

## TEHNOLOŠKI I TEHNIČKI ZAHTJEVI NA UREĐAJE KOJI VODE PROIZVODNJU KRMNIH SMJESA

## TECHNOLOGICAL AND TECHNICAL REQUIREMENTS FROM THE DEVICES LEADING MULTICOMPONENT FEED PRODUCTION

Ljiljana Vojta - Duda, Tajana Krička

Izvorni znanstveni članak  
UDK: 636.085.7.631.563.8  
Primljeno: 15. srpanj 1994.

### SAŽETAK

Točnost mase neke komponente u krmnoj smjesi koja je zadana određenom recepturom ovisi, osim o mjerenju, o načinu doziranja. Budući da veliki problem prilikom dodavanja izaziva inerciju mase nakon zaustavljanja transporta, potrebno je koristiti pogone s kontinuirano promjenjivim brzinama transporta mase. To mora biti tako da je brzina ovisna o izmjerenoj masi pojedine komponente unutar propisane količine po recepturi.

U ovom radu prikazano je rješenje ovoga problema pomoću tzv. proporcionalne hidraulike, odnosno pomoću hidromotora kojima proporcionalno upravlja elektronički signal. To je optimalno rješenje obzirom na snažne momente pri niskom broju okretaja, maloj dimenziji, te niskoj cijeni i jednostavnom i sigurnom rukovanju.

Napomena autora: Opisani sistem u radu je patentiran u Hrvatskom državnom zavodu za patente od 1993. godine.

Ključne riječi: proizvodnja krmnih smjesa, kontroler, odmjeravanje, proporcionalna hidraulika

### Uvod

Stočni fond Hrvatske danas je praktički uništen. Mnogo truda će trebati uložiti da se on obnovi. Zato svaki dio proizvodnje koji je povezan tom obnovom mora biti što kvalitetniji, jednostavniji i efikasniji. Da bi se imao dobar i kvalitetan stočni fond mora se proizvoditi dobra, što jeftinija i kakvoćom bolja krmna smjesa.

Proizvodnja krmnih smjesa u industrijskim pogonima mora zadovoljiti glavne zahtjeve koji su zadani pri izradi receptura. Osnovu za pravilno sastavljanje obroka i pravilnu primjenu tog obroka daje dobro poznavanje dnevnih potreba životinjskog organizma. Pri izradi krmne smjese polazi se od određenih pretpostavki, i to:

a) - sastav i kakvoća sirovina,

b) - točnost uređaja za odmjeravanje (doziranje),

c) - točnost uređaja za miješanje.

a) - Sastav sirovina određuje se ili kemijskim analizama svake pojedinačno ili se vrijednosti uzimaju iz tablica hranjive vrijednosti krmnih smjesa.

Kod uzimanja vrijednosti iz tablica dolazi do izražaja veliko odstupanje sirovina od prosječnih vrijednosti navedenih u tablicama, naročito kod žitarica, kukuruza i

Mr. Ljiljana Vojta - Duda, Getra, Zagreb, dr. Tajana Krička, Zavod za poljoprivrednu tehnologiju, skladištenje i transport Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, Svetošimunska 25, Hrvatska - Croatia

slično, ovisno o godini, hibridu, zrelosti i dr. Zato je daleko bolje izrada kemijskih analiza svake pojedine sirovine, ali je to često puta vrlo složen i dugačak proces.

b - Odmjeravanje komponenata u proizvodnji krmnih smjesa obavlja se stupnjevito na više vaga i dodavnih uređaja. Točnost uređaja za odmjerenje ovisi o sistemu i kriteriju koji se koristi za odmjerenje. Sistemi odmjerenja su, kao što je poznato:

- kontinuirani
- šaržni

Kontinuirano odmjerenje započinje od momenta istovremenog uključivanja dodavača. U određenom vremenskom razdoblju (unaprijed određenom) pomoću dodavača izuzima se određena količina sirovina i transportira se do kontinuirane miješalice.

Šaržno odmjerenje dijeli se na kumulativno šaržno i pojedinačno šaržno odmjerenje.

Kod kumulativnog šaržnog odmjerenja iz svake ćelije pojedinačno uzima se dodavačem sirovina koja slobodnim padom pada u vagu. Komponente se važu kumulativno (Kazaljka vage ili binarni prikaz se ne vraća na nulu, jedna sirovina slijedi drugu, a pogreške vaganja se zbrajaju.)

Pojedinačno šaržno odmjerenje obavlja se pomoću vaga ispod svake ćelije.

Nakon što se zadana težina komponenata odvaži, puni se miješalice.

c - Miješanje je stvaranje homogene krmne smjese koja se sastoji iz sirovina koje se razlikuju po svojim kemijskim i fizikalnim svojstvima. Miješanje se smatra završenim kada slučajni raspored čestica zadovoljava postavljeni uvjet homogenosti.

Ako je siroviniski sastav krmne smjese kvalitetan, ako je odmjerenje ispravno i ako je miješanje unutar postavljenih zahtjeva, krmna smjesa kao finalni proizvod mora biti dobra.

## 1.0. Cilj rada

Za ostvarenje pozitivnih rezultata istraživanja nutricionista i tehnologa s jedne strane i konstruktora postrojenja za proizvodnju krmnih smjesa s druge, traži se prikladan sustav za vođenje procesa proizvodnje kakvi se danas primjenjuju u svim granama industrije.

Suvremena rješenja mikroprocesorske tehnike omogućuju da se taj zadatak vođenja proizvodnje povjeri nekom od standardnih mikroprocesorskih sustava na tržištu kojem će se u obliku aplikativnog soft-

warea zadati njegova uloga i sve aktivnosti u toj proizvodnji. Stoga je bitno da se u programu za rad sustava opsežno obuhvate svi njegovi zadaci, riješe svi zahtjevi kojima on mora udovoljavati. To su generalni zahtjevi koji se uvijek postavljaju na proizvodnju:

- jednostavan i siguran tijek proizvodnje,
  - visoka kakvoća proizvoda,
  - prilagodljivost specifičnostima postrojenja i vrsti proizvodnog programa,
  - pouzdanost u procesu proizvodnje,
  - potpuni nadzor nad stanjem proizvodnog procesa uključivo dojavu smetnji, opasnosti od požara i eksplozije,
  - niski troškovi,
- a unutar toga su pojedinačni zahtjevi, dalje detaljnije obrađeni.

Onaj dio proizvodnog procesa krmnih smjesa koji vodi mikroprocesorski sustav pretpostavlja određenu kakvoću komponenata krmne smjese ne ulazeći u njihovu analizu. Rezultati analize moraju biti obuhvaćeni prilikom sastavljanja receptura.

Upravljački mikroprocesorski sustav obuhvaća slijedeće osnovne dijelove procesa proizvodnje krmnih smjesa:

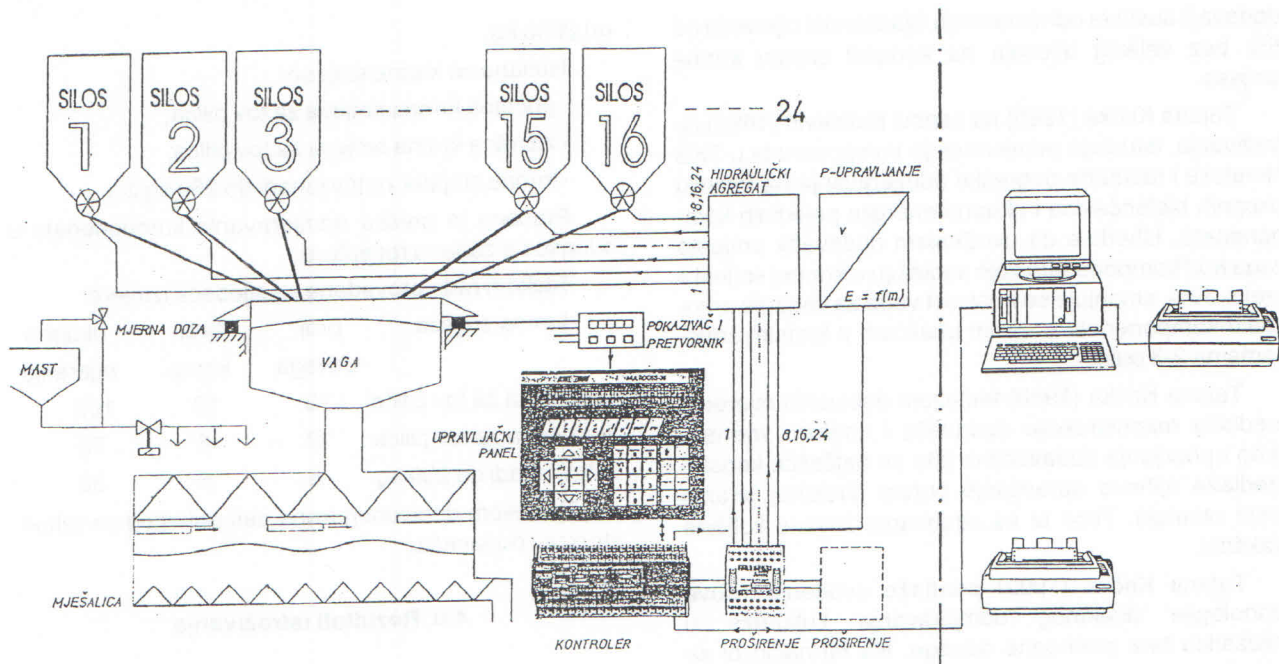
- nadzor raspoloživosti komponenata,
- mjerenje dodavane mase,
- odmjerenje prema prethodno utvrđenim recepturama,
- miješanje krmne smjese,
- upravljanje i nadzor odvijanja procesa mjerenja, dodavanja i miješanja, i posebno transporta mase u skladu s tijekom daljnje proizvodnje.

Tako definiran opseg proizvodnog procesa pogodno je riješiti kao proizvodnu cjelinu sa samostalnim sustavom vođenja, koji će optimalno voditi ovaj šaržni proces i to vođenje uskladiti s kontinuiranim radom tvornice u cjelini.

Sustav predstavlja nadgradnju tehnološkoj opremi i sadržava:

- senzore za nadzor nad postrojenjem,
- izvršne uređaje iste kao do sada upotrebljavane ili unaprijeđene,
- upravljačko-nadzornu ploču za vezu voditelja pogona s postrojenjem,
- mikroprocesor koji logički objedinjava sve trajne i trenutne informacije, naloge i prikaze (vidi sliku 1.).





Slika 1 - Blok shema sustava za vođenje proizvodnje krmnih smjesa  
 Fig. 1 - Block schema of the system for leading the multicomponent feed production

Iako je pogodno da ovaj upravljački sklop bude autonoman, on pored toga mora biti uklopiv u cjelovit sustav za vođenje i nadzor tvornice i izmjenjivati podatke sa središnjim računalom.

## 2.0. Pregled literature

Pod krmnim smjesama razumijevaju se proizvodi uobitajni miješanjem sirovina i dopuštenih dodataka krmnoj smjesi u takvim odnosima da te krmne smjese mogu poslužiti kao potpuna ili dopunska hrana za životinje (Prijedlog pravilnika o kakvoći krmiva).

Kako bi se zadovoljio zahtjevani navod autori su se često bavili vagama i odvagama u tvornicama krmnih smjesa, kao posljedica zbog netočnosti odvage, vrlo često zanemarujući dodavače i njihovu točnost s dodavačima.

Sistematiku dodavača u TKS u odnosu na druge pogone daje Sokolov (1970) koji utvrđuje da se najčešće koriste čelijski kružni dodavači, pužni dodavači, dodavači s ekscentrom i zapornikom, vibracioni dodavači i letvasti dodavači.

Larrabee (1976) prilikom izrade premixa utvrđuje da postoje u SAD dva načina dodavanja i odmjeravanja: mehaničko i električno. Za potrebe premixa mehanički

način treba svakako odbaciti, jer je nedostatan glede kakvoće.

Baćoka (1976) istražuje dodavanje i vaganje komponenata u proizvodnji krmnih smjesa i korekture u dodavanju. Utvrđuje da nakon zaustavljanja dodavača "na putu" za vagu nalazi se još količina koja pada, a ovisi o kapacitetu izuzimača, njegovoj inerciji, visini pada, te inerciji materijala u padu. Tako utvrđuje da ako se želi dodavati 100 kg materijala, dodavač mora biti zaustavljen kod očitavanja od 88 kg, jer ce 12 kg jos nadoci.

Osmak (1976) izlaže postavljenu koncepciju u TKS gdje je ugrađen šaržni sustav kod kojega se nema šaržna vaga već svaka komponentna ćelija ima prigrađen mjerni dodavač jednokratne izmjere od 10 kg, a veličina ukupne šarže je 1000 kg. Svi odabrani mjerni dodavači rade istodobno i svoj sadržaj istresaju u dva sabirna pužna transportera.

Katić (1982) prati dodavanje i vaganje sirovina i razmatra variranje sadržaja bjelančevina u krmnoj smjesi koje nastaju greškama mjerenja na jednoj sirovini. Smatra da pogreške u programiranju nastaju zbog nejednolikosti sirovine, zbog netočnosti kemijskih analiza i zbog dodavanja komponenata u postrojenju. Smatra da za odmjeravanje žitarica i komponenata koje u krmnu smjesu utječu s preko 10%, mogu se primijeniti



od 2000 kg.

od 2000 kg.

dodavači sustava odmjeravanja čija točnost nije veća od 5% bez velikog utjecaja na konačni sastav krmne smjese.

Tajana Krička (1985) na osnovi Katićevih (1982) istraživanja, istražuje odmjeravanje komponenata u TKS Hrvatske i razmatra pogreške odmjeravanja na temelju ukupnih bjelančevina i ukupne energije pojedinih komponenata. Utvrđuje da uvođenjem dodavača umjesto vaga kod komponenata koje sudjeluju u krmnoj smjesi s preko 30%, smanjuje se nosivost vage za vaganje preostalih komponenata s malim učešćem u krmnim smjesama na 2-3 puta.

Tajana Krička (1988) temeljem dobivenih mjerenja predlaže rekonstrukciju dodavača i umjesto vremenskog upravljanja dodavačima (što se najčešće koriste) predlaže njihovo upravljanje putem direktnoj biranja broja okretaja. Time bi se odabiranje željene količine olakšalo.

Tajana Krička (1992) predlaže uvođenje nove tehnologije direktnog odmjeravanja kukuruza u miješalicu bez prethodne odvage. Na taj način bi se povećala preciznost odvage ostalih komponenata i ujedno povećao kapacitet tvornice.

Vorher (1994) predlaže u svrhu ekonomičnosti proizvodnje krmnih smjesa i točnosti odmjeravanja mikrokomponenta za pripremu predsmjese u postrojenju s mogućnošću visoke preciznosti odmjeravanja i transport u pokretnim mješaonicama do pojedinog domaćinstva, gdje se dovršava proizvodnja miješanjem s kabastim komponentama.

Wagner (1992) preporuča postizanje točnosti vaganja, na koju se općenito polaže puno pažnje, izravnim odmjeravanjem komponenata pojedinačnim vagama.

Konačno, za realizaciju odabranog pogodnog tijeka odvijanja tehnološkog procesa suvremeno tržište raspolaže mikroprocesorskim elementima i uređajima u koje se ugrađuje korisnički prikladan program. Fleksibilnost i niske cijene mikroprocesorskih kontrolera čine ove uređaje prikladnim kako za velika tehnološka postrojenja tako i na vrlo malim proizvodnim jedinicama.

### 3.0. Metodika istraživanja

U redovitoj proizvodnji promatrana je točnost odmjeravanja i odvaga pojedinih sustava koji se koriste u nas. Mjerenja su obavljena u tvornicama krmnih smjesa koje rade s pužnim, volumetrijskim i dodavačima s lopaticama.

Nakon odmjeravanja komponente su odvagane na automatskim vagama klase točnost "A" od 1000 kg, te

od 2000 kg.

Ispitane su krmne smjese:

- početna krmna smjesa za tov pilića,
- završna krmna smjesa za tov pilića,
- krmna smjesa za tov junadi do 250 kg ž.v.

Praćena je greška odmjeravanja komponenata u odnosu na zadanu recepturu.

Tijekom rada provedene su sljedeće izmjere:

krmna smjesa	broj odvaga	broj komp.	ukupno mjerenja
1. početna za tov pilića	10	10	100
2. završna za tov pilića	12	6	72
3. tov junadi do 250 kg	6	6	36

Temeljem dobivenog treba dati prijedlog za rekonstrukciju dodavača.

## 4.0. Rezultati istraživanja

### 4.1. Odmjeravanje početne krmne smjese za tov pilića

Ispitivanja su provedena na automatskoj vagi od 1000 kg, mjerenja klase točnosti "A" s podjeljkom od 1 kg. Vaganje je obavljeno kumulativno u 10 ponavljanja. Dodavanje komponenata obavljeno je pužnim dodavačima. Početna krmna mjerja za tov pilića sadržavala je 10 komponenata (riblje brašno, mesno brašno, sojina sačma, sojina pogača, suncokretova sačma, sačma uljane repice, stočno brašno, kukuruz, predsmjesa i mast). kukuruz je dodavan u vagu iz dvije ćelije. Na tablici 1 date su srednje vrijednosti odvaga u odnosu na zadanu vrijednost, kao i najmanja i najveća odvaga.

### 4.2. Dodavanje završne krmne smjese za tov pilića

Ispitivanja su provedena na automatskoj vagi od 1000 kg klase točnosti "A" s podjeljkom od 1 kg. Vaganje je obavljeno kumulativno. Dodavanje komponenata obavljeno je dvotrukim pužem. Prema narudžbi kupca završna krmna smjesa za tov pilića sadržavala je 6 komponenata u 12 ponavljanja (kukuruz, sojina sačma, riblje brašno, dehidrirana lucerna, MP-a i premiks).

Na tablici 2 date su srednje vrijednosti odvaga u odnosu na zadanu vrijednost, kao i najmanja i najveća odvaga.

Mjerenje na vagi obavljeno je do 995 kg, jer premiks koji se dodaje u krmnu smjesu direktno u miješalicu ne može se očitati na vagi.

**Tablica 1: Stvarne vrijednosti odvage početne krmne smjese za tov pilića**  
**Table 1 - Real values of weight "Starter for chickens"**

Zahtijevano demand	70 kg stočno brašno off all	330 kg kukuruz maize	20 kg sunc. sačma sunflower meal	100 kg sojina pogača soybean cake	60 kg riblje brašno fish meal	100 kg sojina sačma soybean meal	20 kg sačma ulj. repice rape seed meal	240 kg kukuruz maize	40 kg predsmje- sa suppleme- nt	20 kg mast fat
dobiveno receive										
$\bar{x}$	76,3	340,5	7,4	102,6	51,8	107,2	15	241,1	36,5	19,7
	1,55	2,29	7,59	7,16	1,08	4,81	2,05	0,94	1,36	0,46
min	75	337	0	91	50	100	12	240	35	19
max	80	343	20	109	53	112	20	242	40	20

**Tablica 2. Stvarne vrijednosti odvaga završne krmne smjese za tov pilića**  
**Table 2 - Real values of weight "Finisher for chickens"**

zadano demand	40 kg lucerna lucerne	40 kg riblje brašno fish meal	665 kg kukuruz maize	50 kg predsmjesa supplement	200 kg sojina sačma soybean meal
dobiveno receive					
$\bar{X}$	40,08	39,83	665	50,42	199,17
	1,037	1,07	0,91	0,64	0,79
min	39	39	663	49	198
max	43	42	666	51	200

**Tablica 3. Stvarne vrijednosti odvaga krmne smjese za tov junadi do 250 kg ž.v.**  
**Table 3 - Real values of weight for "feed sters until 250 kg"**

zahtijevano demand	100 kg žitarice crops	1400 kg kukuruz maize	100 kg kukuruzna stabljika corn stem	100 kg pivska komina brewers	220 kg repini rezanci sugar beet cuts
dobiveno receive					
$\bar{X}$	100,33	1400,67	101,17	99,33	220,67
	0,75	2,98	5,84	0,94	0,94
min	100	1396	94	98	220
max	102	1406	113	100	222

#### 4.3. Odmjeravanje krmne smjese za tov junadi do 250 kg ž.v.

Ispitivanja su provedena na automatskoj elektronskoj vagi od 2000 kg s podjeljkom od 2 kg. Vaganje je obavljeno kumulativno u 6 ponavljanja. Dodavanje komponenata obavljeno je pužnim dodavačima. Krmna smjesa za tov junadi do 250 kg ž.v. sadržavala je 6 komponenata (mješavina žitarica, kukuruz, pivska komina, repini rezanci, kukuruzna stabljika, premix, urea).

Na tablici 3 date su srednje vrijednosti odvaga u odnosu na zadanu vrijednost, kao i najmanja i najveća odvaga.

#### 5.0. Rasprava rezultata

Temeljem dosadašnjih rezultata, kao i prezentiranih, može se uočiti da kod klasičnih dodavača bez posebne kontrole javljaju se velike greške.

Tako npr. prilikom ispitivanja početne krmne smjese za tov pilića sve su komponente bile odvagane izvan greške veličine minimalnog podjeljka (1 kg). Kod toga je pet odvaga (4 komponente) bilo odvagano u većim količinama od dozvoljenog (stočno brašno, dvije čelije kukuruza, sojina pogača, sojina sačma), a pet manje (suncokretova sačma, riblje brašno, sačma uljane repice, predsmjesa,



mast). Od deset ponavljanja, koliko je provedeno, najnepovoljnije odmjeravanje je bilo suncokretove sačme. Čak četiri puta ona uopće nije bila odvagana.

Ukupno gledajući težinski je dobiveno 1000 kg, međutim upravo komponente dodavane za kakvoću krmne smjese nisu bile odmjeravane prema zahtjevima recepture.

Kod završne krmne smjese za tov pilića greške nisu bile toliko velike, između ostalog, jer se i premiks odmjeravao ručno. Odstupanje od greške veličine najmanjeg podjeljka (+/- 1 kg) bile su veće u četiri od pet komponenata koliko se dodavalo u vagu.

Kod treće istražene krmne smjese za tov junadi do 250 kg ž.v. odmjeravalo se ukupno pet komponenata. Od greške najmanjeg podjeljka (+/- 2 kg) odstupale su dvije komponente.

Proizlazi da bez obzira na kakvoću vage dodavači u našim TKS ne zadovoljavaju zahtjeve postavljene na njih, odnosno komponente se pregrubo odmjeravaju.

## 6.0. Prijedlog za rekonstrukciju

### 6.1. Recepture

Polazni podaci za mikroprocesor su zadane recepture na osnovi namjene proizvodnje i na osnovi analize sastava komponenata, a sadrže sve komponente krmne smjese po redoslijedu dodavanja i količine u masi ili postotcima.

Uz to se zadaju potrebne točnosti komponenata odnosno tolerancije u svrhu određivanja preciznosti doziranja, te broj odvaga u sklopu određivanja ospega proizvodnje.

Fleksibilnost programa mikroprocesora omogućuje njegovu primjenu u proizvodnji krmnih smjesa kao i predsmjesa odnosno mikrokomponentnih predsmjesa.

### 6.2. Nadzor raspoloživosti komponenata

Proces odmjeravanja ne smije krenuti ukoliko sve komponente nisu na raspolaganju.

Za stalno praćenje količine pojedinih komponenata u silosima potrebna su kontinuirana mjerila razine. Skromnije rješenje traži signalizaciju punog silosa, maksimalne razine, i trenutno stanje se u silosu dobije odračunavanjem potrošene količine za sve odvage. Ovaj račun se može obaviti unutar programa mikroprocesora ili priključenog osobnog računala za nadzor cjelokupnog postrojenja.

Podaci o raspoloživim količinama komponenata u silosima za određenu krmnu smjesu trebaju biti tako obrađeni

i prikazani, da proces proizvodnje nesmetano teče, da se obavlja dojava stanja potroška komponenata i pravovremeno upozorenje za potrebno nadopunjavanje silosa.

### 6.3. Mjerenje dodavane mase

Osnova za postizanje točnosti odmjeravanja komponenata je odgovarajuće točno mjerenje mase svake komponente koje je moguće postići elektroničkim mjernim dozama s tenzionim trakama.

Korištenje postojećih mehaničkih vaga ili hibridnih vaga s dodacima raznih rješenja za pretvorbu mjernog signala u elektronički može se uzeti samo kao privremeno rješenje ukoliko veći konstruktivni zahvati na vagi za ugradnju elektroničkih doza zahtijevaju nepoželjan zastoj proizvodnje ili nedostupne investicije. Međutim, ne može se očekivati da će se mehaničko-električkim sustavom vage postići točnost mjerenja veća od 1 do 2%, a obično je to daleko netočnije. Elektroničkim mjernim dozama može se postići zadovoljavajuća točnost od 0,02%. Toj točnosti odgovara najmanje 12 bitna obrada signala u mjernom pojačalu odnosno mikroprocesoru.

Pogodno je sa stanovišta korisnika da se primijeni odvojeni uređaj s mjernim pojačalom, indikator i transmitter mase, koji će primiti mjerni signal od mjernih doza, pokazati ga i prosljediti kao daljinski električni signal za ulaz u mikroprocesor ili daljinsko pokazivanje odnosno obradu.

Funkcija ovog uređaja je da pokazuje tariranu, nuliranu i izbaždarenu masu koja se nalazi u košu vage i tako predstavlja samostojni uređaj za indicaciju mase visoke točnosti neovisno o tome da li je procesor priključen ili ne i da li se izlazni signal transmittera koristi za daljnju obradu.

Taj električni signal treba odgovarati standardima za daljinski žični prijenos signala, čime se omogućuje primjena standardnog mikroprocerskog uređaja za prihvatanje tog signala ili upotreba tog signala za aktiviranje drugih standardnih uređaja.

### 6.4. Odmjeravanje prema unaprijed utvrđenoj recepturi

Točnost mase neke komponente u krmnoj smjesi koja je zadana određenom recepturom ovisi, osim o mjerenju, o načinu dodavanja. Budući da bitni problem prilikom odmjeravanja izaziva inercija mase nakon zaustavljanja transporta, potrebno je koristiti pogone s kontinuirano promjenljivim brzinama transporta mase i to tako da je brzina ovisna o izmjerenoj masi pojedine komponente unutar propisane količine po recepturi.

Brzinom dodavanja svake komponente mora



procesor upravljati zadovoljavajući slijedeće zahtjeve:

- pokretanje transportera realizirati s kratkom vremenskom rampom da ne dolazi do mehaničkog udara na postrojenje,

- punu brzinu transportera podesiti maksimalno obzirom na konstruktivne mogućnosti transportera, njegovu održavanost i zavisno o vrsti medija koji se transportira. To može biti veća brzina od brzine klasičnog elektromotora bilo jednobrzinskog ili dvobrzinskog,

- zaustavljanje transporta mase po paraboličkoj ovisnosti o izmjerenoj masi dodavane komponente,

- dijagram brzina mora biti parametriran zavisno o vrsti pojedine komponente, što znači da se procesoru moraju prilikom puštanja u pogon zadati parametri kao što su strmina rampe ubrzanja, maksimalna brzina, stupanj i koeficijent parabole i to za svaku komponentu, čime se postiže optimalno odmjeravanje. Međutim, za tolerantnije zahtjeve ovo parametriranje može biti ujednačeno za sve ili većinu komponenti.

Redoslijed dodavanja pojedinih komponenti određen je recepturom.

Tariranje mase obavlja se na procesoru usklađeno s mjernim pokazivačem i pretvornikom na početku procesa odmjeravanja i automatski nakon svake komponente, tako da je prikaz mase svake komponente od nula do punog iznosa. Očitava se također ukupna masa.

Točnost mjerenja i dodavanja je ista na svim dijelovima mjernog područja vage.

Za realizaciju transporta mase ovako namjenski oblikovanim upravljačkim signalom potrebno je predvidjeti pogone kojima se brzina može kontinuirano mijenjati.

Najprikladnije rješenje je s tzv. proporcionalnom hidraulikom, tj. pomoću hidromotora kojima proporcionalno upravlja elektronički signal. To je optimalno rješenje obzirom na snažne momente pri niskom broju okretaja, male dimenzije, niske cijene i sigurnost pri radu.

Moguće je koristiti i elektromotre s reduktorima i frekventnim pretvaračima, ali se podjednaka svojstva elektromotornih pogona u odnosu na hidrauličke postižu samo primjenom frekventnih pretvarača s vektorskom regulacijom što je znatno skuplje.

Mikroprocesor ovakvim upravljačkim signalom potpuno otklanja smetnje zbog inercije pri dodavanju mase i to jednostavnijim softwareom nego u slučaju upravljanja dvobrzinskim elektromotorima.

#### 6.5. Miješanje kao nastavak procesa proizvodnje

Nakon dodavanja pojedinih komponenata miješanje

je drugi dio istog procesa proizvodnje krmne smjese. Program miješanja kao i eventualnog odmjeravanja daljnjih komponenata tijekom ove etape, npr. masti, zadan je recepturom. Obavlja se odmah nakon isipavanja krmne smjese iz vage u miješalicu istovremeno kada i odmjeravanje nove odvage u koš vage.

#### 6.6. Zahtjevi na cjelovit upravljački sustav

Po završetku programa miješanja procesor daje naredbu za transport krmne smjese u daljnja postrojenja uzimajući u obzir da li je transportni put slobodan.

Zato aplikativni program mikroprocesora mora omogućiti funkcije vođenja procesa odmjeravanja i miješanja kao autonomne tehnološke jedinice, a s blokadom procesa ukoliko nisu zadovoljeni uvjeti bilo na pripremi komponenata ili na daljnjem prosljeđivanju gotove krmne smjese u slučaju da je daljnji tijek proizvodnje zasićen ili stoji.

Procesor mora upravljati i logički povezivati signale o stanju uređaja koji su u neposrednoj svezi s tehnološkom cjelinom odmjeravanja i miješanja, kao i dijelova pratećih postrojenja koji su bitni za uklapanje šaržnog procesa proizvodnje krmnih smjesa u kontinuirani proces ukupnog postrojenja.

Procesor mora za sve vrijeme rada provjeravati aktivnosti pojedinih pogona, stanja pojedinih izvršnih uređaja prema logici odvijanja proizvodnog procesa i ostale karakteristične veličine koje uvjetuju ispravan tijek proizvodnje.

Osim ovih funkcija, koje su nužne za pouzdanost vođenja procesa, program procesora mora sa stanovišta voditelja postrojenja imati:

- logičnu simboliku oznaka i redoslijeda rukovanja,
- prilagodljivost za primjenu na razna postrojenja i njegove specifičnosti, među ostalim za sva mjerna područja vage bilo za proizvodnju mikrokomponentnih predsmjesa ili krmnih smjesa,
- sigurnost programa bez mogućih miješanja aktivnosti,
- samodijagnostiku kvarova, grešaka i jasnu prijavu smetnji prema prioritetu,
- sigurnost pri nastavku rada nakon zastoja u napanju električnom energijom ili blokade, održavanje stalne komunikacije čovjek-proizvodni proces-mikroprocesor,
- mogućnost rada "AUTOMATSKI", "POLUAUTOMATSKI" (jednu po jednu komponentu ili pojedinu operaciju) i "RUČNO",
- za vezu procesora s pisačem i osobnim računalom potrebno je predvidjeti komunikaciju do 600 m,



- mogućnost ispisivanja podataka o obavljenoj proizvodnji slanjem informacija u obliku proizvodnog protokola izravno na pisač ili nadređeno računalo,

- mogućnost komunikacije s nadređenim osobnim računalom.

Preko osobnog računala mora biti moguće: upis receptura, nužno zaustavljanje, posredno ispisivanje proizvodnih protokola na pisaču računala, obrada podataka iz procesora u sklopu ostalih podataka kojima računalo raspolaže u svrhu izrade bilanse materijala, energije, troškova, te računovodstvenih potreba.

Konstruktivno sustav za vođenje u širem smislu mora sadržavati upravljačku ploču s tekstualnim i brojčanim prikazom za komunikaciju s voditeljem postrojenja i tipkovnicom za upisivanje parametara i upravljanje. Upravljačka ploča mora imati IP zaštitu IP 54 a za teže pogone IP 65.

Sustav mora biti izveden s mogućnošću modularnih proširenja kako bi se moglo udovoljiti potrebama za sveobuhvatnije upravljanje tvornicom daljnjim dodavanjem modula, tj. procesor treba predstavljati dio šireg sustava za upravljanje koji u krajnjem rješenju može pokriti potrebe nadzora i upravljanja opsežnih proizvodnih postrojenja (slika 1).

## 7.0. Zaključak

Prihvatanjem mikroprocesorske tehnike u opremanju proizvodnih postrojenja za krmne smjese i predsmjese postiže se zastupljenost suvremene instrumentacije i sve prednosti koje ona donosi.

Saznanja domaćih stručnjaka i originalna domaća rješenja uključena u mikroprocesorski sustav za vođenje proizvodnje krmnih smjesa omogućuje bitno unaprijeđenje

ove proizvodnje od postojećeg stanja u Hrvatskoj.

Pregled potrebnih svojstava ovog sustava izložen je s namjerom da korisnicima olakša izbor pri obnovi i izgradnji svojih postrojenja. Pravilnim izborom korisnik će omogućiti vođenje postupka proizvodnje kao i protokolima kontinuirano praćenje kakvoće proizvoda kao dokaza kakvoće što je sve obvezno svjetskim normativima ISO 9000.

## 8.0. Literatura

1. Bačoka, I. (1976): Doziranje i vaganje komponenata u proizvodnji krmnih smjesa, izvanredno izdanje - Krmiva, Zagreb
2. Katić, Z. (1982): Industrijska proizvodnja krmnih smjesa, skripta za postdiplomski studij, FPZ, Zagreb
3. Krička, Tajana (1985): Utjecaj vremenskog doziranja komponenata na očekivani sastav krmnih smjesa, magistarski rad, Zagreb
4. Krička, Tajana (1988): Analiza rada sistema za doziranje komponenata u pet tvornica stočne hrane. Drugi naučni skup: Industrijski sistemi u agrokompleksu, Dubrovnik
5. Krička, Tajana (1992): Analiza povećanja kapaciteta u TKS dodavanjem kukuruza na kraju tehnološkog procesa. Zbornik radova VIII međunarodno savjetovanje tehnologa sušenja i skladištenja, Stubičke Toplice
6. Larrabee, L.W. (1976): A Guide to Mixing Microingredients in Feed, Merck Animal Health Division, Merck & Co, New Jersey, USA
7. Osmak, T. (1976): Sistemi vaganja i doziranja u industriji krmnih smjesa Jugoslavije od prijema sirovina do otpreme krmnih smjesa, izvanredno izdanje - Krmiva, Zagreb
8. Sokolov, A.J. (1970): Kombikormovie zavodi, "Kolos", Moskva
9. Vorher, K.F. (1994): Modernes Mineralfutterwerk in Sachen - Anhalt "Die Muehle + Mischfuttertechnik", Heft 7
10. Wagner, A. (1992): Praxisloesung fuer Vitamin- und Kleinkomponenten zugabe, "Kraeffutter", Heft 7
11. ... (1994): Tehničke informacije proizvođača mikroprocesorskih elemenata
12. ... (1993): Prijedlog pravilnika o kakvoći krmiva i krmnih smjesa

## SUMMARY

The precision of the mass of some components in feed depends on weighing but also on dosing. The big problem of dosing is the inertia of the mass after we stopped the conveying machine. For that reason we have to use the machines with constantly changing speeds, when we transport a mass. The velocity must depend on the weighed mass of some component within the regular quantity defined by a recipe.

This paper provides a solution to the problem by means of proportional hydraulics (hydromotors which are directed by el. signal). This is an optimal solution considering very strong moments at low numbers of rotation, small dimensions and also a low cost and easy and safe handling.

The authors remark: The described system in this paper was patented in the Croatian State Department for Patents in 1993.

Key words: feed production, controller, dosing, proportional hydraulics.