)$$

unde:  $F^t$  = forța de tracțiune din cablu;

$c = 5 \div 6$  coeficient de siguranță la tracțiune. Limita minimă se ia pentru regim ușor de exploatare și cea maximă pentru regim greu de exploatare. Alegerea diametrului primitiv  $D$  al tamburului se face folosind relația:

$$D \geq l_1 l_2 d \quad [ \text{mm} ] \quad (3.32)$$

unde:  $d$  = diametrul cablului;

$l_1 = 16 \div 20$  - coeficient care ține seama de felul acționării, regimul de exploatare și tipul organului de transport.

$l_2$  = coeficient care ține seama de construcția cablului și pentru construcția obișnuită  $l_2 = 1$ .

Determinarea numărului de înfășurări se face cu relația:

$$n = \frac{1}{2\pi\mu} \ln \frac{F_1}{F_2} \quad (3.33)$$

unde:  $\mu = 0,18 \div 0,35$  coeficient de frecare cablu - tambur;

$F_1$  = forța de înfășurare;

$F_2$  = forța de desfășurare.

Relația 3.33 rezultă din ecuația lui Fytelwein.

$$F_1 \leq F_2 e^{\mu\alpha} \quad (3.34)$$

Momentul de torsiune transmis de tambur este:

$$M = (F_1 - F_2) \frac{D}{2} \frac{1}{\eta} \quad (3.35)$$

unde:  $\eta = 0,95 \div 0,98$  randamentul tamburului.

Puterea absorbită de roata de acționare a tamburului se determină cu relația:



$$P = \frac{W_{tot}V}{102} \quad [ \text{kW} ] \quad (3.36)$$

unde:  $W_{tot}$  = rezistența la înaintare la periferia roții de transmisie;

$V$  = viteza periferică a tamburului, [ m / s].

Pentru alegerea motorului electric se calculează puterea necesară cu relația:

$$P = \frac{KP_r}{\eta_{med}} \quad (3.37)$$

$\eta_{med}$  = randamentul transmisiei dintre motorul electric și tambur.

Rezistența la înaintare se determină cu relația:

$$W_{tot} = F_1 - F_2 + K_1 (F_1 + F_2) \quad (3.38)$$

unde:  $K_1 = 0,03 \div 0,05$ , coeficient ce ține seama de rezistența la înconvoiere a cablului pe tambur.

### 3.2.3. Puterea necesară pentru acționare

Pentru deplasarea benzii, puterea necesară de antrenare este dată de relația[ 58 ].

$$P = \frac{C_0 F_t V_b}{1000} \quad [ \text{kW} ] \quad (3.39)$$

unde:  $C_0$  = coeficient care ia în considerație rezistența opusă de bandă la trecerea peste tamburul de antrenare, ca urmare a rigidității benzii și a frecării din lagăre.

Puterea motorului de acționare  $P_m$  se calculează ținând seama de suprasarcinile care apar în momentul pornirii transportorului în sarcină și de randamentul transmisiei.

$$P_m = 1,25 \frac{P}{\eta_t} \quad (3.40)$$

Aproximând pe  $K = 0$ , se poate determina forța maximă din bandă  $T_{inf}$ . Din relațiile 3.19 și 3.21 rezultă:

$$F_t = \frac{1000P}{C_0 V_b} = T_{inf} - T_{desf} = F_{inf} \frac{e^{\mu\beta} - c}{e^{\mu\beta}} \quad (3.41)$$

de unde:

$$F_{\text{inf}} = F_{\text{max}} = \frac{1000P e^{\mu\beta}}{C_0 V_b e^{\mu\beta}} \quad (3.42)$$

Cu ajutorul relațiilor 3.22 și 3.24 se poate stabili puterea și deci alege motorul de acționare a transportorului și respectiv calculul benzii.

### 3.2.4. Calculul benzii și al tamburelor

Lățimea benzii transportorului se determină în funcție de lățimea jgheabului de hrănire în care se deplasează banda și care se stabilește în funcție de cantitatea de furaj ce trebuie administrată la o hrănire, precum și de condiția ca animalele să poată consuma furajul pe ambele laturi ale jgheabului. Pornind de la relația cu care se calculează capacitatea de transport se poate determina secțiunea transversală "A" a jgheabului [ 33 ].

$$Q = A V_b q \quad [\text{kg/s}] \quad (3.43)$$

unde :  $q$  = masa volumică a furajului, [  $\text{kg/m}^3$  ].

Notând cu  $B$  lățimea benzii și cu  $H$  înălțimea stratului de furaj, se obține:

$$Q = B H V_b q \quad (3.44)$$

de unde: 
$$B = \frac{Q}{HV_b q} \quad (3.45)$$

Banda este supusă la întindere și înconvoiere. Numărul de inserții necesare se calculează pe baza forței de tracțiune din bandă.

$$N_i = \frac{C_t F_{\text{max}}}{B \sigma_t} \quad (3.46)$$

unde:  $C_t$  = coeficientul de siguranță la tracțiune,  $C_t = 9 \div 11$  ;

$\sigma_t$  = rezistența la tracțiune la 1 cm de lățime a unei inserții din bandă;

$B$  = lățimea benzii în m.

Rezistența la tracțiune  $\sigma_t$  se ia după cum urmează [ 7 ]:

$\sigma_t = 20 \div 70$  daN/cm pentru inserțiile din bumbac;

$\sigma_t = 70 \div 300$  daN/cm pentru inserțiile din fibre sintetice.

Numărul inserțiilor obținute cu relația 3.47 se rotunjește până la valoarea din STAS 207711 - 1985 [ 88 ]. Grosimea  $\delta$  a benzilor din fibre textile se calculează pe baza forței de tracțiune.

$$\delta = \frac{F_{\max}}{B\sigma_a} \quad [ \text{ cm } ] \quad (3.47)$$

unde  $\sigma_a$  [ 7 ] este efortul unitar admisibil al benzii la întindere în daN/cm<sup>2</sup>.

$$\sigma_a = \frac{\sigma_r}{C_s} \quad (3.48)$$

$\sigma_r$  = rezistența la tracțiune - limita de rupere a benzii în daN/cm<sup>2</sup>;

$C_s = 8 \div 9$  - coeficient de siguranță.

Pentru calculul forțelor din bandă, trebuie cunoscută grosimea benzii și invers. Rezultă că problema este nedeterminată. În proiectare se impune o anumită grosime a benzii ( deci și un anumit număr de inserții ) și se calculează forțele din bandă și puterea necesară antrenării transportorului. Apoi se calculează numărul de inserții și se verifică dacă acesta a fost bine ales. În caz contrar se reia calculul de la început alegându-se un alt număr de inserții.

Calculul tamburelor se referă la determinarea diametrelor acestora, întrucât lungimea lor depinde de lățimea benzii și se alege din standarde. Diametrul tamburelor depinde de numărul de inserții ale benzii transportoare  $N_i$  și de natura acestora. Diametrele tamburelor de antrenare  $D_a$ , întoarcere  $D_i$  și deviere  $D_d$  se calculează cu relațiile:

$$D_a = K_a N_i \quad [ \text{ mm } ] \quad (3.49)$$

$$D_i = K_i N_i \quad [ \text{ mm } ] \quad (3.50)$$

$$D_d = K_d N_i \quad [ \text{ mm } ] \quad (3.51)$$

Valorile coeficienților  $K_a$ ,  $K_i$ ,  $K_d$  se iau din tabele. La benzile din țesătură textilă, diametrele tamburelor de antrenare și întoarcere se determină cu relația:

$$D_a = D_i \geq 50 \delta \quad [ \text{ mm } ] \quad (3.52)$$

### 3.3. Parametrii transportoarelor cu racleți

Din punct de vedere funcțional se disting:

- transportoare cu racleți cu circuit continuu;
- transportoare cu racleți cu circuit discontinuu.

În funcție de cinematica organului de tracțiune [43] se deosebesc următoarele variante de transportoare:

- cu mișcarea organului de tracțiune într-un singur plan orizontal cu circuit continuu și alternativ;
- cu mișcarea organului de tracțiune în două plane orizontale suprapuse, ramura purtătoare de sarcini fiind cea superioară, cu circuit continuu sau alternativ;
- cu mișcare alternativă a organului de transport într-un singur plan orizontal, racleții fiind fixați pe o bară rigidă.

Transportoarele cu racleți, deplasează sarcinile în interiorul unui jgheab prin învingerea forțelor de frecare dintre furaj și jgheab [ 9]. Lanțurile pe care sunt fixați racleții sunt antrenate de către două roți de lanț. Roțile din zona de alimentare sunt roți de întindere sau ghidare, iar la capătul opus sunt roți de antrenare. Barele rigide sunt antrenate hidraulic sau cu o cremalieră și cabluri.

#### *3.3.1. Calculul dimensiunilor și pasul racleților*

În cazul distribuirii unor furaje care curg ușor, cum sunt furajele concentrate mărunțite sau furaje sub formă de granule, în fața fiecărui raclet se formează o grămadă de furaj, a cărei suprafață face cu fundul jgheabului un unghi  $\psi$  (unghi de taluz natural în mișcare) fig. 3.7, [ 13 ].

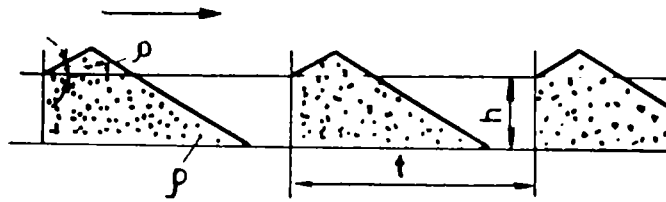


Fig. 3.7. Schema de calcul a dimensiunilor principale ale racleților

Volumul ocupat cu furaj în spațiul dintre doi racleți alăturați se poate calcula cu relația:

$$V_s = K_u B h t_{ra} \quad (3.53)$$

în care:  $K_u$  = coeficientul de umplere;

$B$  = lățimea jgheabului aproximativ egală cu lungimea racleților;

$h$ ,  $t_{ra}$  = înălțimea și respectiv pasul racleților.

Coeficientul de umplere  $K_u$  este mai mic în cazul în care se transportă furaje ușor friabile și în cazul în care raportul  $t_{ra} / h$  este mare [ 85 ]. Umplerea spațiului dintre racleți se face mai bine în cazul furajelor care curg greu cum sunt cele voluminoase și în cazul în care raportul  $t_{ra} / h$  este mai mic. Coeficientul de umplere  $K_u$  depinde de viteza transportorului, micșorându-se odată cu mărimea acestuia. Din acest motiv relația 3.53 trebuie amplificată cu un coeficient  $C_u$ . Rezultă că pentru creșterea uniformității de distribuire a furajelor în jgheab, pasul racleților trebuie să fie mic. Capacitatea de transport a unei astfel de instalații este direct proporțională cu masa furajului dintre racleți și viteza transportorului  $V$  și se poate calcula cu relația [33]:

$$Q = K_u C_u B h V q \quad [ \text{kg/s} ] \quad (3.54)$$

unde:  $q$  = masa volumică a furajului [  $\text{kg/m}^3$  ];

$V$  = viteza transportorului [  $\text{m/s}$  ].

Pentru proiectare se impune capacitatea de transport, iar viteza transportorului se alege în funcție de viteza de alimentare a transportorului cu furaje. Notând rapoartele

$B / h = K_1$  și  $t_{ra} / h = K_2$  care se impun ca valoare, capacitatea de transport se poate scrie sub forma:

$$Q = \frac{K_u C_a B^2 V q}{K_1} \quad [ \text{kg/s} ] \quad (3.55)$$

de unde rezultă că lățimea jgheabului, respectiv lungimea racletului:

$$B = \sqrt{\frac{K_1 Q}{K_u C_a V q}} \quad [ \text{m} ] \quad (3.56)$$

Cunoscând valoarea lungimii racletului și rapoartele  $K_1$  și  $K_2$  rezultă înălțimea  $h$  și pasul  $t_{ra}$  al racleților. Rapoartele  $K_1$  și  $K_2$  pentru furaje friabile au valori cuprinse între  $2 \div 4$  și respectiv  $2,5 \div 3$ , iar pentru cele greu friabile cum sunt cele voluminoase se aleg valori mai mari. În cazul distribuirii furajelor combinate la care curgerea este grea deoarece furajele de volum, fânul și paiele mărunțite, sunt greu friabile, transportul se produce în flux continuu și capacitatea de transport se calculează cu relația:

$$Q = B h V q K_0 \quad [ \text{kg/s} ] \quad (3.57)$$

unde:  $h$  = înălțimea medie a stratului de furaj, [ m ];

$K_0$  = coeficient care ia în considerare gradul de rămânere în urmă a furajului față de lanțul cu racleți.

În funcție de gradul de mărunțire a furajelor și de natura acestora, se recomandă următoarele valori:  $K_0 = 0,45 \div 0,8$  pentru cele mai mărunțite și  $K_0 = 0,8 \div 0,9$  pentru cele cu lungime de tocare mai mare.

Se alege un raport  $B / h = K'_1$  ( $K'_1 = 1 \div 2$ ) și din relația 3.56 rezultă lățimea jgheabului, adică lungimea racletului.

$$B = \sqrt{\frac{K'_1 Q}{V q K_0}} \quad [ \text{m} ] \quad (3.58)$$

În cazul transportoarelor cu racleți batanți care au o mișcare liniar - alternativă, pentru deplasarea furajelor este necesar ca racleții să ocupe o poziție perpendiculară pe bara de antrenare în cursa de înaintare și să se apropie de bară în cursa de întoarcere. Pentru determinarea cursei "S" a racleților se fac următoarele considerații:

- datorită vitezei relativ mică se neglijează forțele de frecare;

- racleții sunt simetric repartizați pe bară și sarcinile repartizate uniform pe jgheab;

- se neglijează frecările din ghidaje.

În fig.3.8 se observă că în timp ce centrul de oscilare al racletului se deplasează cu viteza  $V$  din poziția  $O$  în  $O_1$  în timpul  $t$ , vârful racletului  $M_0$  ajunge în  $M_1$  și respectiv  $M_2$ .

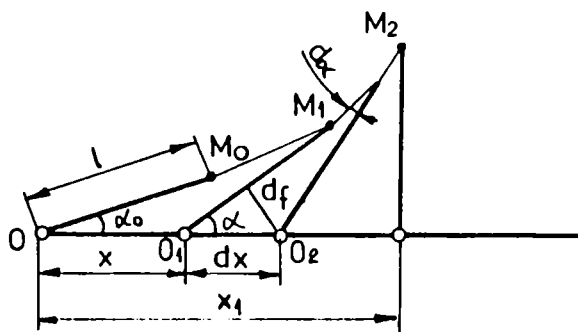


Fig.3.8. Schema cinematică a racletului batant

Unghiul  $\alpha$  pe care îl face racletul cu bara, variază între valoarea minimă  $\alpha_0$  și valoarea maximă  $\alpha$ . Se poate scrie:

$$df = l d\alpha \quad (3.59)$$

sau  $df = dx \sin \alpha \quad (3.60)$

Deci:  $l dx = dx \sin \alpha \quad (3.61)$

în care  $l$  este lungimea racletului.

Operând se poate scrie:

$$dx = \frac{l}{\sin \alpha} d\alpha \longrightarrow x = \frac{l}{\sin \alpha} d\alpha \quad (3.62)$$

Rezolvând integrala se obține:

$$x = l \ln \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} + C \quad (3.63)$$

Pentru a determina constanta  $C$ , înlocuim pe  $x = 0$  și  $x = l \cos \alpha_0$ . Deci:

$$l \cos \alpha_0 = l \ln \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} + C \quad (3.64)$$

$$C = l \cos \alpha_0 - l \ln \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \quad (3.65)$$

sau:

$$x = l \cos \alpha_0 + l \ln \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} - l \ln \operatorname{tg} \frac{\alpha_0}{2} \quad (3.66)$$

$$x = l \cos \alpha_0 + l \ln \frac{\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}}{\operatorname{tg} \frac{\alpha_0}{2}} \quad (3.67)$$

La deschiderea completă a racletului  $\alpha = \frac{\pi}{2}$ ;  $\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = 1$ . Deci  $x = S$ . Înlocuind obținem:

$$S = l \cos \alpha_0 - l \ln \operatorname{ctg} \frac{\alpha_0}{2} \quad (3.68)$$

În timpul cursei  $S$  (fig.3.9.) racletul ajunge în poziția A astfel ca furajul să ajungă sub acțiunea racletului B. În cursa activă următoare, datorită decalajului dintre distanța dintre grămezile de nutrețuri și cursa racleților "S", fiecare grămadă va fi preluată de racletul anterior care a deplasat-o inițial, asigurându-se dirijarea nutrețului de la un raclet la altul. Numai prin realizarea acestui decalaj este posibil deplasarea furajului pe întreaga lungime a instalației.

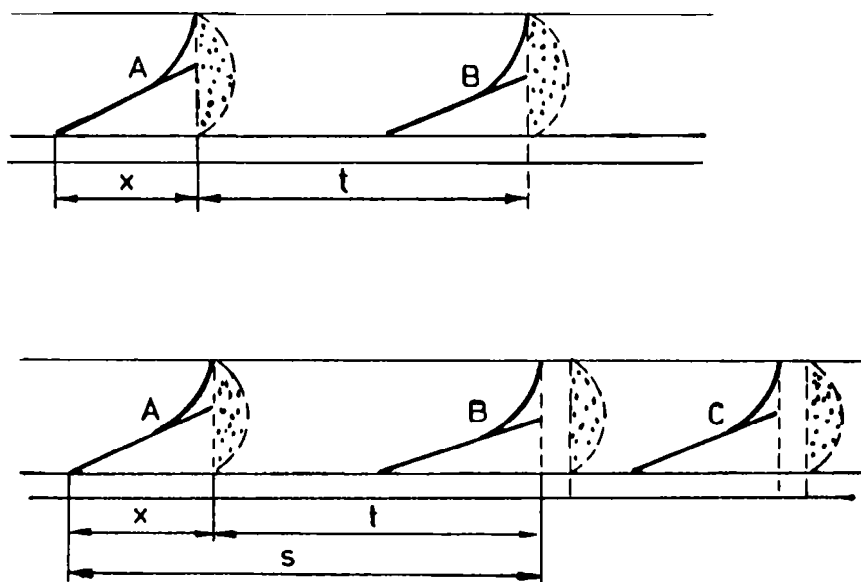


Fig.3.9. Schema de lucru a racleților batanți



Se constată din figură că, cursa activă a racletului este mai mică decât cursa constructivă, de aceea pentru siguranța funcționării, cursa barei de antrenare se ia mai mare decât pasul racleților și anume:

$$S = x + t_{ra} \quad (3.69)$$

unde:  $t_{ra}$  = este pasul racleților batanți.

Dacă unghiul  $\alpha$  este prea mic, nu mai permite racletului să revină la poziția perpendiculară pe bară, iar dacă unghiul este prea mare la cursa pasivă (de întoarcere) se perturbă procesul normal de lucru.

### 3.3.2 Calculul rezistențelor la deplasarea furajelor

În timpul deplasării furajelor, apar o serie de forțe rezistente și anume: la încărcarea furajelor, la deplasarea cu frecare a furajelor transportate și a lanțului cu racleți pe jgheab, datorită frecărilor din ghidaje și la rotirea roților de lanț și rigidității lanțului la trecerea acestuia peste roțile de lanț.

Calculul forțelor rezistente ce apar la încărcarea transportorului, se face în ipoteza că furajul ce urmează a fi transportat are viteza inițială  $V_0$  pe direcția și în sensul vitezei de deplasare a transportorului  $V$  și că într-un interval de timp  $\Delta t$  furajul primește viteza transportorului. În acest sens se poate scrie relația:

$$m (V - V_0) = F_m \Delta t \quad (3.70)$$

unde:  $m$  = masa furajului dintre doi racleți;

$F_m = F_1$  - forța medie aplicată furajului.

Considerând că furajul a atins viteza lanțului după ce acesta s-a deplasat cu distanța  $K_u \cdot K_0 \cdot t_{ra}$  rezultă:

$$t = \frac{K_u K_0 t_{ra}}{V} \quad (3.71)$$

Masa furajului dintre doi racleți se poate calcula cu ajutorul relației:

$$m = \frac{Q t_{ra}}{V} \quad (3.72)$$

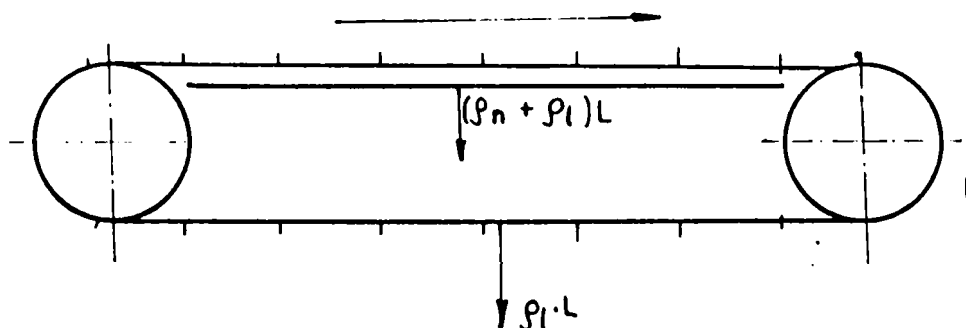
Având în vedere relațiile 3.70 și 3.71 , forța rezistentă ce apare în momentul încărcării transportorului are expresia :

$$F_1 = F_m = \frac{Q(V - V_0)}{K_u K_0} \quad (3.73)$$

sau în ipoteza că  $V_0 = 0$

$$F_1 = \frac{QV}{K_u K_0} \quad [ N ] \quad (3.74)$$

Pentru determinarea celorlalte rezistențe și anume : rezistența ce apare pe ramura superioară încărcată și pe ramura inferioară descărcată, se consideră schema constructivă de transportor cu racleți din fig.3.10 [ 17 ].



*Fig.3.10 Schema de calcul a rezistențelor la deplasarea transportorului*

Forțele rezistente ce apar pe ramura superioară încărcată sunt date de relația:

$$F_2 = (\rho_n + \rho_c) g l W_r \quad [ N ] \quad (3.75)$$

unde:  $\rho_n$  și  $\rho_c$  = sunt masa pe metru liniar de furaj, respectiv a lanțului cu racleți;

$g$  = accelerația gravitațională;

$W_r$  = coeficientul de rezistență la deplasare, care ține seama de frecarea furajului și a lanțului cu racleți de pereții jgheabului.

Forțele rezistente ce apar pe ramura descărcată se pot calcula cu relația:

$$F_3 = \rho_1 g L W_r \quad [ N ] \quad (3.76)$$

Pentru calcule prealabile, masa lineară a lanțului cu racleți se poate calcula cu ajutorul relației:

$$\rho_1 = K \rho_n \quad (3.77)$$

$K$  = coeficient care se alege în funcție de numărul lanțurilor.

Pentru transportorul cu un singur lanț  $K = 0,5 \div 0,6$ . Forța de tracțiune  $F_t$  este dată de suma celor trei rezistențe calculate.

$$F_t = c( F_1 + F_2 + F_3 ) \quad (3.78)$$

unde:  $c = c_1^m c_2^n$  = coeficient care ține seama de frecarea din lagăre și de rigiditatea lanțului la trecerea peste roțile de lanț și ghidaj.  $c_1 = 1,03 \div 1,1$  pentru roți cu un unghi de înfășurare a lanțului mai mare sau egal cu  $\pi$ ;  $m$  = numărul acestor roți;  $c_2 = 1,03 \div 1,05$  pentru roțile de ghidare cu unghi de înfășurare a lanțului mai mare cu  $\frac{\pi}{2}$ ;  $n$  = numărul acestor roți.

În timpul acționării transportorului, în afara rezistențelor calculate, apar sarcini dinamice ca urmare a neuniformității mișcării lanțului la trecerea acestuia peste roți. Aceste rezistențe sunt în general mici și nu se iau în considerare. În cazul când stratul de furaj este mult mai înalt decât înălțimea racletelui și vine în contact cu pereții laterali ai jgheabului, în afara frecării furajului cu peretele inferior al jgheabului luată în considerare în calculele precedente, mai trebuie ținut seama și de frecarea furajului cu pereții laterali.

Dacă asupra unui furaj friabil, ce se găsește în jgheab, se exercită o presiune verticală  $q$ , atunci pe pereții laterali ai jgheabului se va exercita o presiune  $p$  dată de relația:

$$p = K_m q \quad [ N / m^2 ] \quad (3.79)$$

$K_m$  = coeficient subunitar denumit coeficient de mobilitate.

În acest caz verticala  $q$  este dată de greutatea furajului.

Presiunea maximă pe pereții laterali ai jgheabului în care înălțimea stratului de furaj s-a notat cu  $h$  este dată de relația:

$$p = K_m q = K_m q h g \quad [ \text{N} / \text{m}^2 ] \quad (3.80)$$

Presiunea medie pe acești pereți admitând o variație lineară între 0 și  $p$  a presiunii, între nivelul stratului și fundul jgheabului este dată de relația:

$$P_m = \frac{p}{2} = \frac{K_m h q g}{2} \quad [ \text{N} / \text{m}^2 ] \quad (3.81)$$

Pe o lungime de jgheab  $L$  cu o suprafață laterală  $2 \cdot L \cdot h$  va apare o rezistență suplimentară la înaintare.

$$F_4 = 2 L h \rho_n \mu_1 = K h^2 \rho L \quad [ \text{N} ] \quad (3.82)$$

În aceste condiții forța de tracțiune totală este dată de suma celor patru forțe rezistente.

$$F_t = c ( F_1 + F_2 + F_3 + F_4 ) \quad (3.83)$$

### 3.3.3. Puterea necesară antrenării transportorului

Calculul puterii necesare deplasării transportorului se face folosind relația :

$$P = \frac{F_t V C_0}{10^3} \quad [ \text{kW} ] \quad (3.84)$$

unde:  $C_0 = 1,2 \div 1,3$  , coeficient care ține seama de rigiditatea lanțului la trecerea peste roata motrică.

Puterea motorului de acționare  $P_m$  , se calculează ținând cont de suprasarcinile care apar în momentul pornirii transportorului în sarcină și de randamentul transmisiei  $\eta_t$  .

$$P_m = 1,25 \frac{P}{\eta_t} \quad [ \text{kW} ] \quad (3.85)$$

### 3.3.4. Dinamica acționării cu lanț și alegerea lanțului

Lanțul transportorului formând un contur neliniar fiind format din mai multe elemente rigide, are o mișcare neuniformă chiar în cazul în care roțile de lanț au o viteză

de rotație  $\omega_0$  constantă. Din fig.3.11., rezultă că între viteza lanțului  $V$  și viteza roții de lanț  $V_0$  există relația:

$$V = V_0 \cos \varphi = \omega_0 R_0 \cos \varphi \quad (3.86)$$

unde:  $\omega_0$  = viteza de rotație a roților de lanț;

$R_0$  = diametrul de divizare al roții;

$\varphi$  = unghiul ce marchează poziția dintelui față de verticală și care variază între limitele  $-\frac{\pi}{2}$  la  $+\frac{\pi}{2}$ .

$\alpha$  = unghiul la centru corespunzător pasului lanțului.

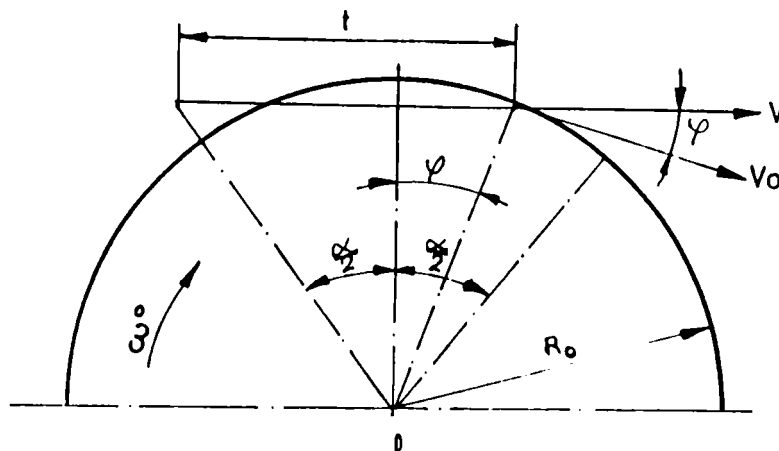


Fig.3.11 Schema de calcul a forțelor dinamice în lanț

Rezultă că viteza lanțului este maximă pentru  $\varphi = 0$ , când este egală cu viteza periferică a dinților și minimă pentru  $\varphi = \pm \frac{\alpha}{2}$ .

Variația de viteză dă naștere unei accelerații:

$$a = -\omega_0^2 R_0 \sin \varphi \quad (3.87)$$

a cărei valoare maximă este:

$$a_{\max} = \pm \omega_0^2 R_0 \sin \frac{\pi}{2} \quad (3.88)$$

Viteza medie a lanțului în timpul înfășurării pe roată este dată de relația:

$$V_{med} = Z t_1 \frac{\omega_0}{2\pi} \quad (3.89)$$

unde:  $Z$  = numărul de dinți ai roții;

$t_1$  = pasul lanțului.

Din relația (3.89) rezultă:

$$\omega_0 = \frac{2\pi V_{med}}{Z t_1} \quad (3.90)$$

Pe de altă parte:

$$\sin \frac{\pi}{2} = \sin \frac{\alpha}{2} = \frac{t_1}{2R_0} \quad (3.91)$$

Având în vedere relațiile 3.90 și 3.91, relația 3.88 devine:

$$a_m = \pm 2 \left( \frac{\pi V_{med}}{Z} \right)^2 \frac{1}{t_1} \quad (3.92)$$

În timpul antrenării lanțului cu roata de lanț, aceasta este supusă unei variații de accelerație de la  $-a_{max}$  la  $+a_{max}$ , ceea ce echivalează cu un șoc. În calcule se consideră un salt de  $3a_{max}$ , iar dacă  $m$  este masa lanțului care suferă acest șoc, forța dinamică corespunzătoare va fi :

$$F_d = 6m \left( \frac{\pi V_{med}}{Z} \right)^2 \frac{1}{2t_1} \quad (3.93)$$

În mod analog, în cazul roților cu dinți răriți, forța dinamică va fi dată de relația:

$$F'_d = 6m \left( \frac{\pi V_{med}}{Z} \right)^2 \frac{1}{2t_1} \quad (3.94)$$

Valoarea masei  $m$  se poate compune din: masa transportorului cu racleți care pentru ambele ramuri are valoarea  $2L \cdot \rho_1$ , masa furajului deplasată de transportor  $\rho_n L$ , masa roților de întindere și ghidare. La transportoarele puțin întinse, corespunzătoare în special celor cu lungimi mari, se neglijează masa lanțului pe ramura descărcată și deci:

$$m = (\rho_n + \rho_1) L \quad [ \text{kg} ] \quad (3.95)$$

Coeficientul de siguranță efectiv se calculează cu relația:

$$K_{ef} = \frac{F_r}{F_d + F_{max}} \geq 0,5K \quad (3.96)$$

unde:  $K$  = coeficientul de siguranță în funcție de viteza lanțului care se ia din tabele;

$F_r$  = forța de rupere a lanțului.

De forța dinamică trebuie ținut seama, atât la calculul de verificare a lanțului cât și la dimensionarea dispozitivelor de întindere. În funcție de forțele rezistente ce apar în diverse secțiuni ale transportorului se determină forța maximă rezistentă  $F_{max}$ :

$$F_{max} = ( 1,5 \div 2 ) F_t \quad (3.97)$$

unde:  $F_t$  = este suma rezistențelor calculate anterior.

Alegerea lanțului se face în funcție de forța de rupere  $F_r$  :

$$F_r = K F_{max}$$

unde:  $K$  = este un coeficient de siguranță care pentru viteza lanțului de 0,25 m/s are valoarea 6. Forța de rupere este indicată pentru fiecare tip de lanț în standarde.

Pentru transportorul cu racleți pe cablu, rezistența la înaintare pe ramura activă este dată de relația:

$$W = W_1 + W_2 + W_3 \quad (3.98)$$

$W_1$  = rezistența la înaintare , datorită frecărilor furajului pe jgheab;

$$W_1 = \mu_n q_n L \quad (3.99)$$

$W_2$  = rezistența la înaintare datorită frecării transportorului pe beton;

$$W_2 = W_r \rho_t L \quad (3.100)$$

$\rho_t$  = greutatea pe metru liniar de cablu și racleți;

$W_r = 0,25$  rezistența specifică la înaintare pentru frecarea oțel pe beton [ 74 ].

$W_3$  = rezistența la înaintare datorită frecării pe pereții laterali ai jgheabului.

$$W_3 = \frac{1000Lh\gamma\mu_n}{\cos\alpha} \frac{1 - \sin\Psi_0}{1 + \sin\Psi_0} \quad (3.101)$$

$h$  = înălțimea pereților jgheabului [ m ];

$\gamma$  = masa volumică a furajului [ kg/m<sup>3</sup> ];

$\alpha = 0$  ;

$\Psi_0$  = unghiul de taluz natural în mișcare al furajului.

Pentru a calcula tensiunile din cablu, în schema prezentată în fig.3.12 se notează cu  $S_1 ; S_2 ; S_3 ; S_4 ; S_5 ; S_6 ; S_7 ; S_8$  tensiunile din cablu, pornind de la încărcarea minimă la desfășurarea pe rolele de antrenare 1 și mergând în sensul de deplasare a cablului peste rolele de deviere.

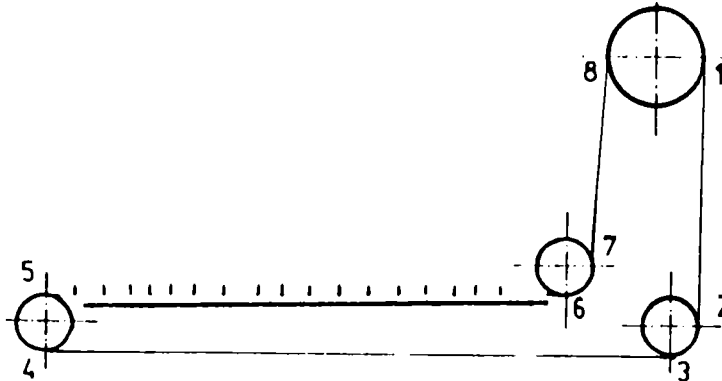


Fig.3.12. Schema de deplasare a transportorului cu raclate pe cablu

- Tensiunile din cablu se pot scrie astfel:

$$S_1 - F_2 = S_{\text{dest}} \quad (3.102)$$

$$S_2 \geq S_1$$

$$S_3 = K S_2$$

$K = 1,1$  coeficient de mărire datorită trecerii peste rolele de deviere.

$$S_4 = S_3 + W_{3,4}$$

Tensiunea în cablul  $S_4$  apare la trecerea peste rola 5, deci la începerea intrării în sarcină.

$W_{3,4}$  = forța de frecare dintre cablu și beton

$$S_5 = K S_4 \quad (3.103)$$

$$S_6 = S_5 + W_{\text{tot}}$$

$W_{\text{tot}}$  = rezistența la înaintare pe ramura activă.

$$S_7 = K S_6 \quad (3.104)$$

$$S_8 = S_7 - S_{\text{inf}} - F_f$$



$F_f$  = forța de frecare dintre cablu și tambur;

$S_{int}$  = forța inițială de întindere a cablului.

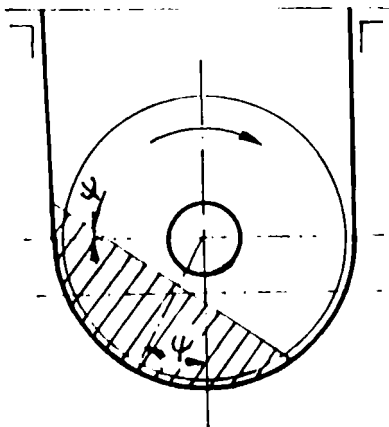
Alegerea diametrului cablului și stabilirea numărului de înfășurări, a diametrului tamburului de antrenare și a puterii absorbite la rolele de acționare a tamburului, se face asemănător ca la transportoarele cu bandă cu tracțiune prin cablu.

### 3.4. Parametrii transportorului elicoidal

Principiul de funcționare al transportorului elicoidal este asemănător cu cel al transportorului cu racleți. Ca și racletele, spira melcului separă furajele în părți pe care le deplasează în interiorul carcasei. În timpul transportului, materialul alunecă atât pe spira melcului cât și pe carcasa acestuia.

Asupra furajului aflat sub acțiunea spirei melcului, acționează următoarele forțe: greutatea proprie, forța centrifugă și forțele de frecare dintre furaj și spiră precum și dintre furaj și carcasă. Pentru transportul și distribuirea furajelor se folosesc transportoare elicoidale lente la care viteza periferică maximă a melcului nu depășește  $1 \div 1,5$  m/s, din care cauză și influența forței centrifuge asupra furajului este neînsemnată [14]. Datorită mișcării de rotație a melcului, furajul este antrenat de spira acestuia într-o mișcare de rotație intermitentă și o mișcare de înaintare uniformă în lungul jgheabului. Mișcarea de rotație este intermitentă deoarece după ce furajul s-a rotit cu unghiul  $\Psi$  (fig.3.13.) față de planul orizontal, alunecă pe spiră în jos sub acțiunea propriei greutăți și mișcarea de rotație încetează.

Această mișcare depinde de viteza de rotație a melcului. La viteze mari de rotație, furajul va fi antrenat într-o mișcare de rotație și va fi aruncat peste arborele melcului. Pentru evitarea acestui fenomen se impune ca  $\Psi \leq 0,7 \Psi_0$ , în care  $\Psi_0$  este unghiul de taluz natural al furajului în repaus [ 18].  $\Psi$  este unghiul la care apare surparea furajului.



*Fig.3.13 Dispunerea furajului în carcasa melcului la transportoarele lente*

Parametrii ce se impun a fi studiați la transportoarele elicoidale, în funcție de forma sub care se administrează furajele în hrana bovinelor sunt: unghiul de înclinare al spirei, diametrul exterior și pasul spirei, debitul transportorului și puterea necesară antrenării transportorului.

### *3.4.1. Unghiul de înclinare al spirei*

Pentru calculul unghiului de înclinare al spirei se consideră un transportor elicoidal înclinat și se analizează mișcarea unei particule de furaj  $M$  (fig.3.14) sub acțiunea melcului [ 13 ].

Asupra particulelor de furaj de masă  $m$  acționează următoarele forțe: greutatea proprie  $mg$ , forța de frecare  $F_{f1}$  dintre particulă și suprafața spirei elicoidale a melcului, forța de frecare  $F_{f2}$  dintre particulă și carcasa melcului și reacțiunile  $N_1$  și  $N_2$  din partea suprafeței spirei elicoidale și respectiv a carcasei. Sub acțiunea forțelor respective particula se deplasează din poziția  $M$  în poziția  $M'$  după care rămâne în poziția de echilibru. Raportăm mișcarea particulei la un sistem de axe rectangulare  $x, y, z$  astfel

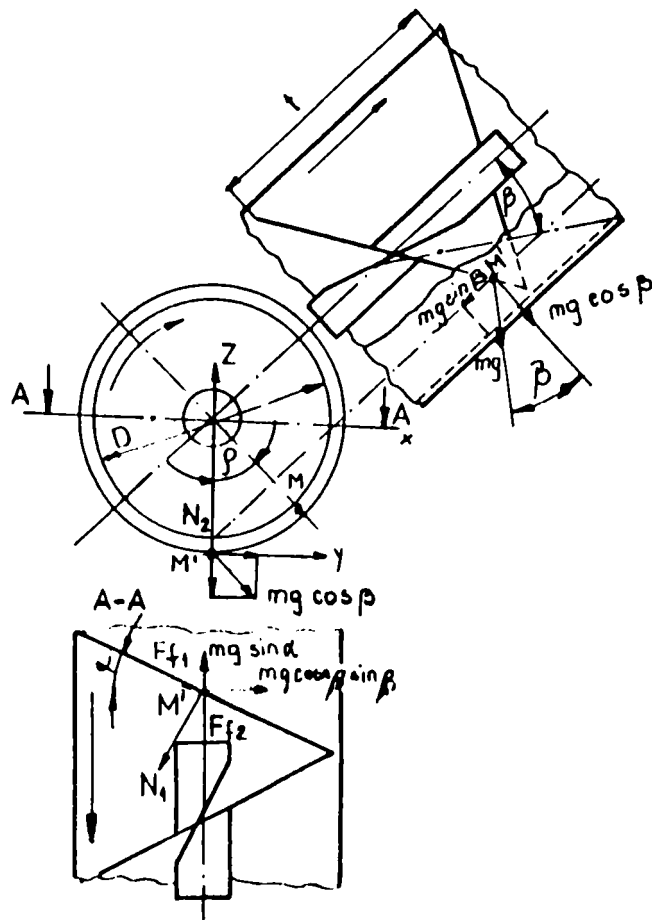


Fig. 3.14 Schema de calcul a unghiului "α" de înclinare a spirei elicoidale la transportoarele lente

încât axa  $x$  este dispusă în lungul generatoarei ce trece prin  $M'$ ; planul  $xM'y$  este planul tangent la carcasă, iar axa  $z$  este perpendiculară pe acest plan. Descompunem greutatea  $mg$  după cele trei axe de coordonate. Ecuațiile de echilibru ale particulei, după tangenta și normala la spirală în punctul  $M'$  sunt:

$$F_{f1} = mg \cos\beta \sin\Psi \cos\alpha_1 - F_{f2} \sin\alpha_1 - mg \sin\beta \sin\alpha_1 \quad (3.105)$$

$$N_1 = mg \cos\beta \sin\Psi \sin\alpha_1 + F_{f2} \cos\alpha_1 + mg \sin\beta \cos\alpha_1 \quad (3.106)$$

în care :  $\alpha_1$  = este unghiul de înclinare al spirei elicoidale corespunzătoare diametrului exterior .

$\beta$  = unghiul de înclinare al axei melcului față de orizontală.

Având în vedere că  $F_1 = \mu_1 N_1$  rezultă (3.107)

$$F_{f2} = \frac{mg \cos \beta \sin \Psi (\cos \alpha_1 - \mu_1 \sin \alpha_1) - mg \sin \beta (\sin \alpha_1 - \mu_1 \cos \alpha_1)}{\sin \alpha_1 + \mu_1 \cos \alpha_1} \quad (3.108)$$

sau

$$F_{f2} = \frac{mg \cos \beta \sin \Psi \cos(\alpha_1 + \varphi_1) - mg \sin \beta (\alpha_1 + \varphi_1)}{\sin(\alpha_1 + \varphi_1)} \quad (3.109)$$

$\mu_1$  și  $\varphi_1$  sunt coeficientul și respectiv unghiul de frecare dintre particula de furaj și spira melcului.

$$\varphi = \operatorname{arctg} \mu_1$$

Pe de altă parte  $F_{f2} = \mu_2 N_2$  în care  $N_2$  este reacțiunea normală a carcasei, dată de relația:

$$N_2 = m g \cos \beta \cos \Psi \quad (3.110)$$

unde:  $\mu_2 =$  coeficientul de frecare dintre particula de furaj și carcasă.

Înlocuind obținem:

$$F_{f2} = \mu_2 m g \cos \beta \cos \Psi \quad (3.111)$$

Având în vedere relațiile 3.109 și 3.111 după transformare se obține:

$$\operatorname{tg}(\alpha_1 + \varphi_1) = \frac{\sin \Psi}{\operatorname{tg} \beta + \mu_2 \cos \Psi} \quad (3.112)$$

La transportoarele orizontale ( $\beta = 0$ ) relația devine:

$$\operatorname{tg}(\alpha_1 + \varphi_1) = \frac{1}{\varphi_2} \operatorname{tg} \Psi \quad (3.113)$$

Cunoscând coeficienții de frecare  $\varphi_1$  și  $\varphi_2$  ai furajului transportat cu suprafața spirelor, respectiv a carcasei, unghiul de taluz  $\Psi$  din relațiile 3.111 sau 3.112 se poate determina unghiul  $\alpha_1$  de înclinare al spirei elicoidale a melcului.

### 3.4.2. Diametrul exterior și pasul spirei melcului

Acești parametri se aleg în funcție de granulația furajului transportat și în funcție de debitul transportorului. Diametrul exterior minim al melcului în funcție de granulația produsului transportat este indicat în S.R.I.S.O.-7195-1995 [ 85 ]. Pasul melcului se determină cu relația:

$$t_s = \pi D \operatorname{tg} \alpha_1 = \pi d \operatorname{tg} \alpha_2$$

în care :  $D$  și  $d$  = sunt diametrele maxim și respectiv minim al melcului;

$\alpha_1$  și  $\alpha_2$  = sunt unghiurile de înclinare ale spirei melcului corespunzătoare celor două diametre, cu un plan perpendicular pe axa melcului.

Pasul melcului ca și diametrul se alege în funcție de granulația furajului, astfel încât să se evite blocarea bucăților de material transportat între melc și carcasă. La transportoarele lente pasul melcului variază în limite destul de largi, de la  $0,5 D$  la  $2 D$ .

### 3.4.3. Debitul transportorului elicoidal

Debitul transportorului elicoidal este direct proporțional cu viteza de deplasare a furajului transportat, care la rândul său depinde de cinematica melcului [ 5 ]. Ecuațiile parametriche ale liniei elicoidale cilindrice -  $m n$  - ( fig.3.15) în sistemul de coordonate  $x y z$  sunt:

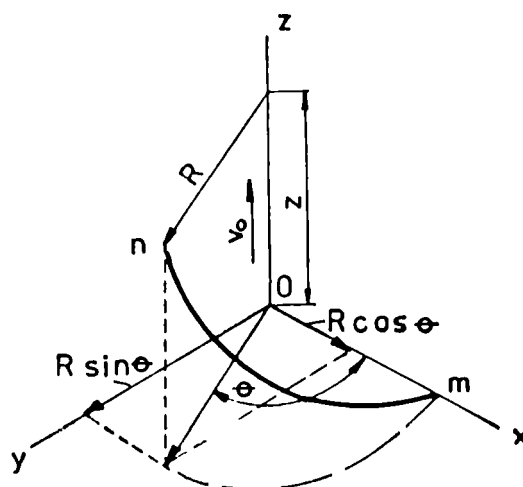


Fig.3.15 Linia elicoidală reprezentată într-un sistem de coordonate rectangular spațial

$$\begin{aligned}x &= R \cos \theta \\y &= R \sin \theta \\z &= c \theta\end{aligned}\tag{3.114}$$

$$\text{în care } \theta = \omega t \text{ exprimat în radiani și } c = \frac{t_s}{2\pi}\tag{3.115}$$

Viteza axială după axa x a eliciei este dată de relația:

$$V_0 = \frac{dz}{dt} = c \frac{d\theta}{dt}\tag{3.116}$$

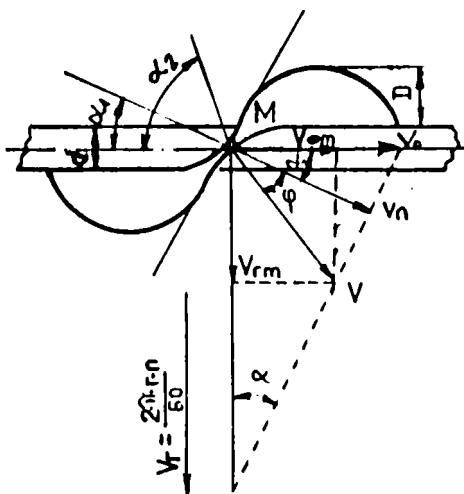
sau

$$V_0 = \frac{t_s}{2\pi} = \frac{t_s n}{60}\tag{3.117}$$

unde:  $\omega$  = reprezintă viteza de rotație a liniei elicoidale în  $s^{-1}$ ;

$n$  = rotația melcului în rot / min.

Viteza axială a furajului transportat este diferită de cea a spirei melcului. Pentru determinarea vitezei cu care se deplasează furajul sub acțiunea spirei melcului se analizează mișcarea unei particule de furaj M ce se află pe suprafața spirei melcului ( fig.3.16 ).



*Fig.3.16 Schema de calcul a vitezei axiale de deplasare a furajului de către spira melcului*

În cazul în care între particulă și spiră nu există mișcare relativă și deci nici frecare, aceasta va avea viteza normală.

$$V_n = V_0 \cos \alpha \quad (3.118)$$

în care  $\alpha$  este unghiul de înclinare al spirii melcului corespunzător poziției particulei ( $\alpha_1 < \alpha < \alpha_2$ ).

Dacă între particulă și suprafața spirii melcului apare o mișcare relativă, cu frecare, viteza absolută a acesteia va fi deviată cu unghiul de frecare “ $\varphi$ ” față de viteza normală, iar mărimea acesteia este dată de relația:

$$V = V_0 \frac{\cos \alpha}{\cos \varphi} = \frac{t_s n \cos \alpha}{60 \cos \varphi} \quad (3.119)$$

Viteza axială a particulei se calculează cu următoarea relație:

$$V_{um} = V \cos(\alpha + \beta) = \frac{t_s n}{60} (\cos^2 \alpha - \mu_1 \sin \alpha \cos \alpha) \quad (3.120)$$

Viteza de rotație a particulei se calculează cu ajutorul următoarei relații:

$$V_{rm} = V_{um} \operatorname{tg}(\alpha + \varphi) = \frac{t_s n}{60} (\sin \alpha \cos \alpha + \mu_1 \cos^2 \alpha) \quad (3.121)$$

Din fig. 3.17. rezultă:

$$\sin \alpha = \frac{t_s}{\sqrt{t_s^2 + 4\pi^2 r^2}} \quad \cos \alpha = \frac{2\pi r}{\sqrt{t_s^2 + 4\pi^2 r^2}} \quad (3.122)$$

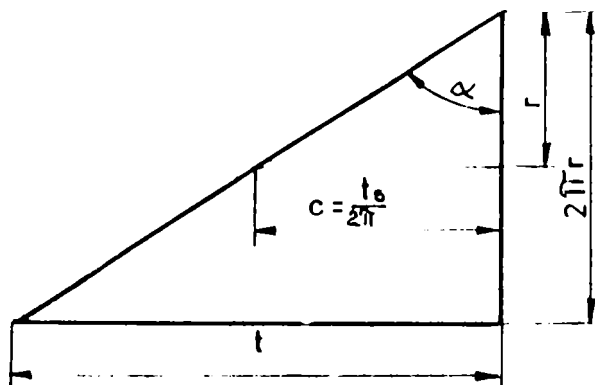


Fig.3.17 Desfășurata liniei elicoidale

Notând cu  $c = \frac{t_s}{2\pi}$  relațiile 3.122 devin:

$$\sin \alpha = \frac{c}{\sqrt{c^2 + r^2}} \quad \cos \alpha = \frac{r}{\sqrt{c^2 + r^2}} \quad (3.123)$$

Cu aceste notații relațiile 3.120 și 3.121 devin:

$$V_{am} = \frac{t_s n r^2 - \mu_1 c r}{60 c^2 + r^2} \quad (3.124)$$

$$V_{m} = \frac{t_s n c r + \mu_1 r^2}{60 c^2 + r^2} \quad (3.125)$$

Din ecuațiile 3.120 și 3.121 se constată că viteza axială a furajului depinde de pasul melcului, unghiul de înclinare al spirei, coeficientul de frecare dintre furaj și spira melcului și viteza de rotație a acestuia. Pentru un melc cu pas constant care deplasează un furaj omogen ( $\mu = \text{constant}$ ), viteza axială a furajului variază în funcție de unghiul de înclinare al spirei (deci cu raza  $r$ ). Întrucât unghiul  $\alpha$  se micșorează pe măsură ce diametrul spirei crește, din relația 3.120 rezultă că particulele dispuse în straturile de lângă arbore au viteza axială minimă, iar cele din straturile periferice au viteza axială maximă. Se impune a se determina viteza axială medie cu care se deplasează furajul în carcasa melcului. Pentru acest calcul se consideră un transportor cu grad de umplere unitar (carcasa plină cu material) concluziile fiind valabile și pentru transportoarele cu grad de umplere subunitar [ 50 ].

Considerăm proiecția în planul xoy a unui element de produs de suprafață  $dA$  (fig.3.18).

Din figură rezultă:

$$dA = r d\theta dr \quad (3.126)$$

Viteza axială medie a furajului este dată de relația:

$$V_{amed} = \frac{\iint_F V_{am} dA}{\iint dA} = \frac{\int_0^{2\pi R} \int_{r_0} V_{am} r dr d\theta}{\int_0^{2\pi R} \int_{r_0} r dr d\theta} \quad (3.127)$$



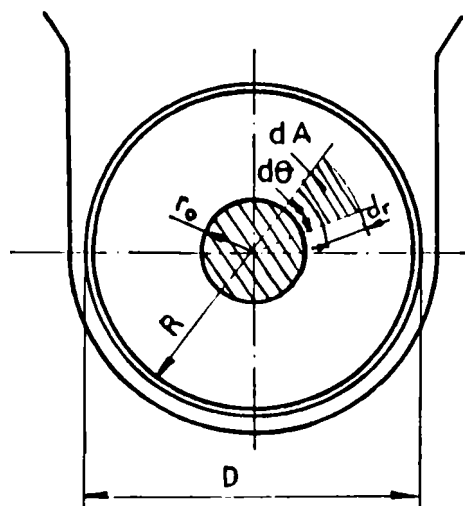


Fig.3.18 Schema de calcul a vitezei axiale medii a produsului

Viteza de rotație medie a furajului :

$$V_{\text{rot med}} = \frac{\iint V_{\text{rot}} dA}{\iint dA} = \frac{\int_0^{2\pi} \int_{r_0}^R V_{\text{rot}} r dr d\theta}{\int_0^{2\pi} \int_{r_0}^R r dr d\theta} \quad (3.128)$$

Introducând expresiile vitezelor  $V_{\text{am}}$  și  $V_{\text{rm}}$  din relațiile 3.124 și 3.125 în ecuațiile 3.127 și 3.128 după integrare obținem:

$$V_{\text{rot med}} = \frac{t_y \mu}{60(R^2 - r_0^2)} \left\{ R^2 - r_0^2 - c^2 \ln \frac{c^2 + R^2}{c^2 + r_0^2} - 2\mu_1 c \left[ R - r_0 - c \operatorname{arctg} \frac{c(R - r_0)}{c^2 + Rr_0} \right] \right\} \quad (3.129)$$

$$V_{\text{ax med}} = \frac{t_y \mu}{60(R^2 - r_0^2)} \left[ \mu_1 R^2 - \mu_1 r_0^2 + 2cR - 2cr_0 - 2c^2 \operatorname{arctg} \frac{c(R - r_0)}{c^2 + Rr_0} + \mu_1 c^2 \ln \frac{r_0^2 + c^2}{R^2 + c^2} \right] \quad (3.130)$$

Pentru transportoarele elicoidale folosite în fermele zootehnice:

$$2R = D = 150 \div 400 \text{ mm}$$

$$K = t/D = 0,8 \div 1,2$$

În aceste condiții:

$$\ln \frac{c^2 + R^2}{c^2 + r_0^2} \approx 2$$

$$\ln \frac{c^2 + r_0^2}{R^2 + c^2} \approx -2$$

$$\operatorname{arctg} \frac{c(R - r_0)}{c^2 + Rr_0} \approx \frac{c(R - r_0)}{c^2 + Rr_0}$$

Relațiile 3.129 și 3.130 devin:

$$V_{a_{med}} = \frac{t_s n}{60} \left[ 1 - \frac{2c^2}{R^2 - r_0^2} - \frac{2\mu_1 c R r_0}{(R + r_0)(c^2 + R r_0)} \right] \quad (3.131)$$

$$V_{r_{med}} = \frac{t_s n}{60} \left[ \frac{2c^2 \mu_1^2}{R^2 - r_0^2} + \frac{2c R r_0}{(R + r_0)(c^2 + R r_0)} \right] \quad (3.132)$$

Cunoscând viteza axială medie a furajului și coeficientul de umplere a carcasei cu furaj “ $K_u$ ” debitul transportorului este dat de relația:

$$Q = A V_{a_{med}} \rho = K_u \pi (R^2 - r_0^2) V_{a_{med}} \rho \quad (3.133)$$

Cunoscând dimensiunile liniare  $m$   $V_{a_{med}}$  în  $m/s$ ,  $\rho$  în  $t/m^3$  și  $r$  în  $rot/min$ , debitul de material în  $t/h$  va avea expresia:

$$Q = 377 t_s n K_u \left[ \frac{R^2 - r_0^2}{z} - c - \frac{\mu_1 c R r_0}{c^2 + R r_0} (R - r_0) \right] \rho \quad (3.134)$$

Din relația 3.134, se observă că debitul transportorului (capacitatea de transport) depinde de parametrii constructivi ai melcului, de coeficientul de frecare dintre furaj și melc și de viteza de rotație a acestuia. În cazul general, pentru orice valoare a parametrilor  $D$  și  $t_s / D$ , având în vedere relațiile 3.129 și 3.133, debitul transportorului se va calcula cu relația:

$$Q = \frac{K_u t_s \omega \rho}{2} \left\{ R^2 - r_0^2 - c^2 \ln \frac{c^2 + R^2}{c^2 + r_0^2} - 2\mu_1 c \left[ R - r_0 - \operatorname{carctg} \frac{c(R - r_0)}{c^2 + R + r_0} \right] \right\} \quad (3.135)$$

în care  $t_s$ ,  $R$ ,  $r_0$ ,  $c$  se iau în  $m$ ,  $\rho$  în  $kg/m^3$  și  $\omega$  în  $s^{-1}$ .

Debitul transportoarelor depinde în mare măsură de raportul  $t_s / D$ . Se pune problema determinării mărimii optime a acestui raport pentru care se obține valoarea maximă a debitului. După S.K. Iancin [ 28 ] și N.G. Iarulin [ 29 ] debitul transportorului elicoidal pentru  $K_u = 1$  este dat de relația :

$$Q = 15 \pi (D^2 - d^2) t_s n \rho K_u K_v \quad (3.136)$$

în care  $K_v$  este un coeficient de corecție dat de relația:

$$K_v = \frac{\operatorname{tg} \alpha_m}{\operatorname{tg} \alpha_1 + \operatorname{tg} \alpha_m}$$

în care  $\alpha_m$  este unghiul de înclinare al spirei după care se deplasează furajul. Pentru  $K_u=1$  rezultă:

$$\operatorname{tg} \alpha_m = \frac{D(\cos \alpha_0 - \mu_1 \sin \alpha_0)}{D_0(\sin \alpha_0 + \mu_1 \cos \alpha_0)} \quad (3.137)$$

în care:  $\alpha_0$  și  $D_0$  sunt unghiul de înclinare și respectiv diametrul spirei melcului corespunzător centrului de presiune al furajului.

Notăm:

$$D_0 / D = \lambda \quad \text{și} \quad t_s / D = \eta \quad (3.138)$$

rezultă: 
$$\operatorname{tg} \alpha_0 = \frac{\eta}{\pi \lambda} \quad (3.139)$$

Efectuând înlocuirile corespunzătoare, după transformări, rezultă următoarea relație pentru calculul debitului.

$$Q = \frac{15\pi^2 D^3 n \rho (\pi \lambda \eta - \mu_1 \eta^2)}{\pi^2 \lambda - \pi \mu_1 \eta + \pi \lambda^2 \mu_1 \eta + \lambda \eta^2} \quad (3.140)$$

Considerând debitul  $Q$  funcție de valoarea parametrului  $\eta$  pentru care se obține debitul maxim din relația  $\frac{dQ}{d\eta} = 0$ , după transformări se obține:

$$(\lambda^2 - \mu_1^2 + \mu_1^2 \lambda^2) \eta^2 + 2\pi \mu_1 \eta - \pi^2 \lambda^2 = 0 \quad (3.141)$$

din care rezultă:

$$\eta = \frac{-\pi \lambda \mu_1 + \sqrt{\pi^2 \lambda^2 \mu_1^2 + \pi^2 \lambda^2 (\lambda^2 - \mu_1^2 \lambda^2)}}{\lambda^2 - \mu_1^2 - \mu_1^2 \lambda^2} \quad (3.142)$$

Pentru  $\lambda = 0,75$  (valoarea obținută la construcțiile existente) pentru diverși coeficienți de frecare se obține graficul din fig.3.19 (curba 1) din care rezultă că pentru  $\mu_1 = 0,3 \div 0,7$ ,  $t_s / D = 1,5 \div 2$ .

Studiile efectuate de diverși autori arată că poziția centrului de presiune nu are influență deosebită asupra debitului transportorului. Pentru  $\lambda = 1$  relația 3.140 devine:

$$Q = \frac{15\pi^2 D^2 n \rho (\pi \eta - \mu_1 \eta^2)}{\pi^2 + \eta^2} \quad (3.143)$$

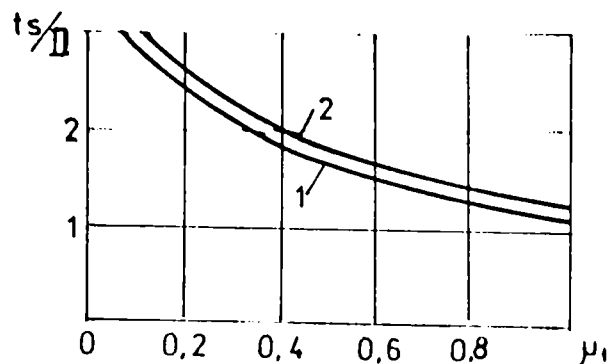


Fig. 3.19. Variația raportului  $t_s / D$  funcție de coeficientul de frecare  $\mu_1$

din care procedând analog ca mai sus, se obține:

$$\eta = \pi(\sqrt{\mu_1^2 + 1} - \mu_1) \quad (3.144)$$

care reprezintă grafic funcția  $\mu_1$  (fig.3.19, curba 2) dă valori foarte apropiate de cele obținute cu relația 3.142. Concluziile de mai sus au fost confirmate de rezultatele obținute pe cale experimentală, prezentate în figura.3.20 , [ 43 ].

Debitul teoretic s-a calculat cu relația:

$$Q_t = \frac{\pi D^2}{4 \cdot 60} K_u t_s n \rho \quad (3.145)$$

$Q_t$  = debitul teoretic este dat de relația 3.145;

$Q_e$  = debitul efectiv.

Din fig.3.20 se observă că debitul real prezintă un maxim pentru raportul  $t_s / D$  cuprins între  $1,5 \div 2$  . De asemenea se observă că la debite mici rezultatele experimentale și cele teoretice diferă puțin, în timp ce la debite mari rezultatele obținute pe cale experimentală diferă foarte mult de cele teoretice ( $Q_t$ ).

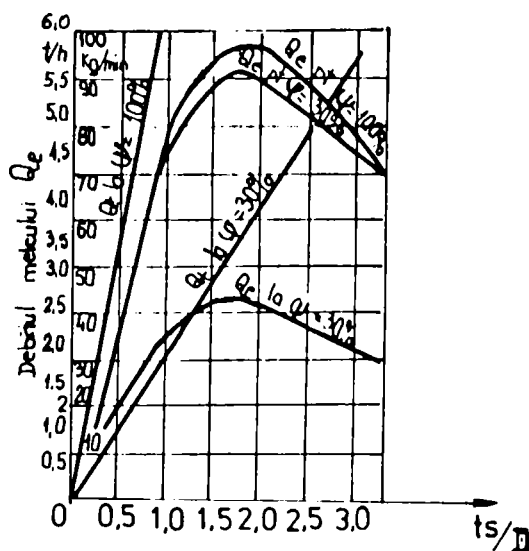


Fig.3.20 Variația debitului transportoarelor elicoidale, funcție de raportul  $t_s / D$  pentru diverse grade de umplere  $K_u$

Valoarea obținută pentru raportul  $t_s / D$  nu trebuie considerat ca optim, deoarece pentru aceasta trebuie să se aibă în vedere și alți factori ca de exemplu: granulația furajului, consumul de energie, etc.

#### 3.4.4. Calculul puterii necesare transportoarelor elicoidale lente

Pentru antrenarea melcului este necesar să se învingă o serie de rezistențe care apar la deplasarea furajului pentru învingerea forțelor de frecare dintre furaj și carcasă, pentru învingerea forțelor de frecare dintre furaj și suprafața elicoidală a melcului, pentru răvășirea și strivirea unor părți de furaj, pentru învingerea forțelor de frecare din lagăre și din mecanismul de acționare.

Calculul puterii necesare antrenării melcului se face considerând la un moment dat o cantitate de furaj în carcasă, dată de relația:

$$M = \rho L = \frac{QL}{V} \quad (3.146)$$

în care: L este lungimea de transport.

Pentru deplasarea furajului de către spira melcului trebuie ca aceasta să învingă forța rezistentă datorită frecării furajului cu carcasa.

$$F = \mu_2 M g \quad [ N ] \quad (3.147)$$

Puterea corespunzătoare se calculează cu relația :

$$P_t = \frac{FV_{ro}}{1000} \quad [ kW ] \quad (3.148)$$

$V_{ro}$  = viteza periferică a melcului, corespunzătoare centrului de presiune a furajului.

Ea este calculată cu relația:

$$V_{ro} = \frac{\pi D_0 n}{60} \quad D_0 = ( 0,7 \div 0,8 ) D \quad (3.149)$$

Puterea necesară acționării transportorului este dată de relația:

$$P = \frac{K_0 P_t}{\eta_t} \quad (3.150)$$

în care:  $K_0 = 1,15 \div 120$  - este coeficientul care ține seama de răvășirea și strivirea furajului;

$\eta_t$  = randamentul transmisiei.

O altă metodă de calcul a puterii necesare acționării acestor transportoare este indicată de STAS 7627 - 86, [ 106 ]. Puterea se calculează cu relația:

$$P = \frac{P_1}{\eta_m} K_1 K_2 K_3 \quad [ kW ] \quad (3.151)$$

în care:  $P_1$  = este puterea necesară pentru transportul furajului [ kW];

$\eta_m$  = randamentul mecanic total;

$K_1$  = coeficient de drenaj;

$K_2$  = coeficient de corecție pentru puteri mari;

$K_3$  = coeficient de corecție ce are în vedere modul de alimentare.

$$P_1 = \frac{\pi QL}{367} W \quad [ \text{kW} ] \quad (3.152)$$

în care:  $Q$  = debitul de furaj [kg/s];

$L$  = lungimea transportorului [ m ];

$W$  = coeficient total de rezistență la înaintarea furajului.

Coeficientul  $K_1$  se alege în funcție de puterea  $P_1$  conform precizărilor din tabelul 3.1..

Coeficientul de drenaj  $K_1$

Tabelul 3.1

$P_1$ (kW)	3	3 - 7	7 - 15	15
$K_1$	1,3	1,2	1,15	1,1

Coeficientul de corecție a puterii  $K_2$  se alege în funcție de puterea  $P_1$  și raportul  $n / n_{\max}$  ( $n$  = turația reală ,  $n_{\max}$  = turația maximă). Coeficientul modulului de alimentare  $K_3$  , în cazul alimentării cu transportor cu debit constant este :  $K_3 = 1$ . Coeficientul total de rezistență la înaintarea produsului se calculează cu relația:

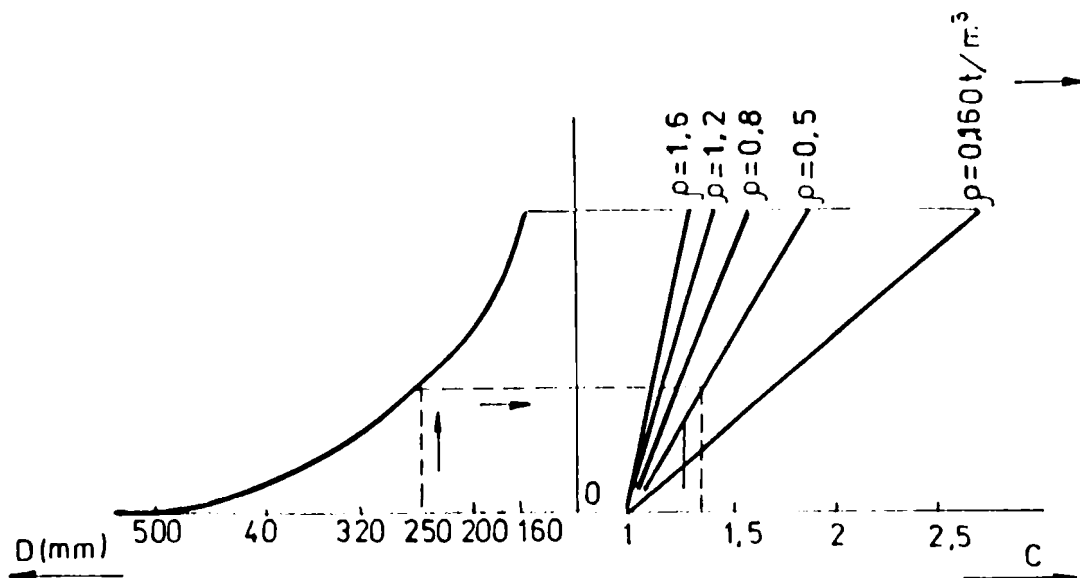
$$W = C W_0 \quad (3.153)$$

unde:  $C$  = coeficient de corecție funcție de diametrul melcului și greutatea specifică a furajului. Acest coeficient [ 43 ] se determină din fig.3.21.

$W_0$  = reprezintă coeficientul de rezistență la înaintare, funcție de natura furajului transportat.

Pentru produse agricole ( cereale boabe, făinuri, cartofi, furaje )  $W = 2,3 \div 2,8$ .

Limita maximă se alege pentru produse cu umiditatea mai mare și respectiv limita minimă pentru produse cu umiditate mai redusă.



*Fig.3.21 Nomogramă pentru determinarea coeficientului de corecție  $C$ ,  
funcție de diametrul melcului și masa volumică a materialului*

Pentru un calcul aproximativ al transportoarelor elicoidale lente se poate folosi relația 3.152 , în care coeficientul de rezistență la deplasarea furajului în jgheab  $W$  pentru toate sortimentele măcinate are valoarea 1,2.



### 3.5. Concluzii

*Pe baza studiului documentar efectuat privind distribuirea mecanizată a furajului unic, a fost stabilit procesul de lucru optim al mașinilor utilizate în acest scop.*

Pentru stabilirea principalilor parametrii constructivi și funcționali ai mașinilor, s-a efectuat un studiu teoretic al organelor de mașini ce intră în componența acestora.

Din studiul documentar, a rezultat că mașinile de distribuit au în componența lor transportoare cu bandă, transportoare cu racleți și transportoare elicoidale. S-a impus astfel studierea principiilor teoretice a celor trei tipuri de transportoare, pentru a se putea stabili principalii parametrii ai acestora, ce intervin în cadrul procesului analizat.

*În urma studiului teoretic efectuat asupra parametrilor transportoarelor cu bandă și al transportoarelor cu racleți a rezultat că utilizarea acestora ca subansamble în cadrul mașinilor de distribuit furaj unic, asigură desfășurarea în bune condiții a procesului de distribuire.*

Adoptarea principalilor parametrii constructivi și funcționali ai acestora trebuie să se facă pe baza unor calcule riguroase, ținându-se seama de specificitatea procesului.

*Analizând transportoarele elicoidale clasice a rezultat că ele nu îndeplinesc una din cerințele esențiale impuse distribuirii mecanizate a furajului unic în fermele de bovine . Această cerință se referă la evitarea separării sortimentelor de furaje, fiecărei bovine trebuind să-i fie distribuită aceeași rețetă de furajare.*

*Analiza teoretică efectuată a evidențiat că viteza axială a furajelor depinde de pasul melcului, unghiul de înclinare al spirei, coeficientul de frecare dintre furaj și suprafața elicoidală a spirei și de turația melcului. La deplasarea furajelor unice (amestecuri de furaje fibroase și concentrate), care au coeficienți de frecare diferiți, în timpul rotației melcului, furajele cu coeficient de frecare mai mic vor fi deplasate către periferia spirei, cele cu coeficient de frecare mai mare vor rămâne către arborele melcului, producându-se separarea amestecului. Separarea va fi cu atât mai evidentă cu cât lungimea melcului și diferența între coeficienții de frecare ai furajelor, va fi mai mare.*

*Se impune ca în cazul utilizării transportoarelor elicoidale, ca organe componente ale mașinilor de distribuit, pasul spirei elicoidale să aibă o geometrie variabilă, iar turația spirei să fie aleasă corespunzător pentru a nu se produce fenomenul de separare a furajelor.*

## CONTRIBUȚII TEORETICE UTILIZĂND METODA STEM ȘI ANALIZA DIMENSIONALĂ ÎN STUDIUL MAȘINILOR DESTINATE DISTRIBUIRII FURAJULUI UNIC

### 4.1. Determinarea utilității totale în exploatare a mașinilor destinate distribuirii furajului unic, utilizând metoda STEM

Metoda STEM [ 4 ] se bazează pe folosirea utilităților decizionale prezentând avantajul că în mulțimea “C” a caracteristicilor mașinilor analizate pot fi incluși toți parametrii care influențează în sens pozitiv sau negativ utilitatea totală în exploatare , și anume: ( lei / ha; kw; ha / h; t / ha; t / h; etc.) cât și cei necuantificabili, exprimați prin aprecieri calitative ( foarte bun, bun, semnificativ, distinct semnificativ, etc.).

- Pentru aplicarea acestei metode este necesar să se parcurgă următoarele etape:

1. Se întocmește lista mașinilor supuse analizei. Se aleg mașinile comparabile între ele, care au aceeași destinație și care fac parte din aceeași clasă.

Se întocmește un tabel în care pe coloane se trece mulțimea “m” a mașinilor supuse analizei  $U = \{ U_1, U_2, \dots, U_m \}$ , iar pe liniile tabelului se trece mulțimea “n” a performanțelor ( caracteristicilor) luate în studiu, pe baza cărora se calculează utilitatea totală în exploatare  $C = \{ C_1, C_2, \dots, C_n \}$ .

2. Mulțimea C a caracteristicilor ( criteriilor de departajare) se împarte în două submulțimi, astfel:

- submulțimea “ $n_1$ ” (  $j \in n_1$ ) a caracteristicilor și performanțelor care , este de dorit ca în exploatare să aibă valori cât mai mari ( submulțimea criteriilor de maxim);

- submulțimea “ $n_2$ ” (  $j \in n_2$ ) a performanțelor care este de dorit ca în exploatare să aibă valori cât mai mici ( submulțimea criteriilor de minim).

Evident că  $n_1 + n_2 = n$ .

3. Se elaborează o matrice a utilităților, valorile utilităților  $U_{ij}$  ( $0 \leq U_{ij} \leq 1$ ) stabilindu-se astfel:

- pentru submulțimea  $n_1$  ( $j \in n_1$ ) se acordă valoarea  $U_{ij} = 1$ , mașinii la care caracteristica  $j$  analizată are valoarea cea mai mare și  $U_{ij} = 0$  mașinii la care caracteristica respectivă are valoarea cea mai mică;

- pentru submulțimea  $n_2$  ( $j \in n_2$ ) se acordă valoarea  $U_{ij} = 1$  mașinii la care criteriul  $j$  analizat are valoarea cea mai mică și  $U_{ij} = 0$  mașinii la care criteriul respectiv are valoarea maximă.

Celelalte mașini, la care caracteristica  $j$  are mărimea cuprinsă între valorile maxime și minime stabilite ( $\min X_{ij} < X_{ij} < \max X_{ij}$ ), vor avea utilitatea cuprinsă în intervalul  $0 < U_{ij} < 1$ , care se calculează prin interpolări liniare, cu următoarele relații:

$$U_{ij} = \left\{ \frac{X_{ij} - \min_{(i)} X_{ij}}{\max_{(i)} X_{ij} - \min_{(i)} X_{ij}} \right\} \quad \text{pentru } j \in n_1 \quad (4.1)$$

$$U_{ij} = \left\{ \frac{\max_{(i)} X_{ij} - X_{ij}}{\max_{(i)} X_{ij} - \min_{(i)} X_{ij}} \right\} \quad \text{pentru } j \in n_2 \quad (4.2)$$

în care  $X_{ij}$  reprezintă mărimea criteriului de departajare  $j$  la mașina  $i$ .

4. Se construiește vectorul de ierarhizare a performanțelor și caracteristicilor în concordanță directă cu importanța lor în exploatare:

ex. [ $C_1$  I  $C_4$  I  $C_5$  P  $C_2$  P  $C_6$  I  $C_j$  ....]

5. Se construiește o matrice de dimensiuni ( $n \times n$ )  $\rightarrow A = [n \times n]$ , în care pentru liniile matricei se utilizează indicii  $j_1$ , iar pentru coloane indicii  $j_2$ :  $j_1, j_2 = 1, 2, 3, \dots, n$  și în care se acordă coeficienți de importanță caracteristicilor  $j$  pe baza vectorului de ierarhizare construit, comparând pe rând fiecare criteriu de departajare cu toate celelalte criterii, din punct de vedere al importanței lor pentru exploatare.

Acești coeficienți de importanță se acordă astfel:

$$a_{j_1/j_2} = \begin{cases} 1 - \text{dacă } C_{j_1} I C_{j_2} \\ 2 - \text{dacă } C_{j_1} P C_{j_2} \\ 4 - \text{dacă } C_{j_1} P P C_{j_2} \\ 0 - \text{în restul cazurilor} \end{cases}$$

Notă: I - indiferent, P - preferabil, PP - de două ori preferabil ( mult mai preferabil).

Mulțimea criteriilor de departajare se structurează pe trei niveluri de importanță, între care există relațiile:

$$N_I P N_{II} P N_{III} \Rightarrow N_I P P N_{III}$$

6. Se calculează mărimea ponderilor  $\gamma_j$  acordate caracteristicilor conform importanței lor pentru exploatare:

$$\gamma_j = \gamma_{j_1} = \frac{\sum_{j_1} a_{j_1/j_2}}{\sum_{j_1} \sum_{j_2} a_{j_1} a_{j_2}} \quad (4.3)$$

în care :  $0 < \gamma_j < \sum \gamma_j = 1$

7. Se calculează utilitatea totală în exploatare a mașinilor analizate și se elaborează clasamentul de ierarhizare a acestora , cu relațiile:

$$U_{ij_1} = \sum_{j_2} U_{ij} \gamma_j \quad (4.4)$$

$$\max_{(i)} U_{ij}, \dots, U_{ij_1}, \dots, \min_{(i)} U_{ij_1}$$

cu  $i = 1, 2, \dots, m$  și  $j_2 = j = 1, 2, \dots, n$ .

Se adoptă mașina care ocupă primul loc în clasament, deoarece asigură eficiență maximă în activitatea de producție.

$$\text{Decizia : } \Rightarrow \max_{(i)} U_{ij_1}.$$

În cazul de față se face analiza mai multor mașini destinate distribuirii furajului unic în fermele de bovine .

Aceste mașini , precum și caracteristicile tehnice luate în studiu sunt prezentate în tabelul 4.1.

Dintre caracteristicile tehnice prezentate interesează printre altele : viteza transportorului transversal care dă capacitatea de distribuție ( în cazul distribuirii aceluiași tip de furaj și la aceleași viteze de deplasare a agregatului pentru toate remorcile) - considerând aceleași dimensiuni ale ferestrei de evacuare; gabaritul mașinii ( lățimea și înălțimea) care permite utilizarea acesteia într-un anumit tip de adăpost funcție de dimensiunile ușilor de acces; coeficientul siguranței în exploatare; estetica și fiabilitatea mașinii; prețul de achiziție; etc.

Unele caracteristici deosebit de importante ( estetica și fiabilitatea, prețul de achiziție ), dar pentru care nu posedăm valori concrete, au fost estimate calitativ așa cum se arată în tabelul 4.1.

Tabelul 4.1

Nr.	Caracteristica tehnică	SEKO	STORTI	R.T.A- 4,5	RTA- 9
C1	Lățimea mașinii, mm				
C2	Inălțimea mașinii , mm				
C3	Volumul util al benei, m <sup>3</sup>				
C4	Masa mașinii, kg				
C5	Consumul specific de metal, kg/m <sup>3</sup>				
C6	Puterea consumată, CP				
C7	Timpul de întreținere zilnică, min				
C8	Coef. siguranței în exploatare				
C9	Viteză transport. Transv., m/min				
C10	Estetică și fiabilitate (calitativ)				
C11	Preț de achiziție (calitativ)				

Conform metodologiei prezentate, în capitolul următor vor fi calculate valorile utilităților totale la cele patru mașini luate în studiu. Calculele se vor efectua pe baza datelor obținute în urma experimentărilor, precum și cu ajutorul unui program de calcul adecvat.

4.2..Studiul parametrilor constructivi și funcționali ai mașinilor destinate  
distribuirii furajului unic în fermele de bovine, cu ajutorul analizei  
dimensionale

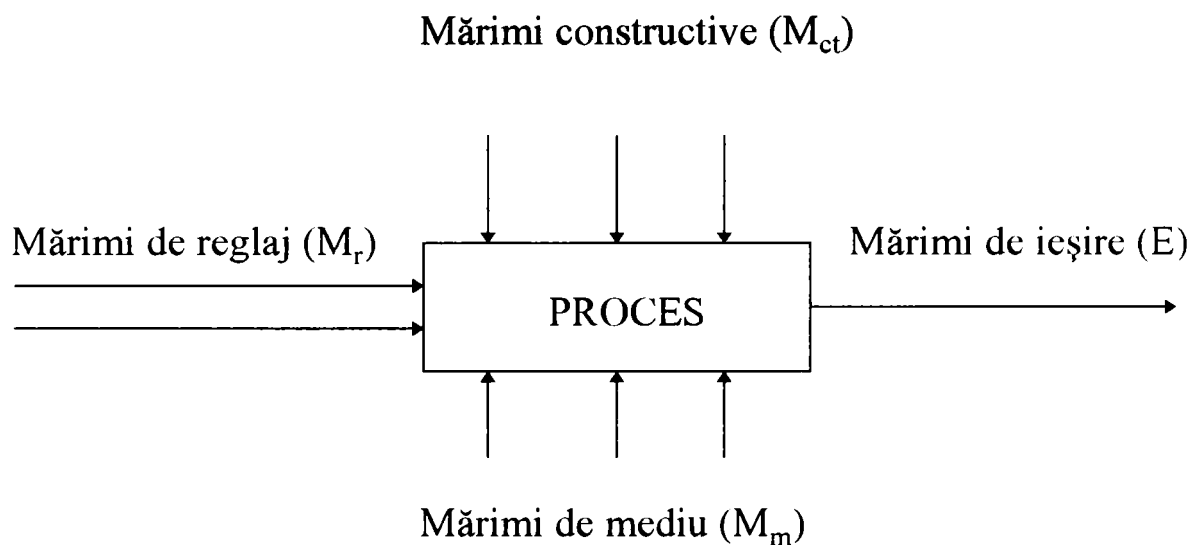
Realitatea obiectivă care există în afara noastră, independent de conștiința omului, acționează asupra organelor noastre de simț, prin senzații care apreciază stările materiale prin mărimi fizice: lungime, masă, timp, temperatură [ 64; 70 ]. O corelație între mai multe mărimi fizice ce caracterizează desfășurarea obiectivă a materiei, constituie un fenomen, iar etapele acestuia se numesc procese evolutive. Observarea directă, experimentarea repetată și intuiția, conduc în cele mai multe cazuri la exprimarea legilor după care se desfășoară procesele, respectiv fenomenele. Alegerea și definitivarea proceselor constitutive, etapele de desfășurare și stabilirea mărimilor ce caracterizează fenomenul rămân la latitudinea observatorului și posibilităților de măsurare accesibile. Cuantificarea proceselor se realizează prin compararea mărimilor fizice care intervin cu unitățile lor de măsură. Fenomenul fizic, desfășurându-se independent de voința noastră ( proces obiectiv) nu depinde de sistemul de unități ales (proces subiectiv), dar cuantificarea sa presupune omogenizarea dimensională a relațiilor ce îl descriu [ 97 ].

Pentru cercetarea științifică această cerință prezintă două avantaje: stabilește gradul de influență al fiecărei mărimi  $M_i$  asupra desfășurării fenomenului și ceea ce este mai important, planul de experimentări pentru definirea analitică a procesului.

Adoptarea sistemului internațional (S.I.) de unități de măsură [ 86 ] a făcut posibilă o mai mare mobilitate a cercetării și ingineriei tehnice. Conform cu S.I. sunt definite șapte mărimi fundamentale și două mărimi suplimentare. Celelalte mărimi - mărimi derivate - sunt definite în funcție de cele șapte mărimi fundamentale. Relațiile dintre mărimile derivate și mărimile fundamentale se exprimă printr-un sistem de ecuații.

În tehnica agricolă se folosesc frecvent ca mărimi fundamentale  $M$ ,  $Kg$  și  $S$ , ca mărime suplimentară unghiul plan (rad), iar ca mărimi derivate viteza, accelerația, forța, momentul, presiunea, puterea, energia, etc., ultimile având unități de măsură proprii, dar cu echivalent unitar în unitățile primelor două clase de mărimi.

Procesul poate fi reprezentat schematic ca în fig. 4.1 și poate fi dezvoltat analitic printr-o relație între mărimea de ieșire  $E$  și mărimile determinate  $M_i$ , în formă implicită  $f(E, M_i) = 0$  sau explicită  $E = \varphi(M_i)$  [ 53 ].



*Fig.4.1. Reprezentarea schematică a unui proces*

Cercetarea științifică urmărește exprimarea explicită pentru a pune la îndemână relațiile directe de dependență, relații ce pot fi analizate prin studii analitice ( integrale, diferențiale) pentru optimizarea procesului. Analiza dimensională pornește de la cuantificarea procesului, stabilește planul experimentărilor și permite cercetătorului să găsească exprimarea explicită care poate să conducă la perfecționări ale sistemelor tehnice implicate în proces.

În funcție de numărul mărimilor implicate în desfășurarea procesului (  $E$  și  $M_i$  ) se pot aplica două metode de studiu:

- metoda Rayleigh - dacă factorii implicați sunt dimensionali și nu mai mulți de cinci;



- metoda  $\pi$  - dacă apar și factori adimensionali și numărul mărimilor implicate în proces este mai mare de cinci.

În mecanica agricolă procesele suferă cel puțin  $8 \div 10$  influențe majore și mai mult de  $3 \div 4$  dintre aceste mărimi cu exprimare adimensională (umiditate, uniformitate, puritate, etc.) care pot fi analizate cu teorema “ $\pi$ ”, teoremă ce este acoperitoare în domeniul de cercetare precizat.

Pe baza celor prezentate mai sus, folosind teoria analizei dimensionale au fost stabilite unele exprimări explicite care intervin în procesul de lucru al mașinilor destinate distribuirii furajului unic în fermele de bovine. Astfel procesul de distribuire a furajului unic, poate fi descris luându-se în considerare următorii parametri:

$Q$  - debitul de distribuire al mașinii ( $\text{Kg} / \text{s}$ );

$h$  - înălțimea ferestrei de evacuare a furajului (m);

$P$  - puterea necesară la distribuirea furajului la iesle ( $\text{Kg m}^2 / \text{s}^3$ );

$\rho_v$  - masa volumică a furajului unic distribuit ( $\text{Kg} / \text{m}^3$ );

$R_{fc}$  - raportul masic de furaje fibroase / furaje concentrate;

$G_{tm}$  - gradul de tocare mediu al furajelor fibroase (%);

$q_m$  - cantitatea de furaj distribuită pe un metru de iesle ( $\text{Kg} / \text{m}$ ).

Legătura funcțională dintre parametrii sistemului și parametrii de proces luați separat, poate fi descrisă dimensional prin funcția implicit omogenă:

$$f(Q; h; P; \rho_v; R_{fc}; G_{tm}; q_m) = 0 \quad (4.5)$$

Funcția implicit omogenă (4.5), care exprimă procesul de distribuire considerat, fiind dimensional omogenă, are valabilitate pentru orice unități de măsură fundamentale adoptate. Matricea dimensională a funcției implicite (4.5), scrisă cu exponenții mărimilor fundamentale care intervin în ecuațiile de dimensiuni ale parametrilor sistemului și ai procesului are forma :

$$\begin{array}{ccccccc}
 & x_1 & x_2 & x_3 & x_4 & x_5 & x_6 & x_7 \\
 & Q & h & P & \rho_v & R_{fc} & G_{tm} & q_m \\
 M & \left| \begin{array}{ccccccc} 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 \end{array} \right| \\
 L & \left| \begin{array}{ccccccc} 0 & 1 & 2 & -3 & 0 & 0 & -1 \end{array} \right| \\
 T & \left| \begin{array}{ccccccc} -1 & 0 & -3 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{array} \right|
 \end{array} \quad (4.6)$$

Ca mărimi de bază ale matricei (4.6) pot fi alese oricare din mărimile fizice considerate, respectând condiția metodei  $\pi$  (determinantul principal să fie diferit de zero).

Aceste mărimi trebuie să poată fi ușor modificate și verificate pe modelul fizic încercat. Indiferent de alegerea mărimilor de bază ( $k = 3$ ), rămân  $n - k = 7 - 3 = 4$  mărimi secundare, ceea ce face ca numărul de complecși adimensionali care apreciază primar desfășurarea procesului să fie tot 4. În situația când se aleg alte mărimi de bază ale matricei, complecșii adimensionali rezultați sunt combinații ale complecșilor adimensionali determinați anterior.

Matricea (4.6) este de rangul  $k = 3$  și are determinantul principal egal cu minorul de ordinul trei, din stânga matricei:

$$\Delta = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 2 \\ -1 & 0 & -3 \end{vmatrix} = -2 \neq 0 \quad (4.7)$$

Expresia (4.5), scrisă cu argumente dimensionale, poate fi transformată într-o funcție care să cuprindă un număr mai mic ( $n - k = 4$ ) de argumente complexe adimensionale  $\pi_i$ .

$$F(\pi_1; \pi_2; \pi_3; \pi_4) = 0 \quad (4.8)$$

Formula unică de determinare a argumentelor adimensionale, propusă este:

$$[\pi_i] = [Q]^{x_1} [h]^{x_2} [P]^{x_3} [\rho_v]^{x_4} [R_{fc}]^{x_5} [G_{tm}]^{x_6} [q_m]^{x_7} \quad (4.9)$$

Înlocuind în relația (4.9) valorile din matricea (4.6) și ținând seama că  $[\pi_i] = 1$ , se obține relația:

$$M^{x_1 + x_3 + x_4 + x_7} L^{x_2 + 2x_3 - 3x_4 - x_7} T^{-x_1 - 3x_3} = 1 \quad (4.10)$$

Relația (4.10) prin logaritmare se transformă în :

$$(x_1 + x_3 + x_4 + x_7) \ln M + (x_2 + 2x_3 - 3x_4 - x_7) \ln L + (-x_1 - 3x_3) \ln T = 0 \quad (4.11)$$

De aici rezultă:

$$\begin{cases} x_1 + x_3 + x_4 + x_7 = 0 \\ x_2 + 2x_3 - 3x_4 - x_7 = 0 \\ -x_1 - 3x_3 = 0 \end{cases} \quad (4.12)$$

Separând variabilele principale ( $x_1; x_2; x_3$ ) și rezolvând sistemul (4.12) obținem:

$$\begin{cases} x_1 = -\frac{3}{2}x_4 - \frac{3}{2}x_7 \\ x_2 = 2x_4 \\ x_3 = \frac{1}{2}x_4 + \frac{1}{2}x_7 \end{cases} \quad (4.13)$$

Cunoscând dependența mărimilor principale ( $x_1, x_2, x_3$ ) de mărimile secundare ( $x_4, x_5, x_6, x_7$ ), conform metodei  $\pi$ , scriem matricea unitate pentru determinarea argumentelor complexe adimensionale:

	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$x_6$	$x_7$	
	Q	h	P	$\rho_v$	$R_{fc}$	$G_{tm}$	$q_m$	
$\pi_1$	-3/2	2	1/2	1	0	0	0	(4.14)
$\pi_2$	0	0	0	0	1	0	0	
$\pi_3$	0	0	0	0	0	1	0	
$\pi_4$	-3/2	0	1/2	0	0	0	1	

Argumentele complexe adimensionale sunt [ 52 ]:

$$\pi_1 = \frac{h^2 P^2 \rho_v^{\frac{1}{3}}}{Q^2} = \text{constant} \quad (4.15)$$

$$\pi_2 = R_{fc} = \text{constant} \quad (4.16)$$

$$\pi_3 = G_{tm} = \text{constant} \quad (4.17)$$

$$\pi_4 = \frac{P^{\frac{1}{2}} q_m}{Q^{\frac{3}{2}}} = \text{constant} \quad (4.18)$$

Aceste argumente complexe adimensionale, arată legătura fizică dintre mărimile de bază alese ( $Q, h, P$ ) și mărimile secundare ( $\rho_v, R_{fc}, G_{tm}, q_m$ ).

Ecuția criterială a procesului de distribuire a furajului unic, va avea forma:

$$F \left[ \left( \frac{h^2 P^{\frac{1}{2}} \rho_v}{Q^{\frac{3}{2}}} \right); (R_{fc}); (G_{tm}); \left( \frac{P^{\frac{1}{2}} q_m}{Q^{\frac{3}{2}}} \right) \right] = 0 \quad (4.19)$$

Condiția  $\pi_i = \text{constant}$ , arată că în desfășurarea procesului, mărimile care intervin în criteriul adimensional respectiv, indiferent de valorile celorlalți parametri, dau permanent aceeași valoare a criteriului  $\pi_i$ . Dacă această valoare este  $\alpha_i$ , atunci avem:

$$\frac{h^2 P^{\frac{1}{2}} \rho_v}{Q^{\frac{3}{2}}} = \alpha_1 \quad (4.20)$$

$$R_{fc} = \alpha_2 \quad (4.21)$$

$$G_{tm} = \alpha_3 \quad (4.22)$$

$$\frac{P^{\frac{1}{2}} q_m}{Q^{\frac{3}{2}}} = \alpha_4 \quad (4.23)$$

Valorile constantelor  $\alpha_i$  din expresiile ( 4.20 ÷ 4.23 ) se determină pe cale experimentală modificând succesiv un singur parametru și păstrând pe ceilalți relativ constanți.

Din analiza expresiilor argumentelor  $\pi_i$ , se constată că raportul masic de furaje fibroase / furaje concentrate  $R_{fc}$  și gradul de tocare mediu al furajelor fibroase  $G_{tm}$ , reprezintă constantele procesului de distribuire a furajului unic la bovine.

Evident că în analiza procesului pot fi luați în studiu și alți parametri, numărul argumentelor complexe adimensionale crescând cu numărul acestora, dar parametrii analizați mai sus sunt cei mai importanți, ei descriind procesul în mod corespunzător.

Analizând argumentele complexe adimensionale  $\pi_1$  și  $\pi_4$  se poate presupune că, în procesul de distribuire a furajului unic, puterea consumată la distribuire poate fi calculată cu una din relațiile:

$$P^{\frac{1}{2}} = \frac{\alpha_1 Q^{\frac{3}{2}}}{h^2 \rho_v} \quad (4.24)$$

$$P^{\frac{1}{2}} = \frac{\alpha_4 Q^{\frac{3}{2}}}{q_m} \quad (4.25)$$

Facilitatea maximă a metodei  $\pi$ , pentru cazul analizat, constă în aceea că pentru oricare din relațiile de mai sus este necesară o singură determinare experimentală cu măsurarea valorilor parametrilor ce intervin în argumentele complexe adimensionale, în vederea determinării constantelor  $\alpha_i$ . Evidențierea influenței principalilor parametri asupra procesului de distribuire a furajului unic la animale se realizează prin combinarea în diferite moduri a argumentelor complexe adimensionale cu care s-a format ecuația criterială (4.19), sau prin dependența separată a unui argument complex de celelalte trei:  $\pi_1 = f(\pi_2)$ ;  $\pi_1 = f(\pi_3)$ ;  $\pi_1 = f(\pi_4)$ .

O formă explicită a ecuației criteriale (4.19) se poate presupune că este de forma:

$$\pi_1 = C \pi_2^a \pi_3^b \pi_4^c \quad (4.26)$$

unde:

C = este o constantă;

a, b, c = exponenți, ce se determină experimental.

Înlocuind expresiile argumentelor  $\pi_i$ , în relația (4.26) și scoțând din relația obținută puterea necesară pentru distribuirea furajului unic, se obține relația:

$$P^{\frac{(1-c)}{2}} = C \frac{Q^{\frac{3}{2}(1-c)} R_{fc}^a G_{tm}^b q_m^c}{h^2 \rho_v} \quad (4.27)$$

care reprezintă dependența puterii consumate în procesul de lucru, în funcție de ceilalți parametri luați în studiu. Necunoscutele ecuației criteriale (C,a,b,c) urmează să fie studiate și determinate pe baza cercetărilor experimentale, prezentate în capitolul 5 al acestei lucrări.

### 4.3. Concluzii

Pe baza studierii literaturii de specialitate precum și a cercetărilor teoretice efectuate privind parametrii constructivi și funcționali ai mașinilor utilizate la distribuirea furajului unic în fermele de bovine, s-a urmărit o ierarhizare a principalelor mașini luate în studiu. *În acest scop cu ajutorul unei metode specifice de management (metoda STEM) și a unui program corespunzător de calcul, s-a elaborat o metodologie ce permite determinarea utilității totale în exploatarea a mașinilor studiate, cu toate că aceste mașini au caracteristici constructive și funcționale diferite.*

În scopul stabilirii gradului de influență al principalilor parametrii ce intervin în cadrul procesului de distribuire, cu ajutorul analizei dimensionale s-a efectuat un studiu asupra parametrilor constructivi și funcționali ai mașinilor destinate distribuirii furajului unic. *Astfel procesul de distribuire a fost analizat luându-se în considerare 7 parametrii ce intervin pe parcursul desfășurării lui. Cu ajutorul metodei de studiu "π", s-a obținut o funcție implicit omogenă care exprimă matematic procesul de distribuire considerat. Această funcție stabilește legătura funcțională între parametrii sistemului și parametrii de proces, având valabilitate pentru orice unități de măsură fundamentale adoptate. Prelucrând matematic ecuația criterială a procesului de distribuire, s-au obținut 4 expresii matematice ce indică corelarea și interdependența parametrilor analizați.*

Verificarea studiului teoretic efectuat, cu ajutorul metodei STEM și a analizei dimensionale, asupra parametrilor constructivi și funcționali ai mașinilor destinate distribuirii furajului unic în fermele de bovine, urmează să fie făcută în cadrul cercetărilor experimentale.

## Capitolul 5

**CERCETĂRI EXPERIMENTALE PRIVIND MAȘINILE  
DESTINATE DISTRIBUIRII FURAJULUI UNIC***5.1. Considerații generale*

Consultând literatura de specialitate, se poate aprecia că nu a fost studiat pe deplin procesul tehnologic de distribuire a furajului unic și nici parametrii constructivi și funcționali ai mașinilor de distribuit, indicii lor de lucru și de exploatare în corelație cu cerințele actuale impuse de procesul de distribuire al furajului unic în fermele de bovine.

Studiul experimental efectuat în cadrul acestei lucrări s-a axat pe două direcții [ 56 ].

O primă direcție s-a materializat prin efectuarea unui studiu experimental, în condiții concrete de producție, a patru mașini, două de fabricație românească (R.T.A.-4,5; R.T.A. - 9) și două provenite din import ( STORTI, SEKO ). La aceste mașini s-au determinat totodată și indicii de exploatare.

A doua direcție avută în vedere, a urmărit efectuarea unor cercetări experimentale privind aplicarea analizei dimensionale în studiul procesului de lucru al mașinilor destinate distribuirii furajului unic. Pentru a putea efectua acest studiu, a fost stabilit un plan de experimentări, care să poată conduce la determinarea constantei  $C$  și a exponenților  $a$ ,  $b$ ,  $c$  ce intervin în ecuația criterială (4.19) stabilită teoretic în cadrul capitolului 4.

Tot în cadrul capitolului 5, utilizând metoda managerială STEM și un program de calcul adecvat [ 2 ], a fost determinată utilitatea totală în exploatarea mașinilor destinate distribuirii furajului unic în fermele de bovine. Datele obținute în urma cercetărilor

experimentale au fost prelucrate pe computer [ 32; 54], utilizând fundamente matematice adecvate [ 26 ].

## 5.2. Principalele caracteristici tehnico-funcționale ale mașinilor experimentate

În cadrul cercetărilor, efectuate în condiții concrete de producție, s-au experimentat patru mașini utilizate la distribuirea furajului unic.

Două dintre acestea sunt fabricate în țară la S.C.AZOMA Arad (R.T.A.-4,5 și R.T.A.-9) și sunt destinate pentru amestecarea, transportul și distribuirea furajelor combinate în fermele de bovine.

Cu aceste mașini [ 77; 91 ] pot fi amestecate și distribuite pe lângă furaje concentrate și furaje fibroase, grosiere sau rădăcinoase, cu condiția ca acestea să fie tocate, astfel încât cel puțin 85% din masa particulelor să aibă lungimea până la 25 mm. Respectându-se condiția specificată anterior, cu cele două mașini pot fi distribuite și anumite rețete de furaj unic a căror umiditate nu depășește 30%.

A treia mașină experimentată [ 104 ] a fost mașina produsă de firma STORTI din Italia, care este destinată pentru dozarea , amestecarea, tocarea furajelor în vederea obținerii furajului unic, precum și pentru transportul și distribuirea acestuia în ieslele de hrănire a bovinelor.

Cea de a patra mașină cu care s-au efectuat cercetări experimentale a fost mașina SEKO-L-1005 [ 83 ] produsă de firma SEKO din Italia. Mașina este destinată pregătirii furajului unic ( dozarea, amestecarea și tocarea furajelor), transportului și distribuirii acestuia în fermele de bovine.

Principalele caracteristici tehnico-funcționale ale celor patru mașini experimentate sunt prezentate în tabelul 5.1..



## Principalele caracteristici tehnico - funcționale ale mașinilor experimentate

Tabelul 5.1.

Nr. crt.	Specificație	R.T.A.-4,5	R.T.A.-9	STORTI	SEKO
1.	Tipul	Remorcă monoax	Remorcă monoax	Remorcă monoax	Remorcă monoax
2.	Model	R.T.A.-4,5	R.T.A.-9	STORTI-9,5	SEKO-PANTER L-1005
3.	Capacitatea benei [m <sup>3</sup> ]	4,5	9	9,5	10
4.	Masa [kg]	2130	3020	3000	3590
5.	Dimensiunile ferestrelor descărcare - lățime [mm] - înălțime [mm]	770 470	770 400	720 500	660 570
6.	Acționarea	De la priza de putere a tractorului U650 M	De la priza de putere a tractorului U 650 M	De la priza de putere a tractorului U 650 M	De la priza de putere a tractorului U650 M
7.	Nr. transportoarelor elicoidale	3(1 inf. și 2 sup.)	3(1 inf. și 2 sup.)	3(1 inf. și 2 sup.)	4(2 sup. și 2 inf.)
8.	Turația transportoarelor elicoidale inferioare [rot / min]	8	12,68	10	24
9.	Turația transportoarelor elicoidale superioare [rot / min]	26	29,6	4	10
10.	Viteza transportorului transversal [m / s]	1,73	1,7	1,83	2,8
11.	Viteza maximă de deplasare a mașinii [km / h]	15	15	15	15

### 5.3. Studiul experimental al parametrilor mașinilor utilizate la distribuirea furajului unic

Experimentările efectuate , s-au făcut la 4 tipuri de mașini utilizate în țara noastră la distribuirea furajului unic, în fermele de bovine.

Principalul scop al cercetărilor experimentale a fost de a verifica parametrii analizați în cadrul studiului teoretic și de a scoate în evidență parametrii constructivi și funcționali ai mașinilor care să satisfacă cerințele tehnologice și zoo - veterinare, impuse procesului de distribuire mecanizată a furajului unic în fermele de bovine [ 46 ].

Obiectivul studiului experimental a constat în determinarea principalilor parametri constructivi și funcționali ai mașinilor analizate, precum și în determinarea caracteristicilor fizico - mecanice ale furajelor componente ale rețetei de furaj unic ce se administrează bovinelor ( tineret taurin, vaci cu lapte).

Experimentele s-au efectuat, ținându-se seama de recomandările specialiștilor în domeniu, în ceea ce privește frontul de furajare. Astfel, aceștia recomandă ca în cazul vacilor cu lapte să avem  $65 \div 70$  cm front de furajare, iar în cazul tineretului taurin la îngrășat  $35 \div 70$  cm front de furajare ( în funcție de perioada de creștere).

#### *5.3.1. Programul și procedura de testare în cadrul cercetărilor experimentale*

Programul cercetărilor experimentale a fost stabilit în scopul determinării parametrilor constructivi și funcționali și a principalilor indici calitativi de lucru și de exploatare, pentru cele patru tipuri de mașini experimentate.

Cercetările experimentale s-au desfășurat conform procedurii [ 45 ] “ Încercarea echipamentelor tehnice pentru distribuirea hranei la animale” , procedură elaborată de

autor în cadrul Laboratorului de Mecanizarea Lucrărilor în Zootehnie din cadrul Institutului de Testare și Cercetare - Dezvoltare pentru Mecanizarea Agriculturii - ROMATEST, Anexa nr.1 , precum și în conformitate cu STAS 13105/1992, [ 87 ] .

Pentru a cuprinde toate aspectele legate de dependențele necesare a fi studiate, în tabelul 5.2 sunt prezentate rețetele de furajare utilizate pe parcursul experimentărilor, iar în tabelul 5.3 este prezentată masa volumică și unghiul de taluz natural a furajelor utilizate în hrana bovinelor [ 19 ] .

Determinările efectuate în cadrul cercetărilor experimentale au fost executate în condiții de laborator și exploatare, urmărindu-se atât fluxurile utilizate, cât și regimurile de lucru ale mașinilor testate [ 44; 48; 49; 69 ] .

Rețete de furaj unic utilizate în timpul experimentărilor

Tabelul 5.2

Nr. crt.	Denumirea componentei	U/M	Rețetele de furaj unic utilizate			
			R1	R2	R3	R4
1	Fân de lucernă	%	13		4	
2	Paie de grâu	%		60	4	
3	Siloz de porumb (lapte - ceară)	%	58		42,5	
4	Siloz de ierburi perene	%				40
5	Stiuleți de porumb măcinați	%	29	40		30
6	Borhot de bere	%			34	
7	Tărâțe de grâu	%			4	
8	Orz măcinat	%			2	15
9	Porumb măcinat	%			2	15
10	Mazăre măcinată	%			7,5	

$R_1$  = Rețetă distribuită cu mașina R.T.A - 4,5

$R_2$  = Rețetă distribuită cu mașina R.T.A. - 9

$R_3$  = Rețetă distribuită cu mașina produsă de firma "STORTI "

$R_4$  = Rețetă distribuită cu mașina produsă de firma "SEKO"

Tipul Panter , Model L - 1005

Masa volumică și unghiul de taluz natural al furajelor utilizate în hrana bovinelor

Tabelul 5.3

Nr. crt.	Furajul	Masa volumică Kg/m <sup>3</sup>			Unghiul de taluz natural (grade)
		nemărunțit	mărunțit	tasat	
1	Mazăre	800 - 860	560 - 610	-	35
2	Grâu	750 - 850	550 - 600	-	30
3	Porumb	680 - 820	550 - 620	-	28
4	Orz	580 - 750	500 - 560	-	28
5	Ovăz	400 - 550	350 - 400	-	35
6	Leguminoase	700 - 840	-	-	28
7	Nutreț combinat	-	500 - 650	-	45
8	Tărâțe de grâu	-	160 - 210	-	45
9	Fân de fânețe	65 - 80	90 - 110	-	15 - 17
10	Fân de trifoliene	70 - 80	100 - 120	-	15
11	Fân balotat	110 - 120	110 - 140	-	10
12	Paie cereale	50 - 60	70 - 80	300 - 350	20
13	Paie balotate	75 - 80	75 - 85	310 - 370	18
14	Ciocălăi	175 - 200	250 - 300	-	6,8
15	Siloz de porumb	-	-	720 - 870	50 - 55
16	Siloz graminee și trifoliene tocate	-	-	740 - 765	55
17	Tăiței de sfeclă	275 - 320	-	-	40
18	Tulpini de porumb	70 - 80	100 - 150	420 - 480	35 - 40
19	Ierburi de fânețe	100 - 150	-	650 - 700	46 - 50
20	Știuleți de porumb	500 - 550	640 - 700	-	30
21	Sfeclă furajeră	450 - 620	590 - 680	-	-
22	Șroturi	400 - 430	-	-	-

### 5.3.2. Metode și aparatură de măsură folosite

Parametrii constructivi și funcționali, precum și indicii calitativi de lucru și de exploatare ai mașinilor experimentate, au fost determinați prin metode de măsurare directe folosind aparatura precizată în tabelul 5.4.

Pentru determinarea caracteristicilor fizico - mecanice ale furajelor unice, s-au utilizat containere și baterii de site.

Rezultatele măsurătorilor au fost prelucrate statistic [ 41; 60 ] folosind relațiile:

- valoarea medie aritmetică:

$$a_m = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} a_i}{n} \quad (5.1)$$

- abaterea medie pătratică:

$$\sigma_a = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} (a_i - a_m)^2}{(n-1)} \quad (5.2)$$

- indicele de variație a mărimii respective:

$$V_a \% = \pm \frac{\sigma_a}{a_m} 100 \quad (5.3)$$

#### Aparate și instalații folosite în timpul cercetărilor experimentale

Tabelul 5.4.

Nr. crt.	Denumirea aparatului sau a instalației utilizate	Domeniul de măsurare	Precizia de măsurare
0	1	2	3
1	Cronometru	0 ÷ 30 min	0,2 s
2	Șubler	0 ÷ 150 mm	± 0,1 mm
3	Cântar platformă	0 ÷ 150 Kg	± 10 g

0	1	2	3
4	Micrometru	25 ÷ 50 mm	± 0,01 mm
5	Ruletă	0 - 2 m	± 0,5 %
6	Ruletă	0 - 5 m	± 0,5 %
7	Termometru	0 - 100 <sup>0</sup> C	0,75 %
8	Tahometru digital	0 - 24000 rot/min	± 1 rot / min
9	Aparat fotografic		
10	Săculeți pânză		
11	Cilindrii gradați din sticlă	250 ; 500; 1000; 2000 ml	1 %
12	Umidometru		
13	Container lemn	0,027 m <sup>3</sup>	1 %
14	Instalație de măsurare a momentului rezistent la priza de putere	0 - 1000Nm	1 %
15	Baterii de site cu diametrul orificiilor de 1; 2; 3; 4 mm	1 - 4 mm	1 %
16	Raportor	0 - 180 <sup>0</sup>	1 %

### *5.3.3. Cercetări experimentale privind parametrii mașinilor de distribuit furaj unic*

În scopul elaborării procedurii experimentale privind mașinile pentru distribuirea furajului unic, au fost stabiliți în condiții de laborator, principalii parametri constructivi și funcționali, folosind rețetele de furaj unic prezentate în tabelul 5.2.

### *5.3.3.1. Determinarea caracteristicilor fizico - mecanice ale rețetelor de furaj unic, utilizate*

Furajele folosite în hrana bovinelor se caracterizează prin granulația măcinișului (exprimată prin modulul măcinișului ), masa volumică, unghiul de taluz natural, gradul de tocare, coeficientul de frecare, friabilitate, compactitate, umiditate, abrazivitate și aderență [ 35 ].

Deoarece parametrii constructivi și funcționali ai organelor mașinilor de distribuit furaj unic, depind în mare măsură de unele dintre aceste caracteristici ale furajelor , acestea au fost determinate pentru rețetele de furaj unic obținute în urma omogenizării.

Furajele concentrate ( porumb boabe, orz, mazăre ) ce au intrat în componența rețetelor de furaj unic, au fost prelucrate cu ajutorul morilor cu ciocane, utilizându-se site ce au avut diametrul orificiilor de 3 - 4 mm.

Granulațiile măcinișurilor obținute, au avut mărimea modulului cuprinsă între 1,8 - 2,6 mm, încadrându-se în grupa măcinișurilor grosiere [ 36 ] , recomandate a fi administrate în hrana rumeătoarelor.

Fibroasele ( fân de lucernă, paie de grâu) precum și știuleții de porumb au fost prelucrate cu ajutorul instalațiilor pentru măcinarea fibroaselor, de tipul D.I. - 55, utilizându-se sita cu diametrul orificiilor de 16 mm [ 71 ].

În tabelul 5.5. sunt prezentate principalele caracteristici fizico - mecanice ale silozurilor de fibroase utilizate, precum și ale furajelor unice rezultate în urma omogenizării.

Determinările au fost efectuate conform procedurii prezentate în Anexa 1.

Principalele caracteristici fizico - mecanice ale silozurilor de fibroase utilizate și a furajelor unice rezultate în urma omogenizării

Tabelul 5.5

Nr. crt.	Specificație	Masa volumică (kg/m <sup>3</sup> )	Unghiul de taluz natural (grade)	Umiditatea %	Gradul de tocare				
					Repartiția pe clase de lungimi a fibroaselor tocate (%)				
					0 - 10 mm	11 - 20 mm	21 - 30 mm	31 - 50 mm	51 - 100 mm
1	Siloz de ierboase	750	55	61	11,4	29	18,3	26,6	14,7
2	Siloz de porumb	740	50	72	12,5	32,6	24,5	18,3	12,1
3	R <sub>1</sub>	672	38	55	8,2	11,6	24,2	42,2	13,8
4	R <sub>2</sub>	376	36	25	22,4	45,8	26,5	5,3	-
5	R <sub>3</sub>	610	29	65	9,5	13,6	27,9	30,5	18,5
6	R <sub>4</sub>	672	37	68	13,5	32,8	21,6	30,3	1,8



### 5.3.3.2. *Determinarea cantității de furaj unic distribuită pe un metru , din ieslea de furajare*

Acest indice a fost determinat pentru a cunoaște cantitatea de furaj unic distribuit de mașina experimentată, pe un metru liniar din ieslea de furajare ( $q_m$ ). Determinarea lui  $q_m$  s-a făcut prin cântărirea cantității de furaj unic colectată de pe câte un metru din ieslea de furajare , la intervale de 5m. Pentru fiecare mașină experimentată s-au efectuat câte 25 determinări, iar  $q_m$  reprezintă valoarea medie obținută.

În vederea efectuării unor analize relevante s-a urmărit ca experimentările să se facă la aceeași turație a prizei de putere. Totodată s-au determinat condițiile de lucru și anume: viteza de înaintare a mașinii, deschiderea , lățimea și viteza transportorului transversal. Datele obținute în urma experimentărilor sunt prezentate în tabelul 5.6.

În figurile 5.1., 5.2., 5.3. și 5.4. este reprezentată grafic variația cantității de furaj unic distribuită în cazul celor patru mașini experimentate.

Curbele reprezentate prin linie întreruptă [71] , sunt trasate pe baza datelor experimentale obținute, iar curbele trasate cu linie continuă sunt generate prin analiză de regresie, utilizând o funcție polinomială de gradul 4. Analiza de regresie s-a făcut pe un computer P.C. Pentium [ 6 ] în programul MICROSOFT EXCEL .

Coeficienții termenilor funcției polinomiale sunt obținuți din analiza de regresie, care dă totodată și valoarea coeficientului de corelație dintre datele experimentale și funcția polinomială.

S-a constatat că la toate cele patru mașini, coeficientul de corelație este maxim ( $R^2 = 1$ ), ceea ce atestă că datele experimentale verifică funcția polinomială aleasă. Analizând datele prezentate în tabelul 5.6. și în figurile 5.1., 5.2., 5.3. și 5.4., a rezultat că mașina STORTI a realizat cea mai mare cantitate de furaj unic distribuită pe un metru liniar de iesle, respectiv 55,1 (kg/m), iar mașina R.T.A. - 9 a realizat cea mai mică cantitate de furaj unic distribuită pe un metru liniar de iesle, respectiv 35,7 (kg/m).

Cantitatea de furaj unic distribuită pe un metru liniar din ieslea de furajare

Tabelul 5.6.

Nr. crt.	Agregatul utilizat	Turația la priza de putere (rot/min)	Viteza de înaintare (Km/h)	Deschiderea transversal (mm)	Lățimea transversal (mm)	Viteza transportorului transversal (m/min)	$q_m$ (Kg/m)
1	Tractor U 650 M + R.T.A.- 4,5	540	4,16	470	770	102	39,5
2	Tractor U 650 M + R.T.A. - 9	540	4,16	400	770	102	35,7
3	Tractor U 650 M + STORTI	540	4,16	500	680	110	55,10
4	Tractor U 650 M + SEKO - L - 1005	540	2,58	570	620	169	53,6

$q_m$  = valoarea medie a cantității de furaj unic distribuită pe un metru din ieslea de furajare.

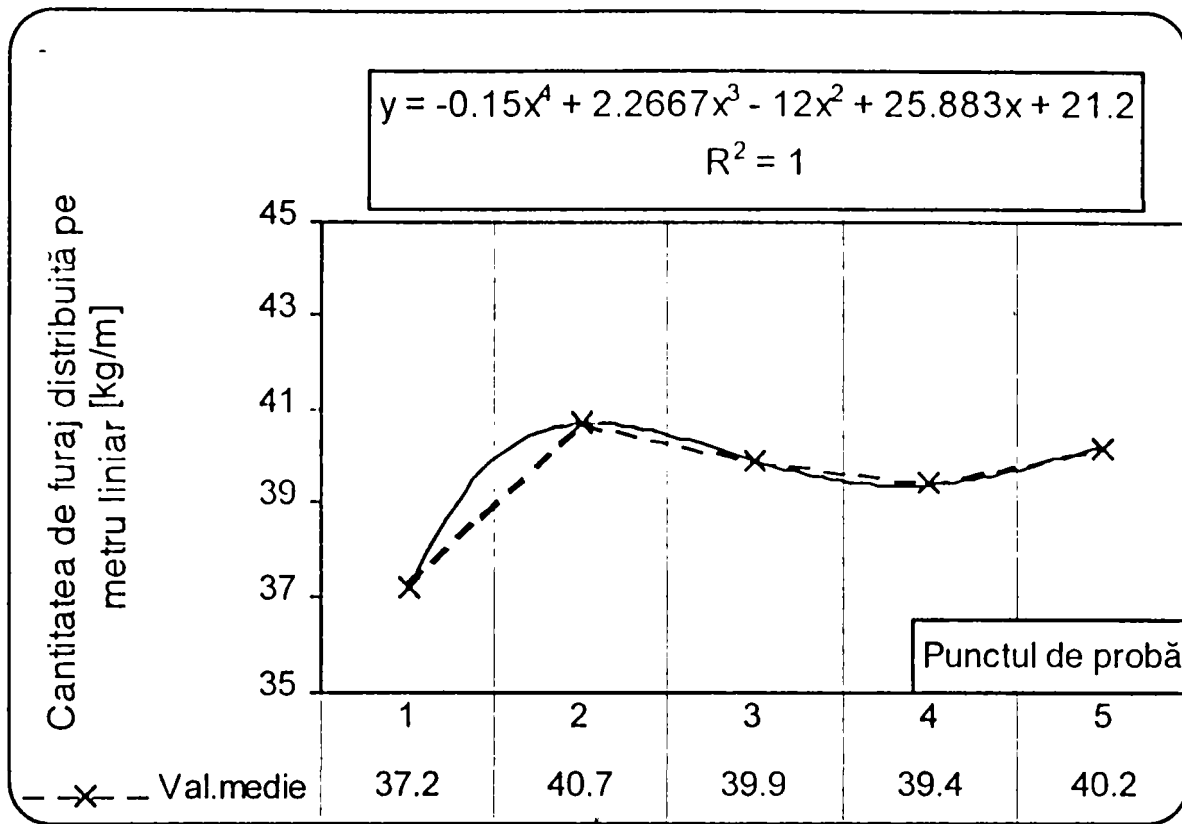


Fig.5.1. Cantitatea de furaj unic distribuită pe un metru, obținută cu mașina RTA-4,5

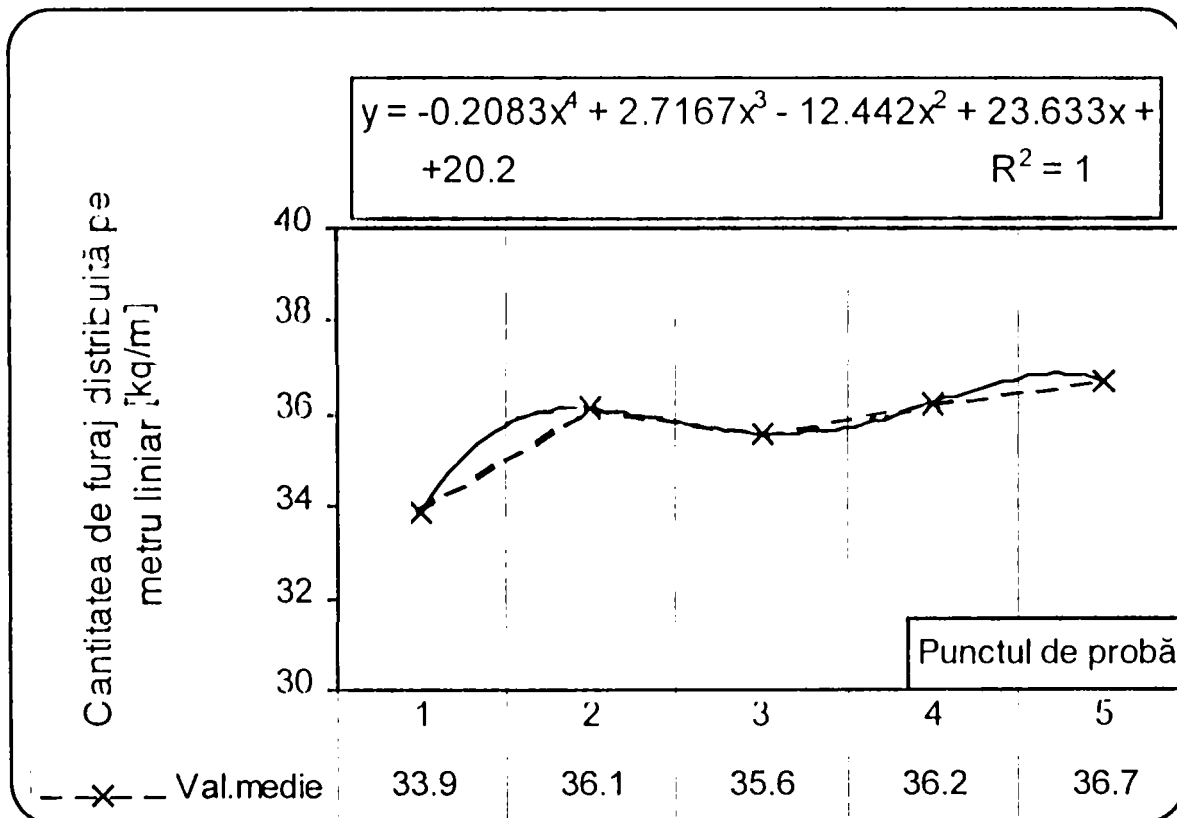


Fig.5.2. Cantitatea de furaj unic distribuită pe un metru, obținută cu mașina RTA-9

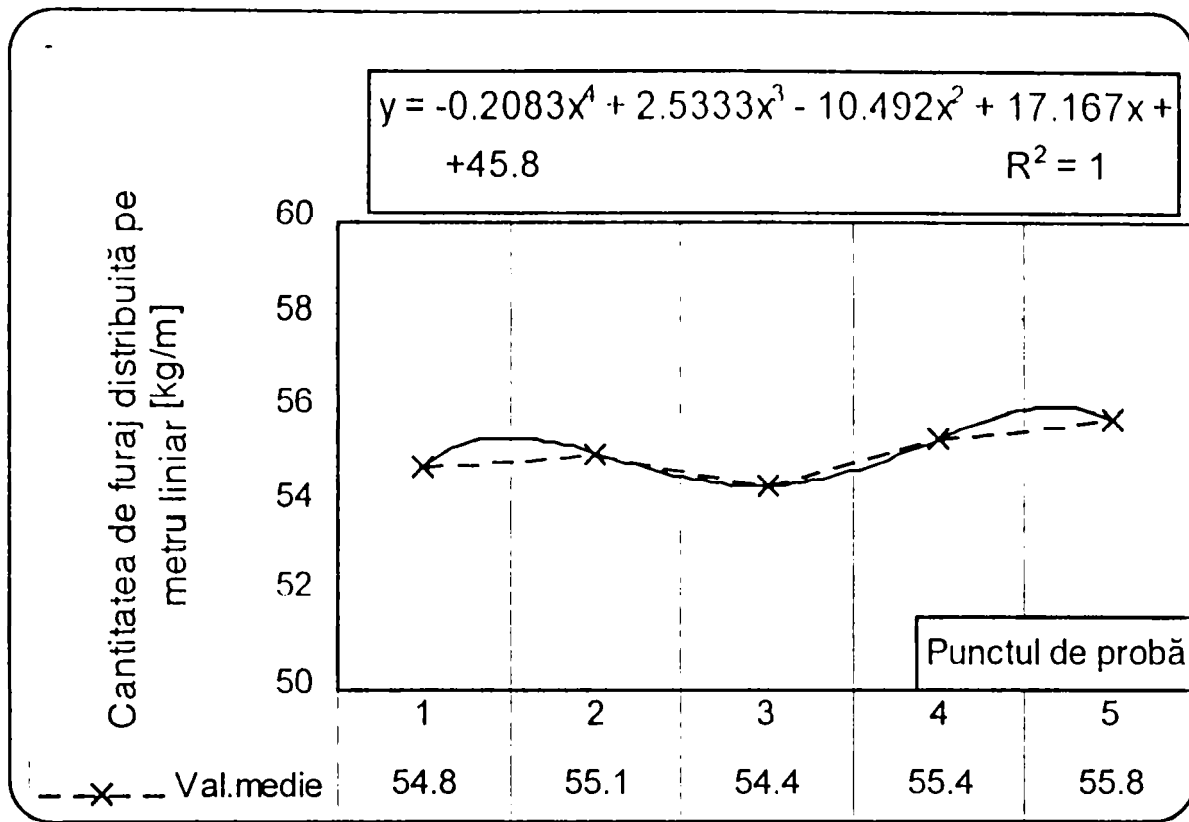


Fig.5.3. Cantitatea de furaj unic distribuită pe un metru, obținută cu mașina STORTI

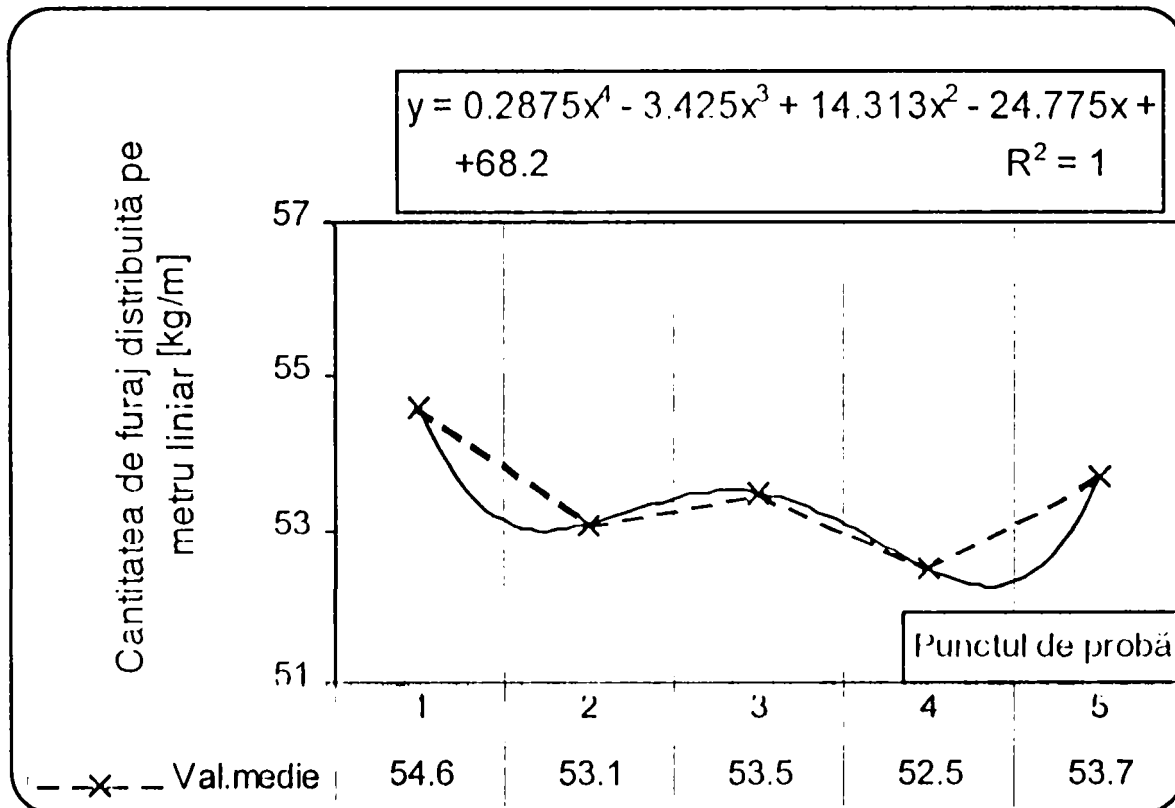


Fig.5.4. Cantitatea de furaj unic distribuită pe un metru, obținută cu mașina SEKO

### 5.3.3.3. Determinarea pierderilor de furaj unic

Conform procedurii de încercare a echipamentelor tehnice destinate distribuirii hranei la animale, s-au determinat pierderile de furaj unic ce se produc în timpul operației de distribuire. În urma experimentărilor s-au obținut următoarele valori precizate în tabelul 5.7.

#### Pierderile de furaj unic din timpul operației de distribuire

Tabelul 5.7.

Nr. crt.	Mașina utilizată	$q_m$ ( Kg / m )	Pierderi ( Kg / m )	Procent pierderi %
1	R.T.A. - 4,5	39,5	0,9	2,2
2	R.T.A. - 9	35,7	0,96	2,7
3	STORTI	55,10	0,5	0,9
4	SEKO - L - 1005	53,6	0,32	0,6

Din datele prezentate în tabelul 5.7, rezultă că procentul de pierderi cel mai scăzut l-a avut mașina SEKO , iar procentul cel mai mare de pierderi a fost la mașina R.T.A. - 9.

În fig. 5.5. se prezintă pentru cele patru mașini experimentate cantitatea de furaj unic distribuită pe un metru și pierderile de furaj unic produse în timpul operației de distribuire.

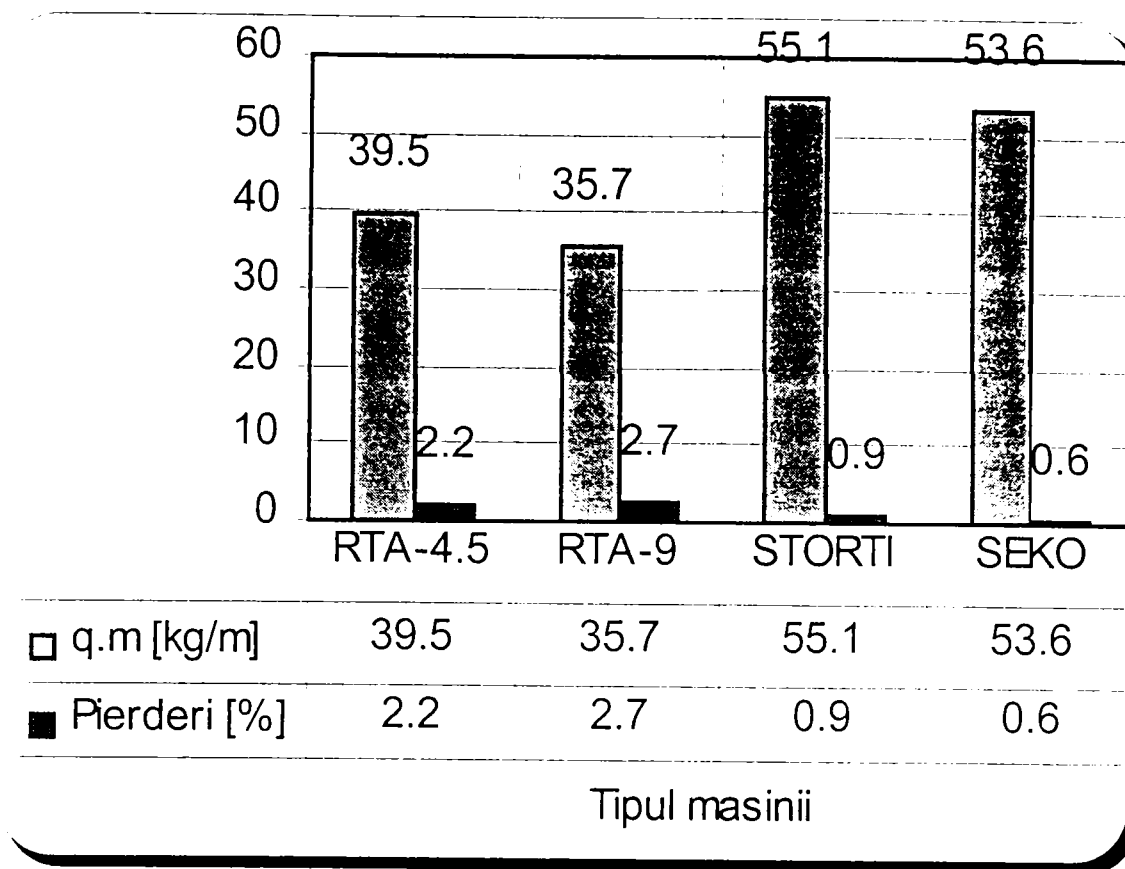


Fig.5.5. Cantitatea de furaj unic distribuită pe un metru  $q_m$  și pierderile de furaj unic produse în timpul operației de distribuire

#### 5.3.3.4. Determinarea debitului de distribuire

Pentru determinarea acestui parametru, s-a cântărit cantitatea de furaj unic distribuită la o încercare a mașinii testate, măsurându-se lungimea parcursă până la distribuirea întregii cantități de furaj. Totodată s-a cronometrat durata de distribuție.

Rezultatele obținute utilizând rețetele de furaj unic specificate în tabelul 5.2. sunt prezentate în tabelul 5.8.

Debitele de distribuire

Tabelul 5.8.

Nr. crt.	Mașina utilizată	Masa de furaj distribuită la o șarjă ( t )	Lungimea de distribuire ( m )	Durata operației ( h )	Debitul de distribuire ( t / h )
1	R.T.A. - 4,5	2,26	57	0,014	161,4
2	R.T.A. - 9	2,97	83	0,02	148,5
3	STORTI	3,055	96	0,03	101,8
4	SEKO-L-1005	4,3	81	0,032	131,8

În fig. 5.6. se prezintă variația debitului de distribuire și a secțiunii de evacuare a transportorului transversal , în cazul celor patru mașini experimentate.

Debitele de distribuire s-au obținut în condițiile prezentate în tabelul 5.6., unde se specifică turația la priza de putere, viteza de înaintare a mașinii, deschiderea , lățimea și viteza transportorului transversal.

Analizând datele prezentate în tabelul 5.8. și în fig. 5.6. , a rezultat că mașina R.T.A. - 4,5 realizează cel mai mare debit de distribuire, 161,4 t/h, urmată în ordine descrescătoare de mașina R.T.A. - 9 cu 148,5 t/h, mașina SEKO cu 131,8 t/h și mașina STORTI cu 101,8 t/h.

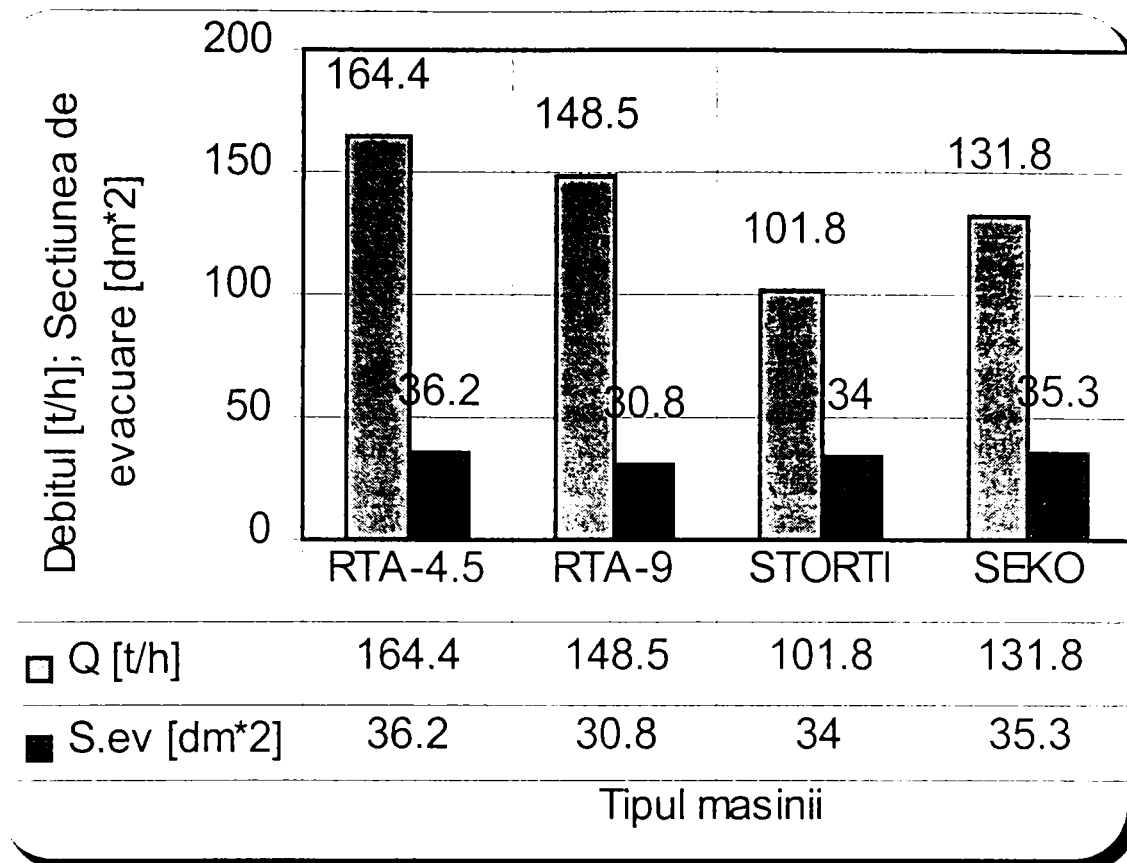


Fig.5.6. Variația debitului de distribuire și a secțiunii de evacuare a transportorului transversal

### 5.3.3.5. Determinarea puterii consumate în timpul operației de distribuire a furajului unic

Acest indice a fost determinat cu ajutorul instalației de măsurare a momentului rezistent la priza de putere. Metodica de calcul a indicelui determinat este prezentată în Anexa 1, iar valorile obținute în urma experimentărilor făcute sunt prezentate în tabelul 5.9.



Puterea consumată

Tabelul 5.9.

Nr. crt.	Specificație	Modul de acționare	Turație motor (rot /min )	Turația la priza de putere (rot / min )	Puterea consumată C.P.
1	R.T.A. - 4,5	Tractor U 650M	1800	540	23
2	R.T.A. - 9	Tractor U 650M	1800	540	31
3	STORTI	Tractor U 650M	1800	540	32
4	SEKO-L-1005	Tractor U 650M	1800	540	52

Experimentările efectuate în vederea determinării puterii consumate s-au făcut utilizându-se rețelele de furajare specificate în tabelul 5.2.

Valorile puterii consumate și a debitului de distribuție obținute în urma experimentării celor patru mașini sunt prezentate în fig. 5.7. Din fig. 5.7. se observă că cea mai mică putere consumată în timpul operației de distribuție o are mașina R.T.A. - 4,5, iar cea mai mare putere o are mașina SEKO.

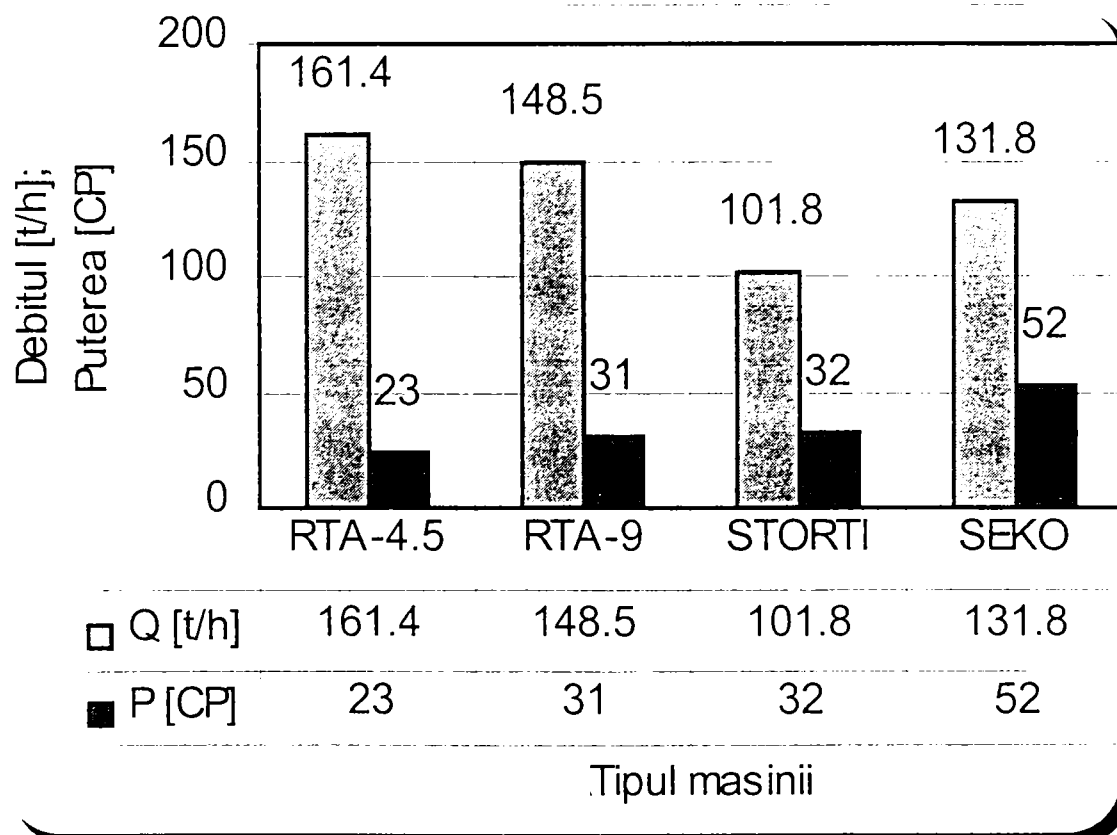


Fig.5.7. Variația puterii consumate și a debitului de distribuție

### 5.3.3.6. Experimentarea mașinilor în condiții de exploatare

Aceste experimentări au fost efectuate conform prevederilor procedurii pentru determinarea indicilor de exploatare [ 66 ] prezentată în Anexa 2.

În tabelul 5.10. sunt prezentate valorile principalilor indici determinați.

#### Indici de exploatare

Tabelul 5.10.

Nr. crt.	Specificație	$W_{ef}$ ( t / h )	$W_{o7}$ ( t / h )	$K_4$
1	R.T.A. - 4,5	12,21	2,79	0,86
2	R.T.A. - 9	21,74	8,58	1
3	STORTI	8,33	2,16	0,94
4	SEKO - L - 1005	16,16	9,42	1

Notă:  $W_{ef}$  = Capacitatea de lucru într-o oră din timpul efectiv;

$W_{o7}$  = Capacitatea de lucru într-o oră din timpul schimbului;

$K_4$  = Coeficient de siguranță în exploatare.

Se observă din datele prezentate în tabelul 5.10 , că mașina SEKO are cea mai bună capacitate de lucru într-o oră din timpul schimbului, iar coeficientul de siguranță în exploatare este 1.

Experimentările în condițiile de exploatare s-au făcut utilizând rețetele de furaj unic precizate în tabelul 5.2.

#### 5.4. Cercetări experimentale privind aplicarea analizei dimensionale în studiul procesului de lucru al mașinilor de distribuit furaj unic

Pe baza teoriei analizei dimensionale aplicate în studiul procesului de lucru al mașinilor de distribuit, prezentate în capitolul 4, a fost stabilit un plan de experimentări. Acest plan a permis determinarea valorii constantei  $C$  și a exponenților  $a$ ,  $b$ ,  $c$  ce intervin în ecuația criterială 4.26 ( $\pi_1 = C\pi_2^a\pi_3^b\pi_4^c$ ) stabilită teoretic.

Planul experimentărilor efectuate cu cele patru mașini, precum și rezultatele obținute sunt prezentate în tabelele 5.11, 5.12, 5.13 și 5.14.

Prelucrarea datelor experimentale, referitor la metoda de analiză dimensională utilizată în studiul procesului de lucru al mașinilor de distribuit furaj unic, este prezentată în tabelul 5.15.

În reprezentările grafice a datelor experimentale obținute conform planului stabilit, dreptele de regresie sau trasat în programul ORIGIN 4.1. [ 62 ]. Calculul coeficientului de corelație [ 24 ] s-a făcut utilizând formula:

$$R = \sqrt{1 - \frac{\sum_{i=1}^n (y_m - y_c)^2}{\sum_{i=1}^n (y_m - M_y)^2}} \quad (5.4)$$

unde:  $y_m$  = valoarea măsurată a lui  $y$ ;

$y_c$  = valoarea calculată;

$M_y$  = valoarea medie a valorii

$$M_y = \frac{\sum_{i=1}^n y_m}{n} \quad (5.5)$$

unde:  $n$  = numărul de experimentări efectuate.

Dreptele de regresie trasate pe baza datelor experimentale [ 12 ], proprii fiecărei mașini, sunt reprezentate cu linie întreruptă. Coeficienții ecuațiilor acestor drepte sunt

dați direct de calculator, împreună cu valorile coeficienților de corelație. Dreptele de regresie reprezentate cu linie continuă, sunt trasate pe baza valorilor medii ale coeficienților celor patru mașini experimentate.

Prin reprezentările grafice s-a urmărit să se facă o comparație între coeficienții de corelație ( regresie) ai celor două drepte.

Planul experimentărilor și rezultatele obținute  
cu mașina de distribuit R.T.A. - 4,5

Tabelul 5.11.

Pentru determinarea lui a							
$\pi_1 = A_1 \pi_2^a$					$A_1 = C \pi_3^b \pi_4^c$		
Nr.	$\pi_1$				$\pi_2$	$\pi_3$	$\pi_4$
exp.	P[W]*	Q[kg/s]*	$\rho_v$ [kg/m <sup>3</sup> ]	h[m]	R <sub>fc</sub>	G <sub>im</sub> [%]	q <sub>m</sub> [kg/m]
1	16928	44.83	672	0.47	2.44	22.14	39.5
2	18574	42.73	745	0.47	2.13	23.27	41.5
3	25037	39.51	717	0.40	2.27	26.29	43.7
4	35127	29.98	590	0.37	2.01	32.95	49.2
5	28765	37.22	728	0.45	1.83	28.42	47.4
Pentru determinarea lui b							
$\pi_1 = A_2 \pi_3^b$					$A_2 = C \pi_2^a \pi_4^c$		
Nr.	$\pi_1$				$\pi_3$	$\pi_2$	$\pi_1$
crt.	P[W]*	Q[kg/s]*	$\rho_v$ [kg/m <sup>3</sup> ]	h[m]	G <sub>im</sub> [%]	R <sub>fc</sub>	q <sub>m</sub> [kg/m]
6	32130	41.52	670	0.45	26.29	2.13	37.8
7	27864	49.39	738	0.44	23.27	2.27	44.6
8	30377	39.63	720	0.45	28.42	2.01	43.2
9	34543	38.57	765	0.47	32.95	1.83	53.1
10	16928	44.83	672	0.47	22.14	2.44	39.5
Pentru determinarea lui c							
$\pi_1 = A_3 \pi_4^c$					$A_3 = C \pi_2^a \pi_3^b$		
Nr.	$\pi_1$				$\pi_4$	$\pi_2$	$\pi_3$
crt.	P[W]*	Q[kg/s]*	$\rho_v$ [kg/m <sup>3</sup> ]	h[m]	q <sub>m</sub> [kg/m]	R <sub>fc</sub>	G <sub>im</sub> [%]
11	26135	42.57	610	0.40	34.1	2.92	26.29
12	21520	37.16	585	0.42	24.5	2.57	23.27
13	16928	44.83	672	0.47	39.5	2.44	22.14
14	22668	39.74	637	0.37	38.2	2.14	19.45
15	19530	49.29	705	0.45	48.7	1.80	16.34
Pentru determinarea lui C							
$\pi_1 = A_4 C$					$A_4 = \pi_2^a \pi_3^b \pi_4^c$		
Nr.	$\pi_1$				$\pi_2$	$\pi_3$	$\pi_4$
exp.	P[W]*	Q[kg/s]*	$\rho_v$ [kg/m <sup>3</sup> ]	h[m]	R <sub>fc</sub>	G <sub>im</sub> [%]	q <sub>m</sub> [kg/m]
16	18574	41.35	500	0.40	2.00	19.55	48.4
17	20853	36.45	514	0.32	1.50	12.80	34.2

\* Acești parametrii intră și în componența lui  $\pi_4$

Planul experimentărilor și rezultatele obținute  
cu mașina de distribuit R.T.A. - 9

Tabelul 5.12.

Pentru determinarea lui a							
$\pi_1 = A_1 \pi_2^a$					$A_1 = C \pi_3^b \pi_4^c$		
Nr.	$\pi_1$				$\pi_2$	$\pi_3$	$\pi_4$
exp.	P[W]*	Q[kg/s]*	$\rho_v$ [kg/m <sup>3</sup> ]	h[m]	R <sub>fc</sub>	G <sub>im</sub> [%]	q <sub>m</sub> [kg/m]
1	22816	41.25	376	0.40	1.50	10.45	35.7
2	38174	18.03	329	0.14	2.21	18.63	43.7
3	35203	22.17	405	0.20	1.81	15.73	49.8
4	29752	27.05	455	0.20	1.73	12.85	38.8
5	28837	29.24	604	0.25	1.42	14.57	45.5
Pentru determinarea lui b							
$\pi_1 = A_2 \pi_3^b$					$A_2 = C \pi_2^a \pi_4^c$		
Nr.	$\pi_1$				$\pi_3$	$\pi_2$	$\pi_4$
crt.	P[W]*	Q[kg/s]*	$\rho_v$ [kg/m <sup>3</sup> ]	h[m]	G <sub>im</sub> [%]	R <sub>fc</sub>	q <sub>m</sub> [kg/m]
6	25578	30.78	586	0.30	12.85	1.42	26.4
7	22816	41.25	376	0.40	10.45	1.50	35.7
8	10305	36.12	675	0.50	15.73	1.67	21.7
9	23431	42.31	827	0.50	18.63	1.58	25.9
10	24366	34.15	626	0.35	14.57	1.83	16.0
Pentru determinarea lui c							
$\pi_1 = A_3 \pi_4^c$					$A_3 = C \pi_2^a \pi_3^b$		
Nr.	$\pi_1$				$\pi_4$	$\pi_2$	$\pi_3$
crt.	P[W]*	Q[kg/s]*	$\rho_v$ [kg/m <sup>3</sup> ]	h[m]	q <sub>m</sub> [kg/m]	R <sub>fc</sub>	G <sub>im</sub> [%]
11	18772	39.46	645	0.35	28.3	2.17	15.73
12	30921	35.29	443	0.27	41.5	2.08	14.57
13	22816	41.25	376	0.40	35.7	1.50	10.45
14	25638	32.79	475	0.25	31.8	1.83	12.85
15	26985	38.14	548	0.30	34.2	2.47	17.33
Pentru determinarea lui C							
$\pi_1 = A_4 C$					$A_4 = \pi_2^a \pi_3^b \pi_4^c$		
Nr.	$\pi_1$				$\pi_2$	$\pi_3$	$\pi_4$
exp.	P[W]*	Q[kg/s]*	$\rho_v$ [kg/m <sup>3</sup> ]	h[m]	R <sub>fc</sub>	G <sub>im</sub> [%]	q <sub>m</sub> [kg/m]
16	21343	33.54	704	0.50	1.95	17.33	32.6
17	22517	37.16	768	0.50	1.83	14.57	25.7

\* Acești parametrii intră și în componența lui  $\pi_4$

Planul experimentărilor și rezultatele obținute  
cu mașina de distribuit STORTI

Tabelul 5.13.

Pentru determinarea lui a							
$\pi_1 = A_1 \pi_2^a$					$A_1 = C \pi_3^b \pi_4^c$		
Nr.	$\pi_1$				$\pi_2$	$\pi_3$	$\pi_4$
exp.	P[W]*	Q[kg/s]*	$\rho_v$ [kg/m <sup>3</sup> ]	h[m]	R <sub>fc</sub>	G <sub>lm</sub> [%]	q <sub>m</sub> [kg/m]
1	23552	28.27	610	0.50	1.02	22.22	55.1
2	27045	33.41	698	0.35	1.50	19.15	42.3
3	31877	35.63	516	0.35	1.78	18.37	38.5
4	25340	35.18	537	0.32	2.03	15.88	27.4
5	35032	31.72	573	0.25	2.15	20.03	39.7
Pentru determinarea lui b							
$\pi_1 = A_2 \pi_3^b$					$A_2 = C \pi_2^a \pi_4^c$		
Nr.	$\pi_1$				$\pi_3$	$\pi_2$	$\pi_4$
crt.	P[W]*	Q[kg/s]*	$\rho_v$ [kg/m <sup>3</sup> ]	h[m]	G <sub>lm</sub> [%]	R <sub>fc</sub>	q <sub>m</sub> [kg/m]
6	17485	39.52	798	0.50	18.37	1.87	17.7
7	35179	37.86	720	0.47	20.03	1.50	22.5
8	23552	28.27	610	0.50	22.22	1.02	55.1
9	29874	32.95	651	0.37	15.88	1.73	11.9
10	23163	37.12	745	0.48	19.15	1.37	35.2
Pentru determinarea lui c							
$\pi_1 = A_3 \pi_4^c$					$A_3 = C \pi_2^a \pi_3^b$		
Nr.	$\pi_1$				$\pi_4$	$\pi_2$	$\pi_3$
crt.	P[W]*	Q[kg/s]*	$\rho_v$ [kg/m <sup>3</sup> ]	h[m]	q <sub>m</sub> [kg/m]	R <sub>fc</sub>	G <sub>lm</sub> [%]
11	36927	31.43	698	0.45	45.3	1.11	24.15
12	36034	26.22	594	0.40	47.6	1.30	28.29
13	34481	25.34	625	0.40	42.5	1.22	26.55
14	23552	28.27	610	0.50	55.1	1.02	22.22
15	35739	23.69	498	0.40	44.9	1.37	29.80
Pentru determinarea lui C							
$\pi_1 = A_4 C$					$A_4 = \pi_2^a \pi_3^b \pi_4^c$		
Nr.	$\pi_1$				$\pi_2$	$\pi_3$	$\pi_4$
exp.	P[W]*	Q[kg/s]*	$\rho_v$ [kg/m <sup>3</sup> ]	h[m]	R <sub>fc</sub>	G <sub>lm</sub> [%]	q <sub>m</sub> [kg/m]
16	17267	26.35	760	0.50	1.50	22.17	43.8
17	30159	34.68	697	0.45	1.69	18.53	37.5

\* Acești parametrii intră și în componența lui  $\pi_4$

Planul experimentărilor și rezultatele obținute  
cu mașina de distribuit SEKO

Tabelul 5.14.

Pentru determinarea lui a							
$\pi_1 = A_1 \pi_2^a$					$A_1 = C \pi_3^b \pi_4^c$		
Nr.	$\pi_1$				$\pi_2$	$\pi_3$	$\pi_4$
exp.	P[W]*	Q[kg/s]*	$\rho_v$ [kg/m <sup>3</sup> ]	h[m]	R <sub>fc</sub>	G <sub>im</sub> [%]	q <sub>m</sub> [kg/m]
1	38272	36.6	672	0.57	0.67	15.29	53.6
2	42032	24.0	449	0.28	1.25	17.62	41.5
3	36825	32.7	628	0.25	1.51	14.38	38.4
4	18645	35.3	590	0.43	1.08	12.87	43.7
5	38314	31.2	492	0.35	1.15	14.95	39.3
Pentru determinarea lui b							
$\pi_1 = A_2 \pi_3^b$					$A_2 = C \pi_2^a \pi_4^c$		
Nr.	$\pi_1$				$\pi_3$	$\pi_2$	$\pi_1$
crt.	P[W]*	Q[kg/s]*	$\rho_v$ [kg/m <sup>3</sup> ]	h[m]	G <sub>im</sub> [%]	R <sub>fc</sub>	q <sub>m</sub> [kg/m]
6	12932	35.9	752	0.57	12.87	1.03	27.2
7	38272	36.6	672	0.57	15.29	0.67	53.6
8	18029	29.5	780	0.50	14.38	0.89	25.4
9	19260	39.8	701	0.53	11.46	0.97	28.7
10	10648	35.1	615	0.53	10.17	1.12	21.3
Pentru determinarea lui c							
$\pi_1 = A_3 \pi_4^c$					$A_3 = C \pi_2^a \pi_3^b$		
Nr.	$\pi_1$				$\pi_4$	$\pi_2$	$\pi_3$
crt.	P[W]*	Q[kg/s]*	$\rho_v$ [kg/m <sup>3</sup> ]	h[m]	q <sub>m</sub> [kg/m]	R <sub>fc</sub>	G <sub>im</sub> [%]
11	41846	31.8	593	0.50	48.9	0.81	18.46
12	26065	29.7	705	0.57	34.8	1.07	24.37
13	36705	38.3	817	0.57	47.6	1.50	34.12
14	38272	36.6	672	0.57	53.6	0.67	15.29
15	31945	32.4	747	0.53	43.2	1.28	29.13
Pentru determinarea lui C							
$\pi_1 = A_4 C$					$A_4 = \pi_2^a \pi_3^b \pi_4^c$		
Nr.	$\pi_1$				$\pi_2$	$\pi_3$	$\pi_4$
exp.	P[W]*	Q[kg/s]*	$\rho_v$ [kg/m <sup>3</sup> ]	h[m]	R <sub>fc</sub>	G <sub>im</sub> [%]	q <sub>m</sub> [kg/m]
16	19283	37.5	613	0.53	1.03	13.57	39.7
17	35134	38.1	755	0.50	1.43	24.37	47.3

\* Acești parametrii intră și în componența lui  $\pi_4$



Prelucrarea datelor experimentale, referitor la metoda de analiză dimensională utilizată  
în studiul procesului de lucru al mașinilor de distribuit furaj unic

Tabelul 5.15.

Pentru mașina de distribuit R.T.A. - 4,5								
Nr.	$\pi_1 = \frac{P^{1/2} h^2 \rho_v}{Q^{3/2}}$		$\pi_2 = R_{fc}$		$\pi_3 = C_{itm}$		$\pi_4 = \frac{P^{1/2} q_m}{Q^{3/2}}$	
exp.	$\pi_1$	$\ln \pi_1$	$\pi_2$	$\ln \pi_2$	$\pi_3$	$\ln \pi_3$	$\pi_4$	$\ln \pi_4$
1	64.345	4.164	2.44	0.892	22.14	3.097	17.122	2.840
2	80.298	4.386	2.13	0.756	23.27	3.147	20.249	3.008
3	73.091	4.292	2.27	0.820	26.29	3.269	27.843	3.327
4	92.221	4.524	2.01	0.698	32.95	3.495	56.174	4.028
5	110.11	4.701	1.83	0.604	28.42	3.347	35.403	3.567
6	90.901	4.479	2.13	0.756	26.29	3.269	25.325	3.232
7	68.711	4.230	2.27	0.820	23.27	3.147	21.449	3.066
8	101.86	4.624	2.01	0.698	28.42	3.347	30.180	3.407
9	131.12	4.876	1.83	0.604	32.95	3.495	41.200	3.718
10	64.345	4.164	2.44	0.892	22.14	3.097	17.122	2.840
11	56.807	4.040	2.92	1.072	26.29	3.269	19.848	2.988
12	66.829	4.202	2.57	0.944	23.27	3.147	15.866	2.764
13	64.345	4.164	2.44	0.892	22.14	3.097	17.122	2.840
14	52.410	3.959	2.14	0.761	19.45	2.968	22.951	3.134
15	57.654	4.054	1.80	0.588	16.34	2.794	19.667	2.979
16	41.004	3.713	2.00	0.693	19.55	2.973	24.808	3.211
17	34.538	3.542	1.50	0.405	12.80	2.549	22.442	3.111
Pentru mașina R.T.A. - 9								
1	34.29	3.535	1.50	0.405	10.45	2.347	20.35	3.013
2	16.45	2.801	2.21	0.793	18.63	2.925	111.52	4.714
3	29.11	3.371	1.81	0.593	15.73	2.756	89.51	4.494
4	22.31	3.105	1.73	0.548	12.85	2.553	45.57	3.862
5	40.54	3.702	1.42	0.351	14.57	2.679	48.87	3.889
6	49.394	3.900	1.42	0.351	12.85	2.553	24.725	3.208
7	34.29	3.535	1.50	0.405	10.45	2.347	20.35	3.013
8	89.434	4.494	1.67	0.513	15.73	2.756	10.147	2.317
9	114.99	4.745	1.58	0.457	18.63	2.925	14.406	2.668
10	59.98	4.094	1.83	0.604	14.57	2.679	12.51	2.527
11	43.673	3.777	2.17	0.775	15.73	2.756	15.642	2.750
12	27.088	3.300	2.08	0.732	14.57	2.679	34.809	3.550
13	34.29	3.535	1.50	0.405	10.45	2.347	20.35	3.013
14	25.316	3.231	1.83	0.604	12.85	2.553	27.118	3.300
15	34.396	3.538	2.47	0.904	17.33	2.852	23.852	3.172
16	132.37	4.886	1.95	0.668	17.33	2.852	24.519	3.199
17	127.19	4.845	1.83	0.604	14.57	2.679	17.025	2.834

Pentru mașina de distribuit STORTI								
Nr.	$\pi_1 = \frac{P^{1/2} h^2 \rho_v}{Q^{3/2}}$		$\pi_2 = R_{fc}$		$\pi_3 = C_{itm}$		$\pi_4 = \frac{P^{1/2} q_m}{Q^{3/2}}$	
exp.	$\pi_1$	$\ln \pi_1$	$\pi_2$	$\ln \pi_2$	$\pi_3$	$\ln \pi_3$	$\pi_4$	$\ln \pi_4$
1	155.70	5.084	1.02	0.020	22.22	3.101	56.257	4.030
2	72.815	4.288	1.50	0.405	19.15	2.952	36.022	3.584
3	53.064	3.972	1.78	0.577	18.37	2.911	32.320	3.476
4	41.950	3.736	2.03	0.708	15.88	2.765	20.903	3.040
5	37.520	3.625	2.15	0.765	20.03	2.997	41.593	3.728
6	106.18	4.665	1.87	0.626	18.37	2.911	9.421	2.243
7	128.06	4.852	1.50	0.405	20.03	2.997	18.116	2.897
8	155.70	5.048	1.02	0.020	22.22	3.101	56.257	4.030
9	81.44	4.400	1.73	0.548	15.88	2.765	10.875	2.386
10	115.51	4.749	1.37	0.315	19.15	2.952	23.688	3.165
11	154.15	5.038	1.11	0.104	24.15	3.184	49.403	3.900
12	134.37	4.901	1.30	0.262	28.29	3.343	67.300	4.209
13	145.57	4.981	1.22	0.199	26.55	3.279	61.868	4.125
14	155.70	5.048	1.02	0.020	22.22	3.101	56.257	4.030
15	130.64	4.872	1.37	0.315	29.80	3.395	73.616	4.299
16	184.58	5.218	1.50	0.450	22.19	3.098	42.551	3.751
17	120.09	4.789	1.69	0.524	18.53	2.919	31.889	3.462
Pentru mașina de distribuit SEKO								
1	192.90	5.262	0.67	-0.400	15.29	2.727	47.357	3.858
2	61.381	4.117	1.25	0.223	17.62	2.869	72.364	4.282
3	40.280	3.696	1.51	0.412	14.38	2.666	39.408	3.674
4	71.024	4.263	1.08	0.077	12.87	2.555	28.451	3.348
5	67.694	4.215	1.15	0.140	14.95	2.705	44.141	3.787
6	129.13	4.861	1.03	0.030	12.87	2.555	14.380	2.666
7	192.90	5.262	0.67	-0.400	15.29	2.727	47.357	3.858
8	163.41	5.096	0.89	-0.117	14.38	2.666	21.286	3.058
9	108.84	4.690	0.97	-0.030	11.46	2.439	15.863	2.764
10	85.724	4.451	1.12	0.113	10.17	2.319	10.569	2.358
11	169.11	5.131	0.81	-0.211	18.46	2.916	55.782	4.021
12	228.47	5.431	1.07	0.068	24.37	3.193	34.712	3.547
13	214.55	5.369	1.5	0.405	34.12	3.530	38.474	3.650
14	192.90	5.262	0.67	-0.400	15.29	2.727	47.357	3.858
15	203.36	5.315	1.28	0.247	29.13	3.372	41.867	3.734
16	104.12	4.645	1.03	0.030	13.57	2.608	30.054	3.403
17	150.44	5.014	1.43	0.358	24.37	3.193	37.699	3.629

Experimentările au necesitat un volum mare de muncă și o pregătire prealabilă, a probelor, care să conducă la realizarea planului propus. Dintre parametrii tehnologici luați în studiu, au fost aleși parametrii care pot fi modelați (reglați) inițial și aceștia au fost considerați ca parametrii de intrare și parametrii ce nu pot fi reglați, ci numai măsurați, iar aceștia au constituit parametrii de ieșire.

Cu toate acestea au existat cazuri în care unii parametri au trebuit menținuți relativ constanți. Acest lucru a fost posibil numai prin calcule anterioare complexe, pentru valorile parametrilor de intrare, care să conducă la valori constante ale parametrilor de ieșire.

Nu în toate cazurile a fost nevoie de menținerea constantă a unui singur parametru, dar aproape în toate cazurile a trebuit menținut constant un anumit produs al unor parametri și aceasta s-a făcut tot prin calcule anterioare.

Pentru coordonarea planului experimental propus, de un real folos au fost nomogramele întocmite pentru cele patru mașini analizate.

Coeficientul de rămânere în urmă a materialului față de transportorul de evacuare  $K_0$ , a avut valori apropiate de cele de realitate  $K_0 = 0,1 \div 0,16$ .

Un exemplu de nomogramă [73] întocmită pentru optimizarea procesului de lucru al mașinilor analizate, este nomograma prezentată în fig. 5.8. Această nomogramă întocmită pentru mașina R.T.A. - 4.5, a permis coordonarea planului experimental desfășurat.

După cum se observă din fig.5.8, în cadranul I s-a reprezentat dependența turației la priza de putere a tractorului  $n_{pp}$ , funcție de turația efectivă a motorului  $n_e$ , atât pentru priza independentă cât și pentru priza sincronă, corespunzător fiecărei trepte de viteză, lentă sau rapidă [72].

$$n_{pp} = \frac{n_e}{i_{pp}} \quad (5.6)$$

unde:  $i_{pp}$  = raportul de transmisie al prizei de putere.

$$n_e = \frac{30i_{tri}v}{\pi r_m} \quad (5.7)$$

unde:  $i_{tri}$  = raportul total de transmisie în treapta de viteză I;

$v$  = viteza de deplasare a mașinii;

$r_m$  = raza roții motoare.

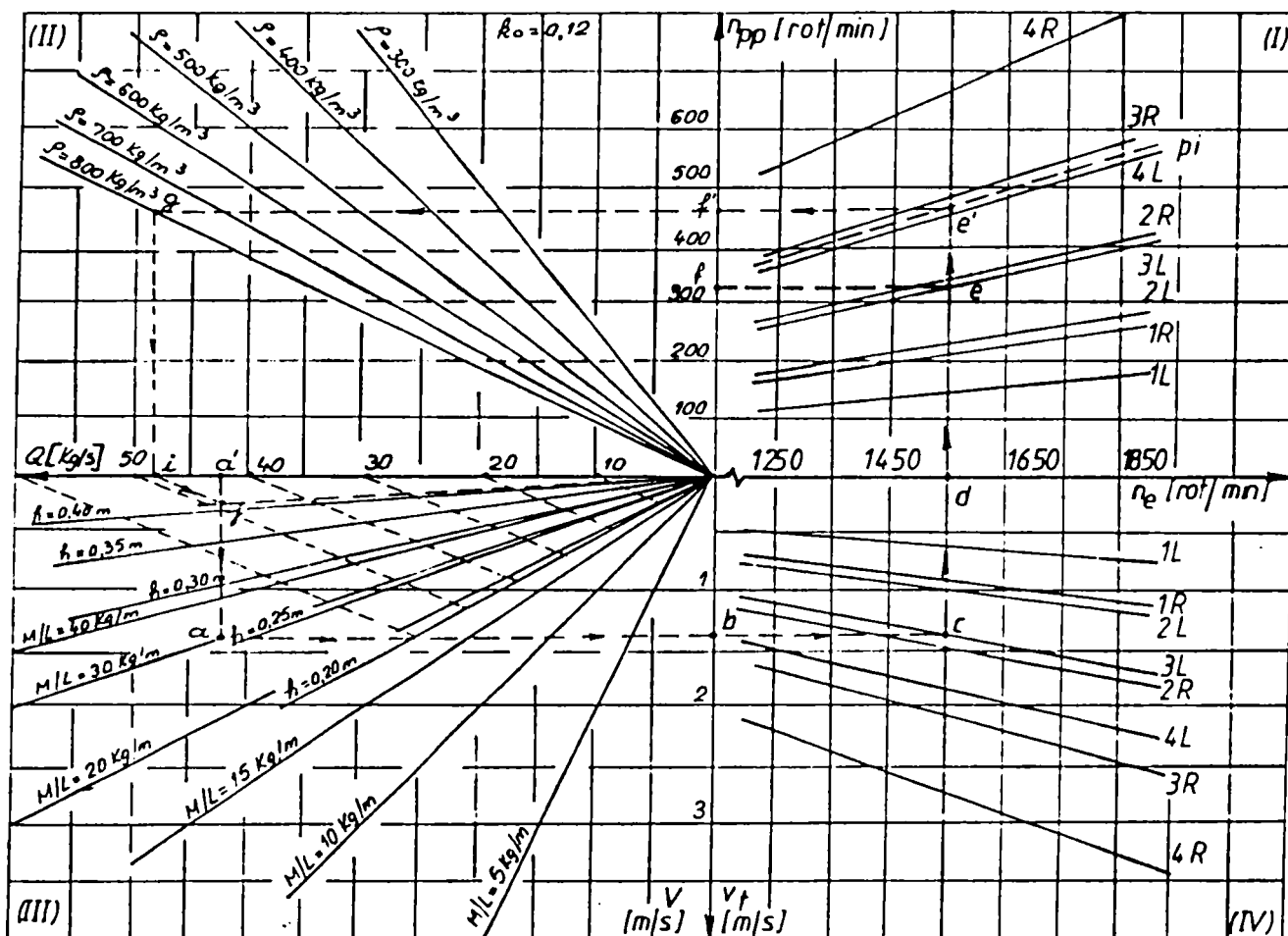


Fig. 5.8. Nomogramă pentru optimizarea procesului de lucru al mașinii R.T.A.- 4,5

În cadranul II s-a prezentat dependența debitului transportorului de descărcare la iesle  $Q$ , de turația prizei de putere și de masa volumică a furajului unic  $\rho$ , considerând un coeficient de rămânere în urmă a materialului față de lanțul cu rațele  $K_0 = 0,12$ . Valorile lui  $i_m$  și  $D$  au fost luate din cartea tehnică a mașinii.

Cadranul III permite determinarea debitului transportorului pentru diferite deschideri  $h$  ale transportorului transversal. Tot în acest cadran s-a reprezentat grafic dependența debitului  $Q$  de viteza de lucru a agregatului și de raportul  $M/L = q_m$ .

În cadranul IV al nomogramei este reprezentată grafic dependența vitezei  $v_t$  a tractorului, de turația efectivă a motorului  $n_e$  [ 92 ].

Presupunând că în cadrul planului experimental dorim să distribuim cantitatea de furaj unic  $M$ , aceasta trebuie repartizată pe o lungime de iesle  $l$ , numită front de furajare specific. Descărcarea furajului în iesle este asigurată cu ajutorul unui transportor cu raclete transversal. Această descărcare se realizează cu un debit constant  $Q$ , în timp ce tractorul se deplasează cu o viteză  $v$ , considerată de asemenea constantă.

Pentru parcurgerea spațiului  $l$  cu viteza  $v$ , este necesar un timp, care este același cu cel în care se descarcă în iesle cantitatea de furaj  $M$ , la debitul  $Q$ . Se pot scrie așadar relațiile:

$$M = Q t \quad (5.8)$$

$$l = v t \quad (5.9)$$

Eliminând timpul între cele două relații de mai sus, se obține:

$$\frac{Q}{v} = \frac{M}{l} = q_m \quad (5.10)$$

unde:  $q_m$  = cantitatea de furaj distribuită pe un metru liniar de iesle.

Analizând relația 5.10, se poate observa că debitul de furaj distribuit  $Q$  este dependent de viteza de deplasare a mașinii  $v$ , care se poate realiza într-una sau mai multe trepte de viteză, la anumite turații efective ale motorului tractorului ce acționează și tractează mașina.

Turația motorului determină o anumită turație la arborele prizei de putere, funcție de modul de lucru al acestuia ( independentă sau sincronă). Debitul de lucru  $Q$  al transportorului de evacuare al mașinii depinde de o serie întreagă de parametri cum ar fi: lățimea  $B$  și deschiderea  $h$  a transportorului de evacuare, masa volumică a furajului unic  $\rho$ , viteza lanțului cu raclete al transportorului  $v_{tr}$ .

$$Q = B h K_0 \rho v_{tr} \quad (5.11)$$

unde:  $K_0$  = coeficientul de rămânere în urmă a materialului față de lanțul cu raclete.

La rândul ei , viteza transportorului cu raclete, depinde de turația la priza de putere a tractorului  $n_{pp}$  și de raportul de transmitere la arborele de antrenare  $i_{ta}$  , așa cum arată relația:

$$v_{tr} = \frac{\pi D n_{pp}}{60 i_{ta}} \quad [\text{m/s}] \quad (5.12)$$

în care:  $D$  = diametrul de divizare al roților de pe arborele de antrenare a transportorului.

Parametrii constructivi și funcționali care permit obținerea unui debit de lucru diferit, pentru o anumită rețetă de furaj unic, sunt: turația prizei de putere  $n_{pp}$ , deschiderea transportorului transversal  $h$  și viteza de înaintare a mașinii  $v$  . Stabilindu-se metodologia de lucru s-a trecut la determinarea constantei  $C$  și a exponenților  $a$ ,  $b$ ,  $c$  ce intervin în ecuația criterială stabilită teoretic ( 4.27 ).

Astfel pentru determinarea exponentului “ $a$ ” în relația 4.26 a fost menținut relativ constant produsul  $A_1 = C \pi_3^b \pi_4^c$  , ceea ce a transformat relația într-o expresie de forma:

$$\pi_1 = \pi_2^a A_1 \quad (5.13)$$

După logaritizarea relației (5.13) se obține ecuația unei drepte:

$$\ln \pi_1 = a \ln \pi_2 + \ln A_1 \quad (5.14)$$

care are panta “ $a$ ” , iar ordonata la origine  $\ln A_1$ .

Pentru fiecare mașină au fost efectuate un număr de cinci experimente, unele dintre ele fiind repetate în condiții identice pentru siguranța datelor obținute. Este de înțeles că parametrii tehnologici care au intervenit în produsul  $A_1$  nu au fost pur și simplu constanți la fiecare din cele cinci determinări, ci numai produsul lor.

În urma trasării graficelor  $\ln \pi_1 = f(\ln \pi_2)$ , prezentate în figurile 5.9, 5.10, 5.11 și 5.12 , s-a constatat că datele experimentale se situează relativ pe o dreaptă, ceea ce exprimă veridicitatea modelului teoretic prezentat. Dreapta trasată pentru fiecare mașină are aproximativ aceeași pantă “ $a$ ”, dar are altă ordonată la origine “ $\ln A_1$ ”.

Pentru determinarea exponentului “ $b$ ” în relația 4.26 a fost menținut relativ constant produsul  $A_2 = C \pi_2^a \pi_4^c$  , relația 4.26 transformându-se într-o relație de forma:

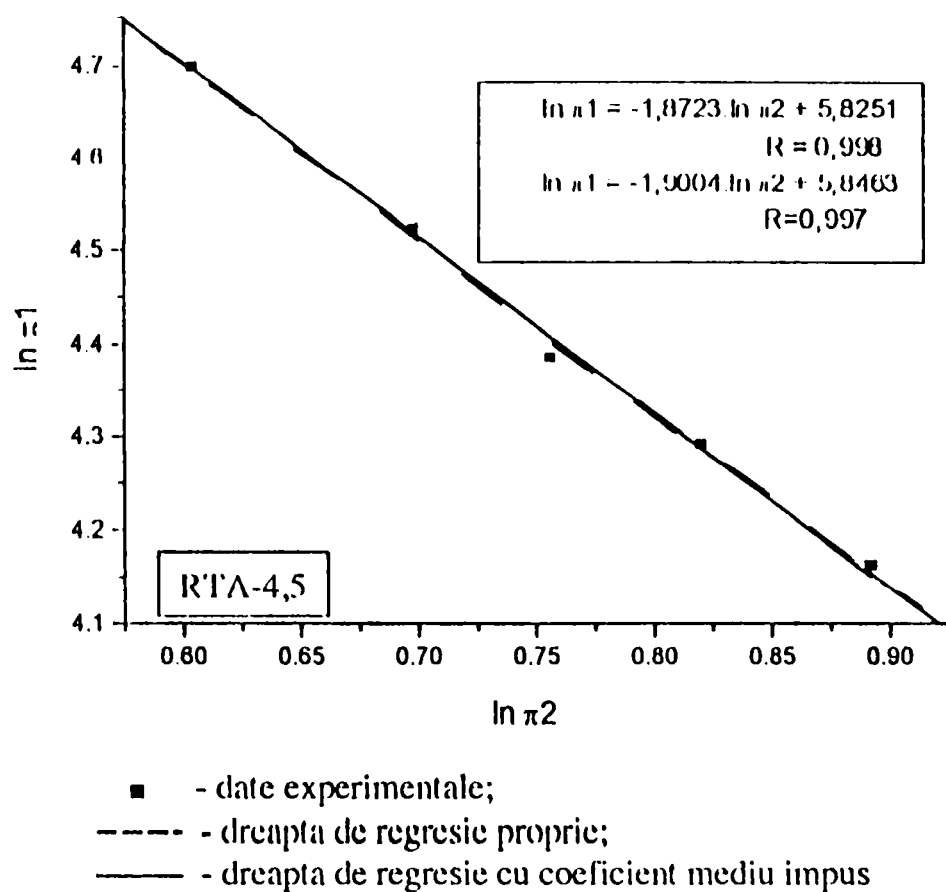


Fig.5.9. Variația funcției  $\ln \pi_1$  cu funcția  $\ln \pi_2$ , în cazul mașinii RTA-4,5

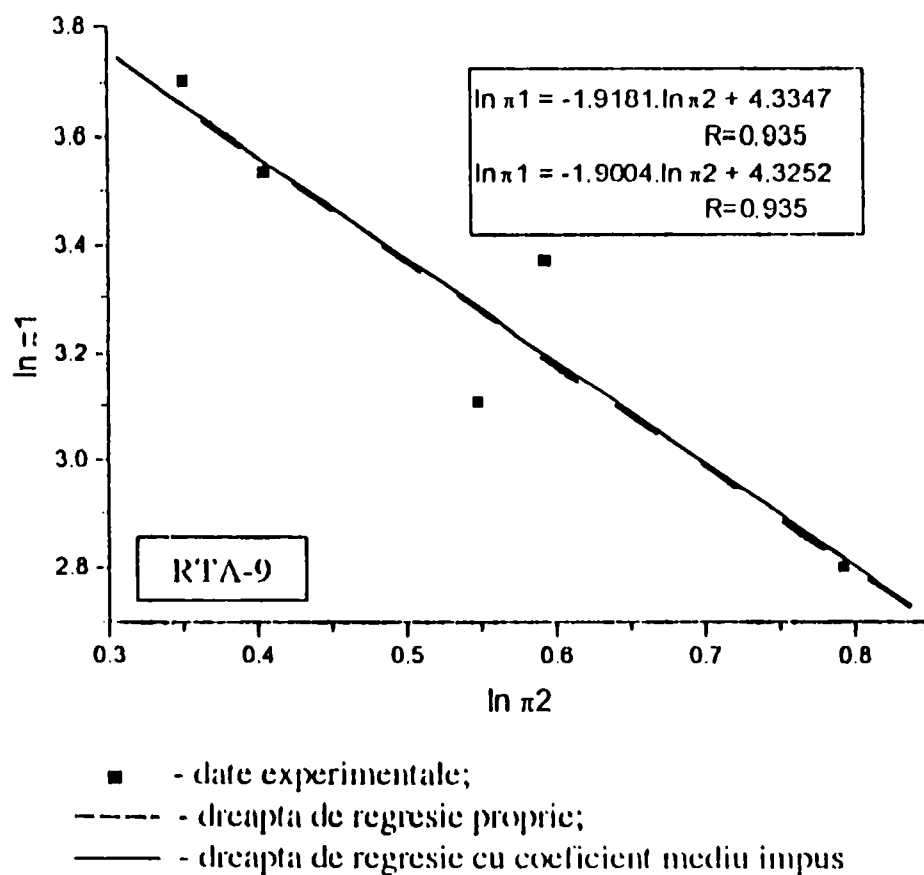


Fig.5.10. Variația funcției  $\ln \pi_1$  cu funcția  $\ln \pi_2$ , în cazul mașinii RTA-9

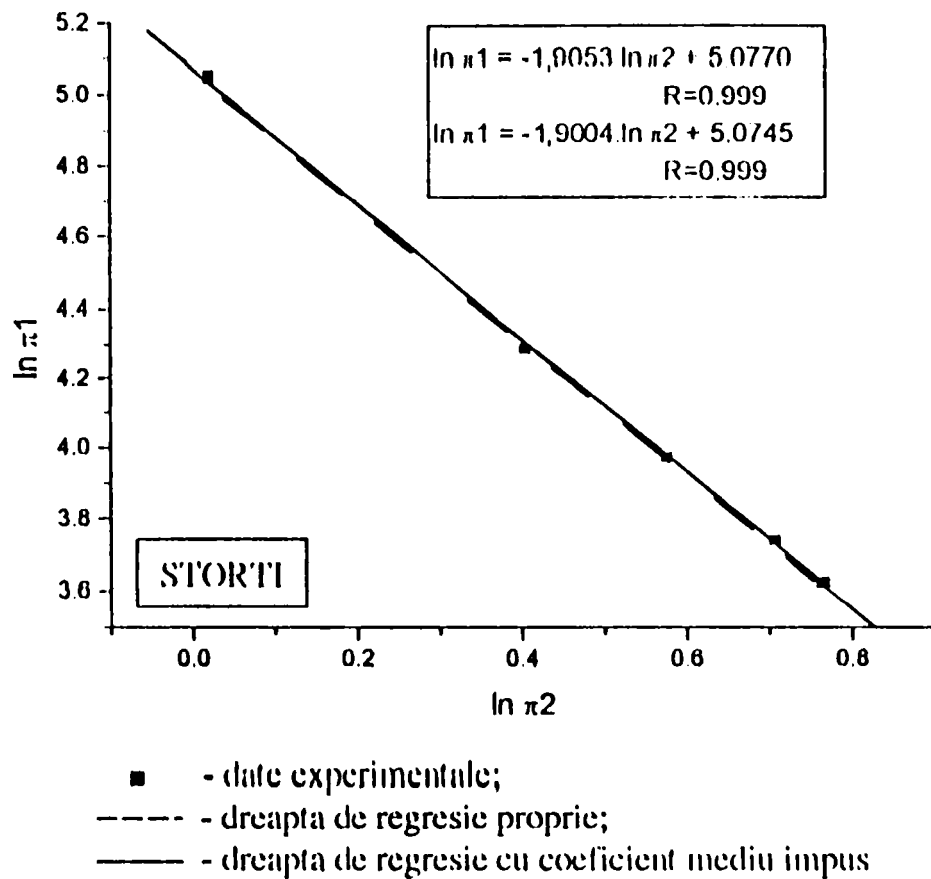


Fig.5.11. Variația funcției  $\ln \pi_1$  cu funcția  $\ln \pi_2$ , în cazul mașinii STORTI

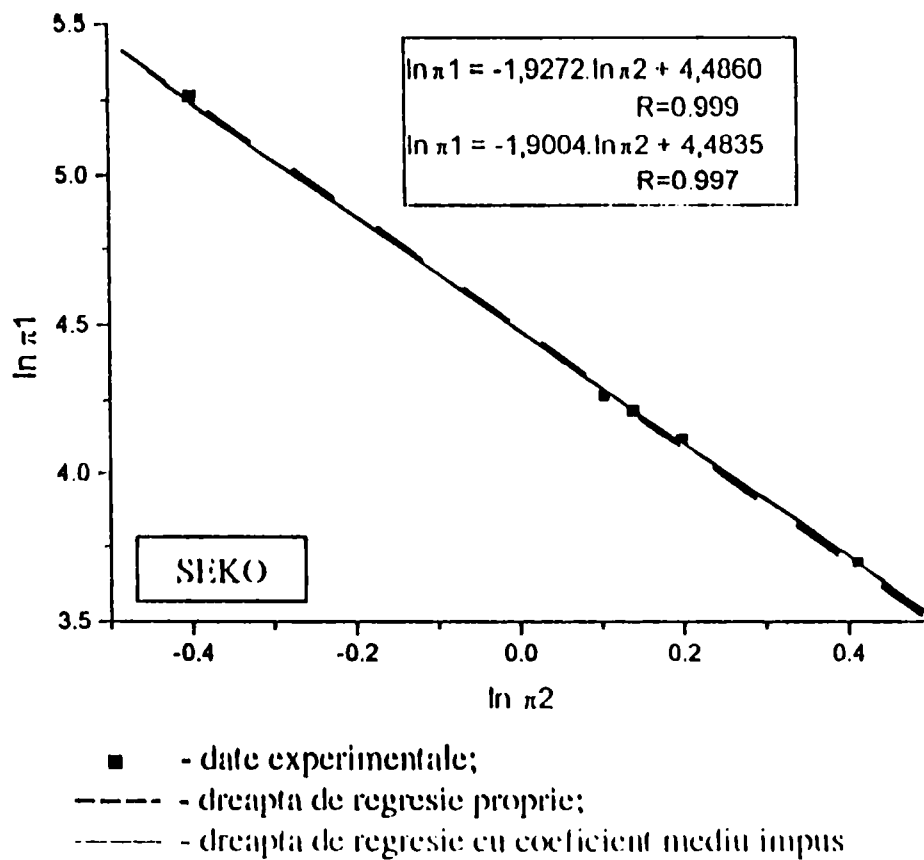


Fig.5.12. Variația funcției  $\ln \pi_1$  cu funcția  $\ln \pi_2$ , în cazul mașinii SEKO



$$\pi_1 = A_2 \pi_3^b \quad (5.15)$$

care după logaritmare conduce la ecuația unei drepte:

$$\ln \pi_1 = b \ln \pi_3 + \ln A_2 \quad (5.16)$$

cu panta “b” și ordonata la origine “lnA<sub>2</sub>”.

A fost efectuat un set de experimente pentru fiecare mașină în parte, iar cu datele obținute s-au trasat graficele  $\ln \pi_1 = f(\ln \pi_3)$ . Graficele trasate sunt prezentate în figurile 5.13, 5.14, 5.15, 5.16.

S-a constatat că punctele sunt situate de asemenea pe o dreaptă, coeficientul de corelație între valorile experimentale și ecuația dreptei având valori de peste 95%, ceea ce exprimă la fel veridicitatea modelului teoretic prezentat.

La fel s-a procedat și pentru obținerea valorii exponentului “c”. În relația 4.26 a fost menținut relativ constant produsul  $A_3 = C \pi_2^a \pi_3^b$ . Relația 4.26 s-a transformat într-o relație de forma:

$$\pi_1 = A_3 \pi_4^c \quad (5.17)$$

După logaritmare relația 5.17 a condus la ecuația unei drepte:

$$\ln \pi_1 = c \ln \pi_2 + \ln A_3 \quad (5.18)$$

cu panta c și ordonata la origine ln A<sub>3</sub>.

Rezultatele experimentale sunt prezentate în tabelele 5.11, 5.12, 5.13 și 5.14, iar graficele  $\ln \pi_1 = f(\pi_3)$  sunt prezentate în figurile 5.17, 5.18, 5.19, 5.20.

Având valorile exponenților a, b, c pentru fiecare mașină în parte, a putut fi determinată valoarea constantei C. Pentru fiecare mașină au fost efectuate câte două experimente, la care prin calcule anterioare corespunzătoare, a fost menținut constant produsul:  $A_4 = \pi_2^a \pi_3^b \pi_4^c$  și s-a determinat valoarea complexului adimensional  $\pi_1$ .

Din relația  $\pi_1 = A_4 C$ , s-a determinat valoarea constantei C a ecuației criteriale 4.26. La fel ca și la experimentele anterioare, la efectuarea probelor s-a pornit cu valori cunoscute ale parametrilor de intrare ( $R_{fc}$ ,  $G_{tm}$ ,  $\rho_v$ , h) determinându-se valorile parametrilor de ieșire P, Q,  $q_m$ .

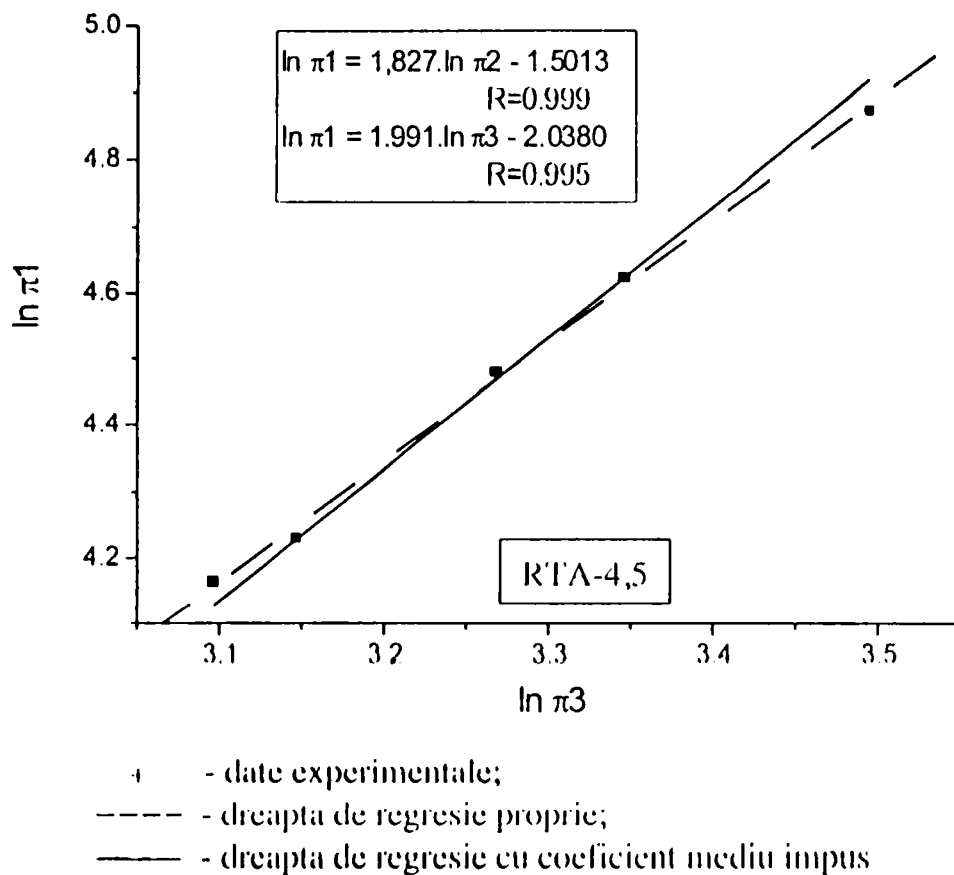


Fig.5.13. Variația funcției  $\ln \pi_1$  cu funcția  $\ln \pi_3$ , în cazul mașinii RTA-4,5

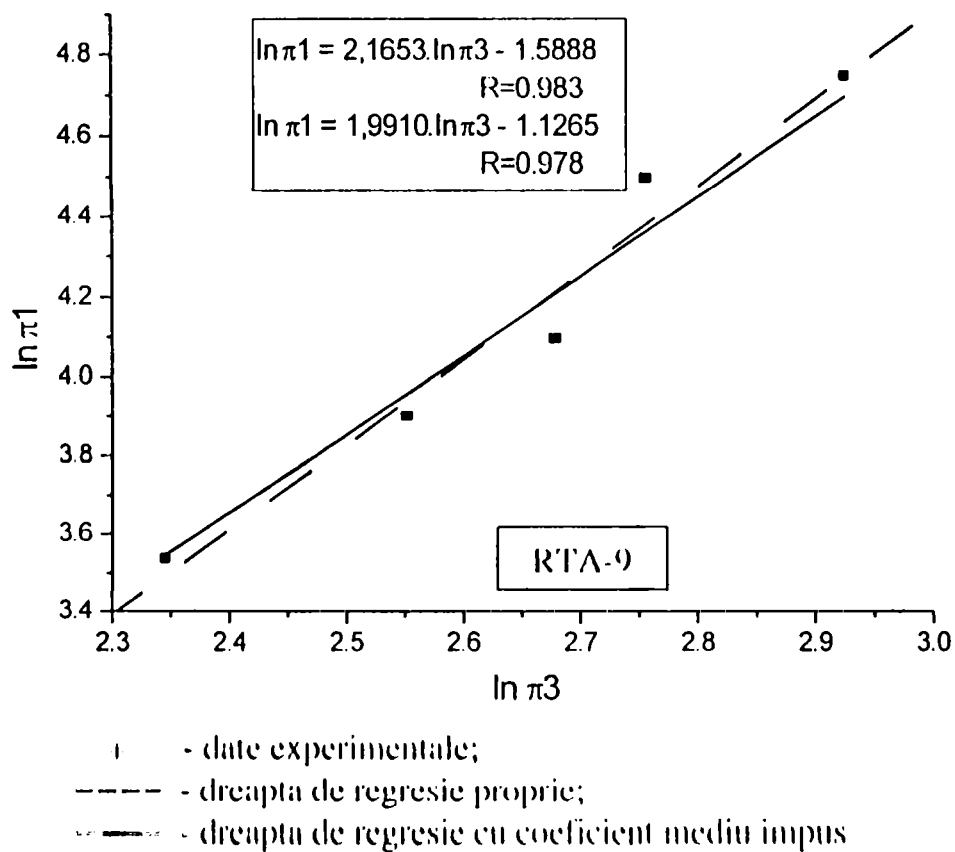


Fig.5.14. Variația funcției  $\ln \pi_1$  cu funcția  $\ln \pi_3$ , în cazul mașinii RTA-9

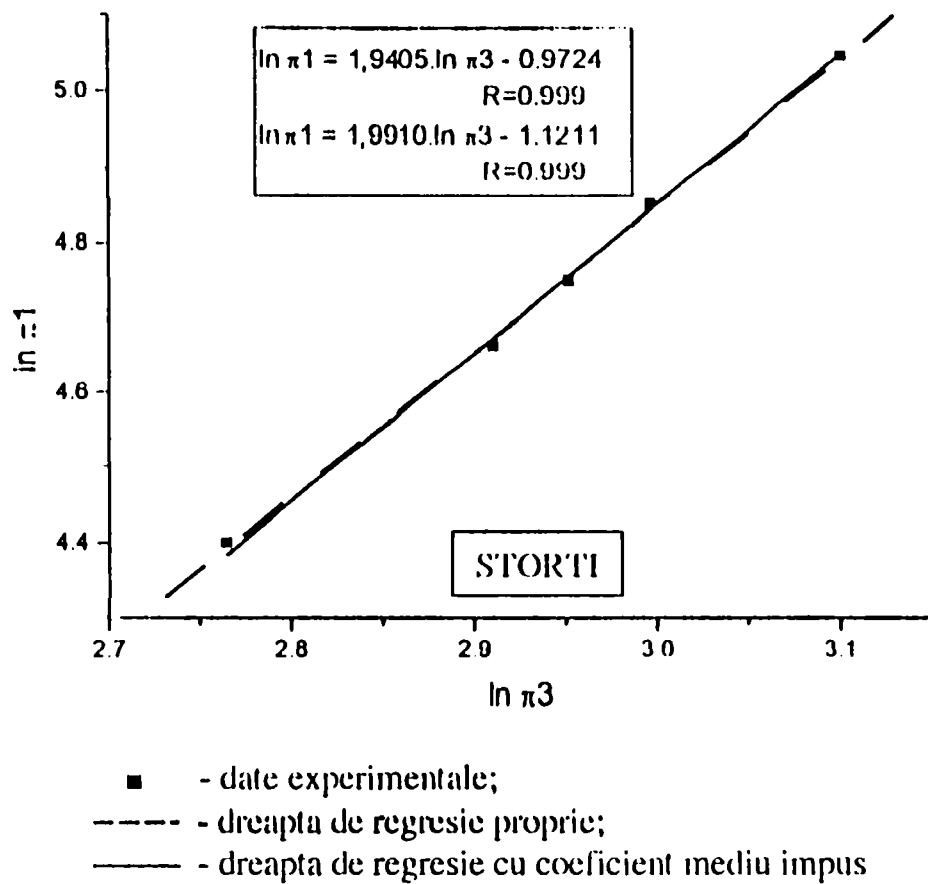


Fig.5.15. Variația funcției  $\ln \pi_1$  cu funcția  $\ln \pi_3$ , în cazul mașinii STORTI

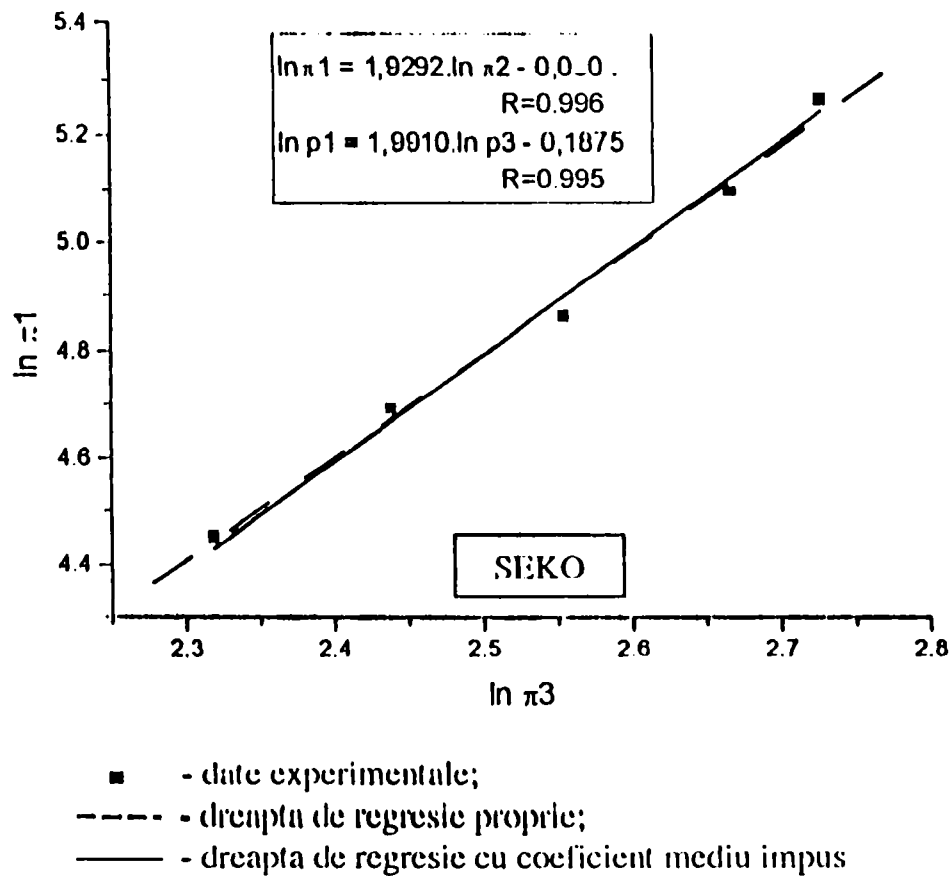


Fig.5.16. Variația funcției  $\ln \pi_1$  cu funcția  $\ln \pi_3$ , în cazul mașinii SEKO

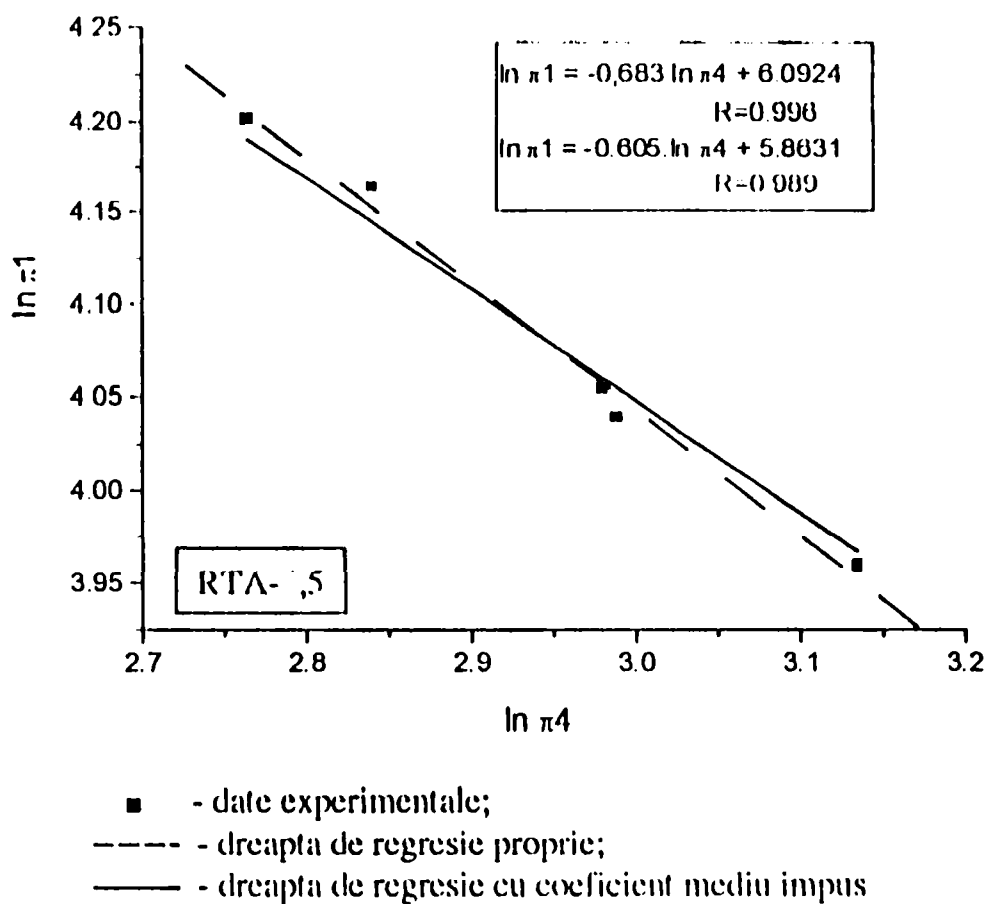


Fig.5.17. Variația funcției  $\ln \pi_1$  cu funcția  $\ln \pi_4$ , în cazul mașinii RTA-4,5

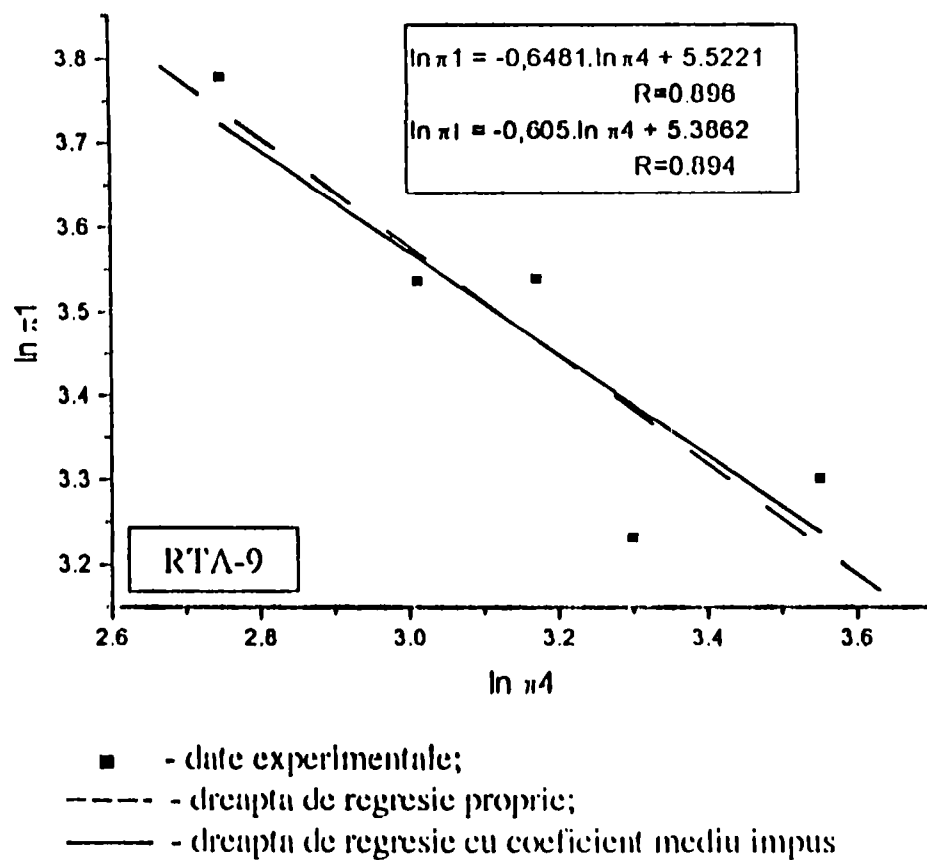


Fig.5.18. Variația funcției  $\ln \pi_1$  cu funcția  $\ln \pi_4$ , în cazul mașinii RTA-9

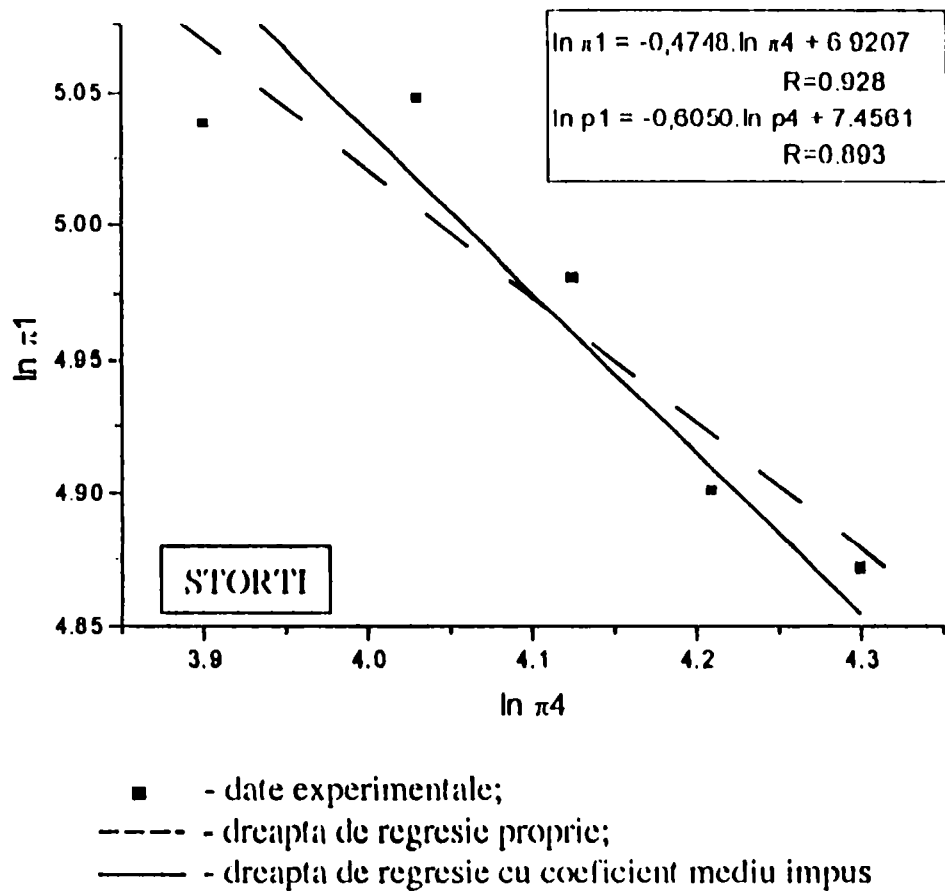


Fig.5.19. Variația funcției  $\ln \pi_1$  cu funcția  $\ln \pi_4$ , în cazul mașinii STORTI

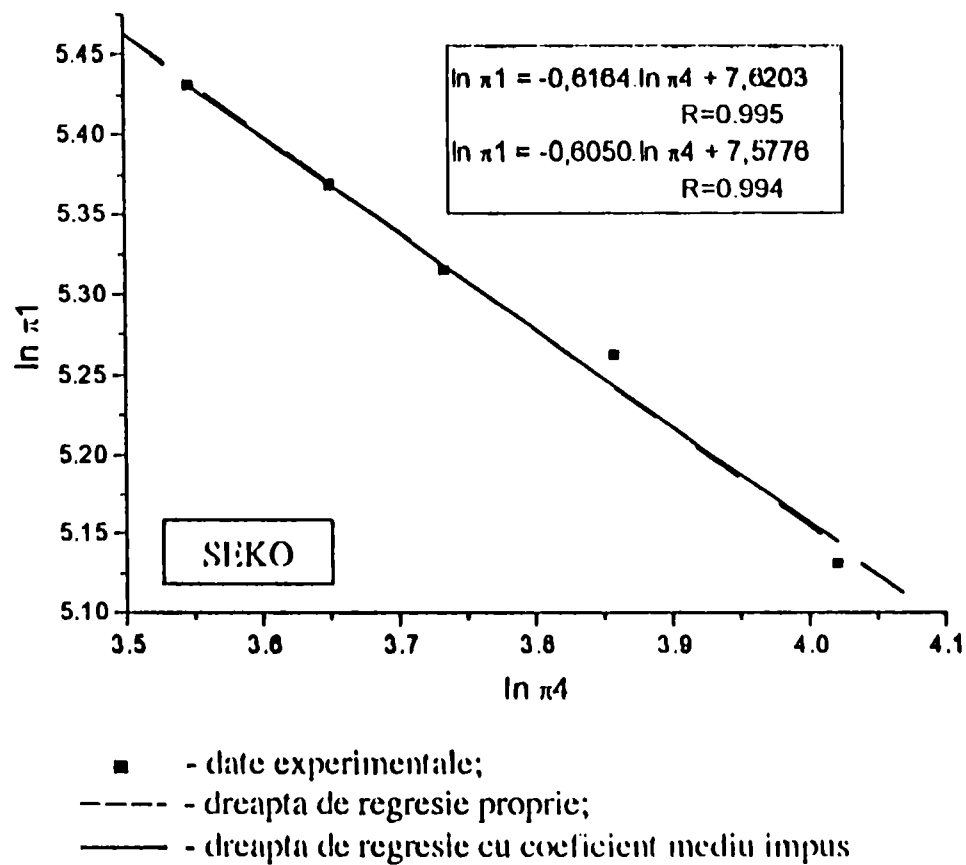


Fig.5.20. Variația funcției  $\ln \pi_1$  cu funcția  $\ln \pi_4$ , în cazul mașinii SEKO

Valoarea constantei C este media aritmetică obținută la cele două probe. Atât valorile constantei "C" cât și valorile exponenților a, b, c obținute pentru fiecare mașină sunt prezentate în tabelul 5.16.

Valorile constantei C și a exponenților a, b, c

Tabelul 5.16.

Mașina	a	b	c	C
R.T.A. - 4,5	-1,8723	1,827	-0,683	5,8251
R.T.A. - 9	-1,9181	2,1653	-0,6481	5,862
STORTI	-1,9054	1,9405	-0,6050	5,866
SEKO	-1,9272	1,9292	-0,6164	5,871
Valoarea medie	-1,9004	1,9910	-0,6050	5,8463

Analizând datele din tabele, precum și cele rezultate prin analiză de regresie (graficele din figurile 5.9 - 5.20), se constată că exponenții a, b, c și constanta C au valori relativ apropiate la cele patru mașini experimentate. Aceasta arată că datele experimentale verifică ecuația criterială stabilită teoretic, fapt demonstrat și de valorile apropiate ale coeficienților de corelație (R).

Pentru a face o generalizare a procedurii de analiză dimensională și pentru a găsi o expresie a puterii în funcție de ceilalți parametri, universal valabilă pentru fiecare mașină utilizată la distribuirea furajului unic, în relația 4.26 au fost introduse valorile medii ale constantei C și a exponenților a, b, c. A rezultat relația:

$$P^{0,8025} = 5,8463 \frac{Q^{2,4075} G^{1,991}}{R_{fc}^{1,9004} h^2 \rho_v q_m^{0,605}} \quad (5.19)$$

Pentru a studia cât de mult ne îndepărtăm cu valorile datelor experimentale față de valorile calculate cu relația 4.26 a fost efectuată o analiză de regresie în programul ORIGIN 4.1 [ 105 ], pe seturi de date experimentale utilizate în determinarea exponenților a, b, c și a constantei C.

5.5.Determinarea utilității totale în exploatare a mașinilor destinate  
distribuirii furajului unic, utilizând metoda STEM

Pe baza metodei STEM prezentate în capitolul 4, precum și a datelor obținute în urma experimentărilor, au fost calculate valorile utilităților totale la cele patru mașini luate în studiu.

Calculul valorilor utilității totale în exploatare a mașinilor a fost făcut pe baza unui program de calcul adecvat [ 108 ] .

În tabelul 5.17. sunt prezentate mașinile și caracteristicile tehnice luate în studiu în cadrul metodei utilizate. Unele caracteristici deosebit de importante (estetica și fiabilitatea, prețul de achiziție), dar pentru care nu posedăm valori concrete, au fost estimate calitativ.

Tabelul 5.17.

Nr.	Caracteristica tehnică	SEKO	STORTI	R.T.A- 4,5	RTA- 9
C1	Lățimea mașinii, mm	2450	2300	2170	2210
C2	Înălțimea mașinii , mm	2650	2250	1980	2400
C3	Volumul util al benei, m <sup>3</sup>	10	9,5	4,5	9
C4	Masa mașinii, kg	3590	3000	2130	3020
C5	Consumul specific de metal, kg/m <sup>3</sup>	359,0	315,8	473,3	335,6
C6	Puterea consumată, CP	49,5-52	28-32	23	35-40
C7	Timpul de întreținere zilnică, min	10	15	18	15
C8	Coef. siguranței în exploatare	1	0,94	0,92	1
C9	Viteză transport. Transv., m/min	169	110	102	102
C10	Estetică și fiabilitate (calitativ)	excelent	f.bună	bună	bună
C11	Preț de achiziție (calitativ)	f.f.scump	f.scump	rel.ieftin	scump

Pe baza caracteristicilor luate în studiu au fost calculate cu relațiile 4.1 și 4.2 conform metodei, valorile utilităților care sunt prezentate în tabelul 5.18., considerând caracteristicile C1, C2, C4, C5, C6, C7, C11 - criterii de minim, iar C3, C8, C9, C10 - criterii de maxim.

Conform metodei a fost stabilit vectorul de ierarhizare a performanțelor mașinilor analizate, în concordanță cu importanța lor în exploatare. Aceasta arată astfel:

Au fost considerate 3 nivele de importanță a caracteristicilor:

- foarte importante: C1; C6; C8; C9;
- importante: C3; C5; C7; C11;
- puțin importante: C2; C4; C10.

Tabelul.5.18.

Nr.	Caracteristica tehnică	SEKO	STORTI	RT-4,5	RTA-9
C1	Lățimea mașinii, mm	0	0,535	1	0,857
C2	Înălțimea mașinii, mm	0	0,597	1	0,373
C3	Volumul util al benei, m <sup>3</sup>	1	0,909	0	0,818
C4	Masa mașinii, kg	0	0,404	1	0,390
C5	Consumul specific de metal, kg/m <sup>3</sup>	0,725	1	0	0,874
C6	Puterea consumată, CP	0	0,689	1	0,413
C7	Timpul de întreținere zilnică, min	1	0,375	0	0,375
C8	Coef.siguranței în exploatare	1	0,25	0	1
C9	Viteză transport. transv.,m/min	1	0,119	0	0
C10	Estetică și fiabilitate (calitativ)	1	0,750	0	0
C11	Preț de achiziție (calitativ)	0	0,25	1	0,50



Matricea coeficienților de importanță este prezentată în tabelul 5.19.

Tabelul 5.19.

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	$\Sigma a_{ij}$
C1	0	4	2	4	2	1	2	1	1	4	2	23
C2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	2
C3	0	2	0	2	1	0	1	0	0	2	1	9
C4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2
C5	0	2	1	2	0	0	1	0	0	2	1	9
C6	1	4	2	4	2	0	2	1	1	4	2	23
C7	0	2	1	2	1	0	0	0	0	2	1	9
C8	1	4	2	4	2	1	2	0	1	4	2	23
C9	1	4	2	4	2	1	2	1	0	4	2	23
C10	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2
C11	0	2	1	2	1	0	1	0	0	2	0	9

$$\sum_{j_1} \sum_{j_2} a_{j_1 j_2} = 134$$

Ponderile  $\gamma_j$  acordate caracteristicilor tehnice analizate, conform importanței lor în exploatare ( calculate cu relația 4.3 ) sunt:

$$\gamma_1 = \gamma_6 = \gamma_8 = \gamma_9 = 0,1716417$$

$$\gamma_2 = \gamma_4 = \gamma_{10} = 0,0149253$$

$$\gamma_3 = \gamma_5 = \gamma_7 = \gamma_{11} = 0,0671641$$

Cu ajutorul acestor valori și al utilităților prezentate în tabelul 5.18. , s-au calculat utilitățile totale în exploatare ( relația 4.4 ) ale utilajelor analizate:

$$U_{SEKO} = 1 \cdot 0,0671641 + 0,725 \cdot 0,0671641 + 1 \cdot 0,0671641 + 1 \cdot 0,171647 + \\ + 1 \cdot 0,1716417 + 1 \cdot 0,0149253 = 0,54112361$$

$$U_{STORTI} = 0,535 \cdot 0,1716417 + 0,597 \cdot 0,0149253 + 0,909 \cdot 0,0671641 + \\ + 0,404 \cdot 0,0149253 + 1 \cdot 0,0671641 + 0,689 \cdot 0,1716417 + \\ + 0,375 \cdot 0,067164 + 0,25 \cdot 0,1716417 + 0,119 \cdot 0,1716417 +$$

$$+ 0,750 \cdot 0,0149253 + 0,25 \cdot 0,0671641 = 0,497529$$

$$U_{\text{RTA-4,5}} = 1 \cdot 0,1716417 + 1 \cdot 0,0149253 + 1 \cdot 0,0149253 + 1 \cdot 0,1716417 + \\ + 1 \cdot 0,0671641 = 0,4402981$$

$$U_{\text{RTA-9}} = 0,857 \cdot 0,1716417 + 0,373 \cdot 0,0149253 + 0,818 \cdot 0,0671641 + \\ + 0,390 \cdot 0,0149253 + 0,874 \cdot 0,0671641 + 0,413 \cdot 0,1716417 + \\ + 0,375 \cdot 0,0671641 + 1 \cdot 0,1716417 + 0,5 \cdot 0,0671641 = 0,5205933$$

Efectuând clasamentul în ordinea descrescătoare a utilităților totale în exploatare a acestor mașini, se constată că pe primul loc este mașina firmei SEKO cu utilitatea totală  $U_{\text{SEKO}} = 0,54112361$ , iar pe următorul loc (ceea ce nu este deloc de neglijat) se află mașina RTA - 9 de fabricație românească cu utilitatea totală  $U_{\text{RTA-9}} = 0,5205933$ .

Este deci, necesar să se efectueze în continuare perfecționarea acestei mașini, precum și a celorlalte, astfel încât ele să se situeze în clasamentul realizat în poziții cât mai fruntașe.

## 5.6. Concluzii

Cercetările experimentale au fost efectuate cu scopul de a determina parametrii constructivi și funcționali, precum și principalii indici calitativi de lucru și exploatare ai mașinilor luate în studiu.

Experimentările s-au desfășurat în conformitate cu o procedură elaborată în acest scop. Pentru a cuprinde toate aspectele legate de procesul de distribuire a furajului unic în fermele de bovine s-au determinat: componența rețetelor de furaj unic utilizate în timpul experimentărilor, masa volumică și unghiul de taluz natural al furajelor utilizate în hrana bovinelor, gradul de tocare al fibroaselor ce au intrat în componența rețetelor de furaj unic și caracteristicile fizico - mecanice ale rețetelor de furaj unic folosite.

Au fost experimentate patru mașini destinate distribuirii furajului unic în fermele de bovine, două fabricate în țară (R.T.A. - 4,5 ; R.T.A. - 9) și două provenite din import (STORTI și SEKO) .

La cele patru mașini s-au determinat: cantitatea de furaj unic distribuită pe un metru din ieslea de furajare, pierderile de furaj unic și puterea consumată în timpul distribuirii, debitul de distribuire și principalii indici de exploatare.

În urma prelucrării datelor experimentale au rezultat următoarele:

- mașina STORTI a realizat cea mai mare cantitate de furaj unic distribuită pe un metru de iesle, respectiv 55,1 kg/m;
- procentul de pierderi de furaj unic, cel mai scăzut la avut mașina SEKO, respectiv 0,6 %;
- cea mai mică putere consumată în timpul operației de distribuire s-a înregistrat la mașina R.T.A. - 4,5;
- debitul de distribuire cel mai mare a fost obținut cu mașina R.T.A. - 4,5;
- indicii de exploatare cei mai buni s-au obținut la mașina SEKO.

Toate datele experimentale obținute, au ajutat la stabilirea principalilor parametri constructivi și funcționali ai mașinilor, ce influențează procesul de distribuire.

Totodată au fost stabilite și caracteristicile fizico - mecanice ale rețetelor de furaj unic, ce influențează procesul analizat.

Pentru a verifica teoria analizei dimensionale aplicate în studiul procesului de lucru al mașinilor de distribuit, a fost întocmit un plan de experimentări ce a permis determinarea valorii "C" și ai exponenților a, b, c ce intervin în ecuația criterială stabilită teoretic.

S-a constatat în urma experimentărilor efectuate că în cazul celor patru mașini luate în studiu, valorile constantei C și ai exponenților a, b, c sunt apropiate. Aceasta demonstrează că datele experimentale verifică ecuația criterială stabilită teoretic, fapt demonstrat și de valorile apropiate ale coeficienților de corelație (R).

Putem astfel afirma pe baza datelor experimentale obținute, că ecuația criterială stabilită teoretic poate fi generalizată pentru utilizarea ei și în cazul altor mașini destinate distribuirii furajului unic.

Tot în cadrul acestui capitol, utilizând metoda STEM, s-a determinat utilitatea totală în exploatare a mașinilor luate în studiu. A rezultat că utilitatea cea mai bună în exploatare o are mașina SEKO.

Cu unele mici modificări și cu investiții economice minime, pot crește și utilitățile în exploatare ale mașinilor românești. Astfel, dacă se fac investiții în ce privește estetica și fiabilitatea mașinii R.T.A.-9, valoarea utilității sale în exploatare se apropie de cele ale mașinilor din import.

## **CONTRIBUȚII PRIVIND ÎMBUNĂTĂȚIREA PARAMETRILOR CONSTRUCTIVI ȘI FUNCȚIONALI AI MAȘINILOR DESTINATE DISTRIBUIRII FURAJULUI UNIC**

### 6.1. Considerații generale

Analizând noile tehnologii de creștere a bovinelor, s-a constatat că pe plan mondial și la noi în țară utilizarea furajului unic în hrana bovinelor este din ce în ce mai des întâlnită.

Pentru a fi îndeplinite cerințele impuse de aceste tehnologii, este necesar ca mecanizarea operației de distribuire a furajului unic să se facă cu mașini performante, fiabile [ 21], care să asigure condiții optime de furajare a tuturor categoriilor de bovine.

Precizăm faptul că noile mașini realizate pe plan mondial, de firme cu tradiție în domeniu, asigură pe lângă distribuirea furajului unic și pregătirea acestuia ( cu excepția măcinării furajelor concentrate).

În acest capitol au fost elaborate, pentru mașinile destinate distribuirii furajului unic, cerințele zootehnice, funcționale și constructive, de exploatare, de securitate a muncii și protecției mediului , pe care acestea trebuie să le îndeplinească.

Elaborarea cerințelor s-a făcut ținând cont de noile tehnologii de creștere a bovinelor, precum și de recomandările făcute de către specialiștii din instituțiile de profil.

Având în vedere că la ora actuală în țara noastră nu se produc mașini destinate distribuirii întregului sortiment de furaje utilizate în hrana bovinelor, pe baza experienței acumulate în domeniu, în acest capitol sunt propuse soluții tehnice noi, ce pot sta la baza realizării în țară a unei astfel de mașini. La modelul de mașină propus s-a făcut descrierea principalelor părți componente, precizându-se procesul tehnologic de lucru și

cele mai importante caracteristici tehnico - funcționale. Soluțiile tehnice propuse pot fi aplicate și la mașinile deja existente în fabricația din țară, contribuindu-se astfel la modernizarea lor și la lărgirea sferei de aplicabilitate a acestora.

Modernizările se pot aplica la mașinile existente în fabricație la S.C. AZOMA Arad (R.T.A.-4,5 , R.T.A. - 9).

## 6.2. Cerințe tehnologice, funcționale, constructive și calitative pentru mașinile destinate distribuirii furajului unic în fermele de bovine

Mașinile destinate distribuirii furajului unic în fermele de bovine, trebuie să răspundă următoarelor cerințe.

### *6.2.1. Cerințe zootehnice*

- Numărul de tainuri și cantitatea de furaj distribuită de mașină pe toată lungimea ieslei adăpostului, să asigure necesarul zilnic pentru întreg efectivul de animale cazat (25 ÷ 40 kg furaj unic pentru fiecare animal) .

- Prin procesul de lucru, să nu se modifice proprietățile fizico - chimice și organoleptice ale furajului.

- Gradul de omogenizare să fie de 90 - 95 % pentru componența rețetei de furajare.

- Mașinile să poată distribui furaj unic cu umiditatea cuprinsă între 20 - 70 %.

- Pentru a nu produce stresul animalelor, mașinile trebuie să funcționeze cu un zgomot cât mai redus ( inferior celui produs de tractor - 70 dB.

### *6.2.2. Cerințe funcționale și constructive*

-Mașinile pot fi remorci tehnologice deplasabile pe roți, care lucrează în agregat cu tractoare sau autodeplasabile, ce pot fi dotate cu motoare termice sau electrice.

- Să permită dozarea, omogenizarea , transportul și distribuirea tuturor tipurilor de furaje ( fibroase, concentrate, silozuri, P.V.M., etc.).
- Să permită autoîncărcarea cu baloți de fân sau paie, de formă paralelipipedică sau cilindrici.
- Să permită autoîncărcarea cu siloz sau fân din silozurile de suprafață prin intermediul unei freze cu braț mobil, montată pe mașină.
- Să asigure cântărirea conținutului benei în orice moment prin intermediul unui sistem de cântărire electronic, cu mărci tensometrice.
- Să asigure uniformitatea de distribuire a furajului unic.
- Distribuirea se va face pe partea stângă a mașinii, cu ajutorul unui transportor transversal, poziționat sub nivelul fundului benei, având înălțimea de distribuire reglabilă.
- Timpul de încărcare și omogenizare a furajelor să nu depășească 30 de minute.
- Mașinile vor fi prevăzute cu sistem de tocare a fibroaselor la lungimi de 8 - 10 mm.
- Timpul de distribuire să fie cât mai scurt, pentru a permite accesul la hrană a tuturor animalelor din adăpost.

### *6.2.3. Cerințe de exploatare*

- Transmisiile să aibă cuplaje de siguranță.
- Timpul de descărcare efectiv al unei bene să fie de cca. 4 minute.
- Să nu existe pierderi de furaj în procesul de lucru mai mari de 3 %.

### *6.2.4. Cerințe privind securitatea muncii și protecția mediului*

- Toate transmisiile de pe mașini vor fi prevăzute cu apărători de protecție, corespunzător prevederilor normelor de protecție a muncii în vigoare [ 98 ].

- În transport mașina să nu depășească panta maximă de 6<sup>0</sup>.
- În interiorul fermei, mașina nu va depăși viteza de transport de 5 km/h.
- Este interzis transportul de persoane în bena mașinii.
- La începutul lucrului se va verifica mașina să nu funcționeze cu organe active dezechilibrate.
- Se va verifica înainte de începerea lucrului [ 38 ] starea cuțitelor și în special strângerea și asigurarea acestora. Pentru fixarea cuțitelor se interzice folosirea șuruburilor și a piulițelor cu filet uzat.
- Încărcarea din siloz se va face de sus în jos, evitându-se crearea de tunele, ce pot provoca accidente.
- În timpul funcționării, când se constată o blocare a organelor active, acestea nu se vor desfunda cu mâna sau cu alte unelte, se va opri mai întâi mașina și apoi se va efectua deblocarea.
- Utilizatorul trebuie să observe că în timpul funcționării să nu pătrundă în mașină corpuri metalice sau pietre care pot deteriora organele active și provoca accidente prin fisurarea și desprinderea unor bucăți din ele în timpul lucrului. La constatarea pătrunderii unui corp străin în mașină, se va opri mașina și acesta va fi eliminat.
- Se interzice efectuarea de lucrări de întreținere tehnică, reglaje , verificări sau remedieri ale unor defecțiuni la mașinile aflate în funcționare.
- La operația de distribuire a furajului unic trebuie evitată lovirea animalelor cu furaje.
- Nivelul de zgomot să nu depășească 70 dB.
- Să nu existe scurgeri de ulei în hrana animalelor sau pe pardoseala adăpostului.

### 6.3. Contribuții privind îmbunătățirea parametrilor tehnico-funcționali ai mașinilor destinate distribuirii furajului unic

În urma studiilor, cercetărilor și experimentărilor efectuate, se propune realizarea în țară a unui model de mașină destinat distribuirii furajului unic în fermele de bovine,



astfel încât parametrii tehnico-funcționali ai acestora să fie cât mai apropiați cu cei ai mașinilor similare realizate pe plan mondial.

Mașina propusă a fi realizată va asigura tocarca, dozarea, amestecarea, transportul și distribuirea furajului unic în fermele de bovine. Ea va fi acționată și tractată de un tractor U - 650 M .

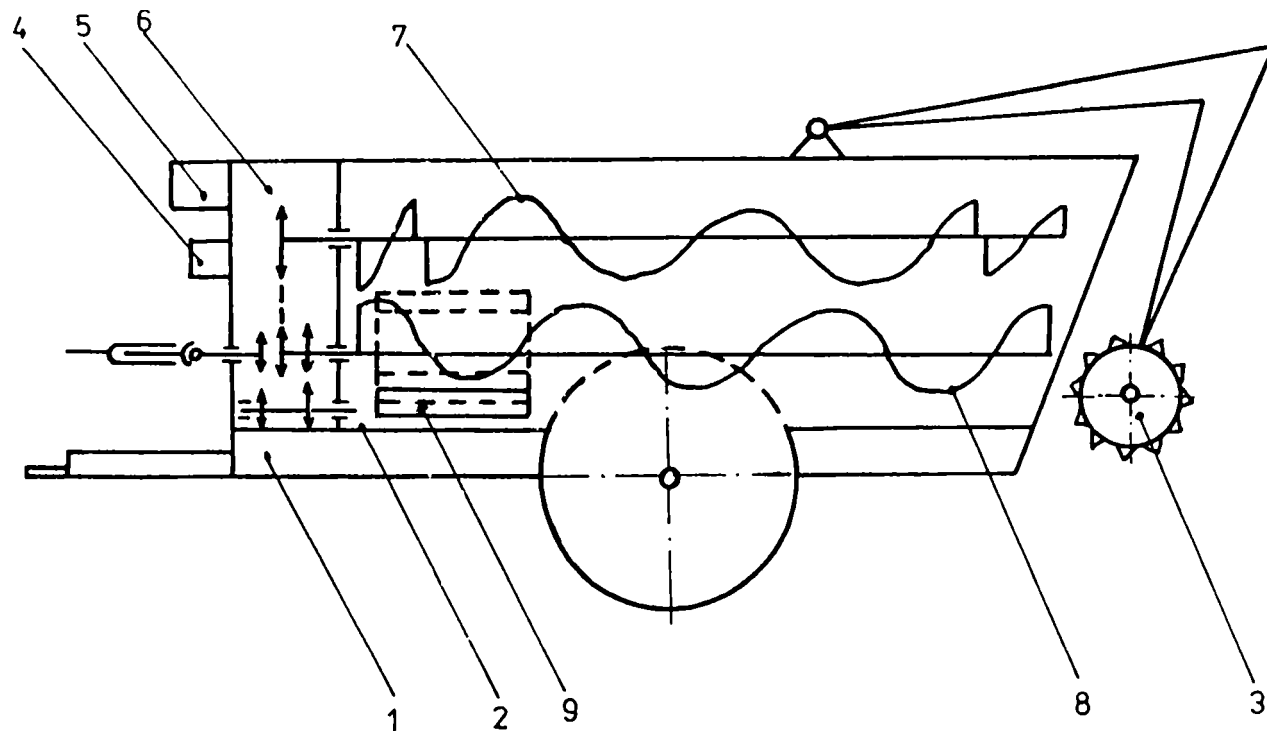
Distribuirea furajului unic în ieslea de furajare se va face pe partea stângă a mașinii, prin intermediul unui transportor transversal, ce va fi prevăzut cu un șibăr reglabil. Totodată mașina propusă va avea posibilitatea de autoîncărcare cu furaje însilozate, fiind dotată cu freză pentru siloz.

În figura 6.1. se prezintă componența mașinii propuse și anume:

- șasiul cu trenul de rulare (1);
- bena cu organele de amestecare, tocare și distribuire (2);
- freza de siloz (3);
- dispozitivul electronic pentru cântărire și dozare (4);
- sistemul de acționare și comandă (5).

### *6.3.1.Șasiul cu trenul de rulare*

Șasiul este o construcție metalică de tip monoax, care lucrează în agregat cu tractorul U.650 M. Cuplarea se face prin intermediul proțapului cu ochi de împerechere, la bara de tracțiune a tractorului. Pe proțap se află un picior telescopic acționat hidraulic pentru sprijin la staționare. Pe șasiul monoax sunt montate celelalte ansamble și subansamble.



*Fig. 6.1. Mașină pentru pregătit și distribuit furaj unic*

*1 - șasiul cu trenul de rulare; 2 - benă cu organe de amestecare, tocare și distribuire; 3- freza de siloz; 4- dispozitiv electronic de cântărire și dozare; 5- sistem de acționare și comandă; 6 - carcasa transmisiei; 7 - transportoare elicoidale superioare; 8 - transportor elicoidal inferior; 9 - transportor transversal de evacuare.*

### *6.3.2. Bena cu organele de amestecare, tocare și distribuire*

Bena este o construcție metalică sudată, având secțiunea transversală dreptunghiulară la partea superioară, iar la partea inferioară sub forma unui trapez isoscel. Peretele posterior al benei este obturat parțial, pentru a permite alimentarea mașinii. Bena este deschisă la partea superioară. Peretele lateral stânga al benei are o fereastră de evacuare a furajului. Această fereastră este obturată de un șibăr acționat hidraulic cu posibilități de reglare a deschiderii. Sub fereastra de evacuare se află un transportor transversal cu racleți pentru distribuirea furajului.

Acționarea transportorului transversal se va face cu un motor hidraulic cu acționare de la instalația hidraulică a tractorului, ceea ce va permite obținerea unor trepte de reglare a vitezei transportorului transversal.

La partea din față a benei se află un suport sub formă de braț pe care sunt montate: reductorul, pompele hidraulice, distribuitorul cu manetele de acționare și dispozitivul electronic pentru cântărire și dozare. Tot la partea din față, pe peretele frontal se află transmisia mecanică a mașinii precum și rezervorul de ulei cu indicator de nivel și temperatură. La partea superioară a pereților laterali ai benei și deasupra rezervorului de ulei se află două articulații pentru montarea frezei.

În interiorul benei se află trei transportoare elicoidale, unul în partea inferioară și două în partea superioară. Transportorul de la partea inferioară este montat într-un jgheab semicircular, ce are pe generatoare un contracuțit tip șină și plăcuțe triunghiulare (degete). Pe spira elicoidală, transportorul inferior are montate cuțite de tocare de tip fluture. Cuțitele fluture sunt dispuse de-a lungul spirei elicoidale, la intervale echidistante, egale cu lățimea de lucru a două cuțite, astfel încât atunci când un cuțit iese din lucru să intre în lucru cuțitul următor. Acest lucru este posibil atunci când cuțitele lucrează alternativ, unul de la un capăt, apoi altul de la celălalt capăt al spirei elicoidale.

Prin această dispunere a cuțitelor pe spira elicoidală, se creează un moment constant la arborele melcului și se obține un proces de tocare continuu, fără șocuri, vibrații și trepidații, iar materialul supus tocării nu are tendința de alunecare în lungul contracuțitului [ 63 ]. Totodată și cuțitul are tăișul înclinat pe lățimea de lucru, ceea ce duce la efectul menționat.

Transportoarele de la partea superioară au cinci spire cu diametrul mai mare și două spire la partea posterioară cu diametrul mai mic. La capete transportoarele superioare au câte o semispiră. Toată această dispunere și formele constructive alese trebuie să asigure o bună înaintare și amestecare a furajelor, precum și imposibilitatea de formare a unei zone (pod de furaj) neamestecate și neomogenizate la partea superioară.

Schema cinematică a mașinii propuse este prezentată în fig. 6.2.

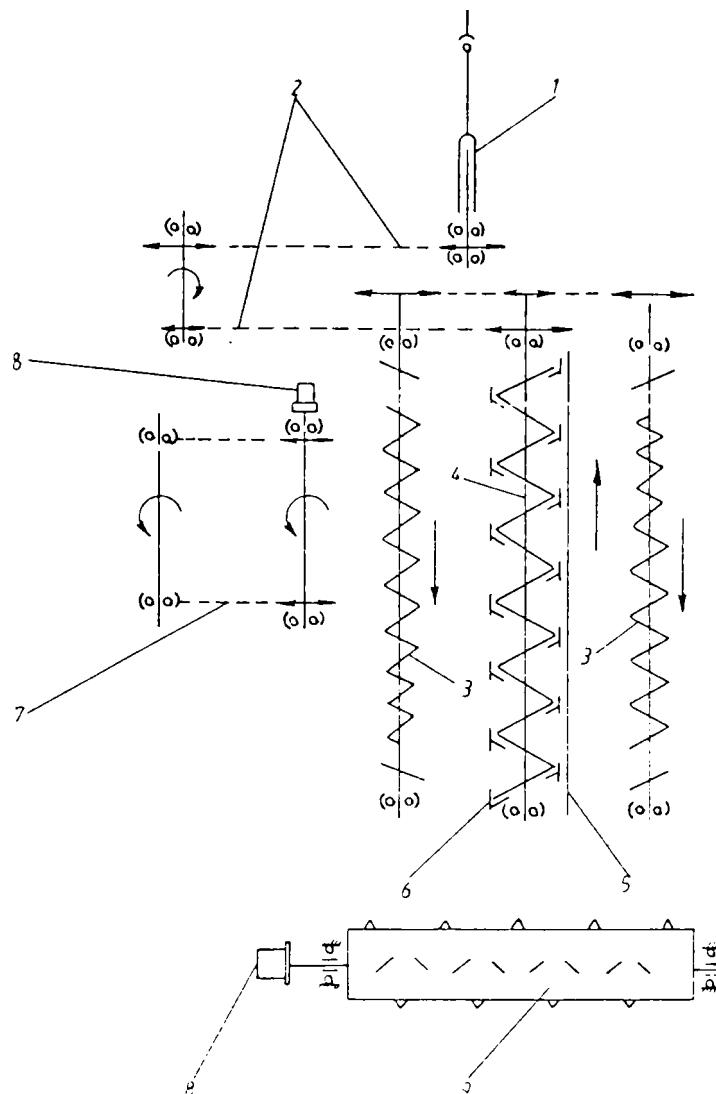


Fig. 6.2. Schema cinematică a mașinii propuse

1 - Transmisie cardanică; 2 - transmisii cu lanț; 3 - transportoare elicoidale superioare;  
4 - transportor elicoidal inferior; 5 - bară contracuțit; 6 - cuțit tip fluture; 7 - transportor  
de evacuare; 8 - motoare hidraulice; 9 - freza pentru siloz.

### 6.3.3. Freza de siloz

Aceasta este montată în articulații prevăzute în pereții laterali ai benei, fiind compusă dintr-un braț în formă de L, freza propriu-zisă și motoarele hidraulice de acționare.

Tamburul frezei este un cilindru metalic pe care sunt sudați suportii cuțitelor. Cuțitele sunt în formă de trapez isoscel, asemănătoare cu cele de la aparatul de tăiere al

cositorilor. Disponerea cuțitelor pe tambur trebuie astfel făcută încât să asigure conducerea materialului spre centrul benei.

#### *6.3.4. Dispozitivul electronic pentru cântărire și dozare*

Mașina va fi prevăzută cu un dispozitiv electronic care trebuie să execute următoarele operații:

- cântărirea materialului din benă;
- avertizarea acustică sau optică în timpul dozării la alimentare și distribuire;
- memorarea cantității de furaj distribuită individual, cumulat de la începutul distribuirii până la momentul dorit.

Precizia de măsurare a greutatei trebuie să fie de 2% și se poate realiza prin utilizarea unor traductori de forță electrotermometrici.

#### *6.3.5. Sistemul de acționare și comandă*

Mișcarea se transmite de la priza de putere a tractorului prin intermediul cardanului, la reductor, iar de la acesta la pompele hidraulice și la un pinion dublu.

De la pompele hidraulice prin distribuitor sunt comandate următoarele circuite:

- circuitul deschiderii șibărului, cu 6 posibilități de deschidere ( de la 10 cm la 60 cm) și de acționare a transportorului de descărcare;
- circuitul de acționare a frezei de siloz;
- circuitul de acționare a brațului frezei;
- circuitul de reglare a orizontalității benei;
- circuitul de acționare a motorului hidraulic ce acționează transportorul transversal.

Pentru protecție la suprasarcină, cordonul este prevăzut cu un cuplaj cu știft de forfecare. Freza de siloz are posibilitatea să se deplaseze în plan vertical după un arc de

cerc, cu ajutorul a doi cilindrii hidraulici montați lateral pe benă, putând astfel disloca silozul de la înălțimea maximă până la baza acestuia.

Pentru preluarea furajului din partea inferioară a silozului mașina are posibilitatea modificării orizontalității prin intermediul a doi cilindrii hidraulici montați între axa roții și șasiu.

### *6.3.6. Procesul tehnologic de lucru*

Mașina de pregătit și distribuit furaj unic va fi tractată de tractorul U.650 M, în baza furajeră unde se autoîncarcă sau este încărcată cu componentele rețetei de furaj unic utilizat, ( fibroase, grosiere, siloz, concentrate, P.V.M., microelemente etc.) concomitent făcându-se dozarea , amestecarea și tocarea componentelor.

Mașina se va autoîncărca cu fibroase ( baloți paralelipipedici sau cilindrici de fân sau paie). Mecanismul de autoîncărcare cu fibroase constă dintr-un oblon rabatabil situat în partea posterioară a benei, ce este comandat din partea laterală a mașinii. Autoîncărcarea cu siloz a mașinii se va face cu ajutorul frezei ce poate disloca până la înălțimea de 3 m . Înaintarea frezei în siloz se va face prin deplasarea agregatului tractor - mașină.

După terminarea încărcării mașinii cu rețeta de furaj unic dorită, la staționar se va continua tocarea și amestecarea timp de 10-15 minute, până se obține un grad corespunzător de omogenizare, stabilit de specialiștii în nutriția bovinelor (90 - 95 %).

Când s-a obținut furajul unic dorit, agregatul tractor - mașină se deplasează la adăpostul de bovine, unde urmează să se facă distribuția acestuia. Se alege viteza de înaintare a tractorului în adăpost și se reglează deschiderea șibărului transportorului transversal în funcție de cantitatea de furaj unic pe care o dorim să fie distribuită pe metru liniar de iesle.

Dacă adăpostul are ieslea de furajare pe ambele părți (stânga , dreapta) mașina distribuie furaj întâi pe partea stângă, urmând ca la capătul opus de adăpost să efectueze

o întoarcere tip buclă închisă, pentru a putea distribui furaj și pe partea dreaptă. Când bena mașinii s-a golit, mașina este adusă din nou în baza furajeră, unde ciclul se reia.

### 6.3.7. Caracteristici tehnico - funcționale

- Tipul șasiului	monoax cu benă, deplasabil pe roți cu pneuri
- Volumul util al benei	8 m <sup>3</sup>
- Acționarea	de la priza de putere a tractorului U.650 M
- Modul de distribuire la iesle	pe partea stângă
- Turația melcilor de amestecare și tocare	- inferior: 20 - 21 rot/min - superiori: 10 rot/min
- Turația transportorului transversal	350 - 450 rot/min
- Viteza liniară a transportorului transversal	130 - 170 m/min
- Înălțimea de desilozare	3 m
- Viteza de lucru	2,5 - 8,5 km/h
- Debitul mașinii de distribuit	80 - 130 t / h.

## 6.4. Concluzii

În acest capitol au fost elaborate principalele cerințe tehnologice, constructive, funcționale și calitative, ce trebuie îndeplinite de mașinile destinate distribuirii furajului unic în fermele de bovine.

Cerințele elaborate țin seama de noile tehnologii de creștere a bovinelor, precizându-se valoric limitele în care pot varia principalii parametri constructivi și funcționali ai acestor mașini. Totodată au fost elaborate și cerințele privind securitatea muncii și protecția mediului, cerințe pe care utilizatorii acestor mașini trebuie să le îndeplinească.

Consultând rezultatele obținute pe parcursul studiilor, cercetărilor și experimentărilor efectuate, se propune un model de mașină ce poate fi realizat în țară. Se precizează sursa energetică de tractoare și acționare, astfel încât mașina propusă să poată fi deservită de un tractor fabricat în țară.

La modelul propus s-a făcut descrierea principalelor părți componente, precizându-se procesul tehnologic de lucru și cele mai importante caracteristici tehnice.

Elementele de noutate propuse pot fi urmărite pe schema cinematică concepută și constau în : posibilitatea modificării vitezei transportorului de evacuare, dotarea mașinii cu un sistem de tocare al furajeelor fibroase și geometria variabilă a transportoarelor elicoidale superioaree.

Modificarea vitezei transportorului de evacuare, prin acționarea acestuia cu un motor hidraulic ( sistem inexistent la actualele mașini fabricate în țară), permite utilizatorului să realizeze reglarea debitului de distribuire într-o plajă mai largă, făcând posibilă deservirea de către mașină a tuturor categoriilor de bovine.

Sistemul de tocare al fibroaselor constă în montarea pe spira transportorului elicoidal inferior a unor cuțite tip fluture și dispunerea unui contracuțit tip șină cu plăcuțe triunghiulare pe generatoarea jgheabului semicircular în care este montat transportorul elicoidal inferior.



Sistemul de tocare propus, contribuie la obținerea unui furaj unic omogen și totodată contribuie la ridicarea fiabilității mașinii în exploatare.

Geometria variabilă propusă pentru transportoarele elicoidale superioare, realizabilă prin modificarea pasului diametrului și dispunerea spirelor, are rolul să asigure o bună înaintare și amestecare a furajelor, eliminându-se totodată formarea unor zone ( pod de furaj) neamestecate și neomogenizate.

Modelul de mașină propus se poate autoîncărca și cu furaje însilozate, fiind dotată în acest sens cu o freză de siloz.

Toate noutățile tehnice propuse, permit realizarea în țară a unei mașini destinată distribuirii furajului unic în fermele de bovine, asigurându-se distribuirea mecanizată a întregului sortiment de furaje utilizate în hrana bovinelor și totodată reducerea importului de astfel de mașini.

Precizez faptul că soluțiile tehnice propuse pot fi aplicate și la modernizarea mașinilor deja existente în fabricație la S.C. AZOMA Arad (R.T.A. - 4,5 și R.T.A. - 9), contribuindu-se la lărgirea sferei de aplicabilitate a acestora.

-Caracteristicile tehnico - funcționale ale modelului de mașină propus sunt apropiate cu cele ale mașinilor realizate pe plan mondial de firme cu tradiție în domeniu.

## CONCLUZII FINALE

În urma studierii stadiului actual pe plan mondial, al cercetărilor și studiilor proprii precum și al experimentărilor efectuate, privind mașinile utilizate la distribuirea furajului unic în fermele de bovine, se pot desprinde o serie de concluzii importante, foarte utile, pentru orice proiectant, fabricant sau utilizator de astfel de mașini după cum urmează:

### *Cu privire la capitolul 1: “Aspecte privind creșterea bovinelor în țara noastră”:*

- Datorită noilor condiții socio - economice existente în România, după anul 1990 se observă un proces de transfer a efectivelor de bovine din sectorul de stat în sectorul privat, ajungându-se la finele anului 1998 ca sectorul privat să dețină 93,5% din efectivul de bovine existent în țară.
- Prin măsurile tehnico - organizatorice pe plan național se urmărește sporirea producției zootehnice și creșterea numărului de bovine , care în ultimii ani a scăzut continuu.
- Redresarea sectorului analizat poate fi făcută prin introducerea de tehnologii moderne de creștere și întreținere, ce vor influența nivelul productiv, capacitatea de reproducție, comportamentul, confortul, durata de exploatare, starea de sănătate a bovinelor, precum și economicitatea producției de lapte și carne.
- Distribuția furajelor fiind una din principalele operații din cadrul procesului tehnologic de întreținere a bovinelor și necesitând un volum mare de muncă ce trebuie efectuat într-un timp scurt, atenția specialiștilor a fost îndreptată spre mecanizarea acestei operații.

- Mecanizarea distribuirii furajelor asigură o serie de avantaje: reducerea timpului de administrare a hranei, creșterea productivității muncii, evitarea pierderilor de furaje, asigurarea unor bune condiții igienico - sanitare.

- Pe parcursul evoluției creșterii bovinelor, au fost realizate o serie de instalații și mașini destinate distribuirii furajelor în fermele de bovine, ce au contribuit într-o bună măsură la sporirea producției zootehnice și la perfecționarea tehnologiilor de creștere a bovinelor.

- Analizând evoluția în timp și complexitatea constructivă a mașinilor și instalațiilor destinate distribuirii furajelor în fermele de bovine, s-a impus cunoașterea preocupărilor științifice actuale din țară și pe plan mondial în domeniul distribuirii mecanizate a furajelor la bovine.

***Cu privire la capitolul 2 “ Situația actuală privind distribuirea mecanizată a furajelor la bovine”.***

- La ora actuală în țară sunt folosite utilaje și scheme tehnologice diferite, în funcție de tipul de furaj distribuit : fibroase, grosiere, concentrate, rădăcinoase.

- În țară nu se produc utilaje capabile să distribuie întregul sortiment de furaje folosit în hrana bovinelor. Cele mai folosite utilaje sunt remorcile de uz general și remorcile tehnologice amestecătoare.

- Dezavantajele utilizării la distribuirea furajelor a remorcilor de uz general constau în : consum mare de forță de muncă , precizia scăzută privind uniformitatea de distribuție, costuri ridicate în exploatare, distribuirea individuală ( separată ) a fiecărui tip de furaj în parte.

- În cazul folosirii la distribuirea furajelor în fermele de bovine a remorcilor tehnologice amestecătoare apar următoarele dezavantaje: nu pot distribui furaje concentrate ce au umiditatea mai mare de 25 - 30 %; omogenizarea scăzută a amestecurilor rezultate; uniformitatea de distribuire necorespunzătoare; fiabilitate mică

în exploatare; nu pot fi utilizate în adăposturi cu alei de furajare înguste; în cazul utilizării în amestecuri a fibroaselor, acestea trebuie să fie măcinate ( 85% din masa particulelor să aibă lungimea sub 20 mm ), fapt ce implică consumuri energetice mari.

- Dezavantajele întâlnite la utilajele folosite în țară la distribuirea mecanizată a furajelor în fermele de bovine, impun necesitatea realizării în țară a unor utilaje capabile să distribuie întreaga gamă de furaje folosită în hrana bovinelor.

- În țările cu o zootehnie avansată au apărut noi concepte privind furajarea bovinelor, unul din acestea fiind conceptul UNIFEED (furaj unic), ce a impus realizarea unor mașini capabile să-l distribuie.

- Furajul unic este un amestec omogen de furaje fibroase, grosiere, rădăcinoase, concentrate și P.V.M.-uri, cu procente specificate în rețeta de furajare utilizată, funcție de categoria de bovine la care se administrează ( vaci cu lapte, tineret taurin). De asemenea, furajul unic mai poate să includă ingrediente provenite din industria alimentară cum ar fi: semințe rezultate în urma distilării, carne, sânge, măduvă osoasă, seu, semințe de bumbac, resturi de la fabricile de bere, tăiței de sfeclă, etc.

- Distribuția mecanizată a furajului unic conform tehnologiilor moderne de creștere a bovinelor, este necesară să se facă cu mașini performante, fiabile, capabile să distribuie cele mai variate rețete alcătuite din întreaga gamă de furaje utilizate în hrana bovinelor.

- Parametrii constructivi și funcționali ai acestor mașini trebuie să permită reglaje cât mai variate pentru a se putea furaja toate categoriile de bovine, indiferent de tehnologia de întreținere adoptată.

- În țara noastră a început să fie utilizat furajul unic în hrana bovinelor, dar deoarece acesta are în componență o mare varietate de furaje (concentrate, fibroase, siloz, etc.) se constată că remorcile tehnologice amestecătoare autohtone pot să-l distribuie numai sub forma anumitor rețete, nerespectându-se cerințele tehnologice moderne de furajare a bovinelor.

- Pe plan mondial operația de distribuire mecanizată a furajului unic este analizată în strânsă legătură cu operația de pregătire a acestuia. Au fost realizate mașini, care prin soluțiile tehnice adoptate, asigură obținerea unor furaje unice omogene, ce sunt distribuite în condițiile impuse de noile tehnologii de furajare.

- Mașinile realizate sunt acționate de tractoare sau pot fi autodeplasabile și sunt produse în diverse game tipodimensionale. Unele sunt dotate și cu freză de siloz, permițând dislocarea furajelor însilozate.

- Firme cu tradiție în domeniu (STORTI, SEKO, AUDUREAU) au realizat mașini ce execută mai multe operații (autoîncărcare, dozare, tocare, omogenizare, transport, distribuire), evitându-se investiții suplimentare în utilaje specializate și secții de pregătire a furajelor. Prin aceste realizări s-a ajuns ca 2 - 3 persoane să deservească o fermă cu un efectiv de 200 - 300 vaci cu lapte.

***Cu privire la capitolul 3 “Studiul teoretic al parametrilor constructivi și funcționali ai mașinilor utilizate la distribuirea furajului unic”.***

- Deoarece mașinile de distribuit furaj unic au în componența lor transportoare cu bandă, transportoare cu racleți și transportoare elicoidale, studiul teoretic s-a făcut asupra celor trei tipuri de organe de lucru, pentru a se putea stabili principalii parametri ai acestora ce intervin în cadrul procesului analizat.

- În urma studiului teoretic efectuat asupra parametrilor transportoarelor cu bandă și al transportoarelor cu racleți a rezultat că utilizarea acestora ca subansamble în cadrul mașinilor de distribuit furaj unic, asigură desfășurarea în bune condiții a procesului de distribuire.

Adoptarea principalilor parametri constructivi și funcționali ai acestora trebuie să se facă pe baza unor calcule riguroase, ținându-se seama de specificitatea procesului.

- Analizând transportoarele elicoidale clasice a rezultat că ele nu îndeplinesc una din cerințele esențiale impuse distribuirii mecanizate a furajului unic în fermele de

bovine, și anume aceea care se referă la evitarea separării sortimentelor de furaje, fiecărei bovine trebuind să-i fie distribuită aceeași rețetă de furajare. Analiza teoretică efectuată a evidențiat că viteza axială a furajelor în interiorul mașinii depinde de pasul melcului, unghiul de înclinare al spirei, coeficientul de frecare dintre furaj și suprafața elicoidală a spirei, precum și de turația melcului.

La deplasarea furajelor unice (amestecuri de furaje fibroase și concentrate), care au coeficienți de frecare diferiți, în timpul rotației melcului, furajele cu coeficientul de frecare mai mic vor fi deplasate către periferia spirei, cele cu coeficientul de frecare mai mare vor rămâne către arborele melcului, producându-se separarea amestecului. Separarea va fi cu atât mai evidentă cu cât lungimea melcului și diferența între coeficienții de frecare ai furajelor va fi mai mare.

- Se impune ca în cazul utilizării transportoarelor elicoidale, ca organe componente ale mașinilor de distribuit, pasul spirei elicoidale să aibă o geometrie variabilă, iar turația spirei să fie aleasă corespunzător pentru a nu se produce fenomenul de separare a furajelor.

***Cu privire la capitolul 4 “ Contribuții teoretice utilizând metoda STEM și ANALIZA DIMENSIONALĂ în studiul mașinilor destinate distribuirii furajului unic”.***

- Pentru ierarhizarea mașinilor luate în studiu, utilizând metoda specifică de management STEM și un program corespunzător de calcul, s-a elaborat o metodologie ce permite determinarea utilității totale în exploatarea a mașinilor studiate, cu toate că aceste mașini au caracteristici constructive și funcționale diferite.

- Pentru stabilirea gradului de influență al principalilor parametri ce intervin în cadrul procesului de distribuire, cu ajutorul analizei dimensionale s-a făcut un studiu asupra parametrilor constructivi și funcționali ai mașinilor destinate distribuirii furajului unic. Acest proces de distribuire a fost analizat luându-se în considerare 7 parametri ce intervin pe parcursul desfășurării lui.

- Cu ajutorul metodei de studiu “ $\pi$ ” s-a obținut o funcție criterială implicit omogenă care exprimă matematic procesul de distribuire considerat. Această funcție stabilește legătura funcțională între parametrii sistemului și parametrii de proces având valabilitate pentru orice unități de măsură fundamentale adoptate.

- Prelucrând matematic ecuația criterială a procesului de distribuire, s-au obținut 4 expresii matematice ce indică corelația și interdependența parametrilor analizați.

***Cu privire la capitolul 5 “Cercetări experimentale privind mașinile destinate distribuirii furajului unic”.***

- Cercetările experimentale s-au desfășurat conform unei proceduri întocmite de autor în acest sens, urmărindu-se determinarea parametrilor constructivi, funcționali și a principalilor indici calitativi de lucru și exploatare ai mașinilor luate în studiu.

- Experimentările s-au efectuat cu patru mașini destinate distribuirii furajului unic, două fabricate în țară (R.T.A. - 4,5, R.T.A. - 9 ) și două provenite din import (STORȚI și SEKO) .

- Au fost determinate următoarele : componența rețetelor de furaj unic utilizate în timpul experimentărilor, masa volumică și unghiul de taluz natural al furajelor utilizate în hrana bovinelor, gradul de tocare al fibroaselor ce au intrat în componența rețetelor de furaj unic și caracteristicile fizico-mecanice ale rețetelor de furaj unic utilizate.

- La cele patru mașini experimentate s-au determinat: cantitatea de furaj unic distribuită pe un metru din ieslea de furajare, pierderile de furaj unic, puterea consumată în timpul distribuirii, debitul de distribuire și principalii indici de exploatare.

- În urma prelucrării datelor experimentale au rezultat următoarele:

- Mașina STORTI a realizat cea mai mare cantitate de furaj unic distribuită pe un metru liniar de iesle, respectiv 55,1 kg/m;
- procentul de pierderi de furaj unic, cel mai scăzut l-a avut mașina SEKO, respectiv 0,6%;

- cea mai mică putere consumată în timpul operației de distribuire s-a înregistrat la mașina R.T.A. - 4,5;
- debitul de distribuire cel mai mare a fost obținut cu mașina R.T.A. - 4,5 ;
- indicii de exploatare cei mai buni s-au obținut cu mașina SEKO.

• Datele experimentele obținute au contribuit la stabilirea principalilor parametri constructivi și funcționali ai mașinilor, ce influențează procesul de distribuire. Aceștia sunt: debitul de distribuire  $Q$ , înălțimea ferestrei de evacuare a furajului  $h$ , puterea necesară la distribuirea furajului la iesle  $P$ , masa volumică a furajului unic  $\rho_v$ , raportul masic de furaje fibroase / furaje concentrate  $R_{fc}$ , gradul de tocare mediu al furajelor fibroase  $G_{tm}$  și cantitatea de furaj distribuită pe un metru de iesle  $q_m$ .

• Au fost stabilite caracteristicile fizico-mecanice ale rețetelor de furaj unic, ce influențează procesul analizat.

• Pentru verificarea teoriei analizei dimensionale, aplicate în studiul procesului de lucru al mașinilor de distribuit furaj unic, a fost întocmit un plan de experimentări ce a permis determinarea valorii constantei "C" și ai exponenților  $a$ ,  $b$ ,  $c$ , care intervin în ecuația criterială stabilită teoretic.

• S-a constatat în urma experimentărilor efectuate că în cazul celor patru mașini luate în studiu, valorile constantei "C" și a exponenților  $a$ ,  $b$ ,  $c$  sunt apropiate. Aceasta demonstrează că datele experimentale verifică ecuația criterială stabilită teoretic, fapt demonstrat și de valorile apropiate ale coeficienților de corelație ( $R$ ).

• Ecuația criterială stabilită teoretic, verificată de datele obținute experimental, poate fi utilizată atât pentru mașinile luate în studiu cât și în cazul altor mașini destinate distribuirii furajului unic.

• Pe baza metodologiei stabilită teoretic, utilizând metoda specifică de management STEM, s-a determinat utilitatea totală în exploatare a mașinilor luate în studiu. A rezultat că utilitatea cea mai bună în exploatare o are mașina SEKO.

• Pentru creșterea utilității în exploatare a mașinilor românești sunt necesare unele intervenții la acestea astfel încât să crească fiabilitatea și estetica acestora, precum



și unii parametri tehnologici cum ar fi viteza transportoarelor de evacuare și dimensiunile de gabarit.

***Cu privire la apitolul 6 “Contribuții privind îmbunătățirea parametrilor constructivi și funcționali ai mașinilor destinate distribuirii furajului unic”.***

- Au fost elaborate principalele cerințe tehnologice, constructive, funcționale și calitative ce trebuie îndeplinite de mașinile destinate distribuirii furajului unic în fermele de bovine. Cerințele elaborate țin seama de noile tehnologii de creștere a bovinelor, precizându-se valoric limitele în care pot varia principalii parametri constructivi și funcționali ai acestor mașini. De asemenea au fost elaborate cerințele privind securitatea muncii și protecția mediului, cerințe pe care utilizatorii acestor mașini trebuie să le îndeplinească.

- Pe baza rezultatelor obținute în urma studiilor, cercetărilor și experimentărilor efectuate, se propune un model de mașină ce poate fi realizat în țară. La modelul propus se precizează sursa energetică de tracțiune și acționare, astfel încât mașina propusă să poată fi deservită de un tractor fabricat în țară.

- La mașina propusă s-a făcut descrierea principalelor părți componente, precizându-se procesul tehnologic de lucru și cele mai importante caracteristici tehnice.

- Elementele de noutate propuse constau în :

- posibilitatea modificării vitezei transportorului de evacuare;
- dotarea mașinii cu un sistem de tocare al furajelor fibroase;
- geometria variabilă a transportoarelor elicoidale superioare.

- Modificarea vitezei transportorului de evacuare, prin acționarea acestuia cu un motor hidraulic (sistem inexistent la actualele mașini fabricate în țară), permite utilizatorului să realizeze reglarea debitului de distribuție într-o plajă mai largă, făcând posibilă deservirea de către mașină a tuturor categoriilor de bovine.

utilizatorului să realizeze reglarea debitului de distribuire într-o plajă mai largă, făcând posibilă deservirea de către mașină a tuturor categoriilor de bovine.

- Sistemul de tocare al fibroaselor constă în montarea pe spira transportorului elicoidal inferior a unor cuțite tip fluture și dispunerea unui contracuțit tip șină cu plăcuțe triunghiulare pe generatoarea jgheabului semicircular în care este montat transportorul elicoidal inferior. Sistemul de tocare propus, contribuie la obținerea unui furaj unic omogen și totodată contribuie la ridicarea fiabilității mașinii în exploatare.

- Geometria variabilă propusă pentru transportoarele elicoidale superioare, realizabilă prin modificarea pasului melcului, diametrul și dispunerea spirelor, are rolul să asigure o bună înaintare și amestecare a furajelor, eliminându-se totodată formarea unor zone ( pod de furaje) neamestecate și neomogenizate.

- Modelul de mașină propus se poate autoîncărca și cu furaje însilozate, fiind dotat cu o freză de siloz.

- Toate noutățile tehnice propuse, permit realizarea în țară a unei mașini destinate distribuirii furajului unic în fermele de bovine, asigurându-se distribuția mecanizată a întregului sortiment de furaje utilizat în hrana bovinelor. Prin realizarea mașinii propuse se reduce importul de astfel de mașini.

- Soluțiile tehnice propuse pot fi aplicate și la modernizarea mașinilor existente în fabricație la S.C. AZOMA Arad (R.T.A.-4,5, R.T.A. - 9) , contribuindu-se la lărgirea sferei de aplicabilitate a acestora.

# **PROCEDURĂ PRIVIND ÎNCERCAREA ECHIPAMENTELOR TEHNICE PENTRU DISTRIBUIREA HRANEI LA ANIMALE**

## **1. SCOP**

Stabilește modalitățile de efectuare a încercărilor la echipamentele tehnice destinate distribuirii hranei la animale.

## **2. DOMENIUL DE ACTIVITATE**

Se aplică pentru efectuarea încercărilor la echipamentele tehnice destinate distribuirii hranei la animale.

## **3. DOCUMENTE DE REFERINȚĂ ȘI CONEXE**

- Tema de proiectare
- Nomenclatorul lesei cu desene
- Leasa cu desene
- Proiectul de execuție
- Notița tehnică
- Catalogul pieselor de schimb
- Documentul încercărilor de casă
- Certificate de calitate a materialelor utilizate  
( Buletine de analiză)
- Cărți tehnice

- STAS 12836-90- Determinarea condițiilor încercărilor
- STAS 13042/1-91- Determinarea parametrilor constructivi
- STAS 13042/2-91- Determinarea indicilor de exploatare
- STAS 11989-83- Mașini agricole. Culori de siguranță. Prescripții de utilizare
- STAS 11813-83- Mașini agricole. Simboluri
- STAS 11998-83- Mașini agricole. Prescripții și etichete. Prescripții.

### **Proceduri ROMATEST:**

- Tratarea comenzilor de încercare
- Primirea la încercări, manipularea și stocarea E.T. de încercat
- Determinarea indicilor energetici
- Procedură privind determinarea indicilor de exploatare
- Norme specifice de protecția muncii

### **3.1. Abrevieri**

- **E.T.** - echipament tehnic
- **A.M.C.** - aparate de măsură și control
- **N.M.** - normă metodologică

## **4. MIJLOACE DE MĂSURARE ȘI / SAU ÎNCERCARE**

- 4.1. Se vor folosi numai mijloace de măsurare verificate metrologic;
- 4.2. Se va verifica buna funcționare a aparatelor înainte de începerea măsurătorilor;
- 4.3. Mijloacele de măsurare se vor folosi conform instrucțiunilor de utilizare;
- 4.4. Mijloacele de măsurare și/sau de încercare sunt prezentate în tabelul 1.

Tabelul 1.

Nr. crt	Denumirea aparatului	Domeniul de măsurare	Precizia de măsurare
1.	Cronometru	0 ÷ 30 min	0,2 s
2.	Șubler	0 ÷ 150 mm	± 0,1 mm
3.	Cântar platformă	0 - 150 kg	± 10 g
4.	Micrometru	25-50 mm și 50-75 mm	± 0,01 mm
5.	Megaohmetru	100 MΩ	3 %
6.	Multimetru	0-1000 V c.a -50-400C 0-700 Vc.a	0,75 %
7.	Ruletă	0 - 2 m	± 0,5 %
8.	Ruletă	0 - 5 m	± 0,5 %
9.	Termometru	0 - 100 <sup>0</sup> C	0,75 %
10.	Tahometru digital	0 - 24000 rot/min	± 1 rot/min
11.	Aparat fotografic		
12.	Săculeți pânză		
13.	Cilindri gradați din sticlă	250;500;1000;2000 ml	1 %
14.	Umidometru		
15.	Instalație de măsurare a momentului rezistent la priza de putere	0 ÷ 1000 N.m	1 %
16.	Baterii de site cu diametrul orificiilor de 1; 2; 3; 4; mm	1 - 4 mm	1 %
17.	Container lemn	0,027 mc	
18.	Raportor	( 0 - 180 <sup>0</sup> )	1 %

## 5. REGULI DE PROCEDURĂ

### 5.1. Condiții generale de încercare

a) Primirea și tratarea comenzilor se va face conform procedurii "Tratarea comenzilor de încercare".

b) Primirea, manipularea și stocarea E.T. la încercări se va face conform procedurii “ Primirea la încercări, manipularea și stocarea E.T. de încercat”.

După primirea comenzii se va face o deplasare la beneficiar pentru a prospecta E.T. menționat în comandă. La această deplasare se va analiza posibilitatea de transport a E.T. și cerințele din N.M. la care va trebui să răspundă E.T. din comandă.

Datorită complexității, a gabaritului mare și greutateii mari a unor E.T. destinate distribuirii hranei la animale, acestea se vor încerca la beneficiar.

c) Încercările se vor efectua pe E.T. destinate distribuirii hranei la animale.

d) În momentul stabilirii cerințelor din N.M. se va stabili și lista cu mijloacele de măsurare și/sau încercare necesare efectuării încercărilor în care se va menționa domeniul de măsurare necesar și precizia de măsurare necesară.

Dacă precizia de măsurare nu este corespunzătoare cu precizia cerută de încercare, se va cere derogare scrisă de la directorul general în urma unui raport scris și se va cere aprobarea de la organismul de acreditare.

e) În momentul în care se solicită mijloacele de măsurare și/sau încercare se va verifica în primul rând dacă verificarea metrologică nu a expirat și apoi funcționarea mijlocului de măsurare și/sau încercare, dacă seria și/sau numărul de inventar scrise în lista de mijloace de măsurare și/sau încercare deținută de persoana care răspunde de acesta.

f) Înainte de a începe efectuarea încercărilor ( la beneficiar) sau ( la executant) se va face instruirea personalului din punct de vedere al protecției muncii, în cadrul căreia se va instrui personalul care va efectua încercările cu privire la pericolele ce pot apărea la E.T. destinate distribuirii hranei la animale.

Se va pune accentul pe accidentele datorate elementelor mobile de lucru și de transmisie, electricității, temperaturilor extreme, pulberilor de natură vegetală și a gazelor sau fluidelor inflamabile sau explozibile.

Înstructajul se va scrie în fișa individuală de protecția muncii.

g) Încercările se vor face în incinta unităților și se vor verifica condițiile de mediu, înregistrându-se parametrii următori: temperatura, viteza curenților de aer, intensitatea luminoasă, nivelul de zgomot și de vibrații.

## **5.2.Efectuarea încercărilor**

### **5.2.1. Expertiza tehnică inițială**

Primirea E.T. pentru încercare și expertiză tehnică inițială se face conform cu metodologia ROMATEST.

### **5.2.2. Încercările de laborator**

În cadrul încercărilor de laborator se vor determina următoarele:

- caracteristicile funcționale;
- indicii calitativi de lucru;
- indicii de productivitate;
- indicii energetici.

#### **5.2.2.1. Caracteristici funcționale**

##### **5.2.2.1.1. Turația organelor aflate în mișcare de rotație**

Turația organelor aflate în mișcare de rotație se vor măsura cu ajutorul unui tahometru montat în locurile accesibile.

Se vor determina turațiile la mersul în gol și în sarcină.

##### **5.2.2.1.2. Vitezele de deplasare a organelor active**

Vitezele de deplasare a organelor active ( lanț, bandă, spiră etc.) se vor determina cu ajutorul formulei:

$$V_i = \frac{L_i}{t_i}$$

unde: -  $V_i$  = valoarea vitezei în treaptă stabilită ( m/min)

-  $L_i$  = distanța între două repere aflate în mișcare ( m )

-  $t_i$  = timpul parcurs a unui element stabilit al organului activ, între reperele ce stabilesc lungimea L pentru treapta de viteză respectivă ( min)

#### **5.2.2.1.3. Volumul util al buncărului**

Volumul util al buncărului ( $V_u$ ) se determină ținând seama de volumul buncărului ( $V$ ) și de coeficientul de umplere  $\varphi$ , care are valori cuprinse între 0,75 ÷ 0,85.

$$V_u = V \varphi \quad (\text{m}^3)$$

#### **5.2.2.1.4. Timpul de încărcare**

Timpul de încărcare al buncărului se cronometrează din momentul în care începe alimentarea și până când acesta se umple 75 - 85 % din volumul buncărului. Se fac trei determinări și se face o medie aritmetică.

#### **5.2.2.1.5. Timpul de amestecare**

Timpul de amestecare propriu-zisă este cuprins între 1 - 15 min. și reprezintă timpul după care se realizează un grad de omogenizare de 85 - 95% în funcție de cerințele zootehnice impuse.

Se determină prin încercări succesive: se iau probe din amestec după intervale de timp de 3, 5, 7, 10, 15 minute și se determină pentru fiecare probă gradul de omogenitate.

Se fac trei determinări și se face media aritmetică.



### 5.2.2.1.6. Timpul de descărcare

Timpul parcurs de organul activ de distribuție pe întreaga lungime de furajare. Se determină prin cronometrare și la diferite viteze de lucru.

Poate fi determinat și cu formula:

$$t_{ii} = \frac{L_t}{V_i}$$

unde:  $t_{ii}$  = timpul total parcurs la treapta de viteză  $V_i$  (min);

$L_t$  = lungimea totală a frontului de furajare (m);

$V_i$  = viteza (în treapta de viteză respectivă) (m/min).

### 5.2.2.2. Indici calitativi de lucru

Indicii calitativi de lucru determinați în cadrul încercărilor de laborator sunt:

- înălțimea stratului de material din transportor (buncăr) (m);
- cantitatea de furaje distribuită pe un metru liniar, al frontului de furajare (kg);
- cantitatea totală de furaje distribuită pe toată lungimea frontului de furajare (kg);
- pierderile de furajare (%);
- masa volumică ( $\text{kg/m}^3$ );
- granulația măcinișului;
- gradul de tocare (%);
- umiditatea (%).

#### 5.2.2.2.1. Înălțimea stratului de material din transportor (buncăr)

Înălțimea stratului de material din transportor (buncăr) se măsoară pentru diferite furaje distribuite, viteze și poziții ale șibărului.

#### **5.2.2.2. Cantitatea de furaje distribuită pe un metru liniar, al frontului de furajare**

Cantitatea de furaje distribuite pe un metru liniar, al frontului de furajare, se determină prin cântărirea cantităților de furaj găsite pe câte un metru, pe toată lungimea de furajare, la intervale de 5 m.

#### **5.2.2.3. Cantitatea totală de furaje distribuită pe toată lungimea frontului de furajare**

Cantitatea totală de furaje distribuită pe toată lungimea frontului de furajare, se determină prin cântărire.

#### **5.2.2.4. Pierderile de furaje**

Pierderile de furaje se determină cu relația:

$$P_f = \frac{m}{M} 100 (\%)$$

unde: -  $P_f$  = pierderile de furaje (%);

-  $m$  = masa de furaje căzută din transportor ( buncăr) în afara fondului de furajare (kg);

-  $M$  = masa de furaje cu care a fost alimentat transportorul (buncărul) (kg).

$M$  și  $m$  se determină prin cântărire.

#### **5.2.2.5. Masa volumică**

Masa volumică a furajului distribuit se determină cu ajutorul unui cilindru gradat și a unei balanțe analitice.

Se ia o probă și se introduce în cilindru. Se notează volumul ocupat de probă și apoi se cântărește. Se determină masa volumică cu relația:

$$\rho = \frac{M}{V} (\text{kg/m}^3)$$

unde:  $M$  = masa probei (kg);

$V$  = volumul determinat al probei ( $\text{m}^3$ ).

#### 5.2.2.2.6. Granulația măcinișului

Se determină cu o baterie de site cu diametrul orificiilor de 1, 2, 3, 4 mm. Masa probei este de 100 grame.

Granulația măcinișului se exprimă prin modulul măcinișului (M) care se determină cu formula:

$$M = \frac{0,5P_0 + 1,5P_1 + 2,5P_2 + 3,5(P_3 + P_4)}{100} \quad (\text{mm})$$

în care: -  $P_0$  = masa probei, în grame, trecută prin sita de  $\varnothing$  1 mm;

-  $P_1$  = masa probei , în grame, rămasă pe sita de  $\varnothing$  1 mm;

-  $P_2$  = masa probei, în grame, rămasă pe sita de  $\varnothing$  2 mm;

-  $P_3$  = masa probei, în grame, rămasă pe sita de  $\varnothing$  3 mm;

-  $P_4$  = masa probei , în grame , rămasă pe sita de  $\varnothing$  4 mm.

Coefficienții: 0,5; 1,5; 2,5; 3,5 reprezintă dimensiunea medie a diametrelor de la două site consecutive, în mm.

În funcție de mărimea lui M se disting:

- măciniș fin, în care  $M = 0,2 - 1$  mm;

- măciniș mijlociu, în care  $M = 1 - 1,8$  mm;

- măciniș grosier, în care  $M = 1,8 - 2,6$  mm.

#### 5.2.2.2.7. Gradul de tocare

Gradul de tocare reprezintă procentul de particule tocate la lungimi repartizate pe clase: 1-10 mm; 11-20 mm; 21-30 mm; 31-50 mm și mai mari de 50 mm.

Masa probei este de 200g. Proba se repartizează pe clase de lungimi, se cântărește și se calculează procentul pe fiecare clasă.

#### 5.2.2.2.8. Determinarea umidității

Umiditatea furajelor distribuite se determină cu umidometru.

### **5.2.2.2.9. Determinarea unghiului de taluz natural**

Determinarea unghiului de taluz natural se face prin măsurarea înclinării suprafeței libere de așezare a particulelor de furaj, cu planul orizontal pe care au fost descărcate.

### **5.2.2.3. Indici de productivitate**

În cadrul încercărilor de laborator se determină debitul de furaj ce poate fi distribuit de instalație sau mașină.

Debitul de furaj, se determină prin cântărirea cantității de furaj distribuit pe o anumită lungime a frontului de furajare și cronometrarea timpului în care a avut loc distribuirea.

Debitul se calculează cu formula:

$$Q = \frac{C}{T} \text{ (kg/min)}$$

unde: - C = cantitatea de furaj distribuit (kg);

- T = timpul în care a avut loc distribuirea cantității de furaj C.

Lungimea frontului de furajare de pe care se colectează cantitatea de furaj distribuit C, este de 2 m.

Determinarea debitului se va face pentru toate categoriile de furaje distribuite de instalație sau mașină, la toate vitezele pe care le permite instalația sau mașina, pentru cel puțin două poziții ale șibărului de la buncăr din care una este poziția maximă.

Pentru fiecare din aceste situații se vor face minimum trei determinări.

### **5.2.2.4. Indicii energetici**

Cu ajutorul woltmetrului se va determina puterea necesară funcționării instalațiilor acționate electric, în gol și sarcină.

Se fac multe determinări, la diferite regimuri de lucru ale instalațiilor, până la atingerea puterii nominale a motorului electric.

Se determină consumul specific de energie al instalației cu relația:

$$C = \frac{P_c}{W_{of}} \quad (\text{kW h/kg})$$

unde: -  $P_c$  = puterea consumată (kW);

-  $W_{of}$  = capacitatea de lucru efectivă (kg/h)

Puterea consumată pentru antrenarea mecanismelor remorcilor acționate de la priza de putere a tractoarelor se va calcula cu relația următoare:

$$P_p = \frac{\pi M_p n_p}{3 \cdot 10^4 \eta_p} \quad (\text{kW})$$

în care:  $M_p$  = este momentul la arborele prizei de putere (Nm);

$n_p$  = turația arborelui prizei de putere (rot/min);

$\eta_p$  = randamentul transmisiei la priza de putere.

### 5.2.3. Încercări de exploatare

Încercările de exploatare se fac conform metodicii întocmite la ITCDMA-ROMATEST - Anexa 2.

### 5.2.4. Expertiza tehnică finală

Se face aprecierea stării tehnice generale a instalației sau utilajului supus încercărilor, după efectuarea întregului volum de lucru stabilit de cercetător.

Se măsoară uzura totală și specifică a organelor active.

Pentru piesele ce prezintă uzură anormală se fac probe de duritate și analize metalografice.

Expertiza tehnică finală se realizează conform metodologiei institutului.

## **PROCEDURĂ PRIVIND DETERMINAREA INDICILOR DE EXPLOATARE**

### **GENERALITĂȚI**

1.1. Aprecierea mașinilor din punct de vedere al exploatării se face după *încercările de exploatare* și cuprinde următoarele:

- stabilirea condițiilor în care se execută încercările ( caracteristica câmpului și a materialului; condițiile meteorologice; componența agregatului; personalul de deservire, etc.);

- determinarea indicilor agrotehnici de bază ( calitatea lucrului, pierderile produsului principal și auxiliar, gradul de îmburuienare a solului, distribuirea semințelor, vătămarea plantelor, adâncimea lucrării solului etc.);

- determinarea indicilor de exploatare și anume:

- volumul de lucrări executat de mașină în toată perioada încercărilor (ha, tone etc.);

- capacitatea de lucru într-o oră din timpul efectiv, din timpul operativ, din timpul de producție, din timpul schimbului și din timpul schimbului fără defecțiuni( de performanță);

- consumul de combustibil total și pe unitatea de produs;

- consumul de materiale principale și secundare și pe unitatea de produs.

1.2. Capacitatea de lucru a mașinii se determină pentru toată perioada încercării mașinii sau cel puțin pentru 5 schimburi normale de lucru.

1.3. Aprecierea în exploatare a mașinilor se face atât pentru activitatea de bază cât și auxiliară, pentru care este destinată mașina.

1.3.1. Activitatea de bază este lucrarea care corespunde destinației de bază a mașinii;

1.3.2. Activitatea auxiliară este lucrarea care se execută de mașină în afară de lucrarea de bază, însă pentru executarea căreia este necesar să se utilizeze în mod suplimentar mașina sau să se monteze echipamentele necesare;

1.4. Personalul de deservire a mașinii care se încearcă trebuie să aibă o calificare corespunzătoare, să cunoască mașina și metodele de efectuare a lucrării.

1.5. Deservirea tehnică și tehnologică a mașinii care se încearcă trebuie să se execute cu ajutorul mijloacelor tehnice generale sau speciale, cele mai moderne și să fie bine organizate.

Toate operațiile privind deservirea tehnică sau tehnologică se execută de personalul care deservește mașina respectivă, utilizând și muncitori suplimentari dacă aceasta este prevăzut prin instrucțiunile uzinei constructoare. Pentru înlăturarea avariilor sau defecțiunilor mari, precum și pentru executarea îngrijirilor tehnice periodice, trebuie să se folosească lăcătuși - mecanici și muncitori de reparații.

1.6. Înainte de începerea încercărilor de exploatare ale mașinii este necesar ca *aceasta să fie reglată pentru asigurarea regimului optim de lucru.*

*Prin regim optim de lucru care se determină prin încercări de laborator - câmp, se înțelege regimul de lucru a agregatului, care asigură, în condițiile date cu respectarea cerințelor agrotehnice impuse lucrării agricole respective, capacitatea de lucru efectivă maximă și un consum de combustibil pe unitatea de produs minim.*

1.7. Mijlocul energetic cu care se acționează mașina încercată, trebuie să aibă parametrii ( putere, consum de combustibil, turație la priza de putere etc.) prevăzuți de cartea tehnică iar aparatura de bord să fie completă și în funcțiune.

## **2. METODA DE EFECTUARE A CRONOMETRĂRII**

2.1. Cronometrarea este fotografierea zilei de lucru a mașinii și a personalului de deservire, ținându-se seama de rezultatele activității lor;

2.2. La cronometrare, în fișa zilnică de cronometrare, în succesiune cronologică se notează toate operațiile și elementele timpului de lucru al mașinii și se trec datele privind caracteristicile locului de muncă, lucrării agricole, agregatului și volumul lucrării executate.

2.3. Determinarea indicilor de exploatare, condițiilor încercărilor, consumurilor de combustibil, energiei electrice, materialelor și determinarea volumurilor lucrărilor executate trebuie să se facă cu aparate, cu erorile prevăzute în standarde.

2.4. Cronometrarea zilei de lucru se face continuu în cursul întregului schimb, din momentul începerii lucrării de către personalul de deservire.

2.5. La executarea simultană a unei serii de operații, în fișa zilnică de cronometrare se trec toate operațiile separat cu indicarea începerii și terminării executării fiecăreia.

2.6. În zilele când mașina nu lucrează din motive care nu depind de ea, cauzele opririlor se înscriu în fișa de cronometrare separată cu indicarea zilelor calendaristice de nefuncționare.

2.7. După terminarea zilei de lucru, cronometrul completează fișa de cronometrare cu toate datele, o semnează și o predă pentru verificare și înregistrare.



### 3. METODA PRELUCRĂRII DATELOR CRONOMETRĂRII

Pentru determinarea indicilor de exploatare, datele cronometrării se clasifică și se desemnează conform tabelului:

Tabelul 1

Simbol	Termen	Definiție
$T_1$	Timp efectiv de lucru	Timpul de lucru, când toate organele principale de lucru ale mașinii se află sub sarcină, inclusiv și timpul de lucru al agregatului simultan cu întoarcerile sau pentru descărcarea producției, sau alimentarea cu material tehnologic în mers, dacă procesul tehnologic nu se întrerupe.
$T_2$	Timp ajutor	$T_2 = T_{21} + T_{22} = T_{23}$
$T_{21}$	Timp pentru efectuarea întoarcerilor	Timpul în decursul căruia agregatul se deplasează în gol la capetele parcelei, executând întoarcerea în vederea reluării mersului în sarcină.
$T_{22}$	Timp pentru parcurs în gol	Timpul în decursul căruia agregatul execută parcursuri în gol, datorită condițiilor de lucru (recoltarea culturilor culcate etc.) sau condiționate de tehnologie (deplasarea de la o grămadă la alta, deplasarea spre punctele de alimentare descărcare, mersul în gol la mașinile care lucrează într-un singur sens).
$T_{23}$	Timp pentru operații tehnologice la mașină	Timpul în care se execută alimentarea mașinii cu materialul tehnologic (sămânță, îngrășăminte, apă, sfoară, sârmă etc.), alimentarea cu combustibil a sursei proprii de energie a mașinii, descărcarea produsului recoltat, schimbarea mijlocului de

Simbol	Termen	Definiție
		transport, coborâre și ridicarea marcatoarelor etc.) prin întreruperea procesului efectiv de lucru.
$T_3$	Timp pentru operații tehnice la mașină	$T_3 = T_{31} + T_{32} + T_{33}$
$T_{31}$	Timp pentru efectuarea întreținerilor tehnice zilnice ale mașinii	Timpul în decursul căruia se execută operațiile de întreținere tehnică zilnică în vederea menținerii mașinii în stare de funcționare.
$T_{32}$	Timp pentru pregătirea mașinii de lucru	Timpul în decursul căruia se execută cuplarea și decuplarea mașinii, trecerea mașinii din poziția de transport în poziția de lucru și invers, trecerea de la o schemă tehnologică la alta ( ex.: prășit de la 70 cm la 80 cm), cuplarea și decuplarea mașinilor agricole etc.
$T_{33}$	Timp pentru efectuarea reglajelor mașinii	Timpul în care se execută reglarea mașinii determinată de condițiile de lucru ( adâncimea de lucru, înălțimea de tăiere, zona de protecție, turația etc.).
$T_4$	Timp pentru remedierea defecțiunilor mașinii	$T_4 = T_{41} + T_{42}$
$T_{41}$	Timp pentru înlăturarea defecțiunilor tehnologice	Timpul pentru înlăturarea înfundărilor organelor active, precum și pornirilor mașinii în gol în scopul prevenirii înfundărilor sau după înlăturarea lor.

Simbol	Termen	Definiție
$T_{42}$	Timpul pentru remedierea defecțiunilor tehnologice	Timpul consumat efectiv pentru detectarea defecțiunii, demontarea pieselor defecte și montarea pieselor reparate sau noi, înlăturarea deformărilor și ruperilor precum și pentru reglarea mecanismelor în legătură cu înlăturarea defecțiunilor. <i>Timpul consumat cu repararea pieselor defecte sau transportul acestora la mașină, se încadrează la <math>T_{82}</math>.</i>
$T_5$	Timpul pentru repaosul personalului	Timpul în decursul căruia se întrerupe procesul de muncă pentru repaosul personalului în scopul menținerii capacității de muncă și a satisfacerii necesităților fiziologice. <i>Se acordă maximum 15 minute.</i> Restul timpului cronometrat se încadrează la $T_{82}$ .
$T_6$	Timp pentru schimbarea locului de muncă	$T_6 = T_{61} + T_{62}$
$T_{61}$	Timp pentru deplasarea de la bază la parcelă și invers	Timpul în care agregatul se deplasează în gol de la bază la parcelă și invers.
$T_{62}$	Timp pentru deplasarea de la o parcelă la alta	Timpul în care agregatul se deplasează de la o parcelă la care s-a încheiat lucrarea la parcela următoare.
$T_7$	Timp pentru întrețineri tehnice la sursa de energie independentă	Timpul în care se execută operațiile de întreținere tehnică zilnică, inclusiv alimentarea cu combustibil la sursa de energie independentă.

<b>Simbol</b>	<b>Termen</b>	<b>Definiție</b>
$T_8$	Timp pentru întreruperi din cauze ce nu depind de mașina ce se încearcă	$T_8 = T_{81} + T_{82}$
$T_{81}$	Timp pentru opriri din cauza condițiilor meteorologice nefavorabile	Timpul în care nu se poate lucra din cauza ploii, a căderilor de rouă, vânt puternic etc.
$T_{82}$	Timpuri pentru opriri din alte cauze	Timpul în care se întrerupe procesul de lucru pentru remedierea defecțiunilor la sursa de energie independentă, efectuarea de măsurători, lipsa mijlocului energetic, lipsa mijloacelor de transport, lipsa de piese, lipsa de materiale (sămânță) etc.

#### **4. PRESCRIȚII GENERALE**

4.1. Mașina agricolă la care se determină indicii de exploatare trebuie să corespundă documentației tehnice a produsului.

4.2. Înainte de începerea încercărilor în exploatare mașina trebuie să fie rodată și reglată conform instrucțiunilor producătorului pentru asigurarea regimului optim de lucru.

4.3. În perioada încercării mașinii pentru determinarea indicilor de exploatare trebuie ca:

- sursa energetică să aibă parametrii la valoarea prevăzută în documentația tehnică ( puterea nominală, turația la regimul de lucru, starea corespunzătoare a pneurilor etc.);

- întreținerile tehnice ale mașinii și ale sursei energetice să fie efectuate conform instrucțiunilor producătorului.

4.4. Condițiile la încercările în câmp se determină conform STAS 12836-90.

4.5. Eroarea de măsurare a aparatelor, instrumentelor și dispozitivelor folosite la măsurători în cadrul determinării indicilor de exploatare nu trebuie să depășească valorile din tabelul 2.

Tabelul 2

Valoarea măsurată	Eroarea admisibilă de măsurare, %
Timp	$\pm 0,5$
Volum	$\pm 1$
Lungime	$\pm 1$
Masă	$\pm 2$

## 5. METODE DE DETERMINARE

5.1. Indicii de exploatare se determină pe baza datelor obținute în perioada încercărilor de exploatare ale mașinii agricole respective. Se întocmesc fișe de cronometrare pentru toată perioada încercării mașinii sau cel puțin pentru 5 schimburi normale de lucru.

5.2. În urma cronometrării schimburilor de lucru rezultă elementele timpului de lucru, în baza cărora se calculează indicii de exploatare a mașinii încercate în agregat cu sursa de energie dată și anume:

- structura timpului de lucru;
- coeficienții de folosire a timpului de lucru al schimbului;
- capacitățile de lucru;
- consumul de combustibil și materiale pe unitatea de produs.

Structura timpului de lucru este prezentată în tabelul 3.

Tabelul 3

Simbol	Termen	Relația de calcul
$T_{02}$	Timpul operativ	$T_{02} = T_1 + T_2$
$T_{04}$	Timpul de producție	$T_{04} = T_{02} + T_3 + T_4$
$T_{07}$	Timpul schimbului	$T_{07} = T_{04} + T_{05} + T_6 + T_7$
$T_{08}$	Timpul total de lucru	$T_{08} = T_{07} + T_8$

5.4. Coeficienții de folosire a timpului de lucru al schimbului care caracterizează activitatea pe parcursul timpului de lucru în vederea aprecierii mașinii ce se încearcă, sunt cuprinși în tabelul 4.

Tabelul 4

Simbol	Termen	Relația de calcul
$K_{02}$	Coeficient de folosire a timpului operativ	$K_{02} = \frac{T_1}{T_{02}}$
$K_{04}$	Coeficient de folosire a timpului de producție a schimbului	$K_{04} = \frac{T_1}{T_{04}}$

Simbol	Termen	Relația de calcul
$K_{07}$	Coeficient de folosire a timpului schimbului	$K_{07} = T_1 + T_{07}$
$K_{21}$	Coeficient de folosire a timpului de întoarcere	$K_{21} = \frac{T_1}{T_1 + T_{21}}$
$K_{23}$	Coeficient de folosire a timpului pentru operații tehnologice	$K_{23} = \frac{T_1}{T_1 + T_{23}}$
$K_{31}$	Coeficient de folosire a timpului pentru întrețineri tehnice	$K_{31} = \frac{T_1}{T_1 + T_{31}}$
$K_{41}$	Coeficient de siguranță tehnologică a organelor mașinii	$K_{41} = \frac{T_1}{T_1 + T_{41}}$
$K_{42}$	Coeficient de siguranță tehnică	$K_{42} = \frac{T_1}{T_1 + T_{42}}$
$K_4$	Coeficient de siguranță în exploatare	$K_4 = \frac{T_1}{T_1 + T_4}$

5.5. Capacitatea de lucru a agregatului (mașina agricolă plus sursa de energie) reprezintă volumul de lucrări efectuate în unitatea de timp și se prezintă în funcție de structura timpului de lucru:

Tabelul 5

Simbol	Termen	Relație de calcul
$W_{ef}$	Capacitatea de lucru într-o oră din timpul efectiv	$W_{ef} = \frac{U}{T_1} \times 60$
$W_{02}$	Capacitatea de lucru într-o oră din timpul operativ	$W_{02} = \frac{U}{T_{02}} \times 60$
$W_{04}$	Capacitatea de lucru într-o oră din timpul de producție	$W_{04} = \frac{U}{T_{04}} \times 60$

Simbol	Termen	Relație de calcul
$W_{07}$	Capacitatea de lucru într-o oră din timpul schimbului	$W_{07} = \frac{U}{T_{07}} \times 60$
$W_p$	Capacitatea de lucru orară de performanță	$W_p = \frac{U}{T_p} \times 60$
$W_{sch} = W_{07} \times 8$		

unde:  $W$  = capacitatea de lucru a agregatului, în ha/oră sau tone/oră;

$U$  = volumul de lucrări executat într-un schimb, în ha sau tone;

$T_1, T_{02}, T_{04}, T_{07}$  = timpii de lucru ai schimbului, în minute;

$T_p = T_1 + T_2 + T_3 + T_5 + T_6 + T_7$ , în minute

**OBSERVAȚIE:** - Determinarea volumului de lucrări executat se face pe parcursul sau la sfârșitul schimbului de lucru prin măsurarea suprafeței lucrate sau prin cântărirea producției recoltate.

- Valoarea timpului pentru remedierea defecțiunilor mașinii ( $T_4$ ) ce se ia în calculul timpului  $T_{04}$  respectiv  $T_{07}$  trebuie să asigure cel puțin valoarea coeficientului siguranței în exploatare ( $K_4$ ) prevăzută ca cerință pentru mașina din agregat.

5.6. Consumul de combustibil pe unitatea de produs ( $q$ ) al agregatului se determină cu relația:

$$q = \frac{Q}{U}$$

în care:  $Q$  = cantitatea de combustibil consumat pentru executarea volumului de lucrări  $U$ , în litri.

Coeficientul de consum combustibil se exprimă în litri pe hectar sau litri pe tonă cu menționarea combustibilului folosit (motorină, benzină etc.).

Determinarea cantității de combustibil consumat se face la sfârșitul fiecărui schimb de lucru, cu ajutorul unei truse de măsurat volumul de combustibil, prin sistemul de măsurare existent pe utilajele de alimentare cu combustibil sau prin sistemul de măsurare automat montat pe sursa de energie.



Aparatura de măsurare trebuie verificată și admisă din punct de vedere metrologic.

În cazul mașinilor agricole acționate electric coeficientul de consum de energie se calculează în kilowați ore pe hectar sau kilowați ore pe tonă.

Consumul de energie electrică se măsoară cu ajutorul unui contor corespunzător.

## 6. PREZENTAREA REZULTATELOR

Rezultatele determinărilor privind indicii de exploatare se prezintă într-un buletin care trebuie să cuprindă:

- denumirea mașinii agricole și a sursei de energie utilizate;
- descrierea sumară a mașinii;
- locul, perioada și condițiile încercărilor;
- lucrarea agricolă executată și caracteristicile ei;
- centralizatorul fișelor zilnice de cronometrare;
- structura timpului de lucru (conform pct. 5.3.);
- coeficienii de folosire a timpului de lucru al schimbului ( conform pct.5.4.);
- capacitatea de lucru a agregatului ( conform pct.5.5.);
- capacitatea de lucru pe schimb ( conform pct.5.5.);
- coeficientul de consum de combustibil sau energie electrică (conform pct.5.6.);
- aprecieri privind manevrabilitatea mașinii în exploatare la deplasarea de la o parcelă la alta, de la bază la parcelă și pe drumurile publice;
- prezentarea defecțiunilor tehnice și tehnologice apărute la încercări;
- alte aprecieri privind comportarea mașinii la încercările de exploatare.

## BIBLIOGRAFIE

1. Albulescu E. Eficiența economică a mecanizării în fermele de vaci pentru lapte.  
Editura CERES - 1979.
2. Berbinte C. Metode numerice .  
Mitran S. Editura Tehnică - 1997.  
Zancu S.
3. Bold I. Exploatația agricolă. Organizare, dezvoltare, exploatare.  
Editura Mirton 1995.
4. Bordânc M. Organizarea și conducerea întreprinderilor agricole. Vol. I și II  
Institutul Politehnic București - 1983.
5. Bosoi E.S. Teoria, construcția și calculul mașinilor agricole.  
Moscova -1978.
6. Bótt E. Utilizarea Microsoft Office - 1997.  
Editura Teora 1998.
7. Buzdugan Gh. Rezistența materialelor.  
Editura Academiei - 1976.
8. Buzea I. Îndrumătorul mecanicului agricol.  
Editura CERES- 1980.
9. Căproiu M. Mașini și instalații zootehnice.  
Editura Didactică și Pedagogică - 1982.
10. Candelon Ph. Les machines agricole. Vol. III.  
Editura J.B. Beilliere - 1978.
11. Chelemen I. Mașini și instalații zootehnice.  
Institutul Politehnic București - 1983.
12. Cicală E. Metode de prelucrare statistică a datelor experimentale.  
Editura Politehnica - Timișoara - 1999.

13. David L. Sisteme de transport în agricultură.  
Institutul Politehnic București - 1992.
14. David L. Sisteme de transport.  
Editura PRINTECH - 1997.
15. Davidovici I. Utilizarea economică a factorilor de producție în întreprinderile agricole.  
Editura CERES - 1989.
16. Dinescu S. Considerații privind strategia creșterii animalelor în România în perspectiva anului 2000.  
Simpozion Stiințific U.S.A.M.V. - București - 1994.
17. Dobre V. Noi tipuri de organe de mașini.  
Editura Tehnică București - 1967.
18. Drăguțan V. Mecanizarea lucrărilor de transport în agricultură.  
Editura CERES - 1984.
19. Dragomirescu I. Mașini și instalații pentru prelucrarea furajelor și pregătirea hranei animalelor.  
Editura CERES 1987.
20. Dragomirescu I. Mecanizarea lucrărilor în creșterea taurinelor.  
Editura CERES-1975
21. Gagiu C. Fiabilitatea în exploatare a tractoarelor și mașinilor agricole.  
AGRIS - Redacția revistelor agricole - 1995.
22. Gagiu C. Îndrumător de utilaje agricole.  
și colab. Editura CERES - 1995.
23. Georgescu Gh. Tratat de creșterea bovinelor.  
Editura CERES - 1989.
24. Ghinea M. MATLAB. Calculul numeric, grafică , aplicații.  
Fireșteanu V. Editura Teora - 1998.
25. Goia V. Mașini și instalații zootehnice.  
Editura Didactică și Pedagogică -1992.

26. Hütte Manualul inginerului - fundamente.  
Editura Tehnică - 1995.
27. Hall C.W. Pregătirea și distribuirea nutrețurilor pe plan internațional.  
Landmachines Rundschau nr. 12 - 1969.
28. Iancin S.K. Koeficient zapolnenia vintovîh transporterov.  
M.E.S.H. nr.3 - 1970.
29. Iarulin N.G. Ghidrotransport nanoza po canalam i trubam .  
M.E.S.H. nr.6 - 1972.
30. Jarrige R. Alimentația bovinelor, ovinelor și caprinelor.  
I.N.R.A. Franța - 1992.
31. Jurubescu V. Dezvoltarea producției de carne de taurine în Marea Britanie.  
Editura CERES - 1975.
32. Kraynak J. Wordperfect 6.0 pentru Windows.  
Editura Teora - 1993.
33. Krasnicenko A. Manualul constructorului de mașini agricole.  
Editura Tehnică București - 1963.
34. Mănișor P. Mașini și instalații zootehnice .  
Curs Crevedia -1992.
35. Mănișor P. Tehnologii și utilaje noi pentru prepararea furajelor de volum.  
Editura CERES - 1991.
36. Mănișor P. Mecanizarea și automatizarea lucrărilor zootehnice.  
Editura CERES - 1994.
37. Mănișor P. Mecanizarea lucrărilor în exploatațiile agricole private pentru  
producerea furajelor.  
Editura Tehnică Agricolă - 1996.
38. Mitroi C. Tehnologia de întreținere și revizii tehnice, norme tehnice și  
și colab. norme de timp pentru întrețineri, revizii și reparații la mașinile și  
instalațiile zootehnice.  
Redacția de Propagandă Tehnică Agricolă București - 1986.

39. Modiga V. Mecanizarea furajării taurinelor.  
Sinteze CIDAS - 1978.
40. Nica C. Mașini și instalații zootehnice. Vol. I și II Curs  
Universitatea "Politehnica" din Timișoara - 1995.
41. Nichici A. Prelucrarea datelor experimentale - Curs.  
Cicală E. Universitatea "Politehnica" din Timișoara - 1996.
42. Nichita C. Mecanizarea complexă și automatizarea în creșterea animalelor.  
Sinteze CIDAS - 1979.
43. Nicolescu I. Contribuții la studiul parametrilor constructivi și funcționali ai  
instalațiilor de distribuit nutrețuri în adăposturile pentru ovine.  
Teză de doctorat - Institutul Politehnic Iași - 1982.
44. Nicolescu M. Încercarea mașinii SEKO PANTER L-1005, destinată tocării,  
amestecării și distribuirii hranei în adăposturile de bovine.  
Referat L.C.M.Z. București - 1990.
45. Nicolescu M. Încercarea utilajelor pentru distribuirea hranei la animale.  
Procedură I.T.C.D.M.A. ROMATEST - 1998.
46. Nicolescu M. Cercetări privind stabilirea tipurilor corespunzătoare de utilaje pentru  
distribuirea furajelor unice la bovine.  
Referat I.T.C.D.M.A. ROMATEST - 1995.
47. Nicolescu M. Elaborarea tehnologiilor de mecanizare și a sistemelor de utilaje  
pentru creșterea vacilor cu lapte, taurinelor la îngrășat, porcinelor,  
păsărilor și ovinelor.  
Referat științific I.T.C.D.M.A. - ROMATEST - 1997.
48. Nicolescu M. Experimentarea mașinii STORTI - 9,5, utilizată la distribuirea  
furajului unic în fermele de bovine.  
Referat I.T.C.D.M.A. ROMATEST - 1996.
49. Nicolescu M. Experimentarea remorcii tehnologice R.T.A. - 4,5 utilizată la  
operația de distribuire a furajului unic în fermele de bovine.  
Referat I.T.C.D.M.A. ROMATEST - 1997.

50. Nicolescu M. Stabilirea tipului corespunzător de mașină pentru prepararea furajelor unice în fermele de tip gospodăresc.  
Referat I.T.C.D.M.A. ROMATEST - 1994.
51. Nicolescu M. Cercetări privind stabilirea tipurilor corespunzătoare de utilaje pentru distribuirea furajelor unice la bovine.  
Referat I.T.C.D.M.A. ROMATEST - 1995.
52. Nicolescu M. Cercetări privind utilizarea analizei dimensionale în studiul parametrilor funcționali ai mașinilor de distribuit furaje în adăposturile de bovine.  
Voicu Gh.  
Construcții de mașini, nr.11 - 1999. Lucrare acceptată.
53. Nicolescu M. Studiul parametrilor constructivi și funcționali ai mașinilor destinate distribuirii furajului unic în fermele de bovine, cu ajutorul analizei dimensionale și teoria similitudinii.  
Șandru A.  
Buletinul Științific al Universității "Politehnica" din Timișoara.  
Tom 44 - 1999 , Timișoara.
54. Norton P. Secrete P.C. , Editura Teora - 1998.
55. Oancea I. Agricultura generală.  
Editura CERES - 1994.
56. Păunescu I. Bazele cercetării experimentale a mașinilor agricole.  
Institutul Politehnic București 1981.
57. Rădoi M. Curs mecanică.  
Institutul Politehnic București -1974.
58. Rădoi M. Mecanică. Ediția a III-a revizuită.  
Deciu E. Editura Didactică și Pedagogică București - 1993
59. Ripiceanu A. Mecanica tehnică.  
Editura Didactică și Pedagogică București 1979.
60. Rumșișki Prelucrarea matematică a datelor experimentale.  
Editura tehnică - 1974.

61. Sattler F. Ferma biodinamică.  
Editura Enciclopedică - 1994.
62. Scheiber E. Matematici speciale - Rezolvarea problemelor asistată de calculator  
Lupu M. cu exemplificări în DERIVE, MATHCAD, MAPLE,  
MATHEMATICA.  
Editura Tehnică - 1998.
63. Scripnic V. Mașini agricole .  
Babiciu P. Editura CERES - 1979.
64. Staicu C. Analiza dimensională generală.  
Editura tehnică - 1976.
65. Șandru A. Exploatarea parcului de mașini și tractoare.  
Editura Agro - Silvică - 1963.
66. Șandru A. Exploatarea utilajelor agricole.  
Editura Didactică și Pedagogică - 1985
67. Toma D. Mașini și instalații agricole.  
Editura Didactică și Pedagogică - 1975.
68. Tomescu V. Economia și organizarea producției de lapte.  
Editura CERES - 1975.
69. Topor M. Încercarea remorcii tehnologice amestecătoare R.T.A. - 9.  
Referat L.C.M.Z. Timișoara -1988.
70. Vasilescu A. Analiza dimensională și teoria similitudinii.  
Editura Tehnică - 1970.
71. Voicu Gh., Cercetări experimentale cu privire la determinarea indicilor  
Nicolescu M. funcționali ai remorcilor tehnologice pentru distribuirea furajelor la  
bovine.  
Construcții de mașini nr. 1- 2000. Lucrare acceptată.
72. Voicu Gh. Optimizarea parametrilor funcționali la remorcile tehnologice  
Nicolescu M. de distribuire a furajelor la bovine. Contract de cercetare științifică  
Universitatea "Politehnica" București - 1997.

73. Voicu Gh. Considerații cu privire la determinarea regimului de lucru al  
Safta V. agregatului de distribuit nutrețuri la iesle cu remorca tehnologică  
Nicolescu M. R.T. - 4,5.  
Conferință Trans Agra Tech '98. Vol. I  
Universitatea Tehnică Cluj - Npoca - 1998.
74. Voinescu V. Îndrumătorul instalatorului.  
Editura Tehnică București - 1964.
75. Von G.B. Technik in der Scheffhaltung handtechin - 1972.
76. x x x Agriculture Magazin nr.2, 1995 -Franța.
77. x x x Carte tehnică R.T.A. - 4,5 AZOMA Arad - 1993.
78. x x x Catalog de produse - S.C.AZOMA S.A. Arad.
79. x x x Dicționar de mecanică agricolă.  
Editura CERES - 1972.
80. x x x Nomenclatorul principalelor tractoare și mașini agricole.
81. x x x Prospect firma AUDUREAU - 1995.
82. x x x Prospect firma SEKO , Italia - 1994.
83. x x x Prospect firma SEKO Italia. Tipul PANTER L - 1005 - 1990.
84. x x x Prospect firma SEKO. Tipul SAMURAI PONY - 1994.
85. x x x S.R. - I.S.O. 7195/1995 Mijloace de transport continuu pentru  
produse în vrac - I.R.S.
86. x x x Sistemul internațional de unități.  
Editura Didactică și Pedagogică - 1992.
87. x x x STAS 13105/ 1992. Remorci și semiremorci agricole. Metode de  
încercat I.R.S.
88. x x x STAS 2077/1-1985 Benzi de transport cu inserție I.R.S.
89. x x x Anual statistic al României - 1997.  
Comisia Națională pentru Statistică.
90. x x x Anual statistic al României - 1999.  
Comisia Națională pentru Statistică.



91. x x x Carte tehnică R.T.A. - 9 S.C. AZOMA Arad - 1988.
92. x x x Cartea tehnică a tractorului U-650 M.
93. x x x Curierul A.S.A.S. nr.4, 1996. A.S.A.S. București.
94. x x x Elaborarea de principii și metode privind organizarea și managementul exploatațiilor agricole de tip familial, privind dimensionarea economică minimă în condițiile economiei de piață în diferite sisteme de cultură specifice gospodăriei mici și mijlocii. I.E.A.- A.S.A.S. -1997.
95. x x x Evoluția principalilor indicatori din zootehnie în perioada 1989 - 1995. M.A.A. - 1996.
96. x x x La situation de l' agriculture dans l'union européenne, raport 1994, 1995 Bruxelles, Luxembourg.
97. x x x Mică enciclopedie agricolă . Editura Științifică și Enciclopedică București - 1988.
98. x x x Norme specifice de securitate a muncii pentru sectorul creșterii animalelor, nr.150 -1997. Ministerul Muncii și Protecției Sociale - I.T.C.D.M.A. ROMATEST.
99. x x x Proiectarea de modele de exploatații zootehnice specializate și mixte de tip familial. I.E.A. -A.S.A.S.; I.E.M. - Academia Română - 1995.
100. x x x Prospect firma SEKO. Tipul SAMURAI - DOUBLE MIXT - 1994.
101. x x x Prospect firma KUHN- Franța - 1998.
102. x x x Prospect firma SEKO. Tipul MIXTRONIC - 1995.
103. x x x Prospect firma SEKO. Tipul ELEPHANT ROND BALE - 1990
104. x x x Prospect firma STORTI Italia - 1988.
105. x x x Scientific and Technical Graphics in Windows - 1996. Origeni - version 4.1.
106. x x x STAS 7627 - 86. Transportoare elicoidale I.R.S.

107. x x x      Tipuri de adăposturi pentru bovine.  
Ministerul Aprovizionării și Serviciilor din Canada 1982.
108. x x x      TURBOPASCAL-Borland Internațional

## CUPRINS

INTRODUCERE.....	1
------------------	---

### CAPITOLUL 1

#### ASPECTE PRIVIND CREȘTEREA BOVINELOR ÎN ȚARA NOASTRĂ

1.1. Date privind evoluția efectivelor de bovine ( 1995 - 1998) .....	3
1.2. Sistemul de organizare, întreținere și adăpostire a bovinelor .....	4
1.3. Generalități privind distribuirea furajelor în adăposturile de bovine .....	7
1.4. Principalele tipuri constructive de instalații utilizate la distribuția furajelor în fermele de bovine .....	11
1.4.1. Instalații de distribuit furaje cu transportor elicoidal .....	11
1.4.2. Instalații de distribuit furaje ce au în componență transportoare cu lanț și racleți .....	17
1.4.3. Instalație de distribuit furaje cu iesle vibratoare .....	21
1.4.4. Instalație de distribuit cu bandă transportoare și cărucior de descărcare .....	22
1.4.5. Instalație de distribuit furaje cu bandă și plug de descărcare .....	25
1.4.6. Instalație de distribuit furaje cu vagonet suspendat .....	25
1.4.7. Instalație de distribuit furaje de tip Trayline Wyatt .....	26
1.5. Concluzii .....	28

### CAPITOLUL 2

#### SITUAȚIA ACTUALĂ PRIVIND DISTRIBUIREA MECANIZATĂ A FURAJELOR LA BOVINE

2.1. Considerații generale .....	30
2.2. Scheme tehnologice de distribuire a furajelor în fermele de bovine, utilizate în țara noastră .....	31

2.3. Utilaje folosite în țara noastră la distribuirea furajelor în fermele de bovine .....	35
2.3.1. Remorcile de uz general .....	35
2.3.2. Remorca tehnologică pentru furaje R.T.A. - 4,5 .....	35
2.4. Situația actuală pe plan mondial privind distribuirea mecanizată a furajelor la bovine .....	39
2.5. Concluzii .....	49

### CAPITOLUL 3

#### STUDIUL TEORETIC AL PARAMETRILOR CONSTRUCTIVI ȘI FUNCȚIONALI AI MAȘINILOR UTILIZATE LA DISTRIBUIREA FURAJULUI UNIC

3.1. Considerații generale .....	52
3.2. Studiul transportoarelor cu bandă .....	54
3.2.1. Viteza imprimată furajului de dispozitivul de alimentare .....	54
3.2.2. Forțele rezistente la deplasarea benzii încărcate cu furaj .....	56
3.2.3. Puterea necesară pentru acționare .....	64
3.2.4. Calculul benzii și al tamburilor .....	65
3.3. Parametrii transportoarelor cu racleți .....	67
3.3.1. Calculul dimensiunilor și pasul racleților .....	67
3.3.2. Calculul rezistențelor la deplasarea furajelor .....	72
3.3.3. Puterea necesară antrenării transportorului .....	75
3.3.4. Dinamica acționării cu lanț și alegerea lanțului .....	75
3.4. Parametrii transportorului elicoidal .....	80
3.4.1. Unghiul de înclinare al spirei .....	81
3.4.2. Diametrul exterior și planul spirei melcului .....	84
3.4.3. Debitul transportorului elicoidal .....	84
3.4.4. Calculul puterii necesare transportoarelor elicoidale lente .....	92
3.5. Concluzii .....	96

## CAPITOLUL 4

CONTRIBUȚII TEORETICE UTILIZÂND METODA STEM  
ȘI ANALIZA DIMENSIONALĂ ÎN STUDIUL MAȘINILOR  
DESTINATE DISTRIBUIRII FURAJULUI UNIC

4.1.	Determinarea utilității totale în exploatarea mașinilor destinate distribuirii furajului unic, utilizând metoda STEM .....	98
4.2.	Studiul parametrilor constructivi și funcționali ai mașinilor destinate distribuirii furajului unic în fermele de bovine, cu ajutorul analizei dimensionale .....	102
4.3.	Concluzii .....	109

## CAPITOLUL 5

CERCETĂRI EXPERIMENTALE PRIVIND MAȘINILE DESTINATE  
DISTRIBUIRII FURAJULUI UNIC

5.1.	Considerații generale .....	110
5.2.	Principalele caracteristici tehnico-funcționale ale mașinilor experimentate .....	111
5.3.	Studiul experimental al parametrilor mașinilor utilizate la distribuirea furajului unic .....	113
5.3.1.	Programul și procedura de testare în cadrul cercetărilor experimentale .....	113
5.3.2.	Metode și aparatură de măsură folosite .....	116
5.3.3.	Cercetări experimentale privind parametrii mașinilor de distribuit furaj unic .....	117
5.3.3.1.	Determinarea caracteristicilor fizico - mecanice ale rețetelor de furaj unic, utilizate .....	118
5.3.3.2.	Determinarea cantității de furaj unic distribuită pe un metru, din ieslea de furajare .....	120
5.3.3.3.	Determinarea pierderilor de furaj unic .....	124

5.3.3.4. Determinarea debitului de distribuire .....	125
5.3.3.5. Determinarea puterii consumate în timpul operației de distribuire a furajului unic .....	127
5.3.3.6. Experimentarea mașinilor în condiții de exploatare .....	129
5.4. Cercetări experimentale privind aplicarea analizei dimensionale în studiul procesului de lucru al mașinilor de distribuit furaj unic .....	130
5.5. Determinarea utilității totale în exploatare a mașinilor destinate distribuirii furajului unic, utilizând metode STEM .....	150
5.6. Concluzii .....	154

## CAPITOLUL 6

### CONTRIBUȚII PRIVIND ÎMBUNĂTĂȚIREA PARAMETRILOR FUNCȚIONALI AI MAȘINILOR DESTINATE DISTRIBUIRII FURAJULUI UNIC

6.1. Considerații generale .....	156
6.2. Cerințe tehnologice, funcționale, constructive și calitative pentru mașinile destinate distribuirii furajului unic în fermele de bovine .....	157
6.2.1. Cerințe zootehnice .....	157
6.2.2. Cerințe funcționale și constructive .....	157
6.2.3. Cerințe de exploatare .....	158
6.2.4. Cerințe privind securitatea muncii și protecția mediului .....	158
6.3. Contribuții privind îmbunătățirea parametrilor tehnic - funcționali ai mașinilor destinate distribuirii furajului unic .....	159
6.3.1. Șasiul cu trenul de rulare .....	160
6.3.2. Bena cu organele de amestecare, tocare și distribuire .....	161
6.3.3. Freza de siloz .....	163
6.3.4. Dispozitivul electronic pentru cântărire și dozare .....	164

6.3.5.	Șistemul de acționare și comandă .....	164
6.3.6.	Procesul tehnologic de lucru .....	165
6.3.7.	Caracteristici tehnico - funcționale .....	166
6.3.8.	Concluzii .....	167

## CAPITOLUL 7

7.	CONCLUZII FINALE .....	169
	ANEXA 1.....	(1 - 11)
	ANEXA 2 .....	(1 - 12)
8.	BIBLIOGRAFIE .....	178
9.	CUPRINS .....	187