

VĚDECKÝ ČASOPIS



ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA

10

ROČNÍK 27 (LIV)
PRAHA
ŘÍJEN 1981
CENA 10 Kčs
CS ISSN 0044-3883

ČESKOSLOVENSKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÁ
ÚSTAV VĚDECKOTECHNICKÝCH INFORMACÍ
PRO ZEMĚDĚLSTVÍ

ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA

Řídí redakční rada

Ing. Jiří Fiala, DrSc. (předseda), ing. Miloslav Adam, CSc., ing. Vladimír Dufek, doc. ing. Marko Duriš, CSc., ing. František Fortuník, CSc., ing. Stanislav Haš, CSc., ing. Dušan Hutla, doc. ing. Ján Jech, CSc., ing. Jiří Kulík, Jan Květoň, ing. Vladimír Piša, doc. ing. Vladimír Suchý, CSc., prof. ing. Zdeněk Štefl, CSc., Josef Višínský, CSc.

Za vedení časopisu odpovídá ing. Jiří Fiala, DrSc.

Redaktorka ing. Jovanka Václavíčková

© Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, Praha 1981

■
Vědecký časopis ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA uveřejňuje studie, rozbor a vědecká pojednání o vyřešených úkolech výzkumu v oboru zemědělská technika. Vydává Československá akademie zemědělská — Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství. Vychází měsíčně. Redakce: 120 56 Praha 2, Slezská 7, telefon 257541-9. Celoroční předplatné Kčs 120,—.

■
Научный журнал ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA публикует обзоры, анализы и научные статьи о решенных заданиях по научному исследованию в области сельскохозяйственной техники. Издает Чехословацкая сельскохозяйственная академия — Институт научно-технической информации по сельскому хозяйству. Выход в свет ежемесячно. Редакция 120 56 Прага 2, Слезка 7.

■
The scientific journal ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA publishes studies, analyses and scientific treatises about the solved research tasks in the line of the agricultural mechanization. Published by the Czechoslovak Academy of Agriculture — Institute of Scientific and Technical Information for Agriculture. Issued monthly. Editorial office 120 56 Praha 2, Slezská 7.

■
Die wissenschaftliche Zeitschrift ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA veröffentlicht Studien, Analysen und wissenschaftliche Abhandlungen über die gelösten Forschungsaufgaben auf dem Gebiete der Landtechnik. Herausgegeben von der Tschechoslowakischen landwirtschaftlichen Akademie — Institut für wissenschaftlich-technische Information der Landwirtschaft. Erscheint monatlich. Redaktion 120 56 Praha 2, Slezská 7.

J. Svoboda

SVOBODA, J. (Výzkumný ústav zemědělské techniky, Praha): *Využití automatizace v krmných linkách pro skot*. Zeměd. Techn., 27, 1981 (10) : 573-582.

Základní cíl vývoje krmných linek pro skot spočívá především ve zvýšení jejich technické úrovně. Jednou z hlavních cest, jak tohoto cíle dosáhnout, je postupné zavádění prvků automatizace do těchto linek. Možnosti využití automatizace a automatizačních prvků jsou závislé na zvoleném krmném systému. U mobilního systému krmení lze předpokládat, že pro příštích deset let ještě nebude uspokojivě vyřešeno automatické ovládání jízdy mobilního samozařadovacího prostředku ve stáji a že se zde využití automatizačních prvků omezí jen na dílčí řešení. Při užití kombinovaných krmných linek již půjde o komplexnější řešení, při kterém je možné uvažovat o použití elektrického pohonu pro vyskladňování krmiva z mobilního prostředku. Největší možnost uplatnění automatizace celého procesu krmení poskytují stacionární krmné linky a z nich pak zejména linky s kontinuálním charakterem práce. Prvním předpokladem, jak zabezpečit využití automatizace, bylo dokončení vývoje provozně spolehlivých strojů a zařízení pro krmné linky. V další fázi je zapotřebí zaměřit pozornost kromě vlastního vývoje automatizovaných systémů i na zabezpečení vysokého stupně provozní spolehlivosti automatizačních prvků a celých systémů.

automatizace krmení skotu; automatická krmná linka; krmení skotu

Rozvoj techniky krmení skotu se v příštím období musí zaměřit zejména na zvyšování výkonnosti krmných zařízení, snižování potřeby lidské práce, zabezpečení vysokého stupně provozní spolehlivosti zařízení a snižování energetické a materiálové náročnosti krmných linek pro skot. V neposlední řadě pak tento vývoj musí směřovat ke zvyšování kultury a bezpečnosti práce tím, že řešení technologických procesů krmení skotu bude postaveno na úroveň průmyslových forem práce. Těchto cílů výraznou měrou pomůže dosáhnout postupné zavádění prvků automatizace a ucelených automatizovaných systémů do procesu krmení skotu.

Pro období příští pětiletky byly v tomto směru stanoveny závazné parametry, a to:

V oblasti normy obsluhy: zajistit funkci krmné linky při výdeji krmiva ve stáji pro 750 dojnic bez specializovaného obsluhovatele (obsahu obstarává pracovník, který koná ve stáji jinou práci, např. nahánění dojníc do dojírny).

V oblasti kvality práce: zlepšit přesnost dávkování a směšování na 10 až 20 %.

V oblasti snižování spotřeby energie: zabezpečit snížení potřeby energie na manipulaci s krmivem na 3 kWh na tunu krmiva.

K těmto základním úkolům přistupují ještě další: zabezpečit odpovídající úroveň bezpečnosti práce, biologickou pohodu zvířat a dosáhnout toho, aby ztráty krmiv byly co nejnižší.

Řešení automatizace procesu krmení v příštím období bude dále ovlivňováno zejména skutečností, že určujícím trendem je výroba krmných směsí na bázi objemové píce, čímž se krmné systémy a řešení automatizace provozu značně komplikují.

Rychlý rozvoj automatizačních prvků a první realizace komplexního užívání těchto prvků v krmných linkách pro skot v ČSSR dává předpoklad, že do konce sedmé pětiletky budou dořešeny všechny otázky spojené s automatizací procesu krmení a dojde k širokému užívání těchto systémů v naší zemědělské praxi.

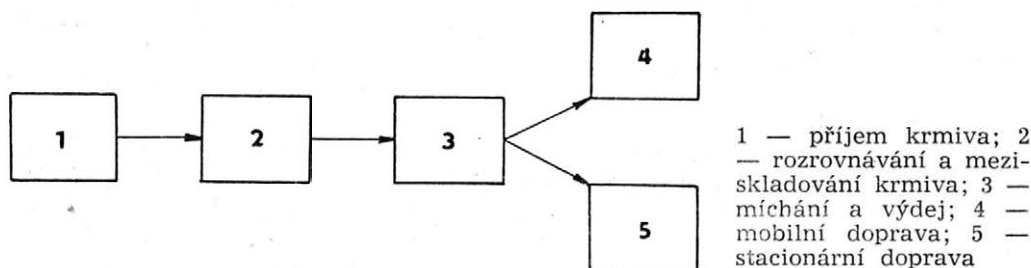
Prvním komplexním řešením automatizace procesu krmení bylo vytvoření teoretických podkladů pro automatickou krmnou linku pro skot s meziskladováním krmiva (Blažek, 1977). Tento příspěvek na práci navazuje a doplňuje ji o některé prvky a komplexní řešení automatizace procesu krmení skotu pro další krmné systémy. Tím vzniká ucelený přehled o současné úrovni vývoje automatizace krmení skotu.

METODIKA

Parametry stanovené na příští období pro rozvoj techniky krmení skotu nemohou být splněny bez postupného zavádění automatizovaných systémů do procesu krmení. Při řešení těchto automatizovaných systémů je však zapotřebí maximální měrou přihlídnout ke skutečnosti, že pracují v kontaktu s biologickými materiály, jako je vlastní objekt krmení — živý organismus a biologická podstata manipulovaného materiálu — krmivo. První faktor, živý organismus, do jisté míry omezuje možnost absolutní automatizace provozu.

Biologická podstata manipulovaného materiálu klade vysoké nároky na strojní zařízení a automatizační prvky z hlediska dodržení stanovených receptur krmení, stanovené doby skladování, stanovených nároků na fyzikální, chemické a biologické zpracování krmiva a dalších požadavků. Dále pak tento faktor spolu s mikroklimatem stáji vytváří vysoké nároky na strojní zařízení a automatizační prvky z hlediska jejich odolnosti vůči agresivnímu působení těchto faktorů.

V minulém období uvedené skutečnosti značně ovlivnily částečně negativní názor zemědělské praxe na automatické ovládání krmných linek, neboť namnoze nízkou kvalitou a malým respektováním uvedeného faktoru biologické podstaty procesu měly automatizační prvky v provozu stáji vysokou poruchovost. Z toho je zřejmé, že po dosažení uspokojivé provozní spolehlivosti vlastních strojů a zařízení (jak se podařilo až v současné době zejména u výrobků podniku Elektrokov Trutnov) je zapotřebí zaměřit pozornost na provozní spolehlivost automatického ovládání. Sestavu strojů komplexního zařízení pro krmení skotu, dodávanou podnikem Elektrokov Trutnov, dokumentuje schéma na obr. 1.



1. Schéma uspořádání prvků pro přípravu směsí na bázi objemové píce (dodávka — Elektrokov Trutnov) — Diagram of the layout of elements of the preparation of mixtures on the basis of bulk forage (delivered by: Elektrokov Trutnov)

Metodika řešení automatizace procesu krmení skotu musí tedy vycházet z uvedených předpokladů a dalších aspektů, jako je tendence směřovat objemové komponenty krmných dávek, dodržovat všechny požadavky krmivářů, zootechniků, ochrany životního prostředí a další omezení.

TEORETICKÁ PŘÍPRAVA

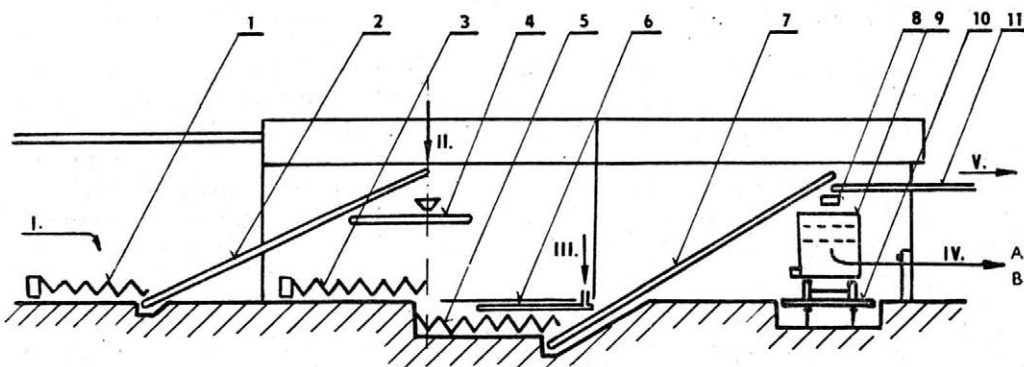
Mobilní linky krmení ze všech krmných systémů nejméně vyhovují komplexnímu pojetí automatizace procesu krmení. Nelze totiž v nejbližších letech předpokládat větší rozšíření automatického navádění mobilních prostředků ve stájích, a to nejen vzhledem k obtížnosti řešení, ale ke skutečnosti, že současné i perspektivní mobilní krmné prostředky vykazují velmi špatnou rovnoměrnost základního krmiva (někdy až $\pm 50\%$).

Ani v této oblasti však nelze opominout řešení automatizace alespoň dílčích operací. Jde zejména o vážení, popřípadě automatickou regulaci přijímaného nebo vydávaného krmiva, přičemž účelem má být regulace toku krmiva od skladu k místům další manipulace.

Automatizace dalších operací mobilního systému krmení při použití běžných samozakládacích prostředků vychází z řešení centrální přípravy objemových krmiv, která podle závěrů výzkumu a praktického ověřování je nejvhodněji řešena za použití šnekového přihrnovače s neomezeným úhlem pootočení. Tato příprava (Blazek, 1977) prošla inovačním procesem zejména v oblasti zabezpečení směšování a automatického ovládání procesu. Výsledná soustava zařízení této přípravy je patrná ze schématu na obr. 2.

Použijeme-li běžných samozakládacích mobilních prostředků, musíme vzhledem k požadavku mísení objemových krmiv v krmné lince počítat vždy s centrální přípravou krmiv.

Při použití krmných míchacích vozů v mobilních linkách pro krmení skotu probíhá míchání v podstatě v čase vlastní dopravy a při plnění těchto zařízení. Vzhledem k tomu, že je nezbytné zabezpečit provozní spolehlivost tohoto systému předzásobením krmivem a vytvořit podmínky pro co nejmenší opotřebení krmných míchacích vozů, musí být také krmné linky vybaveny manipulačním prostorem pro překládku krmiv. Kombinované linky krmení umožňují již komplexnější řešení automatizace, protože do systému automatického ovládání stájové části krmné



2. Centrální příprava krmiv — Central feed preparing room

1 — příjmový šnekový přihrnováč; 2 — spojovací dopravník; 3 — přihrnovací šnek s neomezeným úhlem pootočení; 4 — rozrovnávací dopravník s kruhovým pohybem; 5 — šnekový dopravník; 6 — spirálový nebo šnekový dopravník pro koncentrovaná krmiva; 7 — váhový dopravník; 8 — pojízdný rozrovnávací dopravník; 9 — mobilní prostředek; 10 — mostová váha; 11 — spojovací dopravník; I — přísun dováženého krmiva; II — stacionární doprava krmiva od vybíracích strojů; III — přísun jaderných krmiv; IV — mobilní doprava krmiva (A — do průjezdné stáje; B — k příjmovému místu kombinované krmné linky); V — stacionární doprava

linky je zapojen buď přídavný elektrický motor, nebo přímo elektrický motor nesený na samovypařňovacím prostředku.

Stacionární krmné linky s meziskladováním krmiva daleko lépe vyhovují komplexní automatizaci. Aby mohla být komplexní mechanizace těchto krmných linek řešena, je třeba dokončit vývoj kontinuální váhy na objemová krmiva. Tato váha pak umožní po zvolení potřebného množství jednotlivých komponentů objemové směsi s odpovídající přesností ukládat na plochu zasahovanou šnekovým přihrnovačem v centrální přípravě krmiv jednotlivé komponenty krmné dávky v předepsaném množství tak, aby byly smíšeny podle stanoveného poměru.

Vývoj uvedeného zařízení je prozatím jen ve fázi realizace funkčního modelu, který bude v průběhu roku 1981 ověřován.

Za předpokladu, že bude dokončen vývoj takových vybíracích zařízení ze skladovacích prostorů, které budou schopny s odpovídající rovnoměrností a zejména výkonností vybírat uskladněná krmiva, bude možné realizovat (a v některých případech se tak již stalo) kontinuální krmné linky. U takových linek odpovídá celkový čas potřebný na uskutečnění procesu krmení času vyskladňování krmiva a současně i času potřebnému na zakládání krmiva, neboť uvedené operace probíhají ve stejné době.

Regulaci množství krmiva vydávaného stacionárními linkami, ať již s meziskladováním krmiv, nebo kontinuálními, je možné řídit zásadně dvěma způsoby. Buď je možné řídit výkonnost vybíracích nebo vyskladňovacích zařízení, nebo měnit velikost dávky výsledné krmné směsi objemových a jaderných krmiv řízením činnosti vlastního distribučního zařízení.

VÝSLEDKY

Z teoretické části vyplývá široké pole působnosti při řešení automatizace procesu krmení skotu. Tato skutečnost je dána specifickými výrobními podmínkami zemědělských závodů, působením biologických faktorů a technickými možnostmi řešení těchto podmínek, což způsobuje jistou roztržitost řešení krmných systémů, a tím i jejich automatizovaného ovládání.

AUTOMATIZACE PROCESU VÁŽENÍ V MOBILNÍCH KRMNÝCH LINKÁCH

Konkrétní výsledky řešení automatizace v oblasti mobilních linek krmení lze spatřovat zejména v konstrukci automatické tenzometrické váhy u krmného míchacího vozu KV-10. Z hlediska zabezpečení racionální výživy zvířat se ukazuje jako nezbytné používat toto zařízení také pro mobilní prostředky pro příjem krmiva od mobilních vybíracích zařízení ze skladů objemových krmiv a pro velkoobjemovou přepravu výsledné krmné směsi z centrálních příprav, určenou pro vyprazdňování této směsi při větším počtu objektů.

Uvedené zařízení umožňuje nastavit potřebnou váhu nakládaného krmiva nebo vyskladňované směsi a signalizovat rovnovážný stav řidiči mobilního prostředku. Tato činnost se může libovolně opakovat, přičemž citlivost tohoto zařízení při správném rozložení váženého komponentu je $\pm 5\%$.

AUTOMATICKÉ ŘÍZENÍ MANIPULACE S KRMIVY V CENTRÁLNÍ PŘÍPRAVNĚ KRMIV

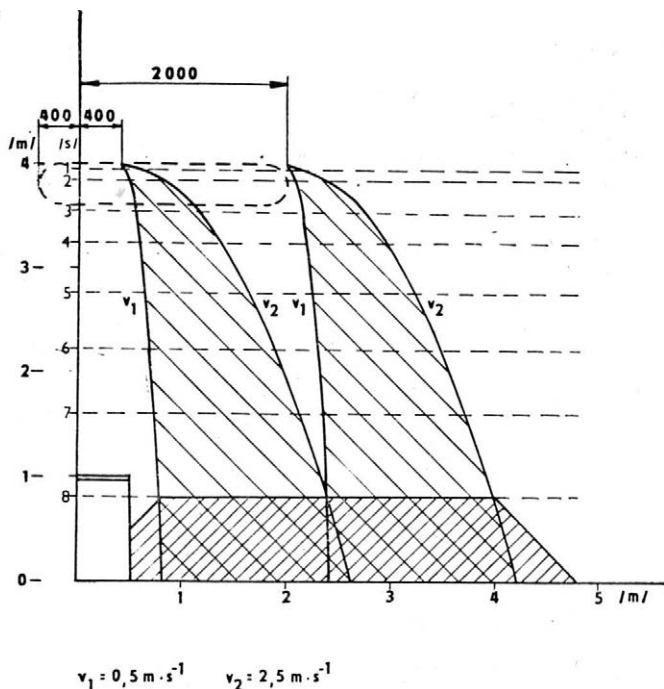
Na základě dalšího výzkumu a vývoje centrálních příprav krmiv se šnekovým přihrnovačem, jak bylo uvedeno v předcházející části, do-

3. Grafický rozbor spojitého vytváření figury materiálu na ploše zasahované šnekovým přihrnovačem s neomezeným úhlem pootočení

- profil figury urovnaného materiálu
- plocha trajektorií dráhy hmotného bodu krmiva pro rychlost pásu dopravníku 0,5 až 2,5 m.s⁻¹

Graphical analysis of the continuous formation of material figure shape in the area covered by a delivery auger with an unlimited angle of turning

- profile of the figure of levelled material
- area of the tracks of a feed mass point for the speed of conveyor belt ranging from 0.5 to 2.5 m.s⁻¹

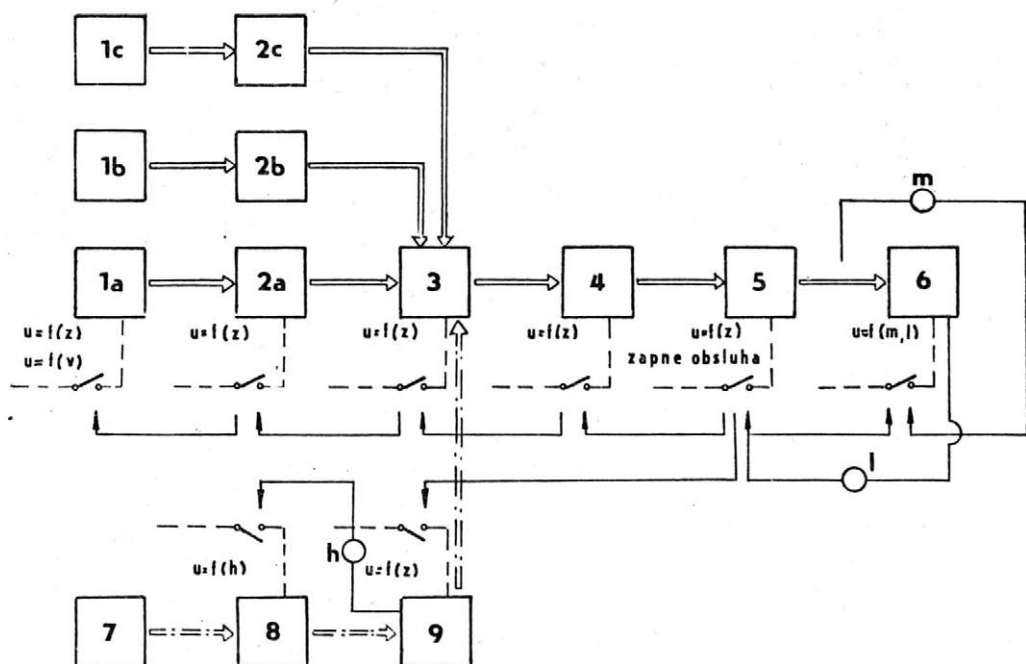


šlo jednak k částečné změně soustavy strojních zařízení, patrně ze schématu na obr. 2, jednak k zásadní změně směřující k automatizaci celého procesu příjmu, míchání a vyskladňování krmiva v této přípravně.

Jde o tyto nové prvky v ovládání centrální přípravy: Především je to příjmový šnekový přihrnovač, který je vybaven automatickou regulací pohonu pojezdových kol podle stupně zatížení elektrického motoru pohonu vlastního pracovního orgánu přihrnovacího šneku. Rozrovnávací dopravník, umístěný nad plochou zasahovanou šnekovým přihrnovačem, se vyvíjel v podstatě dvěma směry. U prvního řešení šlo o technické zabezpečení pojezdu tohoto zařízení po kolejové dráze při dodržení původního uchycení na kruhové točce. Optimální rychlost tohoto pojezdu byla po ověřování stanovena na 0,5 m.min⁻¹ a rychlost kruhového pohybu rozrovnávacího dopravníku je v optimálním provedení 1,5 min na 1 otáčku. Dále byla zatím teoreticky rozpracována možnost excentrického uložení tohoto dopravníku podle původního záměru s tím, že řízení pohybu pásu tohoto dopravníku od 0,5 do 2,5 m.s⁻¹ pomocí tyrystorové nebo jiné regulace bude možné podle grafického rozboru (obr. 3) spojitě ukládat materiál do vyznačeného tvaru. Z grafického rozboru vychází i poloha rozrovnávacího dopravníku ve výšce 4 m nad úroveň složiště.

Vyskladňování krmiva z centrálních příprav je automaticky řízeno adaptérem k mostové váze. Tento adaptér vyvinuli a zkonstruovali v JZD Staré Město ve spolupráci s VÚZT Řepy. Výdej krmiva je řízen nuceným pohybem závaží a zpracováním údajů mikroprocesory. Za těchto podmínek a při automatickém řízení pohybu rozrovnávacího dopravníku se obsluha takto ovládané přípravy krmiv omezuje v převážné míře pouze na kontrolu chodu zařízení. Reálnou možnost řešení dokumentuje takto ovládaná příprava krmiv v JZD Staré Město.

První kombinovaná krmná linka podle námětu uvedeného v teoretické části byla uvedena do provozu v JZD Košetice, kde k vyprazdňování krmného vozu VP-3,5 slouží startovací agregát s elektrickým motorem o výkonosti 3 kW. Na základě ověřování tohoto zařízení byla vypracována typizační studie na příjmové místo stacionárních krmných linek s vývodem elektrického proudu, který je zapojen do ovládacího okruhu krmné linky. Toto řešení předpokládá, že bude použit samovyprazdňovací vůz s elektrickým pohonem pro vyskladňování obdobného typu, jako je jednonápravový přívěs pro přepravu a dávkování objemových hmot NVD-3.



4. Schéma automatické kontinuální krmné linky — Diagram of an automatic continual feeding line

1a, b, c — vyskladňovací zařízení na objemová krmiva; 2a, b, c — spojovací stacionární doprava; 3 — míchací člen linky s kontinuální činností; 4 — vynášecí dopravník; 5 — rozdělovací dopravník; 6 — nadžlabový dopravník; 7 — zásobník na jadrná krmiva; 8 — trubkový dopravník; 9 — dávkovač jadrných krmiv;

— materiálový tok objemových krmiv

— materiálový tok jadrných krmiv

— silový obvod

— ovládací obvod

$u = f(z)$ — přívod proudu závislý na chodu následujícího stroje

$u = f(m)$ — přívod proudu závislý na výtoku materiálu z rozdělovacího dopravníku 5

$u = f(l)$ — přívod proudu závislý na dráze projeté zakládacím zařízením nadžlabového dopravníku

$u = f(h)$ — přívod proudu závislý na stavu hladiny jádra v provozním zásobníku u dávkovače

$u = f(v)$ — řízení výkonosti vyskladňovacích zařízení na objemová krmiva

— m — výtok krmiva z rozdělovacího dopravníku 5

— l — dráha projeté zakládacím zařízením nadžlabového dopravníku

— h — stav hladiny jádra v provozním zásobníku dávkovače

Automatické řízení stacionárních krmných linek pro skot s mezikladováním krmiva popsal ve svém příspěvku Blažek (1977). Tento systém byl v praxi ověřen již na mnoha místech.

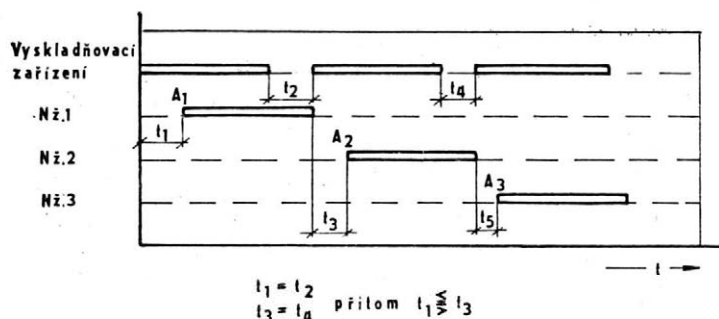
S rozvojem techniky vybírání objemových krmiv ze skladů bude pravděpodobně v nejbližší budoucnosti spojen také rozvoj kontinuálních linek krmení. Některé krmné linky tohoto typu byly již realizovány a provozní výsledky jsou velmi dobré. Schéma automatického ovládání takovéto krmné linky je znázorněno na obr. 4.

Objemová krmiva jsou v tomto případě uskladněna ve skladu s plynulou vykládkou. Předpokládá se, že půjde zejména o senážní a silážní věže, popřípadě o nově řešené horizontální sklady, vybírané vybírači uzpůsobenými pro následnou stacionární dopravu vybraného materiálu.

Vybírací stroje v těchto skladech pracují současně. Vybírací stroje a podstatnou část krmné linky uvádí v činnost obsluhovatel zapnutím chodu rozdělovacího dopravníku s následným postupným zapojením strojů krmné linky až po tyto vybírací stroje (podle schématu na obr. 4). Počet zapojených vybíracích strojů je závislý na požadovaném množství jednotlivých komponentů krmné dávky. Vybírací stroje pracují s předem nastavenou výkonností podle receptury krmení. Takto jsou tedy uvedeny do chodu všechny části krmné linky s výjimkou nadžlabových dopravníků, to znamená vybírací stroje (1a, b, c), spojovací dopravníky (2a, b, c), míchací člen linky (3), následné spojovací dopravníky (4) a rozdělovací dopravník (5). Jednotlivé nadžlabové dopravníky (6) jsou uváděny do činnosti automaticky v závislosti na okamžiku, kdy je přiveden materiál na tato zařízení. Každý předcházející stroj je v tomto systému blokován strojem následujícím (ve směru materiálového toku). V uvedeném systému se počítá výhradně s nadžlabovými dopravníky vzhledem k tomu, že se jedná o nejperspektivnější zařízení, která jsou v souladu se soustavou strojů pro československé zemědělství.

S popsáním chodem základního směru dopravy krmiva v krmné kontinuální lince pracují současně stroje a zařízení pro manipulaci s jádřnými krmivy. Zásoba těchto krmiv je uložena ve vnějším zásobníku (7), odkud je trubkovým dopravníkem (8) doplňována pohotovostní zásoba u dávkovače jádřných krmiv (9). V pomocném zásobníku jsou čidla úrovně hladin, udržující velikost mezizásoby krmiva v rozmezí dvou nastavených hladin. Vlastní dávkovač, který je zaústěn do míchacího členu (popřípadě větší počet těchto dávkovačů), pracuje nepřetržitě podle nastaveného programu zároveň se stroji a zařízeními hlavního směru dopravy krmiva.

Rozdělování krmiva na jednotlivé nadžlabové dopravníky je řízeno od dojezdu předcházejícího právě zakládajícího nadžlabového dopravníku postupně na další dopravníky. Založením krmiva z posledního nadžlabového dopravníku se celá krmná linka vypne. Přičemž, jak bylo uvedeno, je chod nadžlabového dopravníku vždy funkcí výtoku krmiva z rozdělovacího dopravníku a dráhy projeté tímto zakládacím zařízením. Po ujetí celé stanovené dráhy každého nadžlabového dopravníku se vypíná celá krmná linka. V ideálním případě, daném konstrukčními možnostmi rozdělovacího dopravníku s odpovídajícím následným uspořádáním nadžlabových dopravníků, k tomuto přerušování činnosti nemusí docházet.



Nž 1; Nž 2; Nž 3 — jednotlivé nadžlabové dopravníky; t — doba činnosti; A_1 ; A_2 ; A_3 — okamžik přivedení krmiva distribuční částí krmné linky k nadžlabovému dopravníku

5. Průběh činnosti vyskladňovacího zařízení a jednotlivých nadžlabových dopravníků ve stacionární krmné lince — The work of the unloading equipment and overhead conveyers in the stationary feeding line

REGULACE MNOŽSTVÍ KRMIVA VYDÁVANÉHO ZVÍŘATŮM VE STACIONÁRNÍCH LINKÁCH KRMENÍ

Množství krmiva vydaného zvířatům ve stacionárních krmných linkách je možné regulovat zásadně dvěma způsoby. Především jde o řízení výkonnosti vybíracích strojů a dalších dávkovačů u kontinuálních linek krmení, nebo o řízení výkonnosti vyskladňovacích zařízení a dávkovačů krmných linek s meziskladováním krmiva. Řízení výkonnosti těchto zařízení se musí uskutečnit v určitém daném předstihu podle vzdálenosti příslušného vlastního základního zařízení (nadžlabového dopravníku) od vybíracích nebo vyskladňovacích zařízení. To je pak možné řešit buď časovou regulací, která však vyžaduje časté seřizování a je méně provozně spolehlivá, nebo čidly snímajícími polohu právě zakládajícího zařízení nadžlabového dopravníku vzhledem ke krmnému žlabu. Tímto způsobem musí být v daném okamžiku — při změně dávky na následující nadžlabový dopravník — zastaveno dávkovací zařízení v předstihu tak, aby všechno krmivo, které má předcházející nadžlabový dopravník založit, bylo založeno a celá dopravní trasa až k vyskladňovacímu zařízení byla bez krmiva. Tato činnost je znázorněna na obr. 5, kde časy t_1 a t_2 a dále t_3 a t_4 jsou vždy shodné a odpovídají času potřebnému na vyprázdnění příslušné části distribuční linky.

V popsaném případě je zároveň samozřejmě možné regulovat i výkonnost dávkovacích zařízení doplňkových krmiv.

Časy t_1 až t_5 je podle obr. 5 možné zkrátit vřazením časového relé do ovládacího okruhu, které v časovém předstihu před ukončením činnosti právě zakládajícího nadžlabového dopravníku uvede v činnost vyskladňovací zařízení se změněnou výkonností. Obdobně je to možné řešit vřazením dalšího snímače polohy nadžlabového dopravníku. Tyto časy mohou být zkráceny až na hodnotu odpovídající době nutné k tomu, aby mohl být přestavěn rozdělovací dopravník pro přívod krmiva na následný nadžlabový dopravník. V ideálním případě možnosti okamžité změny rozdělování krmiva podmíněné technickými možnostmi řešení dojde pouze ke změně výkonnosti vyskladňovacího zařízení.

Druhá možnost regulace množství krmiva vydávaného zvířatům u stacionárních linek krmení spočívá v řízení počtu jízd, popřípadě rychlosti pojezdu základního zařízení nadžlabového dopravníku. V tom-

to případě lze měnit celkové množství dopravované směsi objemových krmiv, zakládané na jednotku délky krmného žlabu nebo na celé jednotlivé krmné žlaby. Pro celé krmné žlaby není ovládací systém příliš složitý a spočívá v nastavení příslušného počtu jízd nebo rychlosti jednotlivých nadžlabových dopravníků před vlastním krmením na jednoduchém programovacím zařízení. Takovéto řízení množství vydávaného krmiva v průběhu celého krmného žlabu je pak poněkud složitější a předpokládá použití snímačů polohy základacího zařízení vůči krmnému žlabu a programování činnosti v závislosti na krmné dávce určené pro jednotlivé skupiny zvířat, ustájené podél krmného žlabu.

Zatím jen technické řešení tohoto způsobu ovládání krmných linek bylo umožněno oddělením pohonu pásu nadžlabového pojízdného dopravníku a pohonu pojezdu tohoto dopravníku dálkově ovládaného řízeným variátorem.

DISKUSE

Automatizace krmných linek pro skot je neustále se vyvíjející proces související se stálým tlakem na zvyšování produktivity práce a zlepšování pracovního prostředí v zemědělské velkovýrobě. Popis nových automatizovaných systémů a automatizačních prvků, uvedený v této práci, a systému automatické krmné linky s meziskladováním krmiva (Blažek, 1977), včetně uvedené inovace řešení, přináší ucelený pohled na to, co se v oboru automatizace procesu krmení vykonalo v poslední době, a co může být odrazovým můstkem pro komplexní řešení automatizace procesu krmení.

Některé z nových systémů a prvků z oblasti automatizace krmení skotu byly již provozně ověřeny a budou používány při další výstavbě farem pro chov skotu; jsou také součástí výrobního programu podniků zabývajících se vývojem a výrobou krmných zařízení.

V tomto směru je zapotřebí se vyvarovat obdobných chyb, jaké provázely zavádění komplexní mechanizace procesu krmení skotu do velkokapacitních stájí, kdy mechanizační prvky, původně určené pro menší koncentrace zvířat, zcela nevyhovovaly v podmínkách většího stupně využívání v těchto nových stájích (často i v několikahodinovém provozu) zejména svojí malou provozní spolehlivostí.

Z hlediska možnosti využití plně automatizace procesů nejlépe vyhovují stacionární kontinuální systémy krmení. Uspokojivého stupně automatizace lze však dosáhnout i u stacionárních systémů s meziskladováním krmiva, kdy například u realizované krmné linky pro 700 dojnic se již nepočítá se specializovaným obsluhovatelem pro zakládání krmiva, přičemž spouštění chodu linky s občasnou kontrolou vykonává pracovník, který dělá ve stáji jinou práci.

Vzhledem k tomu, že automatizované systémy nejen v zemědělství, ale zejména v průmyslu se dále rozvíjejí, je zapotřebí současnou úroveň automatizace procesu krmení skotu chápat jako první krok k dořešení automatizovaných a programových systémů komplexního řízení farem pro chov skotu.

BLAŽEK, J.: Automatisace krmení skotu. Zeměd. Techn., 23, 1977, č. 7, s. 373-383.

Došlo dne 1. 4. 1981

СВОБОДА, Я. (Научно-исследовательский институт сельскохозяйственной техники, Прага - Ржепы): Использование автоматизации в кормовых линиях для крупного рогатого скота. Zeměd. Techn., 27, 1981 (10) : 573-582.

Основной целью разработки кормовых линий для крупного рогатого скота является, прежде всего, повышение его технического уровня. Одним из главных путей для достижения данной цели является постепенное внедрение в эти линии автоматизации. Возможность использования автоматизации и элементов автоматизации зависит от избранной системы кормления. У мобильных систем кормления можно предполагать, что в ближайшие 10 лет не будет удовлетворительно решено автоматическое управление кормораздатчиков в животноводческих помещениях, использование элементов автоматизации будет ограничено. При применении комбинированных кормовых линий будет применяться комплексное решение, при котором можно использовать электрический привод для разгрузки кормов из мобильного средства. Самую большую возможность применения автоматизации всего процесса кормления предоставляют стационарные кормовые линии, в том числе линии с непрерывным характером работы. Первой предпосылкой использования автоматизации является окончание разработки эксплуатационной надежности машин и оборудования для кормовых линий. В следующей фазе необходимо сосредоточить внимание, кроме элементов автоматизации, и на обеспечении высокой степени эксплуатационной надежности элементов автоматизации и целых систем.

автоматизация кормления крупного рогатого скота; автоматическая кормовая линия; кормление скота

SVOBODA, J. (Research Institute of Agricultural Engineering, Praha - Řepesty): *The Use of Automation in Cattle Feeding Lines*. Zeměd. Techn., 27, 1981 (10) : 573-582.

The main objective of the development of cattle feeding lines is an improved technical quality of these lines. One of the best ways to achieve this is seen in a gradual introduction of automated elements in the feeding systems. The possibilities of using automation and automated elements depend on the feeding system used. As to the mobile feeding system it can be assumed that for the future ten years it will remain impossible to solve the entire complex of problems associated with the automatic control of the drive of the mobile feed rationing device inside the barn and that only partial solutions will be available for the use of automated elements. As to the use of combined feeding lines, a complex solution will be needed; it can be assumed that electric drive can be used for unloading the truck (mobile device). The best possibility of the use of the automation of the whole feeding process is offered by stationary feeding lines and, among them, the continual lines are the most promising. The first prerequisite for securing the use of automation was the finishing of the development of feeding line machines and equipments with the best reliability of operation. In the next stage attention should be drawn not only to the development of automated systems but also to efforts for a high level of reliability in the operation of automated elements as well as the feeding systems.

automation of cattle feeding; automatic feeding line; cattle feeding

Adresa autora:

Ing. Jan Svoboda, Výzkumný ústav zemědělské techniky, K šancím 50, 163 07 Praha 6 - Řepesty

A. Janeček

JANEČEK, A. (Výzkumný a vývojový ústav STS a OZS, Praha): *Optimální regulace jednorozměrného procesu*. Zeměd. Techn., 27, 1981 (10): 583–590.

Při ekonomickém nebo energetickém hodnocení práce zemědělského technologického systému, jehož pracovní režim je charakterizován časově proměnnými parametry, je výhodné zavést pojem okamžitých nákladů či ekonomické náročnosti jako funkce času. Při stochastických změnách parametru v čase se okamžité náklady, popř. energetická náročnost mění rovněž jako stochastická veličina. Energetický či ekonomický výpočet těchto procesů je nutný za pomoci aparátu teorie náhodných funkcí. Rozdělením změn parametrů zemědělského technologického systému na determinované a stochastické složky umožňuje vypočítat náklady nebo energetickou náročnost na proces při proměnném režimu práce zemědělského technologického systému a určit dodatekovou energetickou náročnost nebo dodatekové náklady způsobené chybami řízení.

systémotechnika; řízení jednorozměrného procesu

Dosavadní rozvoj zemědělské techniky od malovýroby k moderním zemědělským závodům byl kromě jiného umožněn dokonalou mechanizací založenou na rozvoji energetiky, která snížila nároky na fyzickou práci a přisoudila člověku funkci řídicí a ovládací.

Vývoj zemědělské technologie byl určován zlepšováním mechanizačních prostředků. Moderní zemědělské provozy rostlinné či živočišné výroby mohly dosáhnout dnešní úrovně jen díky mechanizaci, která odstranila omezující fyzickou sílu člověka. Mechanizované systémy, neustálá snaha o intenzifikaci výrob, stále složitější distribuční sítě, zvyšování nároků na kvalitu produktů a ekonomická či energetická efektivnost nebo optimalizace v technologii způsobují, že člověk sám již nestačí na funkci řídicí. Kvalitativním stupněm, který umožňuje zvládnout dnešní zemědělskou technologii, je automatizace jako následek dnešního stavu výrob určeného pokročilou zemědělskou technologií. Není tedy automatizace a optimální automatické řízení výrob pouze otázkou ekonomiky a intenzifikace výrob. Stále se zrychlující vývoj zemědělské techniky nedává předpoklady pro dlouhodobé zaučování a získávání zkušeností.

Výkonné moderní agregáty jsou dražší než v minulosti a musí se jich plně využít dříve, než zastarají. Výrobu tvoří často řada rychle po sobě následujících operací spojujících se v plynulý nebo téměř plynulý proces, vyžadující neustálé zasahování. To je ztíženo závislostí na velkém objemu informací nebo na takových vztazích, které člověk nestačí v dané době objektivně zhodnotit a řídicí zásah včas uskutečnit.

Optimální regulace zemědělských technologických systémů neodstraní nedostatky v mechanizaci (nespolehlivost mechanismů, malý výkon motorů, principiální nedostatky funkce mechanismů atd.), ani neosvětlí technologické problémy. Před zavedením automatické regulace je nutné racionalizovat na úrovni poznatků vědy celý technologický proces.

Automatizace zemědělských technologických procesů musí sloužit zemědělským technologům k tomu, aby dosáhli cílů a záměrů, které si stanovili, a hlediska úspor energie nebo nákladů mohou být reálná jen tehdy, jsou-li výsledky výroby dobré.

METODIKA

Za pomoci aparátu teorie náhodných funkcí je analyzován problém optimálního řízení zemědělského technologického systému (dále jen ZTS) při uvažování stochastického vektoru poruchových veličin.

VLASTNÍ PRÁCE

Průběh jednorozměrného procesu v čase je možné zakreslit pomocí dvou trajektorií. Jedna z nich je trajektorií technologického parametru, tj. $x(t)$, druhá je energetická nebo ekonomická — je to křivka časových změn energetické náročnosti či nákladů.

K jednorozměrným procesům je možné počítat velké množství případů, se kterými se setkáváme při práci zemědělského technologického systému. V některých případech trajektorie parametru jednorozměrného procesu má tvar:

$$x(t) = \text{konst.} \quad (1)$$

K splnění tohoto vztahu se projektuje automatické řízení ZTS, především živočišné výroby s automatickou stabilizací pracovního parametru. (Např. čerpací stanice, ohříváče vody, vzduchu, mechanizované zásobníky, stroje pro přípravu krmiv, transportéry atd.)

Ve všech těchto případech je proces řízení dán udržováním odpovídajícího parametru na dané optimální úrovni (tlak čerpadla, výkonnost stroje, teplota ohřevu, hladina zaplnění zásobníku atd.).

Analýzujeme vazbu mezi změnami parametrů zemědělsko technologického procesu a množstvím nákladů nebo potřebné energie. Nechť je proces řízení založen na udržování na zadané konstantní úrovni některého technologického parametru x . V důsledku působení poruchových veličin bude docházet k změnám parametru x od zadaných hodnot. Tyto změny mají charakter nějaké funkce času $x(t)$, které odpovídá časová funkce nákladů nebo energetické náročnosti.

Ve stabilizovaném režimu práce ZTS je trajektorie $x(t)$ stacionární stochastickou veličinou. V důsledku znalosti realizací $x(t)$ je možné určit hustotu pravděpodobnosti výskytu $f(x)$ a známe-li závislost energetické náročnosti na parametru x ; $Z = \varphi(x)$ je možné určit velikost středních nákladů m_Z v závislosti na charakteru stochastické veličiny $x(t)$.

Mimo střední hodnotu charakterizuje velikost energetické náročnosti či nákladů také disperze.

Jestliže $x(t)$ je stacionární a funkce energetické náročnosti je $Z = \varphi(x)$, potom je funkce $Z(t)$ také stacionární.

Disperze D je dána ve tvaru:

$$D(Z_T) = \frac{1}{T^2} D \left[\int_0^T Z(t) dt \right] \quad (2)$$

kde: T — analyzovaný časový interval

Disperzi integrálu lze obecně určit pomocí konvolutorního integrálu:

$$D(Z_T) = \frac{2}{T^2} \int_0^T (T - \tau) K_Z(\tau) d\tau \quad (3)$$

kde: $K_Z(\tau)$ — korelační funkce okamžitých nákladů nebo energetické náročnosti $Z(t)$

to znamená

$$K_Z(\tau) = M \{ [Z(t) - m_Z] \cdot [Z(t + \tau) - m_Z] \} \quad (4)$$

Nechť jsou dány závislost $Z = \varphi(x)$ a stacionární stochastická funkce $x(t)$ mající střední hodnotu m_x , disperzi D_x a korelační funkci $K_x(\tau)$. Dále předpokládáme, že $x(t)$ je stochastickou funkcí s normálním rozdělením. Je nutné určit korelační funkci energetické náročnosti (nákladů) $K_Z(\tau)$. Přijmeme podmínku, že změna parametru x procesu ZTS nastává na dostatečně malém intervalu. Nechť je dále možné s dostatečnou přesností aproximovat na tomto intervalu zadanou závislost $Z = \varphi(x)$ polynomm:

$$Z = a + b + cx^2$$

nebo rovnici

$$Z(t) = a + bx(t) + cx^2(t) \quad (5)$$

poněvadž platí $x = x(t)$.

Dosazením vztahu (5) do rovnice (4) a zavedením označení $a - m_Z = a'$ obdržíme:

$$K_Z(\tau) = M \{ [a' + bx(t) + cx^2(t)] [a' + bx(t + \tau) + cx^2(t + \tau)] \}$$

Provedením součinu obdržíme:

$$\begin{aligned} K_Z(\tau) = & a'^2 + 2a'bm_o + (2a'c + b^2)m_x^2 + 2a'cD_x + b^2K_x(\tau) + \\ & + bc M [x(t)x^2(t + \tau)] + bc M [x^2(t)x(t + \tau)] + c^2 M [x^2(t)x^2(t + \tau)] \end{aligned} \quad (6)$$

Použitím formule (6) je možno obdržet $K_Z(\tau)$ jako funkci koeficientů interpolačního polynomu a charakteristik stochastického procesu $x(t)$.

Výpočtem integrálu (3) obdržíme hledanou disperzi energetické náročnosti ZTS. Jestliže ZTS pracuje v proměnném režimu, potom energetická náročnost intervalu T je stochastickou veličinou s určitou střední hodnotou a disperzí. K tomu je nutné přihlížet při experimentálním určení exploatačních ukazatelů ZTS pracujícího v proměnném režimu. Odchyly od konstantní hodnoty parametru vedou k doplňkové energetické náročnosti a ke snížení ekonomické efektivity ZTS.

Z toho bezprostředně vyplývá, že energetická nebo ekonomická efektivita řízení ZTS závisí na tom, v jaké míře sleduje parametr procesu zadanou trajektorii. Při ideálním řízení trajektorie parametru $x_o(t)$ procesu ZTS přesně kopíruje teoretickou trajektorii $X_o(t)$.

V reálných podmínkách se však křivka $x_o(t)$ liší od teoretické trajektorie $X_o(t)$.

Hodnota $\Delta(t) = x_o(t) - X_o(t)$ udává chybu řízení a může mít jak determinovaný, tak stochastický charakter.

Jestliže je $x_o(t)$ náhodnostní funkcí času, potom chyba $\Delta(t)$ je rovněž stochastickou funkcí a realizuje se na množině realizací. Tuto chybu můžeme psát:

$$\Delta(t) = m\Delta(t) + \Delta(t) \quad (7)$$

kde: $m\Delta(t)$ — střední hodnota chyby
 $\Delta_o(t)$ — centrovaná hodnota chyby

Je zřejmé, že na $m\Delta(t)$ je možné pohlížet jako na funkci složenou z deterministické

a stochastické funkce chyby. V ustáleném režimu práce ZTS může být $\Delta_o(t)$ stacionární funkcí času. Změny stochastické chyby v čase charakterizuje korelační funkce chyby.

Jak bylo řečeno, energetické ztráty procesu ZTS závisí na chybě řízení. V případě, že při optimální trajektorii procesu ZTS je Z_{opt} střední energetická náročnost na jednotku vyrobené produkce, potom při odchylce trajektorie od optimální je

$$Z = Z_{opt} + Z_x$$

přičemž platí $Z_x > 0$.

Analyzujeme případ, kdy parametr x se v okolí bodu optima mění podle funkce:

$$x = x_1 + \Delta x_o(t) \quad (8)$$

kde: x_1 — konstantní složka ($x_1(t) = \text{konst.}$), tj. konstantní střední hodnota
 $\Delta x_o(t)$ — centrovaná stacionární stochastická funkce času

Nechť

$$x_1 = x_{opt} + m_{\Delta x} \quad (9)$$

kde: x_{opt} — optimální hodnota parametru, odpovídající minimální energetické náročnosti ZTS
 $m_{\Delta x}$ — střední hodnota odchylky parametru od optimální hodnoty, tj. determinovaná chyba řízení

Analyzujeme okolí bodu optima. O tvaru křivky předpokládáme, že je konvexní. Této podmínce odpovídá dostatečně široká oblast změn parametrů zleva i zprava u mnoha procesů ZTS. Jelikož se parametr odchyluje od optimální hodnoty, energetická náročnost vzrůstá. Přírůstek energetické náročnosti

$$m_{\Delta Z} = m_Z - Z_{min} = [\varphi(x_1) - \varphi(x_{opt})] + 1/2 \frac{d^2\varphi(x_1)}{dx^2} D_x(t) \quad (10)$$

kde: m_Z — střední hodnota energetické náročnosti při parametru procesu $x(t)$ měnícím se jako stochastická funkce času

Tímto způsobem jsou doplňkové náklady či energetická náročnost $m_{\Delta Z}$ způsobená odchylkou od optimální trajektorie procesu dány dvěma složkami:

$$m_{\Delta Z} = \Delta Z_{stf} + \Delta Z_{st} \quad (11)$$

$$\Delta Z_{stf} = \varphi(x_1) - \varphi(x_{opt})$$

kde: Δ_{stf} — doplňková energetická náročnost způsobená v důsledku odchylky procesu od optimální trajektorie x_{opt} na novou střední trajektorii x_1 , tj. náklady nebo energetická náročnost způsobené determinovanou chybou řízení

$$\Delta Z_{st} = 1/2 \frac{d^2\varphi(x_1)}{dx^2} D_x(t)$$

kde: Δ_{st} — střední doplňková energetická náročnost způsobená v důsledku stochastických odchylek parametru vzhledem ke středním hodnotám x_1 , tj. náklady způsobené stochastickou chybou v řízení

Nechť je střední hodnota parametru x proměnnou hodnotou ve funkci času; to znamená, že $x_1 = \varphi_1(t)$ je determinovaná funkce času, na kterou je superponován centrovaný proces; potom platí

$$x(t) = \varphi_1(t) + \Delta x_o(t)$$

V tomto případě je energetická náročnost v čase t stochastickou veličinou

$$Z(t) = \varphi [\varphi_1(t)] + \Delta Z(t)$$

První člen předchozího výrazu $\varphi [\varphi_1(t)] = Z_t$ je dán determinovanou složkou x a druhý člen $\Delta Z(t)$ je centrováná stochastická složka $\Delta x_o(t)$.

Střední energetická náročnost v analyzovaném intervalu je dána:

$$Z = 1/T \int_0^T \varphi [\varphi_1(t)] dt + 1/2 \frac{d^2 \varphi(x)}{dx^2} Dx(t)$$

kde: T — čas analyzovaného úseku

Přitom se předpokládá, že oblast změn x je natolik blízká bodu optima, aby bylo možné

1. pokládat veličinu $d^2 \varphi(x)/dx^2$ za konstantní při libovolné hodnotě parametru $x \in \langle 0 \div x \rangle$,

2. pokládat stochastické hodnoty okamžitých energetických náročností na dostatečně blízké.

Analyzujeme dále proces, ve kterém je energetická náročnost funkcí technologického parametru x a času t . Parametr x se mění jako stochastická veličina, která je stacionární vzhledem k centrované složce

$$x(t) = x_1(t) + \Delta x_o(t) \quad (12)$$

kde: $x_1(t)$ — střední hodnota ve funkci času

$\Delta x_o(t)$ stochastická hodnota změny parametru vzhledem ke střední hodnotě

Poněvadž v daném případě parametr x závisí na čase, je vhodné analyzovat střední hodnotu realizací procesu $\Delta x_o(t)$ nikoliv v závislosti na čase, ale množinou realizací. Potom pro libovolný čas t obdržíme okamžitou energetickou náročnost zprůměrovanou pomocí množiny realizací ve tvaru:

$$M Z(t) = \varphi [x_1(t), t] + 1/2 \frac{d^2 \varphi [x_1(t), t]}{dx^2} Dx \quad (13)$$

kde: D_x — konstantní disperze chyby

Je zřejmé, že $d^2 \varphi [x_1(t), t] / dx^2$ je determinovaná funkce času.

Zavedeme-li označení

$$\psi(t) = d^2 \varphi [x_1(t), t] / dx^2$$

potom střední hodnota energetické náročnosti v analyzovaném čase je dána ve tvaru

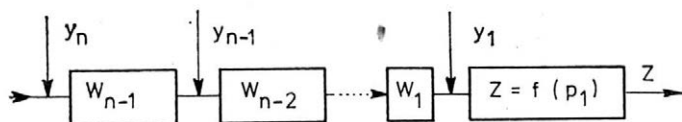
$$Z_T = 1/T \int_0^T \varphi [x_1(t), t] dt + \frac{D_x}{T} \int_0^T \psi(t) dt \quad (14)$$

Ve všech analyzovaných případech je závislost energetické náročnosti na technologickém parametru taková, že změny v čase $x(t)$ vyvolávají změnu energetické náročnosti a nedochází mezi nimi k časovému ani fázovému posunu. V těchto případech je přírůstek energetické náročnosti, způsobený stochastickou chybou v řízení, plně určen disperzní chybou. V obecném případě závisí střední hodnota přírůstku energetické náročnosti na disperzi této chyby, jak již bylo uvedeno, a na charakteru změn v čase, které jsou charakterizovány korelační funkcí.

V jednorozměrném procesu je možné určit parametr x_1 , který bezprostředně určuje střední hodnotu energetické náročnosti. Mezi hodnotou tohoto parametru a střední energetickou náročností se vytváří přímá funkční vazba.

V tomto případě nemá rychlost změny parametru v čase vliv na hodnotu střední energetické náročnosti nebo nákladů.

Při řízení pomocí tohoto parametru a určení přírůstku středních energetických náročností se nemusí se změnami chyby v čase počítat. Schematicky je řízení znázorněno na obr. 1.



1. Schéma řízení procesu — Scheme of the control of the process $y_1 (y_n) \dots$ symbolické znázornění řízení pomocí prvotního parametru $x_1 (x_n)$

Prvotní parametr může být vázán s jinými parametry celou řadou transformací popsaných přenosovými funkcemi $W_1 \dots W_{n-1}$ (obr. 1), přičemž řízení se může uskutečnit nikoliv pomocí parametru x_1 , nýbrž prostřednictvím druhých parametrů $x_2 \dots x_n$ (obr. 1 — pomocí $y_2 - y_n$).

Funkce $W_1 \dots W_{n-1}$ jsou přenosovými funkcemi lineárních prvků ZTS. V takovémto systému řízení ZTS jsou možné dva režimy práce:

- statický,
- dynamický.

Statický režim charakterizuje okamžité změny parametrů, poněvadž přenosové funkce všech prvků jsou charakterizovány konstantním přenosem. V tomto případě závisí přírůstek střední energetické náročnosti ZTS pouze na chybě řízení, nezávisle na tom, jakého kanálu je k řízení použito.

Pro výpočet statického režimu je třeba nalézt pouze závislost energetických náročností na odpovídajícím parametru x_k ve tvaru:

$$Z = \varphi [x_1 (x_k)]$$

kde: $x_1 (x_k)$ — závislost provozního parametru x_1 na parametru x_k , kterým je uskutečněno řízení ve statickém režimu

$$x_1 (x_k) = x_k (W_1, W_2 \dots W_{k-1}) |_{j\omega = 0} \quad (15)$$

V dynamickém režimu mezi prvotním parametrem x_1 a ostatními parametry nejsou vztahy dány konstantami, jako je to ve statickém režimu.

Z důvodů řešení závislosti v dynamickém režimu mezi x_1 a x_k je třeba vyjádřit závislost:

$$x(j\omega) = W_1(j\omega) W_2(j\omega) \dots x_k(j\omega) = W(j\omega) x_k(j\omega) \quad (16).$$

kde: $W(j\omega)$ — přenosová funkce všech článků určující transformaci parametru $x_k(t)$

V odlišnosti od statického režimu disperse D_{x1} nebude D_{xk} proporcionální — bude záviset na spektrální hustotě funkce $x_k(t)$ a přenosové funkci $W(j\omega)$. Z uvedeného je patrné, že v případě lineárního systému mohou být energetické či ekonomické ukazatele sledovány nezávisle na tom, jakým parametrem se uskutečňuje řízení procesu.

ZÁVĚR

Při ekonomickém nebo energetickém hodnocení práce ZTS, jehož pracovní režim je charakterizován časově proměnnými parametry, je výhodné zavést pojem okamžitých nákladů či ekonomické náročnosti jako funkce času.

Při stochastických změnách parametru v čase se mění okamžité náklady nebo energetická náročnost také jako stochastická veličina.

Energetické nebo ekonomické výsledky těchto procesů je nutné počítat za pomoci aparátu teorie náhodných funkcí. Rozdělením změn parametrů procesu ZTS na determinované stochastické složky dovoluje uskutečnit výpočet nákladů či energetické náročnosti na proces, při kterém se počítá s proměnným režimem práce zařízení ZTS v průběhu práce, a určit dodatkovou energetickou náročnost nebo dodatkové náklady způsobené chybami řízení.

Došlo dne 15. 10. 1979

JANEČEK, A. (Naучно-исследовательский и экспериментальный институт МТС и ПМ, Прага): Оптимальное регулирование одномерного процесса. *Zeměd. Techn.*, 27, 1981 (10): 583-590.

При экономической или энергетической оценке работы сельскохозяйственной технологической системы, рабочий режим которой характеризуется меняющимися во времени параметрами, выгодно внедрить понятие моментальных затрат или экономической требовательности как функции времени. При стохастических изменениях параметров во времени моментальные затраты меняются так же как стохастическая величина. Энергетические или экономические расчеты этих процессов производят при помощи аппарата теории случайных функций. Деление изменений параметров сельскохозяйственной технологической системы на детерминированные и стохастические элементы позволяет вычислить расходы или энергоемкость процесса при меняющемся режиме работы сельскохозяйственной технологической системы и определить дополнительную энергоемкость или дополнительные расходы, вызванные ошибками управления.

системотехника; управление одномерным процессом

JANEČEK, A. (Research and Development Institute of the Machine and Tractor Stations and Farm Machine Repair Shops, Praha): *Optimum Control of a Monodimensional Process*. *Zeměd. Techn.*, 27, 1981 (10): 583-590.

It is advantageous in the economic or energetic evaluation of the work of an agricultural technological system with a working régime characterized by parameters variable in time, to introduce the notion of momentary costs or economic requirement as a function of time. At stochastic changes of a parameter in time, the momentary costs or energy requirement also vary as a stochastic quantity. These processes should be calculated from the point of view of economy or energy, using the means available in the theory of random functions. The division of the changes in the parameters of an agricultural technological system into the determined and stochastic components enables the calculation of the costs or energy requirements for a process at a variable régime of work within an agricultural technological system, and determination of the additional energy requirements or additional costs ensuing from errors in management.

technological systems; control of monodimensional process

JANEČEK, A. (Forschungs- und Entwicklungsinstitut der Maschinen- und Traktorenstationen und Landmaschinenreparaturwerkstätten, Praha): *Optimale Regelung des Eindimensionsprozesses*. *Zeměd. Techn.*, 27, 1981 (10): 583-590.

Bei der ökonomischen oder energetischen Bewertung der Arbeit eines landwirtschaftlichen technologischen Systems, dessen Arbeitsregime durch zeitveränderliche Parameter gekennzeichnet wird, ist es vorteilhaft, als Zeitfunktion den Begriff von augenblicklichen Kosten oder ökonomischer Aufwendigkeit einzuführen. Bei stochastischen Zeitänderungen des Parameters ändern sich augenblickliche Kosten, bzw. die energetische Aufwendigkeit ebenfalls als eine stochastische Größe. Die energetische oder ökonomische Berechnung solcher Prozesse ist mit Hilfe des Apparates der Theorie von zufälligen Funktionen notwendig. Die Einteilung der Para-

meteränderungen des landwirtschaftlichen technologischen Systems auf determinierte und stochastische Komponenten gestattet, die Kosten oder die energetische Prozeßaufwendigkeit bei dem veränderlichen Arbeitsregime eines landwirtschaftlichen technologischen Systems zu berechnen und die durch Leitungsfehler verursachte Zusatzenergieaufwendigkeit oder Zusatzkosten festzulegen.

Systemtechnik; Leitung des Eindimensionsprozesses

Adresa autora:

Ing. Adolf Janeček, CSc., Výzkumný a vývojový ústav STS a OZS, Černokostelecká 114, 100 32 Praha 10 - Malešice

EXTRAPOLÁCIA TRENDU VYBAVENIA POĽNOHOSPODÁRSTVA SSR STROJOVOU TECHNIKOU

B. Studeník

STUDENÍK, B. (Výskumný ústav poľnohospodárskej techniky, Rovinka): *Extrapolácia trendu vybavenia poľnohospodárstva SSR strojovou technikou*. Zeměd. Techn., 27, 1981 (10) : 591-599.

Extrapolácia je jednou z metód interdisciplinárnej prognostiky. Dá sa využiť pri prognóze hlavných smerov rozvoja poľnohospodárskej strojovej techniky v rámci SSR na obdobie 10 až 15 rokov. Základom prognózy je stanovenie dynamiky parametrov mechanizačného prostriedku. Pri extrapolácii je nutné voliť systémový prístup, aby výsledky neviedli už v najbližších rokoch k extrémnym záverom.

interdisciplinárne metódy prognóz; extrapolácia trendu

Prognózam rozvoja národného hospodárstva sa u nás venuje zvýšená pozornosť hlavne v posledných desiatich rokoch. Prognostická činnosť si tak získava v národohospodárskej praxi opodstatnenosť a pevnú pozíciu. Významné miesto v celej prognostickej činnosti majú prognózy technického rozvoja. V poľnohospodárstve ide o stanovenie výhľadovej potreby strojovej techniky predovšetkým na úrovni republiky. Pri stanovení výhľadovej potreby strojov sa môže okrem iného využiť aj metóda extrapolácie trendu. V príspevku ukážeme, akým spôsobom možno stanoviť normatívy výhľadovej potreby strojovej techniky metódou extrapolácie trendu zaťaženia strojov výmerou pôdy a výmerou osevov.

METÓDY PROGNOZ

Súčasná veda využíva k prognózam vedeckotechnického rozvoja celý rad metód, z ktorých sú najvhodnejšie metódy interdisciplinárne [Gvišiani a Lisičkin, 1971]. Pre vypracovanie prognóz potreby poľnohospodárskej strojovej techniky sa môžu využiť:

- metódy založené na expertízach,
- interpolačná a extrapolačná metóda,
- metódy matematického modelovania,
- metódy založené na teórii pravdepodobnosti a na matematickej štatistike.

Metódy založené na expertízach sú vhodné pre vypracovanie dlhodobých prognóz. Sú náročné tak na prípravu podkladov, ako aj na okruh pracovníkov, zúčastňujúcich sa na vypracovaní prognózy. Tieto metódy

sa v poľnohospodárstve u nás aj v krajinách RVHP využívajú pri prácach na sústave strojov. Jednou z vhodných metód je metóda extrapolačná, ktorá je menej náročná. Jej použitie je však podmienené časovým radom údajov. Potrebná dĺžka časového radu závisí od dĺžky prognostického obdobia. Obvykle sa pri voľbe dĺžky časového radu využívajú dva prístupy (Šulc, 1970):

1. predpokladá sa, že trendy majú dlhodobú povahu,
2. vychádza sa z toho, že minulosť nie je smerodajná pre budúcnosť.

Údaje o potrebnej dĺžke časového radu sa podľa jednotlivých autorov líšia. Prvý z uvedených prístupov predpokladá, že prognostické obdobie nebude dlhšie ako časový rad údajov (Ayres, 1969). Lisičkin a Zarubin (1968) odporúčajú voliť iba tretinovú dĺžku prognostického obdobia z dĺžky časového radu údajov.

Poľnohospodárska strojová technika je pomerne mladým odvetvím, ktoré sa dynamicky rozvíja. Časové rady údajov o poľnohospodárskych strojoch sú kratšie. Voľba dĺžky časového radu závisí od:

- druhu normatívu,
- vývojovej etapy zavádzania mechanizačného prostriedku.

Z uvedeného vyplýva, že extrapolačná metóda vychádza z retrospektívnej analýzy prognózovanej veličiny. Využitie času ako „nezávisle premennej“ veličiny predstavuje zavedenie určitého vzťažného systému, ktorý slúži k interpretácii trendu. Pri extrapolácii vychádzame z predstavy, že vyhodnocovaný trend si svoj priebeh z minulosti zachová aj v budúcnosti. K výberu extrapoláčnej funkcie je nutné pristupovať veľmi citlivo. Znamená to, že ani vysoká hladina významnosti nemusí pri výbere aproximačnej funkcie vyhovovať. Je preto potrebné hľadať vzájomné väzby medzi strojmi a parametrami strojov, aby zvolená aproximačná funkcia nevedla už v najbližších rokoch k absurdným záverom. Bežne používané jednoduché prístupy je nutné nahradiť prístupom systémovým. Pri tomto prístupe sa neuspokojujeme iba s načítaním počtu strojov za čas, ale sledujeme hodnoty parametrov pri plnení tých funkcií, ktoré určujú vznik určitej triedy technického riešenia (Petráček, 1974). Pri prognóze poľnohospodárskej strojovej techniky je posilnením systémového prístupu pri premietaní vývojových trendov hľadanie vhodných parametrov strojov vo vzťahu k počtu strojov a k výmere pôdy a osevom. Funkcie stanovené pri regresnej analýze používame pre extrapoláciu na základe pravidiel logickej analýzy.

Metódy matematického modelovania sú v porovnaní s extrapoláciou časove náročnejšie a výsledky modelovania vyjadrujú presnejšie potrebu strojov. Pri modelovaní môžeme dostať aj ďalšie doplnkové ukazovatele, ktoré súvisia s navrhovaným vybavením. Výsledky modelovania však nemusia zodpovedať trendom stanoveným na základe extrapoláčnej metódy. Metódy modelovania majú široké uplatnenie, matematické modely vychádzajú z metódy lineárneho programovania, stochastickej simulácie a pod.

Štatistické metódy predpokladajú existenciu korelačného vzťahu medzi objektom prognózy a nezávisle premennými veličinami. Korelačná závislosť ukazuje hĺbku pôsobenia zmeny nezávisle premenných veličín na prognózovanú veličinu.

METODIKA

Pri extrapolácii trendu zafazenia strojov — parametrov strojov — sme vychádzali z časových radov údajov od roku 1965, resp. od roku evidencie mechanizačného prostriedku v štatistickom výkaze Zem S2-01. Zafazenie sme stanovili prepočtom výmery pôdy a osevných plôch v socialistickom sektore na celkový počet strojov a na celkovú hodnotu parametrov. Časové rady boli rozdelené do štyroch skupín:

- parametre mechanizačných prostriedkov,
- druhy mechanizačných prostriedkov,
- skupiny strojov,
- typy strojov.

Regresnú analýzu sme vykonali na číslicovom počítači a trend sme extrapolovali do roku 1990. Čas sme transformovali k prvému vstupnému roku časového radu.

VLASTNÁ PRÁCA

EXTRAPOLÁCIA TRENDU PARAMETRA

Ako parameter je volená fyzikálna veličina, ktorá presne charakterizuje daný mechanizačný prostriedok. Za parameter slúžil:

- konštrukčný záber stroja, počet sekcií,
- užitočné zafazenie stroja,
- inštalovaný výkon spaľovacích motorov,
- objem cisterny, korby.

Na dynamiku parametra pôsobia faktory:

1. vnútorné — majú prevažne technický charakter,
2. vonkajšie — vyplývajú z dynamiky odvetvia ako celku (zvyšovanie úrod, úžitkovosti, znižovanie počtu pracovníkov a pod.), prípadne majú mimoodvetvový charakter.

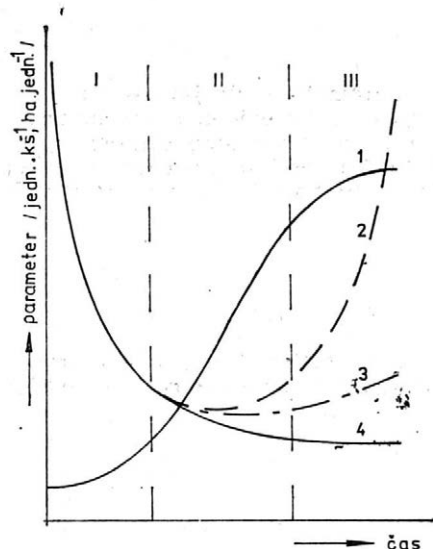
Absolútnu hodnotu parametra sme stanovili zo vzťahu:

$$p = \sum_{i=1}^n p_i \cdot n_i \quad (1)$$

Časová závislosť parametra v absolútnej hodnote môže viesť pri extrapolácii trendu k extrémnym hodnotám. Pre regresnú analýzu je nutné prepočítať hodnotu parametra na stroj, resp. výmeru pôdy a osevov na jednotku parametra.

Časovú zmenu parametra v prepočte na stroj popisuje obecné z hľadiska logiky procesu logistická krivka. Regresná analýza však ukázala, že táto krivka je pre popis zmeny parametra mechanizačných prostriedkov nevhodná. V niektorých prípadoch je možné využiť logistickú krivku pre stanovenie hranice saturácie trendu. Obecné je znázornený priebeh logistickej funkcie a jednotlivé vývojové etapy na obr. 1 (krivka 1). Vzhľadom na to, že priemerná hodnota parametra jednotlivých strojov je v rôznej vývojovej etape, môžeme nahradiť logistickú krivku:

- a) v intervale náběhu (I) a intenzívneho rozvoja (II) mocninou, exponenciálnou, polynomickou funkciou, priamkou;
- b) v intervale intenzívneho rozvoja a saturácie trendu (III) lo-



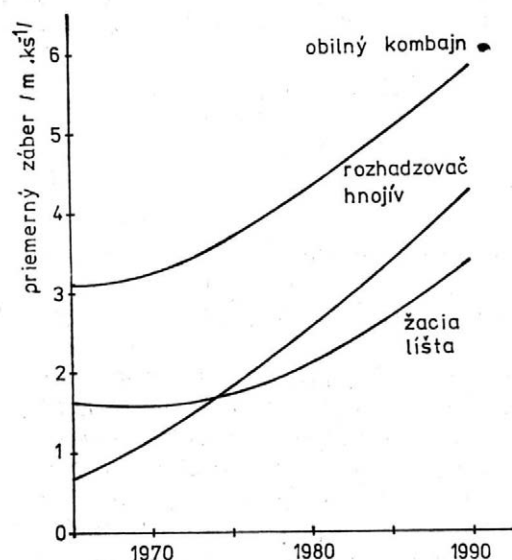
1. Obecný priebeh časovej zmeny parametra, zaťaženia parametra výmerou a ich vývojové fázy — The general course of the time change in the parameter, area load on the parameter, and their development stages

gisticou, modifikovanou funkciou, algebraickou iracionálnou, modifikovanou, exponenciálnou funkciou.

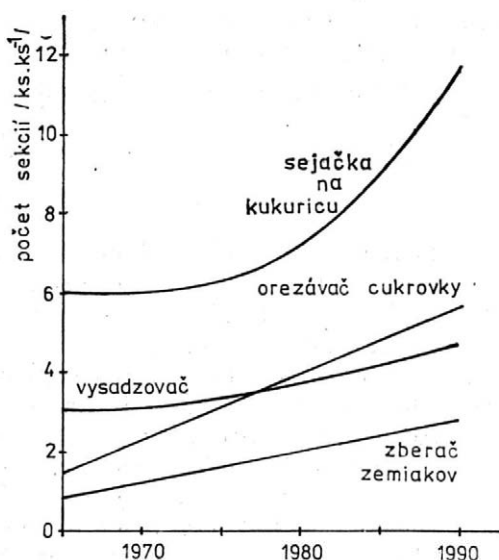
Analýza trendov priemernej hodnoty parametra ukázala, že väčšina mechanizačných prostriedkov je v etape intenzívneho rozvoja. Intenzívny rast charakterizovala rovnica paraboly. Závislosť zmeny užitočného zaťaženia rozhadzovačov priemyselných hnojív od času vyjadrovala na hladine významnosti $P > 0,99$ rovnica:

$$U_z = 0,589 + 0,0922 t + 0,019 t^2 \quad (2)$$

Časová závislosť priemernej hodnoty niektorých strojov je znázor-



2. Časová zmena priemernej hodnoty parametra vybraných strojov — The time change in the average value of the parameter of selected machines



3. Časová zmena priemerného počtu sekcií pri strojoch pre okopaniny — The time change in the average number of sections in machines for root crop cultivation

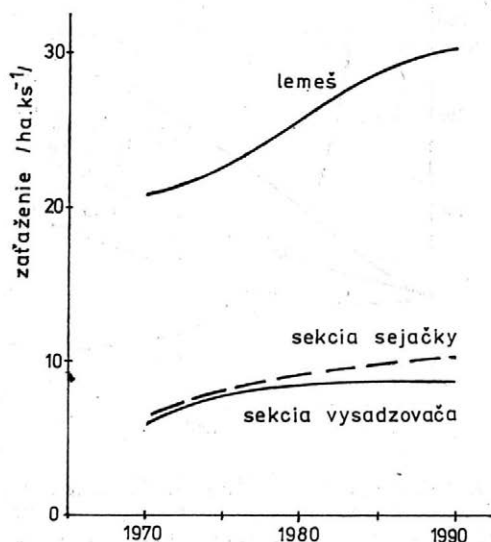
nená na obr. 2 a 3. Uvedené priebehy boli na hladine významnosti vyššej ako $P = 0,99$. Z toho vyplýva, že medzi priemernou hodnotou parametra a časom je vysoká korelačná závislosť. Nebezpečenstvo použitia funkcií bez „nasýtenia“ je v tom, že pri extrapolácii trendu na dlhšie časové obdobie vedú k extrémnym hodnotám. Je preto potrebné určiť medznú hodnotu, po ktorú má potom použitá funkcia platnosť.

Vplyv časovej zmeny výmery pôdy alebo plodiny na jednotku parametra je obecné znázornený na obr. 1. Regresná analýza časových radov ukázala, že zmenu výmery popisujú tri krivky, ktoré majú v I. etape rovnaký priebeh. Rozdielny je však priebeh v II. a III. etape časového vývoja parametra:

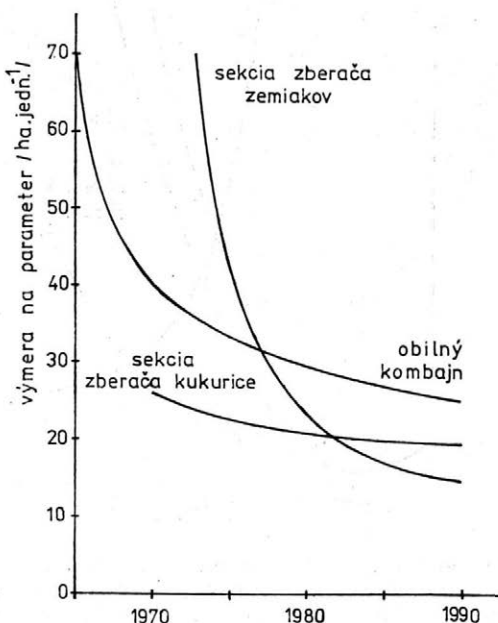
- a) po „nasýtení“ sa výmera na stroj — prudko zvyšuje (2),
— pozvoľna zvyšuje (3),
- b) výmera na stroj sa asymptoticky znižuje (4).

Prudké zvyšovanie výmery na jednotku parametra býva spojené s náhradou určitého mechanizačného prostriedku iným strojom, prípadne uplatnením nového princípu. Pozvoľné zvyšovanie výmery na jednotku parametra je typické pre zavedenie dokonalejšieho mechanizačného prostriedku. Časovú zmenu výmery na jednotku parametra vyjadrujú v tomto prípade krivky s horným „nasýtením“. Zmenu výmery zemiakov na sekciu vysadzovačov zemiakov na hladine významnosti $P > 0,99$ vyjadrovala S-krivka

$$V_{sek} = \frac{8,604}{1 + e^{(-0,179 - 0,323 t)}} \quad (3)$$



4. Zafazenie sekcie (lemeša) výmerou osevov (oranej pôdy) v závislosti od času — The area load (of arable land) upon section (share) in dependence on time



5. Zafazenie sekcie zberových strojov výmerou osevov v závislosti od času — The load of area on harvesting machine section in dependence on time

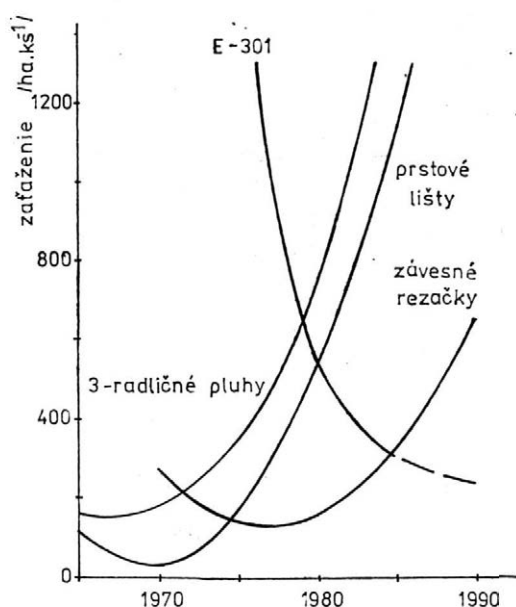
Časová závislosť zmeny výmery osevov na sekciu je znázornená na obr. 3. Priebeh výmery pôdy a osevov na jednotku parametra pri spodnom „nasýtení“ popisovala z hľadiska logiky procesu obecná hyperbola. Hodnota asymptoty bola prevažne nízka, preto je jej využitie pri extrapolácii obmedzené. Niektoré závislosti sú uvedené na obr. 4. Závislosť výmery obilnín na meter konštrukčného záberu obilného kombajnu charakterizovala v závislosti od času rovnica obcej hyperboly ($P > 0,99$):

$$V_{B_k} = \frac{71,17}{t^{0,321}} + 0,5 \quad (4)$$

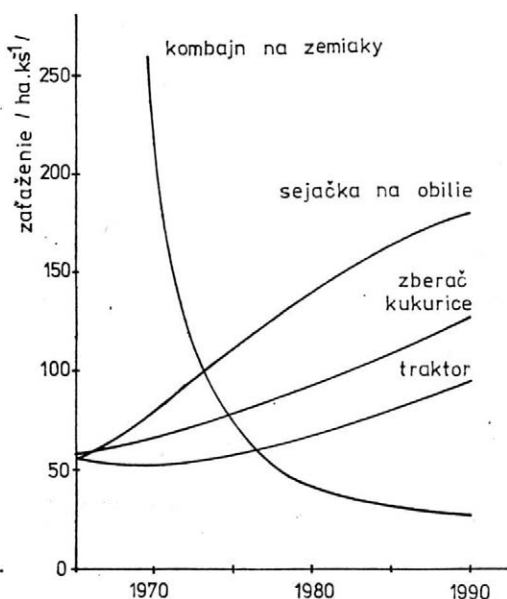
Uvedený priebeh závislosti je typický pre zberové stroje a súvisí so zvyšovaním hektárových úrod, resp. so skracovaním agrotechnických termínov. Znamená to, že ďalšie zlepšovanie parametrov zberových strojov bude kryté prírastkom úrody a skracovaním doby zberu. Na obr. 5 je zobrazené zaťaženie jednotky konštrukčného záberu kombajnů výmerou obilnín; výmera kukurice na zrno je prepočítaná na sekciu adaptérov a závesných zberačov.

EXTRAPOLÁCIA ZAŤAŽENIA TYPU STROJA A SKUPINY STROJOV

Skupina strojov je charakterizovaná konštantnou hodnotou parametra. Vzhľadom na to, že väčšina mechanizačných prostriedkov je



6. Časová zmena zaťaženia typu, skupiny mechanizačných prostriedkov výmerou — The time change in the area load on the type, group of machines



7. Zafaženie vybraných mechanizačných prostriedkov výmerou osevov (pre traktor výmerou hospodárskej pôdy) v závislosti od času — The load of area under crops (in the case of tractor the load of the area of agricultural land) upon farm machines in dependence on time

v etape intenzívneho rozvoja parametra, popisovala časovú závislosť výmery na skupinu mechanizačných prostriedkov polynomickeá funkcia 2. a 3. stupňa. Obdobný priebeh mal aj vplyv výmery na typ stroja. Polynomicke funkcie vyjadrovali uvedené závislosti na pomerne vysokej hladine významnosti. Ich priebeh popisoval spoľahlivo etapu zavádzania a dožívania stroja, nespoľahlivo však vyjadroval etapu „nasýtenia“ počtom strojov. Pre použitie polynomickej funkcie je nutné, aby bol časový rad údajov už v oblasti saturácie zaťaženia. Pokiaľ je typ stroja v etape zavádzania, nadobúda polynomickeá funkcia záporné hodnoty.

Na obr. 6 je znázornený vplyv výmery ornej pôdy na trojradlicový pluh a vplyv výmery lúk a viacročných krmovín na ornej pôde na žací riadkovač E-301. Pre extrapoláciu zaťaženia zavádzaného stroja E-301 sme museli využiť obecnú hyperbolu, ktorá spoľahlivo charakterizuje iba jeho nábeh. Extrapolácia zaťaženia typu stroja alebo skupiny strojov slúži pre stanovenie obdobia zavedenia nového typu, eventuálne skupiny.

EXTRAPOLÁCIA ZATAŽENIA MECHANIZAČNÉHO PROSTRIEDKU

Zaťaženie mechanizačného prostriedku výmerou pôdy, popr. výmerou oševov je hľadaným ukazovateľom pri prognóze. Obecne popisujú dynamiku zaťaženia mechanizačného prostriedku rovnaké krivky ako pri zaťažení parametra výmerou (obr. 1). Zaťaženie mechanizačného prostriedku výmerou je vlastne dané priemernou hodnotou parametra a zaťažením parametra výmerou. Pri väčšine mechanizačných prostriedkov sa zvyšuje priemerná hodnota parametra, čo ovplyvňuje aj zaťaženie stroja výmerou. Po spodnom „nasýtení“ sa výmera na mechanizačný prostriedok zvyšuje. Vzhľadom na to, že priemerná hodnota parametra má hornú hranicu, nemôže sa trvale zvyšovať ani výmera na mechanizačný prostriedok. Na obr. 7 je znázornené zaťaženie traktora výmerou poľnohospodárskej pôdy a niektorých ďalších strojov výmerou oševov. Priebeh s horným „nasýtením“ je demonštrovaný na sejačkách pre výsev obilia, pre ktoré platí vzťah:

$$V_{sej} = \frac{200}{1 + e^{(0,513 - 0,128 r)}} \quad (5)$$

Vzhľadom na to, že kombajny na zemiaky sú v etape zavádzania, je priebeh ich zaťaženia výmerou zemiakov charakterizovaný obecnou hyperbolou.

DISKUSIA

Analýza časovej závislosti priemernej hodnoty parametra závislosti výmery pôdy, plodiny na jednotku parametra ukazuje na ich bezprostrednú súvislosť. V prvej vývojovej etape dochádza k prudkému poklesu výmery pôdy, plodiny na jednotku parametra pri konštantnej priemernej hodnote parametra, alebo pri minimálnom raste. Druhá vývojová etapa je charakterizovaná prudkým zvyšovaním priemernej hodnoty parametra a saturáciou trendu výmery na jednotku parametra. V tretej fáze dochádza k „nasýteniu“ priemernej hodnoty parametra.

Extrapolácia ukazuje na výhľadové tendencie a trendy v zaťažení strojov alebo parametrov výmerou, ktoré vychádzajú z retrospektívnej analýzy. Znamená to, že rešpektujeme súčasnú úroveň vybavenia poľnohospodárstva strojovou technikou. Reálnosť extrapolácie je podmienená systémovým prístupom. Pre komplexnosť prognózy v odvetví poľnohospodárskej strojovej techniky je potrebné upraviť platný štatistický výkaz Zem S2-01 tak, aby bolo možné vyhodnocovať časovú zmenu zaťaženia parametra výmerou pôdy, osevov, resp. zmenu priemernej hodnoty parametra pri všetkých rozhodujúcich strojoch. Na základe uvedených trendov môžeme na vysokej hladine významnosti stanoviť výhľadovú výmeru pôdy a osevov na stroj.

ZÁVER

Analýza časových radov ukazuje na vysokú korelačnú závislosť výmery pôdy a osevov od parametra stroja, stroja o priemernej hodnote parametra od času ($P > 0,99$). Znamená to, že trendy v odvetví strojovej techniky majú trvalý charakter, a preto sa môžu využiť pri extrapolácii. Pri extrapolácii rešpektujeme súčasnú úroveň vybavenia poľnohospodárstva technikou, odpisovú životnosť strojov. V časových radoch je nutné vylúčiť krátkodobé cyklické kolísanie. Výsledky extrapolácie je nutné porovnávať napr. s výsledkami modelovania.

Použité skratky

- P — hodnota parametra mechanizačného prostriedku (m, t a pod.)
- n — počet strojov (ks)
- i — typ, druh mechanizačného prostriedku
- t — čas (rok)
- U_z — priemerná hodnota parametra rozhadzovača hnojív ($t \cdot ks^{-1}$)
- V_{sek} — výmera zemiakov na sekciu vysadzovačov ($ha \cdot ks^{-1}$)
- V_{B_k} — výmera zemiakov na parameter obilného kombajnu ($ha \cdot m^{-1}$)
- V_{sej} — výmera obilnín na sejačku ($ha \cdot ks^{-1}$)

Literatúra

- AYRES, R. U.: Technological forecasting and long range planning. New York, Mc Graw Hill 1967.
- GVIŠIANI, D. M. — LISIČKIN, V. A.: Prognostika. Praha, Stát. nakl. techn. lit. 1971.
- LISIČKIN, V. A. — ZARUBIN, G.: O teoretiko-informacionom podchode k prognozirovaniu. In: Symposium RVHP k problematike riadenia, plánovania a organizácii vedeckotechnických výskumov. Moskva, 1968.
- PETRÁŠEK, F.: K užití systémového přístupu při prognózování vědeckotechnického rozvoje. In: III. celoštátna konferencia o systémovom inžinierstve. Mariánské Lázně, 1974.
- SULC, O.: Metodologie prognóz vědeckotechnického rozvoje. Praha, ÚVTEI 1970.

Došlo dňa 13. 3. 1981

СТУДЕНИК, Б. (Научно-исследовательский институт сельскохозяйственной техники, Ровинка): Экстраполяция тренда оснащения сельского хозяйства ССР машинной техникой. Zeměd. Techn., 27, 1981 (10) : 591-599.

Экстраполяция — это один из методов междисциплинарной прогностики. Его можно использовать при прогнозе основных направлений развития сельскохозяйственной машинной техники в рамках ССР на период 10—15 лет. Основой прогноза является определение динамики параметра механизированного средства. Эти экстраполяции необходимо избирать с системным подходом, чтобы результаты в ближайшие годы не вели к экстремальным выводам.

интердисциплинарные методы прогнозов; экстраполяция тренда

STUDENÍK, B. (Research Institute of Agricultural Engineering, Rovinka): *The Extrapolation of the Trend of the Availability of Machines to Agriculture in the Slovak Socialist Republic*. Zeměd. Techn., 27, 1981 (10) : 591-599.

Extrapolation is a method of interdisciplinary prognostics. It can be used in forecasting the main trends of the development of farm machinery and agricultural engineering in Slovakia for a period of 10 to 15 years. The prognosis is based on the determination of the dynamics of the parameter "means of mechanization". System approach should be used for the extrapolation in order to avoid extreme conclusions from the results in the nearest years.

interdisciplinary methods of prognostication; extrapolation of trend

STUDENÍK, B. (Forschungsinstitut der Landtechnik, Rovinka): *Extrapolation des Ausstattungstrends der Landwirtschaft der SSR mit der Landtechnik*. Zeměd. Techn., 27, 1981 (10) : 591-599.

Die Extrapolation ist eine der Methoden der Interdisziplinärprognostik. Sie kann für die Prognose der Hauptentwicklungsrichtungen der Landtechnik im Rahmen der SSR für den Zeitraum von 10 bis 15 Jahren angewandt werden. Die Grundlage der Prognose ist die Festlegung der Parameterdynamik des Mechanisierungsmittels. Für die Extrapolation muß man ein systemgerechtes Herantreten wählen, damit die Ergebnisse bereits in den allernächsten Jahren nicht zu Extremfolgerungen führen.

Interdisziplinärmethoden der Prognosen; Extrapolation des Trends

Adresa autora:

Ing. Bohumil Studeník, Výskumný ústav poľnohospodárskej techniky, 900 42 Rovinka

Výběr z přírůstků

Ústřední zemědělské a lesnické knihovny

z úseku zemědělská technika

Uvedené publikace je možné si vypůjčit osobně nebo písemně v ÚZLK, výpůjční oddělení, 120 56 Praha 2, Slezská 7. Výpůjční doba: pondělí až pátek od 9 do 18 hodin. U každé žádané publikace uveďte signaturu.

D 70.644/3

Samen von Unkräutern und fremden Kulturpflanzen in Getreidesaatgutproben und Folgerungen zur Verbesserung der Reinheit von Getreidepartien.

München, Bayerische Land- f. Bodenkultur u. Pflanzenbau 1979. S. 544-561, tab. Sndr. aus Bayer. Landw. Jahrbuch 56. (Obilí — čistota — zkoušení — příměsi — stanovení — výzkum — NSR / Čističe obilí a čističe osiva — výzkum — NSR)

D 1.880/17

Insilamento dei foraggi: un mezzo efficace per il rilancio zootecnico.

Verona, Estratto da Informatore Agrario 1976. S. 23423-23434. obr. (Pícniny — sklizeň — mechanizace / Pícniny — silážování — mechanizace)

D 70.760/R/4

FERRI A 6 file. Macchine per la raccolta, gruppo 6.

Roma, UMA 1977. 8 s., obr., tab. Bollettino di prova 4/R. (Odlistování — cukrovka — mechanizace — A-6 — zkoušení — Itálie — zprávy)

B 1.878/7

Maschinen für die Rübenerte gezielt Einsetzen.

B. m. n. (1979). Nestr., 8 obr., 1 tab. Sonderdruck aus Landw. Wochenblatt, Folge 40/1978. (Cukrovka — sklizeň — mechanizace — nasazení)

E 42.008

Zusammenfassung der Ergebnisse einer statistischen Erhebung über Stand und Entwicklungstendenzen der maschinellen Zuckerrübenerte in der Bundesrepublik Deutschland.

Bonn, Inst. für Landtechnik 1972. 35 s., 16 tab. na příl. (Cukrovka — sklizeň — mechanizace — statistický výzkum — NSR)

J. Šesták, L. Škulavík, P. Sklenka

ŠESTÁK, J. — ŠKULAVÍK, L. — SKLENKA, P. (Vysoká škola poľnohospodárska, Nitra): *Statická stabilita samobybných zberacích vozov*. Zeměd. Techn., 27, 1981 (10): 601—612.

Spracovali sme matematický model stanovenia oblasti statickej stability pri rešpektovaní základných stavebných rozmerov samobybných vozov a polohy ich ťažísk. Tento model sme ďalej aplikovali na výpočet polárneho diagramu statickej stability pre dva typy samobybných samozberacích vozov.

samobybný voz; ťažisko; statická stabilita

Jedným z problémov pri navrhovaní samobybných samozberacích vozov pre prácu na svahoch je stabilita. Stabilita, tak statická, ako aj dynamická, je funkciou mnohých faktorov: sklonu svahu β , smeru pohybu vyjadreného uhlom α , kinematických veličín $\vec{v}$, $\vec{a}$, vlastnosťami terénu K , konštrukčných parametrov K_p a pod. Potom:

$$S = F(\alpha, \beta, K, K_p, \vec{v}, \vec{a}, \dots) \quad (1)$$

Moderný prístup k riešeniu mechanických pohybových sústav na základe predom stanovených vlastností vyžaduje poznať matematický model technickej sústavy s exaktným formulovaním požadovaných vlastností ako vstupných parametrov. Jedným z nich je aj statická stabilita. Táto vlastnosť patrí k významným faktorom pri návrhu a v konečnej fáze aj pre posúdenie vhodnosti mechanickej sústavy pre prácu na svahu.

V príspevku je riešený nekonvenčný spôsob teoretického stanovenia statickej stability samobybných samozberacích vozov SSV-4 a SSV-7 s priamym využitím polárneho diagramu. Analyticky a graficky stanovujeme funkčnú závislosť:

$$f(\alpha, \beta, K_p) = 0 \quad (2)$$

Problém dynamickej stability mechanizmov riešil Daskalov (1971), ktorý vychádza z predpokladu nahradiť mechanizmus tuhým telesom. Podmienku stability pre zvolenú os prevrátenia vyjadruje v analytickom tvare:

$$Ax + By + C + D \sqrt{1 + x^2 + y^2} \geq 0 \quad (3)$$

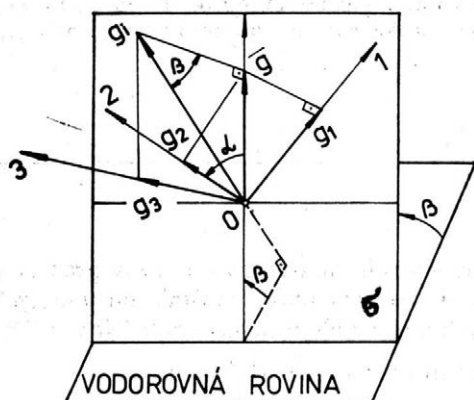
Štengler (1974) definuje na základe vykonaných experimentov dynamickú stabilitu ako 50 % hodnoty hraničnej statickej stability. Iliev a Dimitrov (1974) sledujú vzťah stability traktora k reliéfu terénu. Všeobecne prijímajú pre dynamickú sústavu hodnotu 0,3 až 0,5 maximálnej statickej stability. Takýmto spôsobom zostáva rezerva 50 až 70 % statickej stability na vplyv terénu a pohyb sústavy.

Problematicu kritéria použiteľnosti výsledkov statickej stability vzhľadom na pôdne neregularity riešia Spencer a Gilfillan (1970). Bezpečnosť sústavy proti prevráteniu definujú faktorom, ktorým korigujú maximálnu hodnotu statickej stability, pričom tento faktor má stochastický charakter. Na základe experimentálnych skúšok overujú platnosť predpokladov, z ktorých vychádzajú pri stanovení bezpečnostného kritéria.

Uvedené výsledky jednotlivých autorov ukazujú, že pri konštrukčnom návrhu mechanickej sústavy môžeme vychádzať zo statickej stability, keď použijeme bezpečnostný súčiniteľ, ktorý zohľadňuje účinok kontaktnej plochy a dynamický stav sústavy.

TEORETICKÝ ROZBOR

ZÁKLADNÉ VZŤAHY



1. Skalárne zložky vektora tiaže — The scalar components of gravity vector

Polohu vozidla, ktoré považujeme za dokonalé tuhé teleso, určujeme pri jeho pohybe po naklonenej rovine (σ) súradnicovou sústavou 0, 1, 2, 3 (obr. 1). Pričom: $(1, 2) \in \sigma$; $3 \perp \sigma$; $\alpha = \angle p$, 2 je kurz vozidla.

Za predpokladu, že

$$\vec{g}_i \cdot \vec{g}_i = 1 \quad (4)$$

platí pre zložky jednotkového vektora tiaže transformačná matica:

$$\vec{g}_i = \begin{pmatrix} \sin \alpha \sin \beta \\ \cos \alpha \sin \beta \\ \cos \beta \end{pmatrix} \quad (5)$$

Predpokladané inverzné vzťahy sú:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{g_1}{g_2} \quad (6)$$

$$\operatorname{tg} \beta \cdot \sin \alpha = \frac{g_1}{g_3} \quad (7)$$

$$\operatorname{tg} \beta \cdot \cos \alpha = \frac{g_2}{g_3} \quad (8)$$

tiež:

$$\alpha = \operatorname{arctg} \frac{g_1}{g_2} \quad (9)$$

$$\operatorname{tg} \beta = \sqrt{\left(\frac{g_1}{g_3}\right)^2 + \left(\frac{g_2}{g_3}\right)^2} \quad (10)$$

keď:

$$0^\circ \leq \alpha < 360^\circ$$

$$0^\circ \leq \beta < 90^\circ$$

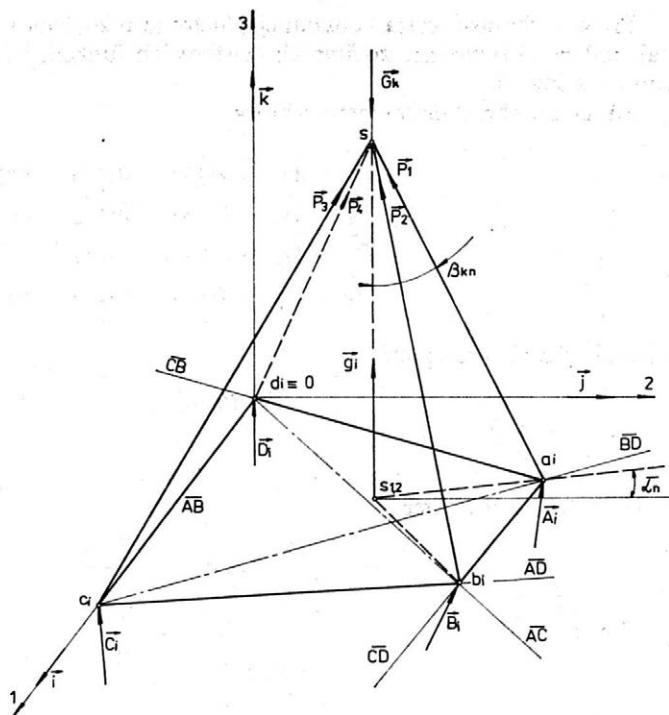
Tiaž vozidla:

$$\vec{G}_i = -G \cdot \vec{g}_i \quad (11)$$

DEFINÍCIA HRANÍC PREKLÁPANIA

Keď sa štvorkolesové dokonale tuhé vozidlo (teleso) dotýka podložky v bodoch a_i, b_i, c_i, d_i (obr. 2), jeho ťažisko je v bode s a reakcie podložky sú v rovnováhe s jeho tiažou, definujeme hranice preklápania polohou tiažového vektora v jednej zo štyroch bočných rovín ihlanu vytvoreného vrcholom v ťažisku s a stranami v dotykových bodoch kolies. Vozidlo sa potom môže preklápať okolo štyroch vonkajších osí preklápania určených bodmi dotyku s podložkou a dvoch vnútorných (diagonálnych) osí preklápania (Reichmann, 1972). Pri prechode z jednej na druhú vonkajšiu os preklápania sa vozidlo preklápa okolo jedného dotykového bodu, ktorý definuje hraničný uhol kurzu α_n , ako aj hraničný uhol svahu β_n .

2. Určenie hraníc preklápania — Determination of the limits of tilting



Hraničný uhol kurzu α_n rozdelí diagram stability na štyri oblasti. Oblasti $\overline{AB}$ zodpovedá stav, keď reakcie podložky v bodoch a_i , ($\vec{A}_i$) a b_i ($\vec{B}_i$) sú nulové. Analogicky definujeme oblasti preklápania $\overline{BC}$, $\overline{CD}$, $\overline{DA}$, $\overline{AC}$, $\overline{BD}$. Ak vektory dotykových bodov, ako aj ťažiská sú:

$$\begin{aligned} \vec{a}_i &\equiv \{a_1, a_2, a_3\} & \vec{c}_i &\equiv \{c_1, c_2, c_3\} & \vec{s}_i &\equiv \{s_1, s_2, s_3\} \\ \vec{b}_i &\equiv \{b_1, b_2, b_3\} & \vec{d}_i &\equiv \{d_1, d_2, d_3\} \end{aligned} \quad (12)$$

je hraničný kurzový uhol preklápania:

$$\overline{\alpha_n} = \arctg \frac{s_1 - n_1}{s_2 - n_2} \quad (13)$$

kde: $n = a, b, c, d$

Pre skutočný uhol hraničného kurzu α_n a pre inverznú funkciu podľa rovnice (13) zohľadníme reálne hodnoty čitateľa i menovateľa.

Uhol svahu príslušný hraničnému uhlu kurzu (pre jednotlivé oblasti preklápania) určíme rovnicou:

$$\operatorname{tg} \beta_n = \frac{\sqrt{(s_1 - n_1)^2 + (s_2 - n_2)^2}}{s_3 - n_3} \quad (14)$$

kde: $n = a, b, c, d$

Vzťah medzi uhlom kurzu (smeru pohybu vozidla) a uhlom svahu stanovíme analyticky funkciou:

$$\operatorname{tg} \beta_k = f(\alpha) \quad (15)$$

Pretože okrajová čiara kontaktnej plochy je rozdelená na štyri oblasti preklápania, je aj funkcia (15) zložená zo štyroch čiastkových funkcií, kde každá platí len pre svoju zónu preklápania.

Ak podľa obr. 2 definujeme vektory

$$\begin{aligned} \vec{P}_1 &\equiv \{s_1 - a_1; s_2 - a_2; s_3 - a_3\} \\ \vec{P}_2 &\equiv \{s_1 - b_1; s_2 - b_2; s_3 - b_3\} \\ \vec{P}_3 &\equiv \{s_1 - c_1; s_2 - c_2; s_3 - c_3\} \\ \vec{P}_4 &\equiv \{s_1 - d_1; s_2 - d_2; s_3 - d_3\} \end{aligned} \quad (16)$$

na hranici preklápania platí

$$(\vec{P}_i \times \vec{P}_{i+m}) \cdot \vec{g}_i = 0 \quad (17)$$

keď: $i = 1, 2, 3, 4$
 $m = 1, 2, 3$

Vektor $\vec{g}_i$ leží v intervale

$$\frac{\vec{P}_i}{|\vec{P}_i|} \leftarrow \vec{g}_i \rightarrow \frac{\vec{P}_{i+m}}{|\vec{P}_{i+m}|} \quad (18)$$

Po zavedení

$$\vec{P}_i \times \vec{P}_{i+m} = \vec{K}^N \quad (19)$$

pre jednotlivé oblasti preklápania platí rovnica:

$$\vec{K}^N \cdot \vec{g}^N = 0 \quad (20)$$

kde: $N = \overline{AB}, \overline{BC}, \overline{CD}, \overline{DA}, \overline{AC}, \overline{BD}$

V skalárnom tvare

$$K_1^N \cdot g_1^N + K_2^N \cdot g_2^N + K_3^N \cdot g_3^N = 0 \quad (21)$$

Po dosadení za zložky vektora tiaže z transformačnej matice (5) dostaneme:

$$K_1^N \sin \alpha \sin \beta_k^N + K_2^N \cos \alpha \sin \beta_k^N + K_3^N \cos \beta_k^N = 0 \quad (22)$$

Nakoniec hľadaná funkcia (15) má tvar:

$$\operatorname{tg} \beta_k^N = \frac{-K_3^N}{K_1^N \sin \alpha + K_2^N \cos \alpha} \quad (23)$$

kde: $N = \overline{AB}, \overline{BC}, \overline{CD}, \overline{DA}, \overline{AC}, \overline{BD}$

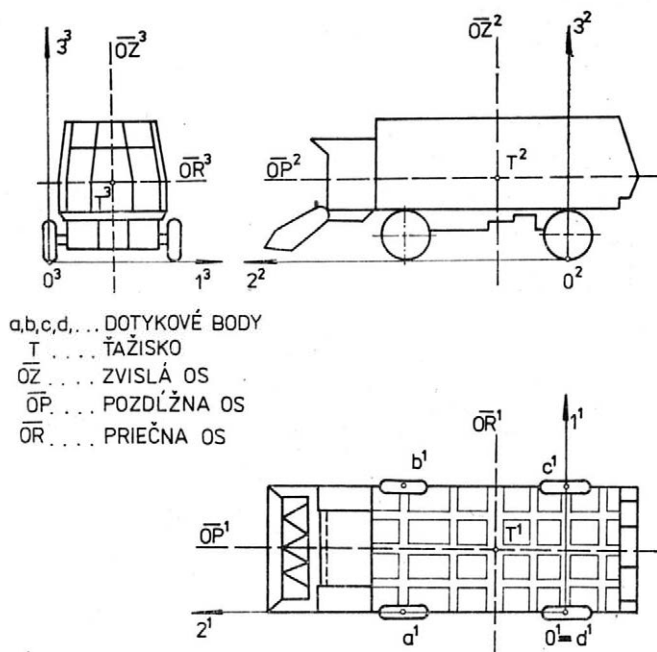
Maximálne hodnoty svahu sú na hraniciach oblastí preklápania. Minimálna hodnota svahu patrí tomu smerovému uhlu, pri ktorom je spádnicu kolmá na os preklápania. Uhol kurzu pre minimálny uhol svahu potom dostaneme extremizáciou funkcie (23). Nakoniec bude:

$$\alpha_m^{-N} = \arctg \frac{K_1^N}{K_2^N} \quad (24)$$

Skutočnú hodnotu uhla kurzu dostaneme potom rešpektovaním reálnych hodnôt zlomku v rovnici (24).

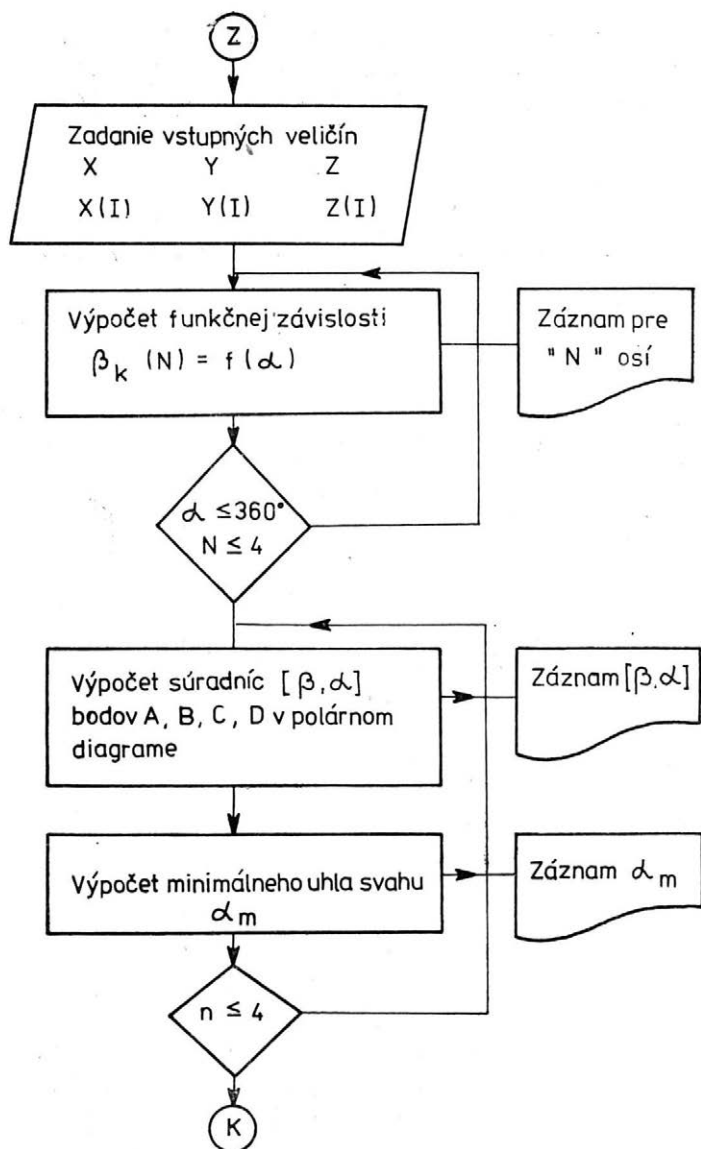
Po súbežných úpravách rovnice (23) dostaneme najmenší uhol svahu, ktorý zodpovedá uhlu kurzu z rovnice (24) v tvare:

$$\operatorname{tg} \beta_k^N = \frac{-K_3^N}{\sqrt{(K_1^N)^2 + (K_2^N)^2}} \quad (25)$$



3. Orientácia vozidla —
Orientation of the vehicle

1. Štandardným postupom boli stanovené konštrukčné parametre samohybného voza ako rozchod prednej a zadnej nápravy a rázvor.
2. Výpočtové parametre boli určované v súradnicovej sústave podľa obr. 2 a 3.
3. Pre projektový návrh SSV-4 boli súradnice ťažiska definované na základe hmotnosti agregátov a ich polohy výpočtom. Bol vypracovaný algoritmus riešenia a naprogramovaný na počítač WANG 2200 vo VÚPT Rovinka (Šesták a i., 1976). Ťažisko samohybného samozberacieho voza SSV-7 bolo určené experimentálne (Ramacsay a i., 1980).
4. Na základe vonkajších technických parametrov a polohy ťažiska pre rôzne zaťaženia bol spracovaný tento algoritmus riešenia statickej stability (obr. 4).

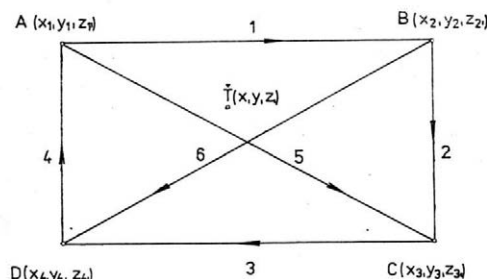


4. Bloková schéma riešenia statickej stability — Block diagram of statical stability

Pre zjednodušenie výpočtu bol urobený diagram cyklickej nadväznosti osí preklápania (obr. 5), kde A, B, C, D sú body polárneho diagramu v priesečníku čiar definovaných rovnicou

$$\begin{aligned}\beta(N) &= f(\alpha) \\ N &= 1, 2, 3, 4 \\ \alpha &= 0^\circ - 360^\circ\end{aligned}\quad (26)$$

pričom $A \in (4,1), B \in (1,2), C \in (2,3), D \in (3,4)$



5. Diagram nadväznosti osí preklápania
— Diagram of the continuity of tilting axis

VÝSLEDKY A VYHODNOTENIE

Uvedeným metodickým postupom bola stanovená statická stabilita pre dva typy samohybných samozberacích vozov SSV-4 a SSV-7 (tab. I).

I. Základné funkčné rozmery samohybných zberacích vozov — The basic functional dimensions of self-propelled self-loading trucks

Názov	Rozmer	SSV-4	SSV-7
Rázvor kolies	[mm]	3970	4300
Rozchod kolies vpredu/vzadu	[mm]	2150	2080/2000
Maximálna dĺžka voza	[mm]	8650	9500
Maximálna šírka voza	[mm]	2500	2500
Maximálna výška voza	[mm]	3400	3950
Počet náprav	[ks]	2	2
Celková hmotnosť voza	[kg]	8380	9400
Užitočné zaťaženie	[kg]	4000	7000
Svetlosť	[mm]	400	180

POLOHA ŤAŽISKA

Pre SSV-4 sú súradnice ťažiska zodpovedajúce konštrukčným rozmerom rázvoru a rozchodu, ako aj užitočného zaťaženia uvedené v tab. II. Pre rovnocenné technické a exploatačné podmienky je poloha ťažiska SSV-7 definovaná v tab. III (Ramacsay a i., 1980).

II. Súradnice ťažiska pre SSV-4 — Co-ordinates of the gravity centre for the SSV-4 self-loading truck

Rázvor	Rozchod	Užitočné zataženie	Súradnice ťažiska		
			X	Y	Z
[m]	[m]	[kg]	[m]	[m]	[m]
2,150	3,970	0,0	1,075	1,7865	9,88
2,150	3,970	800,0	1,075	1,7865	10,81
2,150	3,970	1600,0	1,075	1,7865	12,00
2,150	3,970	4000,0	1,075	1,7865	16,38

III. Súradnice ťažiska pre SSV-7 — Co-ordinates of the gravity centre for the SSV-7 self-loading truck

Rázvor	Rozchod	Užitočné zataženie	Súradnice ťažiska		
			X	Y	Z
[m]	[m]	[%]	[m]	[m]	[m]
4,300	2,050	0,0	1,025	2,540	0,850
4,300	2,050	25,0	1,025	2,850	1,113
4,300	2,050	50,0	1,025	2,820	1,320
4,300	2,050	75,0	1,025	2,590	1,460
4,300	2,050	100,0	1,025	2,230	1,600

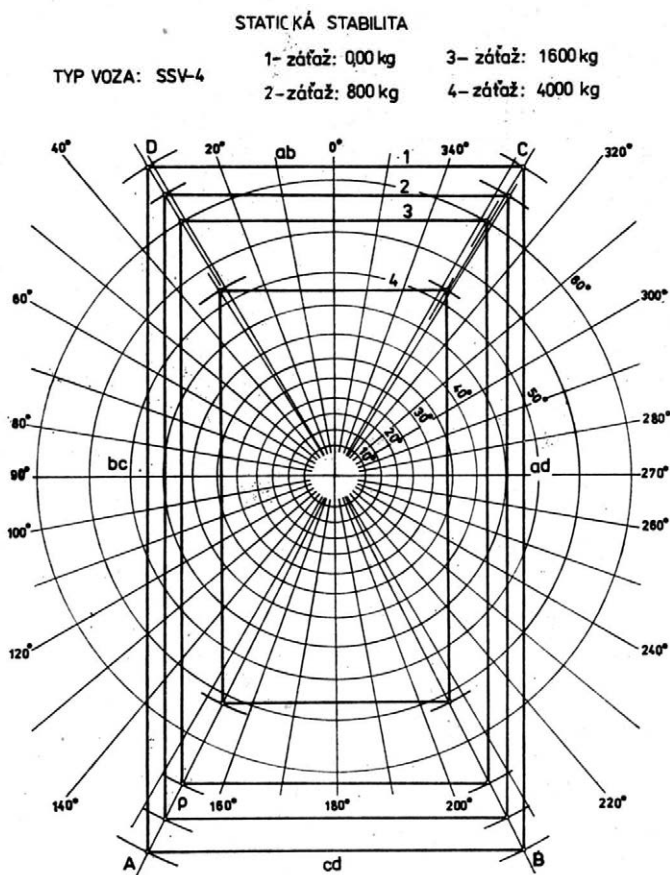
IV. Vstupné hodnoty do počítača pre SSV-4 — The computer input values for the SSV-4 self-loading truck

Body	I	Súradnice		
		X (I)	Y (I)	Z (I)
A (I)	1	0,025	4,30	0,00
B (I)	2	2,025	4,30	0,00
C (I)	3	2,050	0,00	0,00
D (I)	4	0,000	0,00	0,00

Na základe vonkajších definičných rozmerov samohybných vozov a polôh ich ťažísk pri rôznych zatažovacích stavoch, rešpektovaním polohy vzťažnej súradnicovej sústavy pre polárny diagram sú vstupné hodnoty do počítača pre dotykové body (obr. 3) uvedené v tab. IV a V. Súradnice ťažiska pre jednotlivé zataženia sú už uvedené v tab. II a III.

V. Vstupné hodnoty do počítača pre SSV-7 — The computer input values for the SSV-7 self-loading truck

Body	I	Súradnice		
		X (I)	Y (I)	Z (I)
A (I)	1	0,00	3,97	0,00
B (I)	2	2,15	3,97	0,00
C (I)	3	2,15	0,00	0,00
D (I)	4	0,00	0,00	0,00



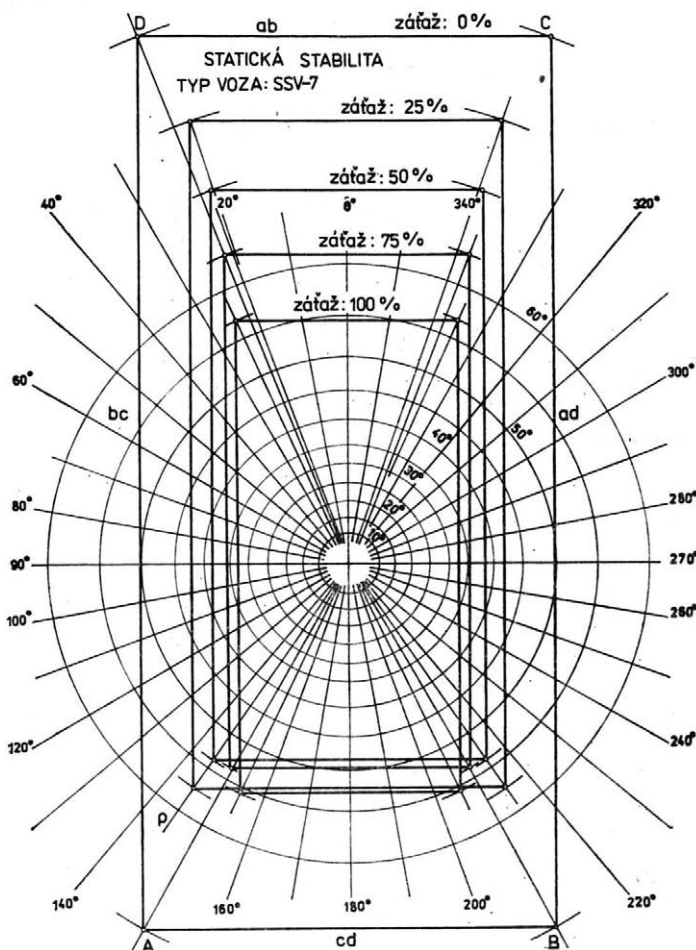
6. Diagram hraníc statickej stability samohybného voza SSV-4 — Diagram of the static stability limits of the SSV-4 self-propelled truck

Oblasť statickej stability je definovaná určenými hranicami tak, ako je to uvedené v teoretickom rozbere. Vypočítaný a zostrojený polárny diagram statickej stability pre voz SSV-4 je na obr. 6.

Z tohoto diagramu zistíme, že v intervale smerového uhla $153,79^\circ$ až $206,20^\circ$ a $328,95^\circ$ až $31,04^\circ$ klesla maximálna hodnota uhla „pozdlžnej stability“ z hodnoty $67,9^\circ$ na hodnotu $56,0^\circ$ a „pričná stabilita“ pre intervaly smerového uhla $31,04^\circ$ až $153,79^\circ$ a $206,20^\circ$ až $328,95^\circ$ klesla z hodnoty uhla svahu 47° na 34° . Minimálna hodnota „pozdlžnej stability“ klesla na rovnocenný interval zaťaženia z hodnoty $64,46^\circ$ na $51,84^\circ$.

Výsledný diagram statickej stability pre SSV-7, zostavený alternovaním všetkých hodnôt zaťaženia, je na obr. 7. Z obrázku vidíme, že pre intervaly smerového uhla určené v polárnom diagrame bodmi A, B a C, D klesla maximálna hodnota „pozdlžnej stability“ zo $72,75^\circ$ na $56,89^\circ$ a minimálna hodnota z $67,22^\circ$ na $55,16^\circ$. „Pričná stabilita“ pre intervaly určené polohou bodov A, D a B, C klesla priemerne z 50° uhla svahu na 32° .

Porovnaním obidvoch typov samohybných vozov vidíme, že typ SSV-7 má vzhľadom na svoje konštrukčné parametre vyššiu hodnotu pozdlžnej stability pri jazde po spádnicí nahor než SSV-4.



7. Diagram hraníc statickej stability samohybného voza SSV-7 — Diagram of the static stability limits of the SSV-7 self-propelled truck

Na základe technických parametrov samohybných vozov SSV-4 a SSV-7, ako aj definovanej polohy ich ťažísk sme spracovali po teoretickom rozbere matematický model pre určenie diagramu východiskovej statickej stability. Ďalej sme uskutočnili algoritmi-záciu úlohy a vypracovali vývojový diagram s programom pre počítač WANG 2200. Z definovaných vstupných hodnôt boli spracované účelové diagramy statickej stability.

Predložené riešenia polárneho diagramu statickej stability sú prakticky aplikovateľné ako podklady na stanovenie východiskovej statickej stability ľubovoľnej konštrukčnej modifikácie. Diagramy stability umožňujú tak konštruktérovi, ako aj spotrebiteľovi efektívne posúdiť správanie sa samohybného voza pri práci na svahu v obecnom smere pohybu.

Použité označenia

$[a] = ^\circ$	uhol svahu
$[\beta] = ^\circ$	smerový uhol
$[v] = m \cdot s^{-1}$	rýchlosť
$[a] = m \cdot s^{-2}$	zrýchlenie
K	faktory podložky
K_p	parametre konštrukcie
S	symbol stability
A, B, C, D	konštanty rovnice
x, y, z	kartézské súradnice
$[G] = N$	ťaž
$[g] = m \cdot s^{-2}$	ťažové zrýchlenie

Literatúra

- DASKALOV, A.: Vrchu dinamičnata ustojčivosť traktorite crešču prekaturvane. Sel.-stopan. Techn., VIII, 1971, č. 5, s. 3-15.
- ILIEV, B. — DIMITROV, J.: O meroprijatiach po racionalnou i bezopasnou rabote traktorov na sklonach. Sel.-stopan. Techn., XI, 1974, č. 7.
- SPENSER, H. B. — GILFILLAN, G.: An approach to the assessment of tractor stability on rough sloping ground. J. agric. Engng Res., 21, 1976, s. 169-176.
- ŠTENGLER, K. CH.: Opredelenie statičeskogo predela ustojčivosti k oprokidyvaniju sel'skochozajstvennyh tehničeskich rabočich sredstv. Sel.-stopan. Techn., XI, 1974, č. 7.
- ŠESTÁK, J. a kol.: Funkčný návrh samozberacieho voza pre svahy. [Čiastková správa výskumnej úlohy.] Nitra, Vysoká škola poľnohospodárska 1976.
- RAMACSAJ, J. a kol.: Technicko-kinematické podmienky samohybného samozberacieho voza. [Čiastková správa výskumnej úlohy.] Rovinka, Výsk. ústav poľnohosp. techniky 1980.
- REICHMANN, E.: Hangstabilität landwirtschaftlicher Fahrzeuge. Forschungsberichte der Bundesversuchs- und Prüfungsanstalt der Maschinen und Geräte, Wieselburg 1972.

Došlo dňa 28. 4. 1981

ШЕСТАК, Й. — ШКУЛАВИК, Л. — СКЛЕНКА, П. (Сельскохозяйственный институт, Нитра): Статическая устойчивость самоходных подборщиков. Земѣд. Techn., 27, 1981 (10) : 601-612.

Была разработана математическая модель определения области статической устойчивости при соблюдении основных машиностроительных размеров самоходных подборщиков и положения их центра тяжести. Эта модель применялась для вычисления полярной диаграммы статической устойчивости для двух типов самоходных подборщиков.

самоходный подборщик; центр тяжести; статическая устойчивость

ŠESTÁK, J. — ŠKULAVÍK, L. — SKLENKA, P. (University of Agriculture, Nitra): *The Statical Stability of Self-Propelled Self-Loading Trucks*. Zeměd. Techn., 27, 1981 (10) : 601-612.

A mathematical model was worked out for the determination of the range of statical stability with respect to all the basic design parameters of self-propelled vehicles and to the position of their gravity centres. This model was also applied to the calculation of the polar diagram of statical stability for two types of self-propelled self-loading trucks.

self-propelled truck; gravity centre; statical stability

ŠESTÁK, J. — ŠKULAVÍK, L. — SKLENKA, P. (Landwirtschaftliche Universität, Nitra): *Statische Stabilität der selbstfahrenden Ladewagen*. Zeměd. Techn., 27, 1981 (10) : 601-612.

Man hat das mathematische Modell der Festlegung des Gebietes statischer Stabilität unter Berücksichtigung der grundlegenden Bauabmessungen von selbstfahrenden Ladewagen und deren Schwerpunktlagen bearbeitet. Dieses Modell wurde ferner auf die Berechnung eines Polardiagrammes der statischen Stabilität für zwei Typen der selbstfahrenden Ladewagen angewandt.

selbstfahrende Wagen; Schwerpunkt; statische Stabilität

Adresa autorov:

Doc. ing. Jozef Šesták, CSc., Ladislav Škulavík, prom. ped., CSc., ing. Peter Sklenka, CSc., Vysoká škola poľnohospodárska, ul. plk. Gagua 10, 949 01 Nitra

SIMULACE VÝROBY, KONZERVACE A SPOTŘEBY PÍCNIN V PODNIKU

Š. Chochol, K. Prokop, L. Zachariáš, M. Malík, E. Kindler

CHOCHOL, Š. — PROKOP, K. — ZACHARIÁŠ, L. — MALÍK, M. — KINDLER, E. (Výzkumný ústav zemědělské techniky, Praha - Řepy; Vysoká škola zemědělská, Praha; Matematicko-fyzikální fakulta UK, Praha): *Simulace výroby, konzervace a spotřeby píce v podniku*. Zeměd. Techn., 27, 1981 (10) : 613-622.

V článku je popsán simulační model toku píce v zemědělském podniku. Model je použit pro diskretní stochastickou simulaci na číslicovém počítači; má podobu programu v jazyce SIMULA 67. Pomocí modelu lze předvídat stav modelovaného systému v každém dni libovolně dlouhého období za zvolených podmínek, např. při jistém počtu dobytčích jednotek. Stavem systému v libovolném dni se rozumí např. množství sklizené píce, krmná dávka, chybějící (nakoupené) množství píce, informace o činnosti horkovzdušné sušárny, druh a zralost píce na jednotlivých typech pozemků, zásoba úsušků, senáže a siláže, celkové chybějící (nakoupené) množství píce od začátku simulovaného období, event. stav sklizně na jednotlivých typech pozemků, atd. Z primárních výsledků lze vypočítat např. přímé náklady, výnosy, zisk aj. Model byl využit v ČSSS Chotěboř k optimalizaci parametrů lučně-pastevního komplexu pro chov jalovic.

diskretní systém; číslicový počítač; stochastický model; programovací jazyk třetí generace; optimalizace; tok píce; prognóza

Při projektování výrobních systémů se v některých oblastech národního hospodářství začíná používat matematických modelů. Pomocí modelů se hledá taková varianta uspořádání systému, která se z různých hledisek jeví jako nejlepší.

V našem případě byl matematický model použit pro vypracování projektu lučně-pastevního komplexu pro chov jalovic. Součástí projektu byl návrh optimálního využití půdního fondu v oblasti s velkou členitostí a svaživostí pozemků s ohledem jednak na hektarové výnosy jednotlivých plodin, jednak na stavy a užitkovost zvířat.

METODA

MODELOVANÝ SYSTÉM

Komponenty systému jsou: pozemky, konzervační objekty, sklizňové linky, dobytek.

Pozemky se dělí do čtyř kategorií: intenzivní, polointenzivní, extenzivní, pastviny.

Na intenzivních a polointenzivních pozemcích probíhá periodicky obnova, tj. například každý čtvrtý rok se místo příslušné plodiny pěstuje oves na siláž.

Na intenzivních pozemcích jsou tři sklizně píce v roce, na polointenzivních dvě až tři a na extenzivních dvě sklizně v roce.

Je-li v okamžiku, kdy plodina dozraje, na pozemku k dispozici sklízecí linka, zahájí se sklizeň; jinak pozemek čeká na uvolnění linky.

Čeká-li v okamžiku uvolnění linky (tj. dokončení sklizně jiného pozemku) několik pozemků s dozrálou plodinou, pak bude sklizen ten, který čeká nejdéle.

Množství krmiva sklizeného linkou za den se dodá buď do sušárny (pokud je sušárna v provozu a pokud je sklizené množství menší než denní výkonnost sušárny), nebo do senáže (pokud se vejde do omezené kapacity senáže), nebo do siláže.

Oves se dodává jen do siláže.

Krmná dávka je složena z úsušků, senáže, siláže a pastvy; v zimě není pastva v krmné dávce zastoupena. Úsušky a siláž chybějí v létě.

Poměr složek úsušky, senáže, siláž, pastva je předepsán. V případě, že některé složky je nedostatek, lze ji (za daných podmínek) nahradit složkou jinou.

Není-li možné nahradit chybějící složky krmné dávky, musí se jisté množství krmiva nakoupit. O této skutečnosti informuje model výstupní veličinou nákup; má-li veličina kladnou hodnotu, je možno to pokládat za příznak nežádoucího stavu systému.

Okamžik zralosti plodiny na daném pozemku je hodnota náhodné veličiny s Gaussovým rozdělením. Parametry rozdělení závisí na pořadí sklizně (první, druhá či třetí sklizeň) a na kategorii pozemku (intenzivní, polointenzivní, extenzivní). Hodnoty parametru se počítají z minimální a maximální hodnoty, které může parametr prakticky dosáhnout.

Výnos je rovněž náhodná veličina s Gaussovým rozdělením. Parametry závisí na pořadí sklizně a na kategorii pozemku. Jejich hodnoty se počítají stejně jako v předchozím případě.

Začátek a konec pastvy, začátek a konec krmení jsou rovněž náhodné veličiny s Gaussovým rozdělením. Hodnoty parametrů se počítají stejně jako u předchozích veličin.

Mezi další vstupní veličiny patří: perioda obnovy na intenzivních a polointenzivních pozemcích, perioda činnosti sušárny, počet pracovních dní během periody sušárny, počet dobytčích jednotek, denní potřeba krmiv na jednu dobytčí jednotku, výkonnost sklizňové linky, výměry jednotlivých pozemků, pravděpodobnost výskytu třetí sklizně na polointenzivních pozemcích, výkonnost sušárny, kapacita senážních prostorů, délka simulovaného období.

CHARAKTERISTIKA MODELU

Matematický model systému je realizován programem pro počítač, který simuluje souběžnou činnost jednotlivých komponent systému během daného období (například patnácti let) s krokem jeden den. Jde o diskrétní systém, jehož stav se mění ze dne na den.

Pro modelování takto rozsáhlého a složitého systému s velkými rozptyly náhodných veličin existuje v současné době jen jediná metoda: simulace na počítači. Vzhledem ke složitosti systému je pro sestavení modelu nutno zvolit programovací jazyk tzv. třetí generace; v tomto případě jsme zvolili jazyk SIMULA 67. K realizaci výpočtů je třeba rychlého počítače s velkou kapacitou vnitřní paměti, např. CDC 3300, ICL 4-72, IBM 360/370, EC 1040 apod. Stručný popis modelu v jazyce SIMULA 67 uvádějí Malík aj. [1979].

VÝSLEDKY

Model obsahuje řadu vstupních a výstupních veličin. S modelem je možno provádět experimenty tím způsobem, že se do počítače vloží vhodně zvolený soubor vstupních dat a uskuteční se výpočet. Podle výsledků tohoto výpočtu se změní některá vstupní data a uskuteční se další výpočet. Na základě srovnání výsledků obou výpočtů se navrhne další změna ve vstupních datech, atd. Tímto způsobem lze najít optimální hodnoty některých vstupních veličin. V našem případě lze měnit například počet dobytčích jednotek a sledovat funkci systému při různých hodnotách této vstupní veličiny, zejména výskyt nákupu. Je-li počet dobytčích jednotek příliš vysoký, pak se v některém roce vyskytne nedostatek krmiva, tj. nákup nabude kladné hodnoty. Naproti tomu při příliš nízkém počtu dobytčích jednotek se budou v systému vytvářet zbytečně velké zásoby krmení.

Modelu lze využít k výpočtu přímých nákladů na činnost systému během simulovaného období. Náklady se skládají z těchto složek:

nákup a aplikace osiv; nákup a aplikace hnojiv; další náklady na pěstování pícnin; sklizeň; pastva; konzervace; nákup pícnin; nákup telat; nákup jaderného krmiva; chov dobytka, např. doprava z teletníku a doprava vody aj.

Finanční výnosy se skládají z prodeje dobytka, z prodeje přebytků pícnin, popř. z prodeje produktů.

Rozdíl mezi finančními výnosy a náklady představuje zisk za simulované období.

Průměrné roční náklady na nákup a aplikaci osiv a hnojiv a na sklizeň jsou přímo úměrné výměře každého pozemku. Součinitele úměrnosti jsou vstupními veličinami.

Další roční náklady na pěstování pícnin jsou vstupními veličinami.

Roční náklady na pastvu a náklady na nákup jaderného krmiva jsou přímo úměrné počtu dobytčích jednotek. Součinitel úměrnosti je vstupní veličinou.

Roční náklady na konzervaci se skládají z nákladů na provoz senáže a z poměrných nákladů na provoz sušárny. Obě tyto složky nákladů jsou přímo úměrné výkonnosti příslušného zařízení. Součinitelé úměrnosti jsou vstupními veličinami.

Roční náklady na nákup telat a další náklady na chov dobytka jsou vstupními veličinami.

Náklady na nákup pícnin jsou přímo úměrné výstupní veličině nákup. Součinitel úměrnosti je vstupní veličinou.

I. Ukázka části tabulky zachycující stav modelovaného systému během prvních jedenácti dnů července v prvním roce simulovaného období — An example of the part of a table reporting on the state of the modelled system during the first eleven days of July in the first year of the simulated period

TABULKA ZAKLADNÍCH HODNOT PRO MĚSÍC ČERVENEC ROKU 01

DATUM	SKLIZENO	KRMENÍ	NAKUP	SUS	UZRALO	VSUSKY	SENO	SILAZ	HANKO	CHYBA	POZENKY
01/07/01						1.50E+02	1.06E+03	3.49E+03	0.000E+00		N-N-N-N-N
02/07/01											N-N-N-N-N
03/07/01	2.00E+02				PICE		1.11E+03				S-N-N-N-N
04/07/01	2.00E+02						1.15E+03				S-N-N-N-N
05/07/01	2.00E+02						1.20E+03				S-N-N-N-N
06/07/01	2.00E+02						1.24E+03				S-N-N-N-N
07/07/01	2.00E+02				OYES		1.29E+03				S-N-N-Z-N
08/07/01	2.00E+02				OYES		1.33E+03				S-N-N-Z-Z
09/07/01	2.00E+02						1.37E+03				S-N-N-Z-Z
10/07/01	2.00E+02			++		1.70E+02	1.40E+03				S-N-N-Z-Z
11/07/01	2.00E+02			++		1.89E+02	1.42E+03				S-N-N-Z-Z

Finanční výnos z prodeje dobytka je přímo úměrný počtu dobytčích jednotek. Součinitel úměrnosti je vstupní veličinou.

Finanční výnos z prodeje přebytků senáže je přímo úměrný příslušné vstupní veličině. Podobně je tomu s výnosem z přebytků úsušků a siláže. Ve všech případech jsou součinitelé úměrnosti vstupními veličinami.

Výstupními veličinami — kromě nákupu a nákladů — jsou i množství dodaného osiva, hnojiva a jadrného krmiva.

Vedlejšími výstupními veličinami jsou také hlášení o překročení daných agrotechnických lhůt, o náhradním složení krmné dávky (např. při náhradě úsušků senáží nebo siláží) ap.

Výsledky výpočtu (výstupy) mají tvar tabulek nebo grafů. V tabulkách je pro každý den v roce během celého simulovaného období zachycen ve zhuštěné formě stav modelovaného systému. Každý řádek tabulky odpovídá jednomu dni, každá strana jednomu měsíci. Ukázkou části takové tabulky je tab. I, zachycující stav modelovaného systému pro prvních jedenáct dní měsíce července v prvním roce simulovaného období. Uvedená ukázka byla vybrána z konkrétního výpočtu pro ČSSS Chotěboř. Délka simulovaného období byla 15 let, takže objem vytištěných výsledků činil asi 5500 řádků. Tyto výsledky byly přiloženy ke zprávě, kterou zpracovali Zachariáš aj. (1978). Každý řádek tabulky je rozdělen na těchto 12 údajů:

1. DATUM — obsahuje datum ve tvaru tří dvojčíslí, oddělených lomítkem. První dvojčíslí značí den, druhé měsíc, třetí rok.
2. SKLIZENO — v případě, že se v příslušný den sklízí, obsahuje množství sklizené zelené hmoty v tunách, jinak je údaj prázdný.
3. KRMENI — v případě, že se v daný den krmí, obsahuje krmnou dávku v tunách sušiny, jinak je údaj prázdný.
4. NAKUP — obsahuje množství sušiny v tunách, které je nutno pro příslušný den nakoupit v případě, že se krmí a není už čím, jinak je údaj prázdný.
5. SUS — tento údaj obsahuje tři znaménka plus „+++“ v případě, že v příslušný den je k dispozici sušárna, jinak je údaj prázdný.
6. UZRALO — tento údaj obsahuje slovo „PICE“, jestliže v daný den uzrála na některém pozemku píce. V případě, že na některém pozemku uzrál oves, vytiskne se slovo „OVES“, jinak údaj zůstane prázdný.
7. USUSKY — tento údaj obsahuje množství úsušků v tunách, které je v systému daný den k dispozici. Je-li údaj prázdný, znamená to, že v systému je stejné množství úsušků, jako jich bylo v předešlém dni. Např. dne 9. 7. je k dispozici tolik úsušků jako 8. 7., tolik jako 7. 7., atd., tolik jako 1. 7., tj. $1,5 \cdot 10^2$ tun.
8. SENO — obsahuje celkové množství senáže v systému v daném dni. Je-li údaj prázdný, pak množství senáže je stejné jako v předešlém dni.

9. SILAZ — obsahuje v tunách celkové množství siláže v systému v daném dni. Je-li údaj prázdný, pak množství siláže je stejné jako v předešlém dni.
10. MANKO — obsahuje celkové množství krmiva v tunách sušiny, které bylo nakoupeno v časovém intervalu od začátku simulovaného období až k danému dni. V případě, že je údaj prázdný, postupuje se obdobně jako u údaje 7.
11. CHYBA — tento údaj měl význam při ladění programu. Byly v něm evidovány případné chyby v programu, např. že uzrála na některém pozemku nová píce, aniž byla sklizena píce dřívější apod. Nyní, po odladění programu, nemá pro uživatele význam, a byl ponechán pro případ, že se na programu bude v budoucnu pokračovat.
12. POZEMKY — údaj obsahuje zhuštěnou informaci o stavu pozemků v daný den. Je v něm vytištěno pět písmen velké abecedy oddělených pomlčkou. První písmeno odpovídá intenzivnímu pozemku, na němž se pěstuje píce. Druhé, resp. třetí písmeno odpovídá polointenzivnímu, resp. extenzivnímu pozemku, přičemž se na těchto pozemcích pěstuje píce. Čtvrté písmeno odpovídá intenzivnímu pozemku, na němž se pěstuje oves, a poslední, páté písmeno pozemku polointenzivnímu, na kterém se pěstuje oves. Jestliže je na příslušném místě písmeno N, značí to, že plodina narůstá; jestliže je na některém místě vytištěno písmeno S, značí to, že příslušná plodina na pozemku se právě sklízí. Je-li na některém místě písmeno Z, znamená to, že příslušná plodina na pozemku je zralá, ale není sklizena, protože čeká na sklízecí linku.

Podíváme-li se do tab. I, např. na den 3. 7. (třetí řádek tabulky, nepočítáme-li záhlaví tabulky) zjistíme, že v tento den bylo sklizeno 200 tun zelené hmoty, žádná sušina nebyla zkrmena (dobytek se pase), krmivo se nenakupovalo, sušárna není k dispozici, na příslušném pozemku uzrála v daný den píce, stav úsušků je stejný jako dne 1. 7., tj. 150 tun, kdežto stav senáže je 1110 tun, což proti stavu z předešlého dne, 1060 tun, značí přírůstek 50 tun; stav siláže je stejný jako v předešlém dni — 3490 tun; podobně i manko je stejné jako 1. 7., tj. 0 tun (a tedy od začátku simulovaného období až do daného dne se žádné krmivo nemuselo nakupovat). Údaj CHYBA je prázdný, což znamená, že otištěné výsledky jsou získány pomocí odladěného programu, z něhož byly chyby odstraněny, a v údaji POZEMKY je posloupnost písmen S-N-N-N-N, což znamená, že na intenzivním pozemku se v ten den sklízí (píce, která v ten den uzrála) a na ostatních pozemcích plodina narůstá. Sklizené množství zelené hmoty, 200 tun, odpovídá výkonnosti linky a je to jedna ze vstupních veličin. Jelikož v daný den není sušárna k dispozici (příhrádka SUS je prázdná), veškerá zelená hmota se zpracuje na senáž, což se projeví ve zvýšení stavu senáže o 50 tun proti předešlému dni. Program nebere v úvahu, že usušení zelené píce

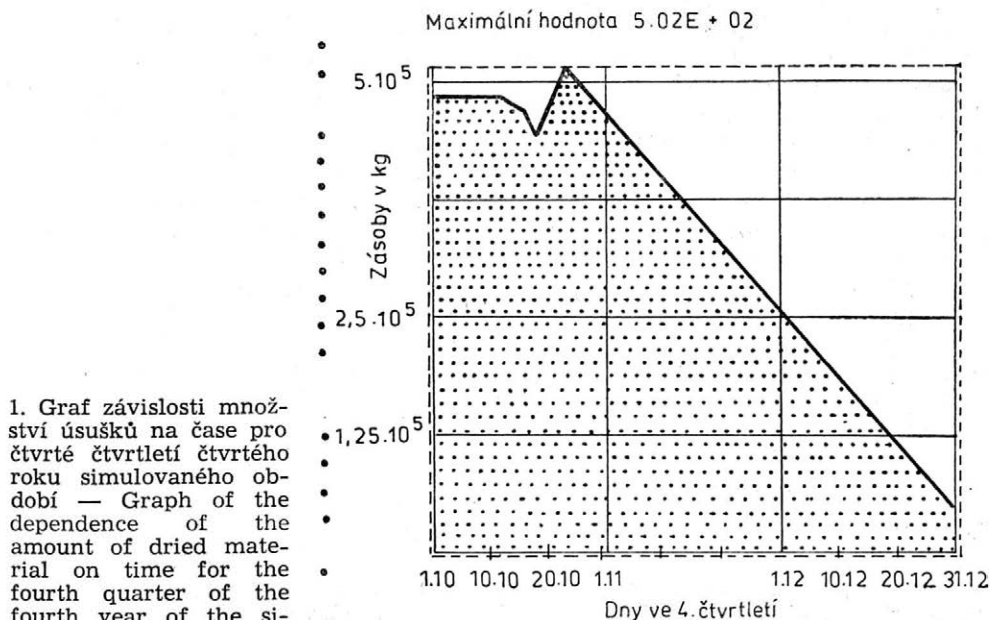
na seno trvá déle než jeden den, ale veškerá zelená hmota, která je určena k senážování, se přepočte na senáž a připočítá se k existujícímu množství senáže v tentýž den, kdy byla sklizena.

Všimněme si nyní 7. řádku naší tabulky, v němž je uvedena informace o modelovaném systému, vztahující se ke dni 7. 7. v prvním roce modelovaného období. Ve zmíněném řádku je v údaji UZRALO vytištěno slovo OVES a v údaji POZEMKY je uvedena posloupnost písmen S-N-N-Z-N. Písmeno Z na čtvrtém místě této posloupnosti značí, že na části intenzivních pozemků osetých (kvůli obnově) ovšem je zralý oves, který není sklizen. Je to způsobeno tím, že sklízecí linka je nadále nasazena na sklizeň píce, která uzrála před čtyřmi dny. O den později je situace v systému ještě horší, protože uzrál oves i na části polointenzivních pozemků osetých ovšem a pro jeho sklizeň není volná sklízecí linka. Záznam této situace je zachycen posloupností S-N-N-Z-Z v příslušném údaji naší tabulky. Vzniklý stav by v tomto případě upozornil uživatele programu na nutnost krátkodobě posílit kapacitu sklízecí linky.

Stav, v němž je daný systém dne 10. 7., se liší od předchozích stavů tím, že v tento den je k dispozici sušárna, což je vyjádřeno vytištěním tří znamének „+++“ v údaji SUS. Část sklizené píce daná výkonností sušárny (což je vstupní veličina) je v uvedeném dni zpracována na úsušky: na senáž se zpracuje pouze ta píce, kterou sušárna nestačí zpracovat. Množství úsušků se v tomto dni zvýšilo ze 150 tun na 170 tun a množství senáže z 1370 tun na 1400 tun.

Z uvedeného je patrné, že výsledky výpočtů poskytují uživateli cenné informace o modelovaném systému.

Kromě výsledků ve tvaru tabulek poskytuje program i výsledky ve tvaru přehledných grafů, v nichž pro jednotlivé dni každého čtvrtletí



1. Graf závislosti množství úsušků na čase pro čtvrté čtvrtletí čtvrtého roku simulovaného období — Graph of the dependence of the amount of dried material on time for the fourth quarter of the fourth year of the simulated period

jsou graficky znázorněny stav úsušků, senáže, siláže a manka v systému. Ve výpočtu pro ČSSS Chotěboř byly takové grafické výstupy vytištěny pro první čtyři roky simulovaného období, tj. celkem 64 grafy, které byly přiloženy ke zprávě vypracované Zachariášem aj. (1978). Obr. 1, na němž je graficky znázorněno množství úsušků ve čtvrtém čtvrtletí čtvrtého roku simulovaného období, je ukázkou takového grafu.

Existuje několik možností, jak model využít v zemědělském podniku. V ČSSS Chotěboř byl model využit pro stanovení optimálního počtu dobytčích jednotek heuristickou metodou. Podstata této metody spočívá v provedení několika kroků: nejprve se kvalifikovaným odhadem stanoví počet dobytčích jednotek (tj. vstupní veličina), provede se výpočet, při němž se zjistí hodnota výstupní veličiny „MANKO“. Je-li hodnota této veličiny příliš velká, je nutno opakovat výpočet s nižším počtem dobytčích jednotek. Jestliže je hodnota veličiny „MANKO“ rovna nule, může se jednat o nevyužití možnosti výrobního systému v důsledku příliš nízkého počtu dobytčích jednotek. V takovém případě je možné výpočet opakovat se zvýšeným počtem dobytčích jednotek. Uvedený postup se opakuje tak dlouho, pokud není dosaženo uspokojivých výsledků.

DISKUSE

Modelovaný systém je typickým příkladem složitého stochastického diskrétního dynamického systému. (Systém je dynamický, protože se jeho vlastnosti mění v čase, je stochastický, protože na něj působí silné náhodné vlivy a je diskrétní, protože podle našeho předpokladu změny probíhají „skokem“ ze dne na den.)

V případě, že systém je zatížen příliš silnými náhodnými vlivy, mají vstupní veličiny modelu velké rozptyly a důsledkem toho jsou i velké rozptyly výstupních veličin. V takovém případě je prognostická hodnota výsledku nízká. Tato skutečnost však není zaviněna vlastnostmi modelu, nýbrž nízkým stupněm našeho poznání reálného systému: při znalosti většiny faktorů, které na systém působí (a ovšem při znalosti příslušných funkčních závislostí), je počet náhodných veličin malý a tyto veličiny mají malý rozptyl.

Pokud z nějakých důvodů není možné zajistit dostatečně statisticky podloženou hodnotu některé vstupní veličiny, pak lze alespoň opakovanými výpočty při různých hodnotách této veličiny zjistit rozsah hodnot, při nichž se hodnoty výstupních veličin pohybují v přijatelných mezích.

Modelu lze využít i ke zjištění, jak silně závisí výsledky na jednotkové změně hodnot různých vstupních veličin. Výsledků této „analýzy citlivosti“ lze využít ke snížení počtu vstupních veličin, které mají podstatný vliv na chování systému.

Literatura

MALÍK, M. — KRŠŇÁKOVÁ, J. — CHOCHOL, Š. — PROKOP, K.: Simulační model sklizně píce s využitím v živočišné výrobě. ČSVTS, Ostrava 1979.
ZACHARIÁŠ, L. — REGÁL, V. — VELEBIL, M. — MALÍK, M. — PROKOP, K.

— CHOCHOL, Š. — KINDLER, E.: Simulační model statkového hospodářství v pčinnářské a pastvinářské oblasti Ledče nad Sázavou. [Výzkumná zpráva.] Praha, Vysoká škola zemědělská 1978.

Došlo dne 7. 1. 1981

ХОХОЛ, Ш. — ПРОКОП, К. — ЗАХАРИАШ, Л. — МАЛИК, М. — КИНДЛЕР, Е. (Научно-исследовательский институт сельскохозяйственной техники, Прага; Сельскохозяйственный институт, Прага; Математическо-физический факультет УК, Прага): Имитирование производства, консервирования и потребления кормовых трав в предприятии. *Zeměd. Techn.*, 27, 1981 (10): 613-622.

В статье описывается модель имитирования потока кормовых трав в сельскохозяйственном предприятии. Модель применяется для дискретного стохастического моделирования на цифровой вычислительной машине; она имеет форму программы на языке СИМУЛА 67. При помощи модели можно предвидеть состояние моделированной системы в любой день любого периода в избранных условиях, например, при определенном количестве скотоединиц. Под состоянием системы в любой день понимается, например, количество избранных кормов, информация о деятельности сушилки с горячим воздухом, вид и зрелость кормов на участках отдельных типов, запас продуктов сушки, сенажа и силоса, общее количество недостающих кормов с начала имитирующего периода, или состояние урожая на отдельных участках и т. п. На основе первичных результатов можно вычислить, например, непосредственные затраты, урожай, прибыль. Модель в ЧССР была использована в Хотеборе для оптимизации параметров лучевого пастбищного комплекса для разведения нетелей.

дискретная система; цифровая вычислительная машина, стохастическая модель; язык программирования третьего поколения; оптимизация; поток кормовых трав; прогноз

CHOCHOL, Š. — PROKOP, K. — ZACHARIÁŠ, L. — MALÍK, M. — KINDLER, E. (Research Institute of Agricultural Engineering, Praha - Řepy; University of Agriculture, Praha; Faculty of Mathematics and Physics, Charles University, Praha): *Simulation of the Production, Preservation and Consumption of Fodder Crops in an Enterprise*. *Zeměd. Techn.*, 27, 1981 (10): 613-622.

A simulation model of fodder flow in an agricultural enterprise is described. The model is used for discrete stochastic simulation on a digital computer; it has the form of a programme in the SIMULA 67 language. The model can be used for predicting the state of the modelled system on any day in a period of any duration under the conditions determined in advance, e. g. at a certain number of cattle units. The state of the system on any day means, for instance, the amount of forage harvested, the feed ration, the absent (purchased) amount of forage, information on the work of hot-air drier, species and ripeness of forage in different types of fields, store of dried material, haylage and silage, total absent (purchased) amount of forage from the beginning of the simulated period and/or the state of crops in different types of fields and the like. The primary results can be used as a basis for calculating, for instance, the direct costs, yields, profit and the like. The model was used on the Chotěboř State Farm for the optimization of the parameters of the grassland complex for heifer rearing.

discrete system; digital computer; stochastic model; third generation programming language; optimization; forage flow; forecast

CHOCHOL, Š. — PROKOP, K. — ZACHARIÁŠ, L. — MALÍK, M. — KINDLER, E. (Forschungsinstitut der Landtechnik, Praha - Řepy; Landwirtschaftliche Hochschule, Praha; Mathematisch-physikalische Fakultät der Karlsuniversität, Praha): *Simulation der Grünfütterproduktion, -konservierung und des -verbrauches im Betrieb*. *Zeměd. Techn.*, 27, 1981 (10): 613-622.

Im Aufsatz wird ein Simulationsmodell des Grünfütterflusses im landwirtschaftlichen Betrieb beschrieben. Das Modell ist für die diskrete stochastische Simulation auf dem Digitalrechner verwendet; es hat die Gestalt des Programmes in der Spra-

che SIMULA 67. Mit Hilfe des Modells kann man den Zustand des modellierten Systems in jedem Tag eines beliebig langen Zeitabschnittes unter gewählten Bedingungen, z. B. bei gewisser Anzahl von Vieheinheiten voraussehen. Als Zustand des System in einem beliebigen Tag versteht man beispielsweise die Grünfüttererntemenge, Fütterungsportion, fehlende (aufgekaufte) Grünfüttermenge, Information über die Tätigkeit des Heißlufttrockners, Grünfüttersorte und -reife auf einzelnen Parzellentypen, Vorrat an Trockengütern, Gärheu und Gärfutter, gesamte fehlende (aufgekaufte) Grünfüttermenge seit dem Beginn des nachgebildeten Zeitraumes, bzw. Erntezustand auf einzelnen Parzellentypen usw. Aus den Primärergebnissen kann man z. B. direkte Kosten, Erträge, Gewinn u. a. errechnen. Das Modell wurde in den Staatsgütern Chotěboř zur Optimierung der Parameter des Grünlandkomplexes für die Färsenhaltung angewandt.

diskret System; Digitalrechner; stochastisches Modell; Programmiersprache der dritten Generation; Optimierung; Grünfutterfluß; Prognose

Adresy autorů:

Dr. Štefan Chochol, dr. Karel Prokop, CSc., Výzkumný ústav zemědělské techniky, 163 07 Praha 6 - Řepy

Doc. ing. Ladislav Zachariáš, CSc., Vysoká škola zemědělská, 160 21 Praha 6 - Suchbát

Dr. Marek Malík, CSc., dr. Evžen Kindler, CSc., Matematicko-fyzikální fakulta Karlovy univerzity, 118 00 Praha 1, Malostranské nám. 25

VYUŽITÍ SILNÝCH MAGNETICKÝCH POLÍ K PŘEDSETOVÉ ÚPRAVĚ OSIVA

M. Ruml, L. Rumlová, Z. Staněk

RUML, M. — RUMLOVÁ, L. — STANĚK, Z. (Výzkumný ústav zemědělské techniky, Praha; ČVUT, elektrotechnická fakulta, Praha): *Využití silných magnetických polí k předsetové úpravě osiva*. Zeměd. Techn., 27, 1981 (10) : 623-628.

Sledovali jsme vliv předsetové úpravy osiva silnými pulsními magnetickými poli na růst klíčenců ozimé pšenice. K tomu účelu jsme zkonstruovali pulsní elektromagnet schopný vytvářet periodické pole o maximální amplitudě 0,5 až 10 Tesla a aperiodické pole o maximální amplitudě 5,5 Tesla. Zjistili jsme, že silná pulsní magnetická pole stimulují růst klíčenců pšenice, přičemž výše stimulačního účinku je stejná jako u předsetové úpravy osiva jinými fyzikálními poli, např. triboelektrickým jevem nebo slabým magnetickým polem. Proto není využití silných magnetických polí pro předsetovou stimulaci osiva v zemědělské praxi ekonomicky výhodné.

magnetické pole; předsetová stimulace semen; fyzikální pole; růst a vývoj rostlin

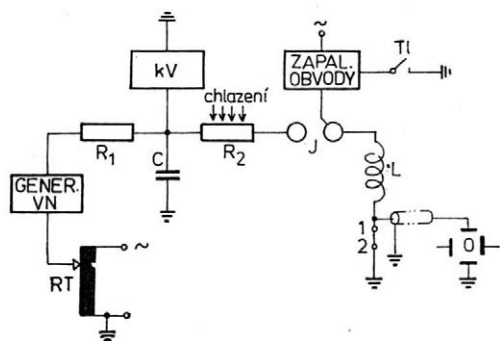
V oboru vlivu fyzikálních polí na růst a vývoj rostlin byla již věnována pozornost předsetové úpravě semen triboelektrickým jevem a vlivu magneticky upravené vody na rostliny.

Tento příspěvek se zaměřuje na sledování vlivu silných (pulsních) magnetických polí na semena. Úmysl využít pro stimulaci silná magnetická pole vycházel ze snahy získat teoretické podklady pro pracovní hypotézu vlivu magnetických polí na živý organismus. Další snahou bylo získat údaje o letálních dávkách silných magnetických polí na semena. Silnými magnetickými poli míníme z hlediska magnetické indukce pole o indukcí 1 až 10 T.

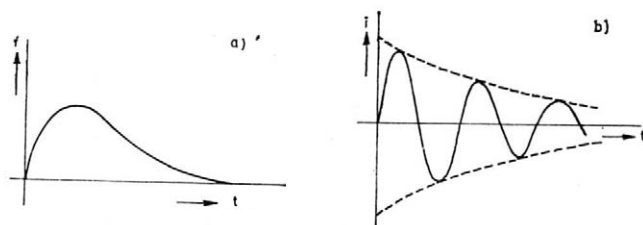
Z hlediska praktického využití silných pulsních magnetických polí je řešení pro kontinuální technologii sice obtížné, ale v principu možné.

METODIKA

Pro pokusy s pulsním magnetickým polem (MP) byl zkonstruován pulsní elektromagnet napájený kondenzátorovou baterií o kapacitě 128 μ F. Baterii bylo možné nabít maximálně na 20 kW. Tímto magnetem jsme v experimentálním prostoru o průměru 19 × 120 mm vytvářeli periodické tlumené magnetické pole o amplitudě první půlvlny 0,5 až 10 T a o periodě 80 μ s. Doba trvání celého pulsu byla 1,4 ms. Pomocí aperiodizačního odporu jsme tímto magnetem vytvářeli také aperiodické pulsní magnetické pole o maximální amplitudě 5,5 T, náběžné hraně 30 μ s a celkové „délce“ 150 μ s. Schéma aparatury pro vytváření pulsních magnetických polí je na obr. 1. Obr. 2 ukazuje průběh proudu při periodickém a aperiodickém pulsu.



1. Schéma aparatury pro vytváření pulsních magnetických polí. Pracovní část tvoří kondenzátorová baterie C, pracovní cívka L, jiskřiště J jako spínací element a obvody zapalovací (při aperioidických impulsích také odpor R_2). Ostatní součásti patří k ovládacím a kontrolním přístrojům — Diagram of the apparatus for the production of pulsating magnetic fields. The work part consists of condenser battery C, working coil L, spark gap J as switching element, and ignition circuits (at aperiodic impulses also resistor R_2). The remaining parts belong to the control apparatuses



2. Průběh proudu při aperioidickém (a) a periodickém pulsu (b) — The course of current at an aperiodic (a) and periodic pulse (b)

Pro biologické testování účinků pulsních MP na biologický objekt jsme použili ozimou pšenici 'Mironovská 808', elitní osivo síťové frakce 2,5 až 2,8 mm s vlhkostí 13,4 %. V některých případech byla vlhkost uměle zvýšena na 38,5 %. Vzorky pšenice zhruba o 160 zrnech byly ve skleněné nádobce umístěny ve středu experimentálního prostoru, tj. v oblasti maximální homogenity MP. Vzorky byly magnetickým polem ovlivňovány vždy mezi 9.00 a 10.00 hodinou.

Po ozáření klíčilo osivo na vlhkém filtračním papíru v Petriho miskách ve standardním prostředí. Každý pokusný i kontrolní vzorek reprezentovalo 3 × 50 zrn. Sedmý den růstu jsme měřili délku koleoptilí klíčenců, která se pohybovala mezi 40 až 70 mm.

VLASTNÍ PRÁCE

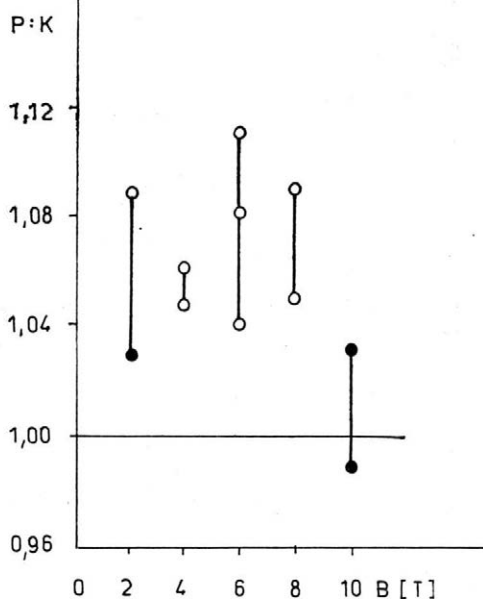
Měřením délek klíčenců rostoucích ze semen ovlivněných pulsním MP jsme získali tyto údaje:

Periodický impuls 0,5 až 10 T stimuluje až na jednu výjimku ve všech sledovaných případech růst klíčenců, a to při vlhkosti zrn 13,4 % i 38,5 %. U převážné části vzorků je rozdíl proti kontrole statisticky průkazný při $p = 0,05$.

I. Poměr průměrných délek pokusných a kontrolních klíčenců při vlhkosti osiva 38,5 % a periodickém impulsu — The ratio of the average lengths of the test and control seedlings at a seed moisture content of 38,5 % and at exposure to periodic impulse

Magnetická indukce B (T)	M : K	Statistická průkaznost při $p = 0,05$
2	1,05	průkazné
5	1,04	neprůkazné
10	1,09	průkazné

3. Poměry průměrných délek pokusných a kontrolních klíčenců při periodickém impulsu a vlhkosti osiva 13,4 % — The ratios of the average lengths of the test and control seedlings at a periodic impulse and at a seed moisture content of 13.4 %



Poměry průměrných délek pokusných a kontrolních klíčenců (M : K) při vlhkosti osiva 13,4 % znázorňuje obr. 3, při vlhkosti 38,5 % jsou uvedeny v tab. I.

Aperiodický impuls 0,5 až 5,5 T rovněž stimuluje ve většině případů růst klíčenců pšenice při obou sledovaných vlhkostech osiva. Rozdíly v délce klíčenců pokusných a kontrolních vzorků jsou převážně statisticky průkazné při $p = 0,05$.

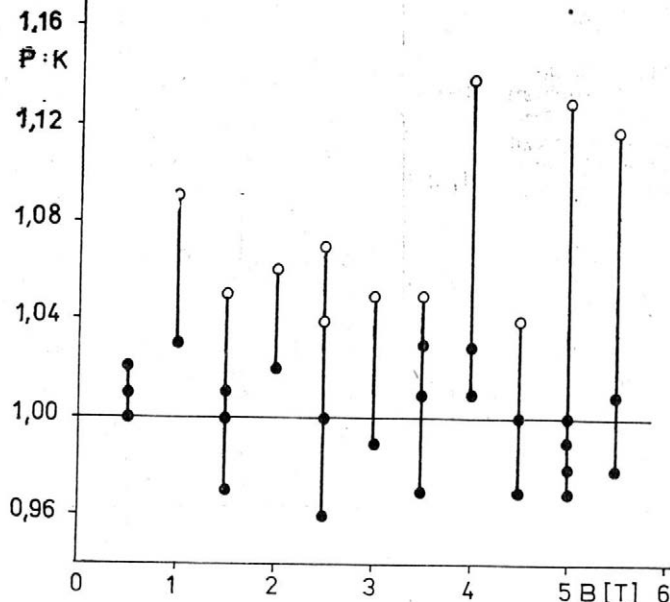
Poměry průměrných délek pokusných a kontrolních klíčenců při vlhkosti osiva 13,4 % uvádí obr. 4, při vlhkosti 38,5 % tab. II.

Sledovali jsme rovněž opakované působení aperiodických impulsů na osivo o vlhkosti 13,4 %. Doba uplynulá mezi jednotlivými impulsy byla 5 minut. Výsledky vyjádřené poměrem průměrných délek klíčenců pokusných a kontrolních vzorků uvádí tab. III. Statisticky průkazný rozdíl byl jen v jednom případě.

Abychom zjistili, zda pulsní MP ovlivní osivo během celé vegetace a zda bude mít vliv i na sklizňové charakteristiky, sledovali jsme růst

II. Poměr průměrných délek pokusných a kontrolních klíčenců při vlhkosti osiva 38,5 % a aperiodickém impulsu — The ratio of the average lengths of the test and control seedlings at a seed moisture content of 38.5 % and at exposure to aperiodic impulse

Magnetická indukce B (T)	M : K	Statistická průkaznost při $p = 0,05$
1	1,00	bez rozdílu
3	1,07	průkazné
4	1,18	průkazné
5	1,17	průkazné



4. Poměry průměrných délek pokusných a kontrolních klíčenců při aperiodickém impulsu a vlhkosti osiva 13,4 ‰ — The ratios of the average lengths of the test and control seedlings at an aperiodic impulse and at a seed moisture content of 13.4 ‰

pšenice v nádobovém pokusu. Osivo jarní pšenice 'Janus' bylo ovlivněno aperiodickým impulsem. Pokus jsme modelovali v extrémně suchých podmínkách, abychom ověřili vliv MP na vodní režim rostlin. Nádoby byly umístěny do skleněného boxu a omezeně zalévány jen tehdy, když rostliny začínaly vadnout. Výsledky pokusu (tab. IV) svědčí o příznivém vlivu pulsních MP při předosevní úpravě semen a dalším růstu rostlin za vodního deficitu.

III. Poměr průměrných délek pokusných a kontrolních klíčenců při vlhkosti osiva 13,4 ‰ a opakovaném působení aperiodického impulsu — The ratio of the average lengths of the test and control seedlings at a seed moisture content of 13.4 ‰ and at repeated exposure to aperiodic impulse

Magnetická indukce B (T)	M : K	Statistická průkaznost při $p = 0,05$
6×1	1,02	neprůkazné
8×1	1,04	neprůkazné
10×1	1,05	průkazné

IV. Výsledky nádobového pokusu — Results of the pot experiment

Magnetická indukce B (T)	Průměrná hmotnost zrn v klasu	
	(g)	(%)
Kontrola	0,89	100
0,5	1,01	113
2,5	0,96	108
4,5	0,99	111

Při ozařování biologického materiálu pulsním magnetickým polem je třeba počítat se specifickou interakcí tohoto materiálu s polem (máme zde ovšem na mysli interakci makroskopickou). Biologické vzorky obsahují vždy vodu s rozpuštěnými anorganickými látkami, tedy relativně velmi dobře elektricky vodivou. Jde o vodu buď vázanou ve struktuře (pletivech) vzorku, nebo volnou, např. o živné roztoky. Takovéto vzorky se budou v pulsním magnetickém poli chovat jako závit nakrátko. To znamená, že pod vlivem pulsního proudu i_1 , protékajícího vinutím magnetu, se např. v roztoku s biologickým vzorkem bude indukovat napětí, které způsobí, že vzorkem projde proud i_2 , jehož velikost bude omezena ohmickým odporem roztoku (resp. okamžitou velikostí membránové konduktivity buněčných stěn). Pod vlivem těchto proudů bude na magnet i vzorek působit odpudivá síla $F \approx i_1 i_2$. Jestliže velikost proudu i_1 je řádově např. 10^4 až 10^5 ampérů, může snadno dojít k destrukci biologického vzorku i s nádobou. Exponujeme-li proto biologické objekty s velkým obsahem vody v pulsním magnetickém poli, je někdy těžké rozhodnout, zda případné nalezené změny na těchto objektech jsou způsobeny magnetickým polem, indukovaným elektrickým a proudovým polem, nebo mechanickým namáháním. Nejvhodnější biologické objekty jsou proto takové, které obsahují ve své struktuře pouze relativně malé množství vázané vody, např. semena rostlin.

Jestliže se ozařuje více biologických vzorků po sobě, je nutné pulsní magnety chladit. Totéž platí o aperiodizačních odporech. Důležitou součástí pulsních aparatur pro biologické účely je proto chlazení.

Pro případné opakování a ověřování experimentů je třeba zdůraznit: u časově proměnných magnetických polí má stejný význam jako amplituda (ne-li větší) i strmost náběžných a sestupných hran, popř. i různá lokální zvlnění.

Přes uvedené úvahy o vlivu vody obsažené v biologickém objektu jsme při pokusech nezjistili rozdíl v účinku pulsních magnetických polí na semena s vlhkostí 13,4 % a 38,5 %.

Použití silných magnetických polí bylo motivováno snahou odpovědět na otázku, zda silné magnetické pole (0,5 až 10 T) bude mít vyšší stimulační účinek na semena rostlin než pole slabá ($B = 0,001$ až 0,1 T). Vycházeli jsme z kritiky možnosti vlivu slabých magnetických polí na biologický objekt, která je soustředěna na tvrzení, že tato slabá pole nemají dostatečnou energii, takže prostě nemohou vyvolat fyzikálně chemický efekt.

Ve svých pokusech jsme použili magnetické pole o indukci 10 T, aniž bychom dosáhli vyššího účinku než při použití slabých magnetických polí, popřípadě silných magnetických polí o indukci nižší než 10 T.

Nepotvrdila se ani domněnka, že tak silné magnetické pole by mohlo mít již inhibiční či dokonce letální účinky na semena rostlin.

V našich pokusech byla výše stimulačního účinku vyvolaného krátkodobým působením silných magnetických polí (doba působení řádově μs) zcela stejná jako při delším působení slabých magnetických polí (řádově sekundy až desítky minut). Je proto zřejmé, že by bylo zbytečné pro předosevní stimulaci osiva vytvářet silná magnetická pole. Tento

způsob ovlivnění semen je — na rozdíl od použití slabých magnetických polí — energeticky náročný a pro kontinuální technologii v zemědělské praxi technicky velmi obtížný.

Došlo dne 1. 4. 1981

РУМЛ, М. — РУМЛОВА, Л. — СТАНЕК, З. (Научно-исследовательский институт сельскохозяйственной техники, Прага; Электротехнический факультет ЧПТИ, Прага): *Использование сильных магнитных полей для предпосевной обработки семян. Zeměd. Techn., 27, 1981 (10): 623-628.*

Изучалось влияние предпосевной обработки семян сильными пульсирующими магнитными полями на рост ростков озимой пшеницы. Для этой цели мы сконструировали пульсаторный электромагнит, способный создавать периодическое магнитное поле с амплитудой 0,5–10 Тесла и непериодическое магнитное поле с максимальной амплитудой 5,5 Тесла. Было установлено, что сильные пульсирующие магнитные поля стимулируют рост ростков пшеницы, причем, уровень стимулирующего воздействия такой же, как у предпосевной обработки семян другими физическими полями, напр., трибоэлектрическим явлением или слабым магнитным полем. Поэтому применение сильных магнитных полей для предпосевого стимулирования семян в сельскохозяйственной практике экономически невыгодно.

магнитное поле; предпосевное стимулирование семян; физическое поле; рост и развитие семян

RUML, M. — RUMLOVÁ, L. — STANĚK, Z. (Research Institute of Agricultural Engineering, Praha; Electrotechnical Faculty, Bohemian Technical College, Praha): *The Use of Strong Magnetic Fields for the Pre-Sowing Treatment of Seed. Zeměd. Techn., 27, 1981 (10): 623-628.*

Experiments were conducted to study the effect of the pre-sowing exposure of seeds to strong magnetic fields, as exerted on the growth of winter wheat seedlings. A strong pulsating electromagnet, able to produce a periodic magnetic field with a maximum amplitude of 0.5 to 10 Tesla and an aperiodic magnetic field with a maximum amplitude of 5.5 Tesla, was therefore designed and assembled. Strong pulsating magnetic fields were found to stimulate the growth of wheat seedlings and the level of the stimulating effect was the same as in the pre-sowing treatment of seeds with other physical fields such as the triboelectric phenomenon or a weak magnetic field. Hence the use of strong magnetic fields for pre-sowing stimulation of seeds in farming practice is not economically advantageous.

magnetic field; pre-sowing seed stimulation; physical field; plant growth and development

Adresy autorů:

Ing. Milan Ruml, CSc., ing. Lubomíra Rumlová, Výzkumný ústav zemědělské techniky, 163 07 Praha 6 - Řepy

Ing. Zdeněk Staněk, Elektrotechnická fakulta ČVUT, Suchbátarova 2, 166 27 Praha - Dejvice

NOVÉ SMĚRY V DOJICÍ TECHNICE

Chov skotu a zvláště chov dojníc lze v současné době považovat za odvětví živočišné výroby, jehož rozvoji je třeba věnovat co největší pozornost. Kromě zvyšování užitkovosti a racionálního využívání krmiv je snahou nejen u nás, ale na celém světě snižovat potřebu lidské práce, což není možné bez zavádění účelné mechanizace. Při chovu dojníc zůstává i ve velkovýrobě nejnáročnější z hlediska potřeby lidské práce získávání mléka, které vyžaduje 60 % i více z celkové potřeby lidské práce vynakládané na obsluhu dojníc. Je proto nezbytně nutné sledovat směry vývoje dojicí techniky ve světě a průběžně zajišťovat v ČSSR vývoj i výrobu vyhovujících linek dojení pro naše zemědělské podniky.

Vývoj dojicí techniky je třeba rozdělit na tři úseky:

1. Vývoj dojicích zařízení — tj. zdokonalování jejich činnosti, aby se dosáhlo z hlediska dojníc vyhovujícím a šetrným způsobem jejich co nejúplnější vydojení při nejmenší potřebě lidské práce. Výsledků výzkumu a vývoje zdokonalování činnosti dojicích zařízení bude potom většinou možné využít u všech linek dojení (dojicí zařízení s konvemi i potrubní dojicí zařízení ve stáji a v různých typech dojíren). Přitom dojicí zařízení se zdokonalenou činností budou vhodná pro všechny dojnice a jejich použití bude nesporné, pokud se ovšem nestanou technicky příliš složitá, i při zvýšení pořizovacích nákladů.

2. Vývoj dalších mechanizačních a automatizačních prvků — tj. mechanizace nebo částečná až úplná automatizace jednotlivých pracovních úkonů vykonávaných při strojním dojení, popřípadě úkonů s ním souvisejících. Mechanizace některých pracovních úkonů a některé automatizační prvky se však uplatňují jen v těch linkách dojení, kde to dovoluje jejich uspořádání (např. přiháněcí zařízení jen u dojíren, určitý způsob automatizace desinfekce struků po dojení jen v dojírnách, automatická signalizace ukončení dojení u potrubních dojicích zařízení ve stáji i v dojírnách). Použití většiny nově vyvinutých mechanizačních a automatizačních prvků však bude záviset na tom, jak budou vlastnosti dojníc a provozní podmínky umožňovat jejich využití. Pokud by linky dojení s automatizačními prvky nebyly v provozu využity podle předpokladů, nebude jejich použití opodstatněné a bylo by neekonomické (z těchto důvodů také zahraniční výrobci dodávají např. dojírny podle požadavků s různými automatizačními prvky nebo bez nich).

3. Vývoj nových uspořádání potrubních dojicích zařízení pro dojení ve stáji a uspořádání dojíren, která by vyhovovala většímu použití automatizačních prvků, pomáhala zvýšení výkonnosti dojiče usnadněním obsluhy, umožňovala jednodušší postupy dojení i organizaci provozu atd. Pro vhodnost použití nových uspořádání jak potrubních dojicích zařízení pro dojení ve stáji, tak dojíren bude rovněž rozhodující možnost jejich využití (počet dojených dojníc, vlastnosti dojníc, provozní podmínky) a pořizovací náklady.

Nejdříve je třeba se zmínit o tom, že některá zahraniční dojící zařízení dovezená do ČSSR mají sice odlišný způsob činnosti, ale z jiných důvodů než proto, aby zajišťovala úplné vydojení dojníc. Mezi ně patří dojící zařízení ALFA LAVAL se způsobem dojení DUOVAC. U tohoto způsobu je na začátku dojení po nasazení dojící soupravy používán podtlak 33,3 kPa, 48 pulsů za minutu a poměr taktů 33 : 66. Dosáhne-li průtok mléka (rychlost dojení) $0,2 \text{ kg} \cdot \text{min}^{-1}$, probíhá dále dojení při podtlaku 50,7 kPa, 60 pulsech za minutu a poměru taktů 70 : 30. Když průtok mléka klesne ke konci dojení pod $0,2 \text{ kg} \cdot \text{min}^{-1}$, probíhá po zpoždění 0,33 min dojení až do sejmutí dojící soupravy znovu při stejných ukazatelích jako na začátku dojení.

Nižší podtlak na začátku dojení i ostatní používané ukazatele by měly působit jako určitá příprava k dojení. Opětné snížení podtlaku na konci dojení má zabránit nepříznivému působení vyššího podtlaku na vemeno, kdyby vzhledem k pracovnímu postupu zůstala dojící souprava déle nasazena.

U dojícího zařízení IMPULSA — PHYSIOMATIC je zase po nasazení dojící soupravy přerušovaně vháněn do komor mezi strukovými gumami a pouzdry vzduch pod tlakem 50,7 až 60,8 kPa po dobu jedné minuty. Pracovní úkony související s přípravou dojnice na dojení i dodojování strojem zůstávají přitom v pracovním postupu, což ukazuje, že uvedená činnost dojícího zařízení má být automatickou stimulací povzbuzující vylučování mléka a nahrazující vlastně ruční masáž vemene.

V poslední době je však vývoj zaměřen hlavně na stabilizaci podtlaku a zajištění vyhovující pravidelné činnosti strukové gumy.

Pro stabilizaci velikosti podtlaku jsou vyvíjeny dokonalejší regulační ventily, začínají se používat podstatně výkonnější vývěvy a podtlaková i mléčná potrubí s většími vnitřními průměry.

U dojících zařízení vyvíjených v USA se požaduje taková stabilizace podtlaku, aby při vniknutí atmosférického vzduchu jednou otevřenou dojící soupravou (což činí přibližně $400 \text{ až } 500 \text{ dm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$) klesl podtlak v podtlakovém i mléčném potrubí maximálně o 1,0 kPa. Taková stabilizace umožňuje potom používat při dojení nižšího podtlaku (38 až 40 kPa), aniž by při nasazování nebo snímání jedné dojící soupravy spadávaly ostatní.

Některé firmy vyrábějí regulační ventily, které tvoří dvě oddělené části. Jedna z nich je určena k měření velikosti podtlaku, druhá k vpouštění množství vzduchu potřebného na to, aby se udržela nastavená velikost podtlaku. Velikost podtlaku se tedy neměří u vstupu vzduchu, ale v takové vzdálenosti, aby podtlak nebyl ovlivňován vířením vpouštěného vzduchu. Kromě toho je část vpouštějící vzduch konstruována tak, že umožňuje vpouštět velká množství vzduchu, aby se podtlak rychleji vyrovnal.

Výkonnost vývěv se značně zvyšuje, protože se k zajištění stabilizace podtlaku požaduje velmi značná záloha vzduchu. Např. řada vývěv FULLWOOD má při podtlaku 50,7 kPa výkonnost 15, 33, 48 a $75 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ (pro srovnání: výkonnost vývěv řady SVL, vyráběných v ČSSR, je 20, 30 a $40 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$).

Z přepočtených údajů firmy GASCOIGNE vyplývá, že pro dojící za-

řízení v dojárně by měla být výkonnost vývěvy $13,6$ až $17,0 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ na jednu dojicí soupravu (u údajů není sice uvedena velikost podtlaku ani přesnější označení hodnoty množství vzduchu, ale v zahraničí se obvykle udává výkonnost vývěv v tzv. normálním vzduchu, tj. ve vzduchu o atmosférickém tlaku, a lze předpokládat, že uváděná hodnota je při velikosti podtlaku používané při dojení, tj. $50,7 \text{ kPa}$). Dřívější požadavky na potřebné výkonnosti vývěv byly výrazně nižší (např. pro potrubní dojicí zařízení se šesti dojicími soupravami při obsluze dvěma dojící vycházela podle jednotlivých zahraničních postupů výpočtu výkonnost vývěvy $27,0$ až $37,5 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$, takže podle těchto nových požadavků by měla být výkonnost vývěv téměř třikrát větší).

V sovětské odborné literatuře je zase popisováno automatické zařízení pro stabilizaci podtlaku u dojicích zařízení. Je založeno na změně otáček elektromotoru vývěvy v závislosti na velikosti podtlaku (počtem otáček se mění výkonnost rotační vývěvy, tzn., že při poklesu podtlaku se zvýší počet otáček, čímž se zvětší výkonnost vývěvy). Jiné zařízení je tvořeno rovněž tyristorovým regulátorem, který však v závislosti na velikosti podtlaku zapíná a vypíná vývěvy (u dojicího zařízení je použito více vývěv), a tak zajišťuje při dojení stálý podtlak v požadovaném rozmezí.

U dojicího zařízení, které bylo sestaveno a ověřováno v SSSR, je v závislosti na průtoku mléka měněn v průběhu dojení počet pulsů a poměr taktů. Po nasazení dojicí soupravy, kdy ještě nedošlo k vylučování mléka, a na začátku spouštění mléka se používá největšího počtu pulsů (120 pulsů za minutu) a nejmenšího poměru taktů ($50 : 50$). Tyto ukazatele jsou zdůvodňovány tím, že přitom dochází k intenzivní masáži struků, ke stimulaci spouštění mléka, že doba do začátku spouštění mléka je co nejkratší a že se vyvolává plnohodnotné vylučování mléka. V závislosti na zvětšujícím se vylučování mléka se potom počet pulsů snižuje, doba trvání taktu sání se však naopak prodlužuje. V době, kdy je vylučování mléka největší (největší rychlost dojení), probíhá dojení při 60 pulsech za minutu a při nejdelší době trvání taktu sání (poměr taktů přibližně $85 : 15$). Klesne-li rychlost dojení pod $0,8 \text{ kg} \cdot \text{min}^{-1}$, změní se počet pulsů na 40 za minutu. Sníží-li se rychlost dojení na $0,2 \text{ kg} \cdot \text{min}^{-1}$, dojicí souprava se odpojí a automaticky sejme. Při této činnosti dojicího zařízení odpovídá v průběhu dojení každé rychlosti dojení (každé intenzitě vylučování mléka) určitý počet pulsů a poměr taktů. Tento způsob dojení byl ověřován s dobrými výsledky v dojárně na farmě pro 1000 dojnic.

Zlepšení činnosti dojicích zařízení použitím podstatně větších záloh vzduchu (výkonnější vývěvy a větší vnitřní průměry potrubí, což se objevuje i u západoevropských výrobců) a menšího podtlaku při dojení, než se používá v Evropě, je směr pocházející z vyspělých chovatelských oblastí USA.

Takto uspořádaná pokusná potrubní dojicí zařízení v dojárnách byla ověřována v Itálii. Z technických údajů jsou u těchto zařízení uváděny: průměr mléčného potrubí 70 mm ; průměr podtlakového potrubí $76,2 \text{ mm}$; objem vzdušníku 1 až 2 m^3 ; výkonost vývěvy přibližně $240 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$; podtlak při dojení 38 až 40 kPa .

Výsledky dosažené při použití dojicích zařízení s uvedenými technickými údaji jsou více než uspokojivé. Uvádí se, že se značně zvýšila

rychlost dojení (schopnost dojnic uvolňovat mléko) i stupeň vydojení a naopak se velmi snížil výskyt podrážení vemen a tvrdnutí struků. V některých případech se zvýšila i dojivost.

Na tomto zlepšení činnosti dojicího zařízení lze hodnotit skutečnost, že uspořádání je jednoduché, téměř stejné jako u dosavadních dojicích zařízení, na rozdíl od pokusů zlepšovat činnost změnou jednotlivých ukazatelů činnosti dojicích zařízení v průběhu dojení, kdy je nutné použít dalších speciálních zařízení. Sestava dojicího zařízení je potom velmi složitá (v západoněmecké odborné literatuře se uvádí, že dojicí zařízení se změnami velikosti podtlaku, poměru taktů a počtu pulsů v závislosti na průběhu dojení se zatím v praxi neprosadila).

Průměry potrubí u uvedeného uspořádání jsou značně zvětšeny ve srovnání s průměry dosud používanými. Mnoho firem však již používá mléčné potrubí o vnitřním průměru 50 mm.

Z výsledků výzkumu pohybu strukové gumy v závislosti na rozdílu tlaků potřebných k jejímu stisknutí i otevření, na průběhu pulsu a na velikosti podtlaku v dojicím zařízení vyplývá nutnost vytvořit stálé tlakové poměry v dojicích zařízeních a technickým řešením vzájemně sladit uzavírání a otevírání strukové gumy a tvar průběhu pulsu. Jako nové řešení, které by odstranilo tyto nedostatky, se znovu objevuje myšlenka používat jednokomorové strukové násadce (možnost použití jednokomorových strukových násadců z fyziologických i provozních hledisek musí teprve ukázat další vývoj; před lety uskutečněné zkoušky s jednokomorovými strukovými násadci v ČSSR měly negativní výsledky).

VÝVOJ DALŠÍCH MECHANIZAČNÍCH A AUTOMATIZAČNÍCH PRVKŮ

Hlavní součástí všech částečně automatizovaných dojicích souprav jsou indikátory průtoku mléka, které při snížení rychlosti dojení (průtoku mléka), obvykle pod $0,2 \text{ kg} \cdot \text{min}^{-1}$, dávají impuls buď jen k přerušování dojení nebo ještě k následujícímu automatickému sejmutí dojicí soupravy.

V prvním případě se nejčastěji zastavuje pulsátor v taktu stisku, většinou ve spojení s optickou signalizací ukončení dojení, takže dojič může přijít k dojnici, uvést pulsátor znovu do činnosti, dojnici dodojit strojem a sejmut dojicí soupravu, protože ta zůstává nasazena na vemeni.

Jedny z nejrozšířenějších indikátorů s elektrickým ovládáním tvoří nádobka, v níž je plovák s permanentním magnetem a zvnějšku indukční snímač (např. DUOVAC), nebo v ní jsou elektrody (např. MIELEMATIC). Tyto indikátory se považují za dost spolehlivé, ale uvádí se, že při jejich použití může docházet ještě navíc ke kolísání podtlaku až o 5 kPa.

Zajímavý je snímač průtoku mléka, který je tvořen kruhovými elektrodami umístěnými v hlavní mléčné hadici. Tento indikátor by byl v podstatě jednoduchý a neovlivňoval by velikost podtlaku. Zatím však je o něm v dostupné odborné literatuře jen zmínka.

V poslední době se však objevily i indikátory průtoku mléka se vzduchovým ovládáním (bez elektrického proudu). Jedním z prvních bylo pravděpodobně zařízení M.T.O. firmy MÉLOTTE, u něhož je v podstatně zvětšeném sběrači mléka plovák, který ovládá ventil uzavírající při ukončení průtoku mléka spojení sběrače s hlavní mléčnou hadicí. Jinak řešený je indikátor LEMMER, jehož odměrná nádobka, kterou protéká

mléko z dojící soupravy, je součástí váhy. Pokud protéká mléko, je váha nakloněna na stranu odměrné nádoby. Sníží-li se průtok mléka (rychlost dojení) přibližně pod $0,2 \text{ kg} \cdot \text{min}^{-1}$, překlopí se váha na druhou stranu. Přitom se uvolní klapka, která uzavře přívod podtlaku k dojící soupravě a otevře vedení k válci zařízení pro automatické snímání dojící soupravy. Za výhodu vzduchového ovládání ve srovnání s elektrickým ovládáním lze považovat jednoduchou konstrukci, možnost snadno odstraňovat poruchy a odolnost proti vlhkosti. Nevýhodou však je, že neumožňuje zpoždění (nebo umožňuje zpoždění jen nepatrné) od ukončení dojení k vypnutí dojící soupravy a případnému následujícímu automatickému sejmutí dojící soupravy.

Indikátory průtoku mléka, které buď jen ukazují ukončení dojení (zvláště při dojení ve stáji), nebo ještě dávají impuls k přerušení činnosti dojící soupravy (hlavně při dojení v dojírnách), jsou hodnoceny jako užitečné, protože ušetří přecházení (k zjištění, zda je dojnice již vydojena), zabraňují dojení „naprázdno“ a umožňují dodržovat určitý pracovní postup, zvláště při dojení v dojírnách.

Pozornost zasluhuje také nový způsob ovládání elektromagnetických pulsátorů MIELE. Místo dosavadního ústředního generátoru pulsů má každý pulsátor vlastní ovládací elektronickou jednotku. Předností tohoto řešení je, že pulsátory nepracují synchronně, což vede k rovnoměrnější spotřebě vzduchu. Rovněž při případné poruše ovládací jednotky je mimo provoz jen jeden pulsátor a jednotka je snadno vyměnitelná za náhradní (jednoduché spojení nasunutím).

U zařízení pro automatické snímání dojící soupravy se z hlediska způsobu a směru stahování dojící soupravy posuzuje použití šňůry (lan-ka) jako nejméně výhodné; za nejvhodnější je považováno článkové rameno, které je však technicky složitější a více než čtyřikrát nákladnější než zařízení se šňůrou.

Firma CLAY používá k automatickému omývání vemen v dojírně s průchodovými dojícími stánkami šikmo vedle sebe (dvouřadové i po stranách kosočtverce — polygonové) trysky umístěné v podlaze každého dojícího stání (na roštu — vždy dvě trysky v každém stání — doba ostříkování od 0 do 30 s se nastavuje časovým spínačem). Spotřeba teplé vody k omytí vemene jedné dojnice je však příliš velká, podobně jako při použití přípravných stání.

Ve firemní literatuře GASCOIGNE je popisováno zařízení k automatické desinfekci struků, které je umístěno ve výstupní chodbě mimo dojírnu (dojnice procházejí chodbou po východu z dojírny). Zařízení tvoří fotobuňky a lampy (světelné zdroje) ve stěnách chodby a rozstřikovací trysky desinfekčního roztoku, které jsou v podlaze chodby. Při průchodu chodbou zacloňuje dojnice postupně lampy a tím uvádí v činnost rozstřikovací trysky. Použitím tohoto zařízení odpadá z postupu dojení úkon desinfekce hrotů struků a zlepšuje se pracovní prostředí v dojírně (výpary z desinfekčního roztoku).

VÝVOJ NOVÝCH USPOŘÁDÁNÍ POTRUBNÍCH DOJICÍCH ZAŘÍZENÍ PRO DOJENÍ VE STÁJI A DOJÍREN

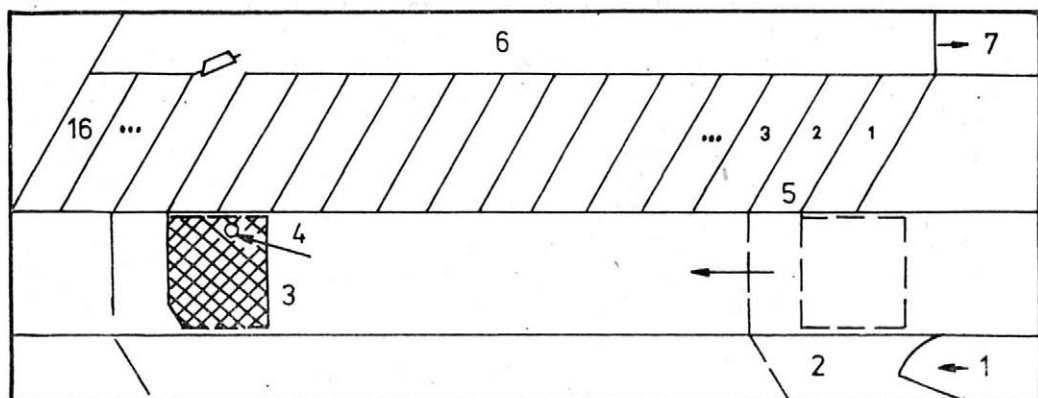
U potrubních dojicích zařízení pro dojení ve stáji se kromě již dříve známých snah vést mléčné potrubí u podlahy stáje (což se však nerozšířilo) a kromě použití dojicích souprav zavěšených i s ostatními

součástmi na kolejnicích (např. MOBIMATIC, funkční modely vyvíjené v ČSSR) nová uspořádání zatím neobjevila. Další, u nás rovněž již známá odlišná uspořádání, jsou jednopotrubní dojící zařízení (MÉLOTTE) a použití dvojího podtlaku, tj. k dojení 50,7 kPa a 66,7, popřípadě 73,3 kPa k dopravě mléka od dojících souprav ze stáje do mléčnice (UTINA, ALFA LAVAL).

Jako nové uspořádání dojírny se objevila v Austrálii tzv. podkovovitá dojírna, která je však téměř shodná s dojírnami circolaktor a semi-circolaktor, jež byly navrženy a popsány jugoslávskými odborníky již v roce 1966. Všechny uvedené typy jsou v podstatě dojírnami se zvýšenými dojícími stáními vedle sebe; stání jsou sestavena do kruhu nebo části kruhu (circolaktor má 32 dojících stání a je určen pro dojení 640 dojníc; podkovovitá dojírna má 16 dojících stání a lze v ní za hodinu vydojit 240 dojníc).

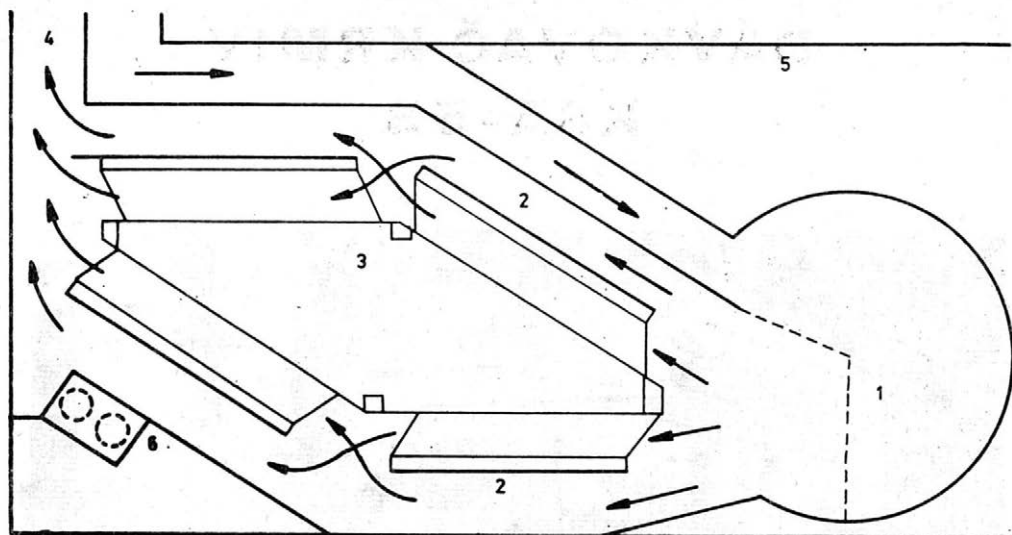
Ve francouzské odborné literatuře jsou uváděna dvě nová uspořádání dojíren, a to dojírna s dojícími stáními šikmo vedle sebe v jedné řadě („dojírna lineární“ — obr. 1) a dojírna s dojícími stáními sestavenými šikmo vedle sebe do oblouku. Od dosavadních dojíren se liší tím, že dojič pojíždí na vozíku prostorem pro dojiče za dojícími stáními, jímž také procházejí dojnice do dojících stání. Druhé uspořádání dojících stání do oblouku je však zase v podstatě shodné s dojírnou nazývanou „vějíř“, která byla postavena v SSSR asi v roce 1962 a ve které dojička obsluhovala dojnice vsedě na otočné vnitřní kruhové plošině, po níž dojnice také chodily do dojících stání.

Největší pozornosti však zasluhuje dojírna s průchodnými dojícími stáními uspořádanými šikmo vedle sebe a po stranách kosočtverce (polygonová dojírna — obr. 2), která vznikla v USA. První zprávy o ní se objevily kolem roku 1970 (v ČSSR bylo na tuto dojírnu upozorněno již v roce 1974). Od této doby se polygonové dojírny v USA rozšiřují a začínají se nabízet i v Evropě (GASCOIGNE, MANUS, WESTFALIA). Zatím se ve firemní literatuře uvádějí polygonové dojírny se 4 × 4, 4 × 5, 4 × 6, 4 × 7 a 4 × 8 dojícími stáními. Dojírnu obsluhují vždy dva dojiči a výkonnost jednoho dojiče se uvádí 48 až 72 dojníc za hodinu podle vybavení dojírny (teoreticky podle výsledků výzkumu by při automatiza-



1. Schéma „lineární dojírny“

1 — vstup dojníc; 2 — shromažďovací prostor před dojením; 3 — místo pro omývání vemen; 4 — pojízdný vozík pro dojiče; 5 — dojící stání šikmo uspořádané pod úhlem 45°; 6 — prostor pro výstup dojníc ze stání; 7 — výstup z prostoru dojírny



2. Schéma „polygonové dojírny“

1 — shromažďovací prostor před dojením; 2 — přístupové cesty do dojírny; 3 — polygon; 4 — výstupní chodba z prostoru dojírny, ve které je umístěno desinfekční zařízení; 5 — sklad materiálu; 6 — strojovna

ci většiny pracovních úkonů mohl dojič dosáhnout výkonnosti až 120 dojnic za hodinu). Jednotliví výrobci nabízejí pro polygonové dojírny (i pro řadové dojírny s průchodnými stáními šikmo vedle sebe) přiháněcí zábrany, krmítka na jadrná krmiva s automatickým otevíráním a uzavíráním vík, automatické omývání vemen, automatické snímání dojících souprav a automatickou desinfekci struků.

ZÁVĚR

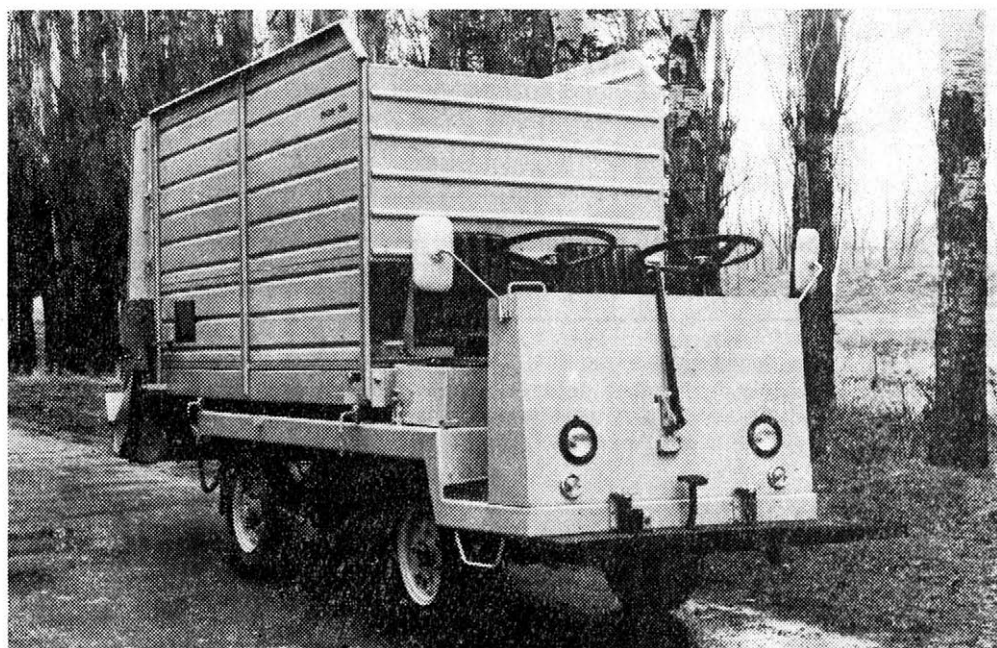
Z uvedeného stručného přehledu vyplývá, že vývoj v zahraničí směřuje ke zlepšení činnosti dojících zařízení, ke snížení potřeby lidské práce při dojení zaváděním automatizačních prvků i k hledání co nejvýhodnějšího uspořádání dojíren. Vyvíjejí se však jednoduchá a složitá automatizační zařízení, a to jak pro dojírny s průchodnými dojícími stáními šikmo vedle sebe řadové i polygonové, tak pro dojírny s pohyblivými se dojícími stáními. Dojárnám stacionárním se v mnoha případech dává přednost hlavně z hlediska výrazně menších pořizovacích nákladů i spolehlivosti provozu.

Bylo by účelné zpracovat podrobnou studii o současném stavu i vývoji dojící techniky v zahraničí a potom navrhnout jednotnou koncepci dalšího vývoje dojící techniky v ČSSR, která by využívala výsledků této studie. V období let 1981 až 1985 by měl být sjednocen výzkum i vývoj v tomto oboru tak, aby otázky dojící techniky byly řešeny komplexně v souladu s vypracovanou jednotnou koncepcí a koordinovány jedním pracovištěm. Jen tak se zajistí, aby byla dojící technika řešena ze všech hledisek a s dlouhodobějším výhledem.

Ing. Karel Ren, CSc., Federální ministerstvo pro technický a investiční rozvoj

Ing. Karel Kolář, CSc., Vysoká škola zemědělská, Praha

DÁVKOVAČ KRMIV KSA - 5B



Stroj se používá k mechanizovanému dávkování krmiv — kukuřice, luskovin, travin, sena, siláže a různých krmných směsí v živočišné výrobě.

Může pracovat v oblastech s teplotami od -25°C do $+35^{\circ}\text{C}$.

Agromachinaimpex



Vývozce: VTO AGROMAŠINAIMPEX

Bulharsko, Sofia
ul. S. Lepoeva
telefon: 23 03 91
telex: 022 563

Svoboda J.: Využití automatizace v krmných linkách pro skot . . .	573
Janeček A.: Optimální regulace jednorozměrného procesu . . .	583
Studeník B.: Extrapolácia trendu vybavenia poľnohospodárstva SSR strojovou technikou . . .	591
Šesták J., Škulavík L., Sklenka P.: Statická stabilita samohybných zberacích vozov . . .	601
Chochol Š., Prokop K., Zachariáš L., Malík M., Kindler E.: Simulace výroby, konzervace a spotřeby píce v podniku . . .	613
Ruml M., Rumlová L., Staněk Z.: Využití silných magnetických polí k předsejové úpravě osiva . . .	623

AKTUALITY

Ren K., Kolář K.: Nové směry v dojení technice . . .	629
--	-----

СОДЕРЖАНИЕ

Свобода Я.: Использование автоматизации в кормовых линиях для крупного рогатого скота . . .	582
Янечек А.: Оптимальное регулирование одномерного процесса . . .	589
Студеник Б.: Экстраполяция тренда оснащения сельского хозяйства СССР машинной техникой . . .	599
Шестак Й., Шкулавик Л., Скленька П.: Статическая устойчивость самоходных подборщиков . . .	611
Хохол Ш., Прокоп К., Захариаш Л., Малик М., Киндлер Е.: Имитирование производства, консервирования и потребления кормовых трав в предприятии . . .	621
Румл М., Румлова Л., Станек З.: Использование сильных магнитных полей для предпосевной обработки семян . . .	628

CONTENTS

Svoboda J.: The Use of Automation in Cattle Feeding Lines . . .	582
Janeček A.: Optimum Control of a Monodimensional Process . . .	589
Studeník B.: The Extrapolation of the Trend of the Availability of Machines to Agriculture in the Slovak Socialist Republic . . .	599
Šesták J., Škulavík L., Sklenka P.: The Statical Stability of Self-Propelled Self-Loading Trucks . . .	612
Chochol Š., Prokop K., Zachariáš L., Malík M., Kindler E.: Simulation of the Production, Preservation and Consumption of Fodder Crops in an Enterprise . . .	621
Ruml M., Rumlová L., Staněk Z.: The Use of Strong Magnetic Fields for the Pre-Sowing Treatment of Seed . . .	628

INHALT

Svoboda J.: Anwendung der Automatisierung in den Rindvieh-Fütterungsketten . . .	(E) 582
Janeček A.: Optimale Regelung des Eindimensionsprozesses . . .	589
Studeník B.: Extrapolation des Ausstattungstrends der Landwirtschaft der SSR mit der Landtechnik . . .	599
Šesták J., Škulavík L., Sklenka P.: Statische Stabilität der selbstfahrenden Ladewagen . . .	612
Chochol Š., Prokop K., Zachariáš L., Malík M., Kindler E.: Simulation der Grünfütterproduktion, -konservierung und des -verbrauches im Betrieb . . .	621
Ruml M., Rumlová L., Staněk Z.: Nutzung der starken magnetischen Felder zur Saatvorbehandlung des Saatgutes . . .	(E) 628



Rukopisy odevzdány k tisku 29. 6. 1981 — Podepsáno k tisku 28. 10. 1981

Omlouváme se čtenářům za opožděné vydání tohoto čísla, způsobené přestavbou tiskárny.

Rozšiřuje Poštovní novinová služba. Objednávky a předplatné přijímá PNS - ústřední expedice tisku, administrace odborného tisku, Jindřišská ulice 14, 110 00 Praha 1. Lze též objednat u každé pošty i poštovního doručovatele. Objednávky do zahraničí vyřizuje PNS — ústřední expedice tisku, oddělení vývozu tisku, Jindřišská ulice 14, 110 00 Praha 1. Vytiskl MÍR, novinářské závody, n. p., závod 6, tř. Lidových milicí 22, 120 00 Praha 2.