



ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA

7

ROČNÍK 21 (XLVIII)
PRAHA
ČERVENEC 1975
CENA 10 Kčs
CS ISSN 0044-3883

ČESKOSLOVENSKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÁ
ÚSTAV VĚDECKOTECHNICKÝCH INFORMACÍ

ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA

Rídí redakční rada

Jan Květoň (předseda), ing. Miloslav Adam, CSc., ing. Karel Bernhardt, doc. ing. Marko Ďuriš, CSc., ing. Jiří Fiala, CSc., ing. František Fortuník, CSc., ing. Stanislav Haš, CSc., ing. Jaroslav Homolka, doc. ing. Ján Jech, CSc., ing. Karel Joza, ing. Ján Kuchár, ing. Vladimír Píša, doc. ing. Vladimír Suchý, CSc., prof. ing. Zdeněk Šteffl, CSc., ing. Alois Vávra, CSc., Josef Višínský, CSc.

Vedoucí redaktorka ing. Jovanka Václavíková

© Ústav vědeckotechnických informací, Praha 1975

Vědecký časopis ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA uvěřuje studie, rozbor a vědecká pojednání o vyřešených úkolech výzkumu v oboru zemědělské techniky. Vydává Ústav vědeckotechnických informací. Vychází měsíčně. Redakce: 120 56 Praha 2, Slezská 7, telefon 257541-9. Celoroční předplatné Kčs 120,—.

Научный журнал ЗЕМЕДѢЛЬСКАЯ ТЕХНИКА публикует обзоры, анализы и научные статьи о разрешенных заданиях по научному исследованию в области сельскохозяйственной техники. Издаёт Институт научно-технической информации. Выход в свет ежемесячно. Редакция 120 56 Прага 2, Слезска 7.

The scientific journal ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA publishes studies, analyses and scientific treatises about the solved research tasks in the line of the agricultural mechanization. Publishes by the Institute of Scientific and Technical Information. 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 vom Institut für wissenschaftlich-technische Informationen. Erscheint monatlich. Redaktion 120 56 Praha 2, Slezská 7.

Le journal scientifique ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA publie les études, analyses et traités scientifiques concernant les tâches de recherches résous dans le domaine de technique agricole. Publié par l'Institut des Informations Scientifiques et Techniques. Paraît une fois par mois. Rédaction 120 56 Prague 2, Slezská 7.

OPTIMALIZACE POČTU OPRAVÁŘŮ PRO ZABEZPEČENÍ PROVOZNÍ SPOLEHLIVOSTI SKUPINOVĚ NASAZENÝCH SKLÍZEČŮ

K. Prokop, V. Legát, T. Doucha

Vysoká škola zemědělská, Praha - Suchbát

PROKOP K., LEGÁT V., DOUCHA T. *Optimalizace počtu opravářů pro zabezpečení provozní spolehlivosti skupinově nasazených sklízeců*. Zem. technika 21 (7) : 377-388, 1975.

Cílem předložené práce je popis metody optimalizace počtu opravářů při daném počtu sklízeců a daných hodnotách dalších vstupních veličin. Kritériem optima je minimum součtu prostojů opravářů a prostojů strojů vyjádřených v jednotkách prostojů opravářů. Jádrem metody je stochastický simulační model, jehož vstupními veličinami jsou počet sklízeců, počet opravářů, parametry rozdělení náhodné veličiny INTER (interval mezi dvěma poruchami) a náhodné veličiny OPRAVA (doba opravy); výstupními veličinami jsou průměrný jednotkový prostoje sklízeců a průměrný jednotkový prostoje opraváře. Ověření modelu na empirických datech ukázalo dobrý soulad mezi teoreticky a empiricky získanými hodnotami. Vlastní optimalizace se provádí metodou tzv. komunikace s počítačem, resp. s modelem.

Při skupinovém nasazení sklízeců je velmi důležité, aby prostoje strojů, zaviněné čekáním na opravu, byly co nejmenší. Za předpokladu, že každý stroj opravuje jen jeden opravář, by bylo zapotřebí pro snížení prostojů uvedeného typu na nulu téhož počtu opravářů jako strojů, neboť nelze vyloučit možnost, že v některém okamžiku všechny stroje najednou jsou opravovány. Tato možnost je však očividně málo pravděpodobná. Rovněž je jasné, že při tak vysokém počtu opravářů by náklady na provoz opravářské čety byly neúměrně vysoké ve srovnání se ztrátami spojenými s čekáním sklízeců na opravu. Při příliš nízkém počtu opravářů však jsou ztráty tohoto typu vysoké.

Cílem předložené práce je optimalizace počtu opravářů (při daném počtu strojů a daných hodnotách dalších veličin), přičemž kritériem je minimum ztrát spojených s čekáním strojů na opravu a s čekáním opravářů na poruchu stroje. Problém stanovení metody optimalizace pak spočívá v nalezení metody výpočtu ztrát pro všechny požadované kombinace hodnot vstupních veličin.

METODIKA

Pokud jde o řešení problému, lze v zásadě uvažovat jednak o řešení analytickém (pomocí teorie hromadné obsluhy), jednak o řešení pomocí simulace na číslicovém počítači. Autoři zvolili pro řešení druhou metodu.

Řešení problému se skládá z několika částí:

- 1) Sestrojení simulačního modelu pro výpočet prostojů sklízečů a prostojů opravářů.
- 2) Stanovení metody výpočtu ztrát.
- 3) Použití metody výpočtu ztrát při optimalizaci počtu opravářů.

Simulační model

Systém, jehož model máme sestrojit, obsahuje silné náhodné vlivy. Půjde tedy o stochastický simulační model (Prokop, 1975).

Tvar kritériální funkce

V článku užíváme pro čísla symboliky běžné ve vyšších programovacích jazycích, tj. alfanumerických znaků. Tedy např. POCSTR je číslo. Necht' je

PROSTR – průměrný prostoj jednoho stroje za jednu minutu provozu (minut) (zaviněný čekáním na zahájení opravy)

PROOPR – průměrný prostoj jednoho opraváře za jednu minutu provozu (minut)

POMER – poměr ztrát spojených s jednou minutou prostoje stroje k ztrátám spojeným s jednou minutou prostoje opraváře

ZTRATY – celkové ztráty

Pak za kritériální funkci můžeme pokládat funkci

$$ZTRATY = POMER \cdot PROSTR + PROOPR$$

Idealizovaný systém

Na daném honu pracuje POCSTR sklízečů. Po celou dobu sklizně je na honu k dispozici POCOPR opravářů.

Interval mezi dvěma po sobě jdoucími poruchami téhož sklízeče je náhodná veličina; ze statistických údajů je známé, že rozdělení této veličiny lze uspokojivě aproximovat Weibullovým rozdělením.

Doba trvání opravy daného sklízeče je rovněž náhodná veličina. Rozdělení této náhodné veličiny lze rovněž považovat za Weibullovo (ovšem s jinými hodnotami parametrů než u intervalu mezi poruchami).

Předpokládáme, že každý sklízeč je opravován jen jedním opravářem.

Je-li v čase začátku poruchy sklízeče aspoň jeden opravář volný, zahájí se ihned oprava; v opačném případě má sklízeč prostoj až do doby, kdy se některý opravář uvolní.

Čeká-li v čase ukončení opravy aspoň jeden sklízeč na opravu, zahájí se tato oprava ihned; jinak má opravář prostoj.

Vstupní veličiny modelu

POCSTR – počet sklízečů

POCOPR – počet opravářů

POMER – poměr ztrát spojených s jednou minutou prostoje stroje k ztrátám spojeným s jednou minutou prostoje opraváře

TOINT – parametr rozdělení náhodné veličiny INTER (viz odst.
Ostatní veličiny)
MINT – parametr rozdělení náhodné veličiny INTER
TUINT – parametr rozdělení náhodné veličiny INTER
TOOPR – parametr rozdělení náhodné veličiny OPRAVA (viz
odst. Ostatní veličiny)
MOPR – parametr rozdělení náhodné veličiny OPRAVA
TUOPR – parametr rozdělení náhodné veličiny OPRAVA

Výstupní veličiny

PROSTR – průměrný prostoj jednoho sklízeče za jednu minutu pro-
vozu (minut)
PROOPR – průměrný prostoj jednoho opraváře za jednu minutu
provozu (minut)
ZTRATY – celkové ztráty (v jednotkách prostoje opraváře)

Stavové veličiny

L – okamžitý počet čekajících strojů
N – okamžitý počet čekajících opravářů
CI – okamžitý prostoj I strojů současně (minut)
PI – okamžitý prostoj I opravářů současně (minut)
XI – kód změny stavu systému (stav O = změnou je začátek
opravy, stav 1 = změnou je konec opravy)

Ostatní veličiny

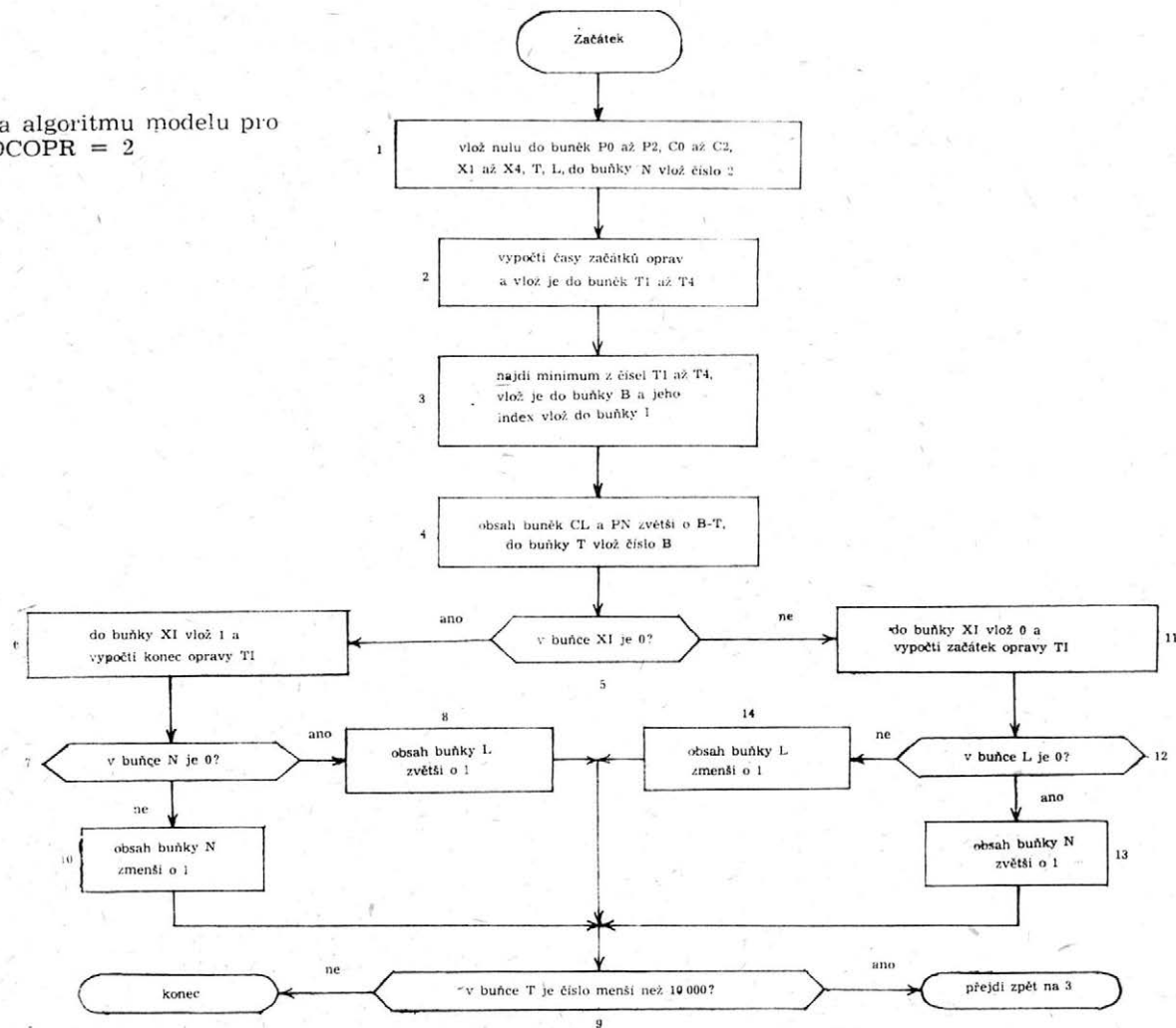
INTER – náhodná veličina = doba trvání intervalu mezi dvě-
ma po sobě jdoucími poruchami (minut)
OPRAVA – náhodná veličina = doba opravy (minut)

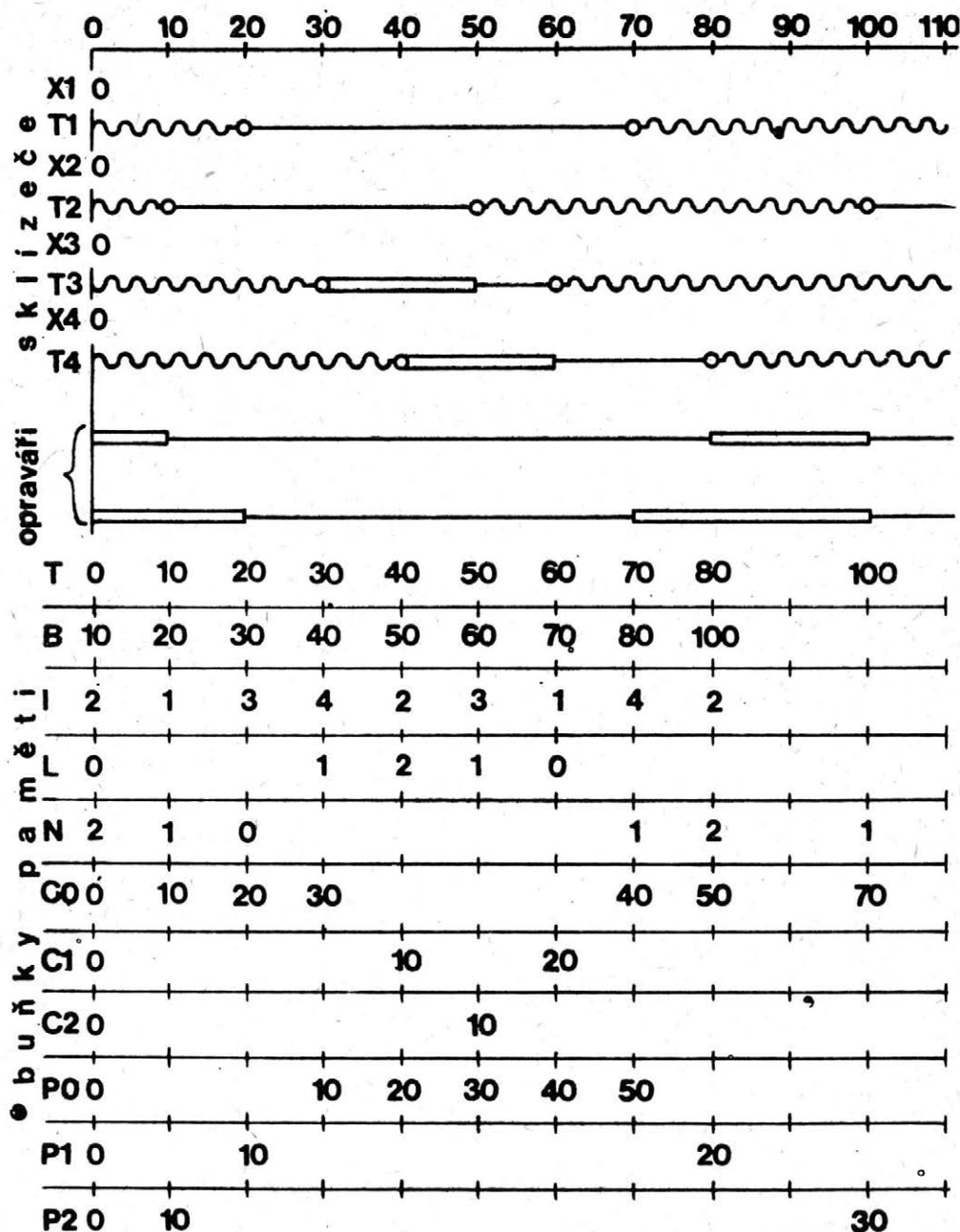
Princip algoritmu modelu

Pro lepší pochopení činnosti modelu (při výpočtu hodnot CI, PI)
uvádíme algoritmus modelu v podobě blokového schématu pro POCSTR =
= 4, POCOPR = 2 (obr. 1).

Aby čtenář mohl snadněji sledovat jednotlivé příkazy a rozvětvení
algoritmu, budeme zároveň s průběhem jednotlivých větví sledovat tzv.
harmonogram (obr. 2). V harmonogramu jsou graficky vyznačeny hodno-
ty ukládané postupně do každé z buněk X1, T1, X2, T2, X3, T3, X4, T4,
přičemž vlnovka znamená bezporuchovou činnost, jednoduchá čára zna-
mená opravu, dvojitá čára znamená prostoj sklízeče (čekání na zahájení
opravy). Dále je v harmonogramu vyznačena činnost každého z opravářů
(jednoduchou čarou) a jeho prostoj (dvojitou čarou). Konečně každý
z dalších řádků pod harmonogramem naznačuje buňku paměti, ve které
čísla v řádku znamenají postupně vkládané hodnoty do příslušné buňky
v příslušném čase (v buňce paměti, jak známo, může být v daném okam-
žiku uloženo jen jedno číslo; vložení dalšího čísla předchozí číslo ne-
návratně zmizí). Dodejme ještě, že poměry délek úseček v harmonogramu
neodpovídají skutečnosti.

1. Blokové schéma algoritmu modelu pro
POCSTR = 4, POCOPR = 2





2. Pomocný harmonogram pro sledování činnosti algoritmu

Nyní tedy již můžeme sledovat činnost algoritmu podle blokového schématu:

Do sloupce odpovídajícího času $T = 0$ vepíšeme počáteční hodnoty podle příkazu 1. Předpokládejme, že generátor náhodných čísel spolu s transformátorem vypočte tyto hodnoty: $T_1 = 20$, $T_2 = 10$, $T_3 = 30$, $T_4 = 40$ (minut). Tyto hodnoty znázorníme graficky, tj. vlnovkami od

$T = 0$ vždy do příslušného času. Podle příkazu 3 je ovšem $B = 10$ a $I = 2$. Protože je $L = 0$, $N = 2$, pak podle příkazu 4 bude $CL = CO = 10$, $PN = P2 = 10$, $T = 10$. Protože $I = 2$, je $XI = X2 = 0$, a tedy podle příkazu 6 se do buňky $XI = X2$ vloží číslo 1 (tj. místo nuly nyní bude až do další změny obsahovat číslo 1); předpokládejme, že bude náhodné číslo rovné 40, tj. $TI = T2 = T + 40 = 50$. Je $N = 2$, a tedy podle příkazu 10 bude nová hodnota $N = 1$. Podmínka příkazu 9 je splněna, a proto se vrátíme na příkaz 3. Zřejmě nyní je $B = 20$ a $I = 1$. Podle 4 je $T = 20$, $CO = 20$, $PN = P1 = 10$. $XI = X1 = 0$, podle 6 bude $XI = X1 = 1$; nechť náhodné číslo je 50, a tedy $TI = T1 = 70$. Je $N = 1$ a nová hodnota tedy bude $N = 0$. Přes příkaz 9 přejdeme na 3: nyní je $B = 30$ a $I = 3$. Podle 4 je $CL = CO = 30$, $PN = P0 = 10$, $T = 30$. Je $XI = X3 = 0$ a nová hodnota bude tedy $X3 = 1$; nechť náhodné číslo je 30 a $TI = T3 = 60$. Je $N = 0$, a tedy podle 8 bude $L = 1$. Podle 3 je $B = 40$ a $I = 4$. Podle 4 je $CL = C1 = 10$, $PN = P0 = 20$, $T = 40$. Je $XI = X4 = 0$ a podle 6 bude $XI = X4 = 1$; nechť náhodné číslo je 40, a tedy $TI = T4 = 80$. Je $N = 0$ a podle 8 bude $L = 2$. Podle 3 je $B = 50$, $I = 2$, podle 4 bude $C2 = 10$, $PO = 30$, $T = 50$. Je $XI = X2 = 1$, a tedy podle 11 bude $XI = X2 = 0$; nechť náhodné číslo je 50, a tedy $TI = T2 = 100$. Je $L = 2$ a podle 14 nová hodnota bude $L = 1$. Podle 3 je $B = 60$, $I = 3$. Podle 4 bude $CL = C1 = 20$, $PN = P0 = 40$, $T = 60$. Je $XI = X3 = 1$ a podle 11 tedy nová hodnota je $XI = X3 = 0$. Je $L = 1$ a podle 14 tedy bude $L = 0$. Podle 3 je $B = 70$, $I = 1$. Pak $CO = 40$, $PO = 50$, $T = 70$. Je $X1 = 1$, a tedy bude nyní $X1 = 0$; nechť náhodné číslo je 60 a $T1 = 130$. Je $L = 0$, a tedy podle 13 bude $N = 1$. Podle 3 je $B = 80$, $I = 4$, podle 4 je $CO = 50$, $P1 = 20$, $T = 80$. Je $X4 = 1$ a tedy bude $X4 = 0$; náhodné číslo nechť je 60 a tedy $T4 = 140$. Je $L = 0$, a tedy $N = 2$. Podle 3 je $B = 100$, $I = 2$. $CO = 70$, $P2 = 30$, $T = 100$. Je $X2 = 0$, a tedy bude $X2 = 1$ a nechť náhodné číslo je 50; pak $T2 = 150$. Je $N = 2$ a bude tedy $N = 1$.

Tímto způsobem bychom mohli pokračovat dále (bez samočinného počítače by ovšem nebylo možné vyhovět podmínce příkazu 9), ale pro pochopení činnosti algoritmu těchto několik kroků jistě stačí.

1. Z děrné pásky přečti hodnoty vstupních veličin.
2. Stavovým veličinám uděl počáteční hodnoty.
3. Urči běžný čas.
4. Vypočti okamžitou hodnotu veličin CI , PI .
5. Je-li $XI = 0$, pokračuj podle 10, jinak vypočti čas začátku opravy.
6. Veličině XI uděl hodnotu 0.
7. Je-li $L = 0$, pokračuj podle 14, jinak sniž hodnotu veličiny L o 1.
8. Opakuj postup od návěští 3 10 000krát.
9. Vypočti hodnoty výstupních veličin.
10. Vypočti čas ukončení opravy.
11. Veličině XI uděl hodnotu 1.
12. Je-li $N = 0$, pokračuj podle 13, jinak sniž hodnotu veličiny N o 1 a pokračuj podle 4.
13. Zvyš hodnotu veličiny L o 1 a pokračuj podle 8.
14. Hodnotu veličiny N zvyš o 1 a pokračuj podle 8.

Příkaz č. 2: Počáteční hodnoty charakterizují stav systému v čase 0.

Příkaz č. 3: Počítač uvažuje jen ty okamžiky, kdy v systému nastává změna. Každý takový okamžik nazýváme běžným časem. Při simulaci se v různých místech algoritmu počítají hodnoty časů změny a tyto hodnoty se ukládají do paměti. Princip určení běžného času pak spočívá v nalezení nejmenšího z těchto časů změny.

Příkaz č. 4: CI pro dané I , $I = 1, \dots$, POCSTR je kumulativní veličina, která má počáteční hodnotu 0. Má-li při přechodu od daného běžného času k následujícímu běžnému času prostoj I strojů současně, pak se CI zvětší o rozdíl obou běžných časů. Podobně pro PI.

Příkaz č. 5: Je-li $XI = 0$, je běžný čas časem začátku opravy, při $XI = 1$ je běžný čas časem konce opravy, tj. dalším běžným časem bude čas začátku další opravy. Tento čas se vypočte přičtením doby bezporuchového provozu k běžnému času (tj. času konce opravy). Doba bezporuchového provozu se vypočte takto:

(1) generuje se náhodné číslo jako hodnota náhodné veličiny s rovnoměrným rozdělením intervalu $(0,1)$;

(2) v závislosti na generovaném náhodném čísle se určí (pomocí daného rozdělení veličiny INTER) doba bezporuchového provozu.

Příkaz č. 6: K tomuto příkazu jsme došli za předpokladu, že $CI = 1$, tj. pro výpočet dalšího běžného času (začátku další opravy) musí být hodnota kódu změněna na 0.

Příkaz č. 7: Je-li $L > 0$, čeká aspoň jeden sklízeč na opravu. Protože k tomuto příkazu jsme došli za předpokladu, že $CI = 1$, tj. běžný čas, je časem konce opravy, sníží se L o 1.

Příkaz č. 8: Podstatou stochastické simulace je mnohonásobné napodobení průběhu skutečného děje při různých hodnotách náhodných veličin (v našem případě doby bezporuchového provozu a doby opravy). Pro dosažení větší přesnosti by bylo vhodné zvýšit počet opakování na 20 až 30 tisíc.

Příkaz č. 9: Chceme-li vypočítat prostoj všech sklízečů (během modelovaného období), musíme sečíst celkové $C1$ s dvojnásobkem celkového $C2$, s trojnásobkem celkového $C3$ atd. Pak převedeme prostoj sklízečů na jednotku času vydělením výsledku počtem simulovaných jednotek času a dále převedeme tento relativní prostoj všech sklízečů na prostoj (průměrný prostoj) jednoho sklízeče vydělením výsledku počtem sklízečů; tím dostaneme hodnotu PROSTR.

Podobně se vypočte hodnota PROOPR.

Nakonec podle dříve uvedené kritériální funkce vypočteme ZTRATY.

Příkaz č. 10: Čas ukončení opravy se vypočte přičtením doby opravy k běžnému času (v tomto případě k času začátku opravy). Doba opravy se vypočte podobně jako doba bezporuchového provozu (viz příklad č. 5), tj. generováním hodnoty náhodné veličiny s rovnoměrným rozdělením v intervalu $(0,1)$ a určením doby opravy pomocí tohoto náhodného čísla a daného rozdělení náhodné veličiny OPRAVA.

Příkaz č. 11: K tomuto příkazu jsme došli po výpočtu času ukončení opravy; tato změna má kód $XI = 1$.

Příkaz č. 12: Je-li $N > O$, je aspoň jeden opravář k dispozici, a tedy se zahájí oprava, čili N se zmenší o 1.

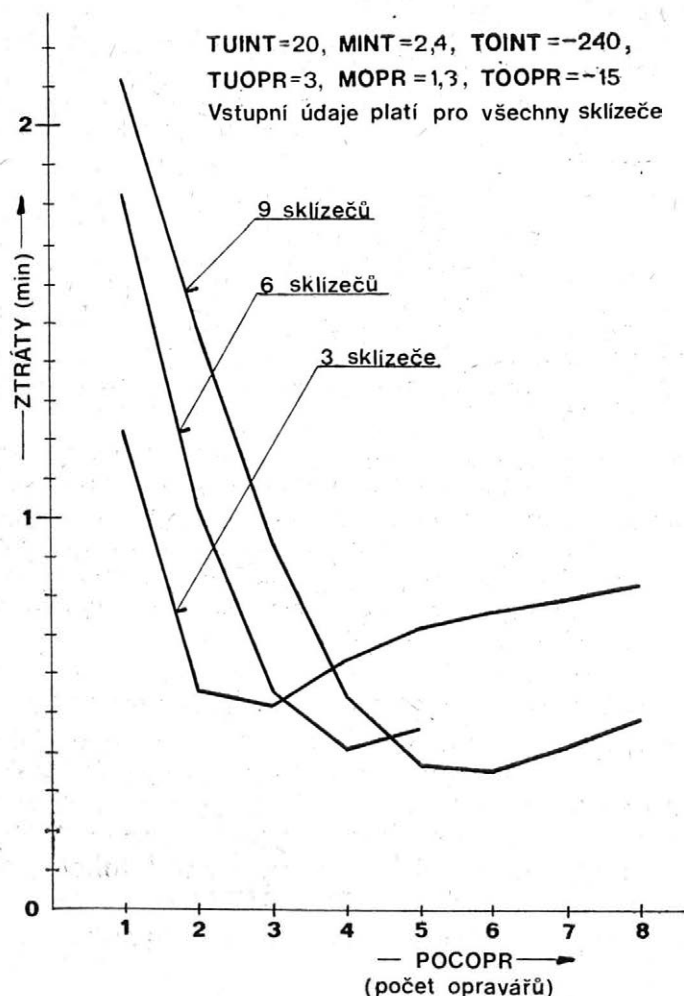
Příkaz č. 13: K tomuto příkazu jsme došli přes příkaz č. 12 za předpokladu, že $N = O$, tj. v čase začátku poruchy není žádný opravář k dispozici. Pak se počet sklízeců, které mají prostoj (L), zvýší o 1.

Příkaz č. 14: K tomuto příkazu jsme došli přes příkaz č. 7 za předpokladu, že $L = O$, tj. v čase ukončení opravy žádný sklizeč nečeká na opravu. Pak se počet opravářů, kteří mají prostoj (N), zvýší o 1.

EXPERIMENTÁLNÍ OVĚŘENÍ TEORETICKÉHO ŘEŠENÍ

Pro ověření adekvátnosti modelu i kritériální funkce bylo uskutečněno 15 výpočtů; přitom vstupní hodnoty byly voleny tak, aby výsledky bylo možno porovnat s dostupnými experimentálními údaji. Jsou to tyto hodnoty:

TUIN = 20; MINT = 2,4; TOIN = -240;
TUOPR = 3; MOPR = 1,3; TOOPR = -15



3. Graf závislosti ztrát na počtu opravářů pro TUIN = 20, MINT = 2,4, TOIN = -240, TUOPR = 3, MOPR = 1,3, TOOPR = -15

Pro tyto hodnoty vstupních veličin byly provedeny následující výpočty:

- 1) pro tři sklízeče a jednoho až tři opraváře,
- 2) pro šest sklízečů a jednoho až pět opravářů,
- 3) pro devět sklízečů a jednoho až osm opravářů.

Příslušné grafy jsou v obr. 3.

Dále byly zvoleny tyto hodnoty vstupních veličin:

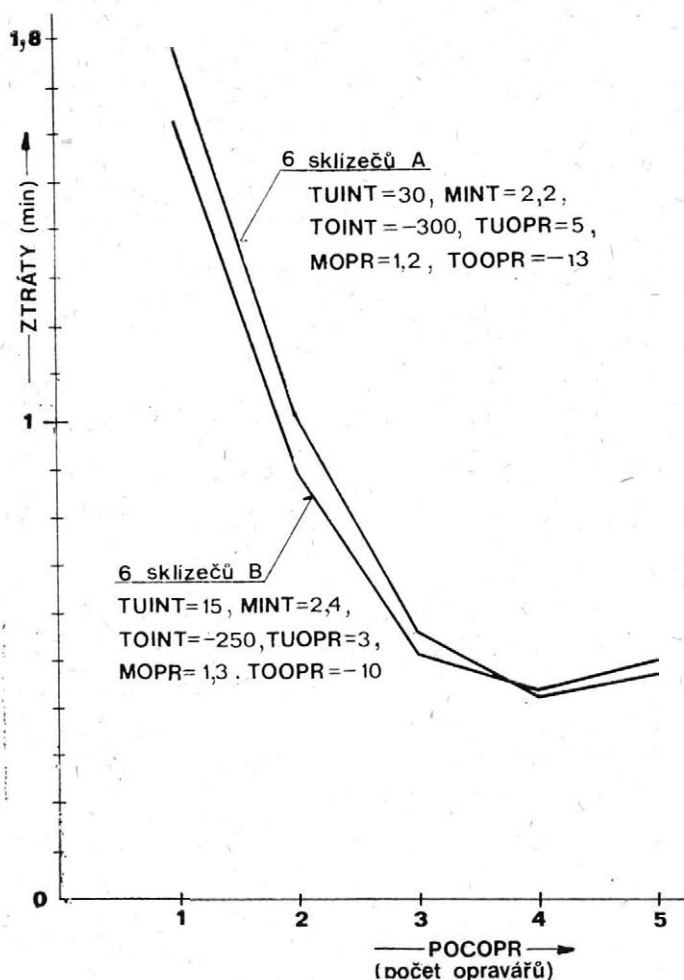
TUINT = 15; MINT = 2,4; TOINT = -250;
TUOPR = 3; MOPR = 1,3; TOOPR = -10.

Pro tyto hodnoty byly provedeny výpočty pro šest sklízečů a jednoho až pět opravářů (obr. 4).

Konečně byly zvoleny hodnoty:

TUINT = 30; MINT = 2,2; TOINT = -300;
TUOPR = 5; MOPR = 1,2; TOOPR = -13.

Pro tyto hodnoty byly provedeny výpočty pro šest sklízečů a jednoho až pět opravářů (obr. 4).



4. Graf závislosti ztrát na počtu opravářů pro TUINT = 15, MINT = 2,4, TOINT = -250, TUOPR = 3, MOPR = 1,3, TOOPR = -10

VÝSLEDKY

Z výpočtů a grafů zobrazených na obr. 3 je patrné, že (při daných parametrech rozdělení náhodných veličin INTER, OPRAVA a dané hodnotě POMER) při zvyšujícím se počtu opravářů ztráty způsobené prostoji zpočátku velmi rychle klesají, dosahují minima a pak opět vzrůstají. Pro devět sklízeců vyšel optimální počet opravářů roven šesti a pro šest sklízeců vyšli čtyři opraváři. V případě tří sklízeců je nejvýhodnější využívat dva opraváře.

Při porovnání těchto výsledků se zkušenostmi z praxe vyplývá, že jejich hodnoty jsou poněkud vyšší než je současný stav, tj. jeden až dva opraváři na jednu skupinu sklízeců. I když vyšší hodnoty výsledků jsou částečně způsobeny použitou idealizací skutečných poměrů, lze dát praxi na zvážení možnost zvýšení počtu opravářů pro zabezpečení spolehlivosti skupinově nasazených sklízeců.

K výpočtu počtu opravářů je nezbytné využít podkladů – vstupních údajů – nejlépe přímo z konkrétních zemědělských provozů v podobě empirického rozdělení náhodné veličiny INTER a OPRAVA.

V práci uvedené výsledky optimalizačního řešení je nutno chápat především jako metodickou pomůcku sloužící k ilustraci simulačních početních metod, které mají v hlavní míře napomoci ke snížení nákladů na jednotku produkce – hektar, tunu apod.

DISKUSE

1) Výpočet podle právě sestrojeného modelu je tím přesnější, čím více se idealizovaný systém podobá systému reálnému. Při běžné organizaci sklizně například běžné poruchy odstraňuje kombajnér. Rovněž se obvykle na opravě stroje podílejí všichni volní opraváři. Simulační metoda umožňuje poměrně snadno přizpůsobit popsany model daným konkrétním podmínkám (reálnému systému), jsou-li nároky na přesnost výpočtu vysoké.

2) Použitá kritériální funkce je velmi jednoduchá a vyžaduje zadání hodnoty jen jediné konstanty (POMER). Pro přesnější výpočet by bylo možné použít funkce vyjadřující celkové náklady na sklizeň pomocí mezd opravářů a pomocí dalších údajů.

3) Není-li možné skutečné rozdělení obou náhodných veličin uspokojivě aproximovat Weibullovým rozdělením, lze použít empirického rozdělení.

4) Výhodou popsaného modelu je jeho jednoduchost a (s tím spojená) rychlost výpočtu. Na druhé straně však si autoři uvědomují, že jednoduchost modelu byla získána za cenu jistě nevýhody: V době bezporuchového provozu sklízec je zahrnut i eventuální prostoj opraváře a v době opravy sklízec je zahrnut i jeho eventuální prostoj. Tuto nevýhodu lze však do jisté míry kompenzovat odpovídajícím způsobem získávání vstupních dat (rozdělení náhodných veličin INTER a OPRAVA).

ZÁVĚR

V předložené práci je řešena problematika optimalizace počtu opravářů při zabezpečování provozní spolehlivosti skupinově nasazených sklízeců.

zečů. K výpočtu je použito metody simulace, přičemž rozhodovacím kritériem jsou minimální jednotkové ztráty způsobené prostoji strojů (čekáním na opravu) a prostoji opravářů (čekáním na poruchu sklízecí). Funkce popisovaného modelu je ilustrována na příkladech.

Uvedenou metodu výpočtu je nutné chápat jako příspěvek ukazující možnosti využití moderní číslíkové výpočetní techniky vedoucí ke snížení nákladů na provoz drahých a složitých zemědělských strojů druhé generace, směřující ke snížení nákladů na zemědělskou produkci.

Literatura

NAYLOR, T. H.: Computer Simulation Experiments with Models of Economics Systems. Wiley, New York 1971.

PROKOP, K.: Modelování procesů v zemědělské výrobě. In.: Sborník mechanizační fakulty Vysoké školy zemědělské v Praze. Praha 1975, v tisku.

Došlo dne 18. 3. 1975

ПРОКОП К., ЛЕГАТ В., ДОУХА Т. (Сельскохозяйственный институт, Прага-Сухдол, Чехословакия). Оптимизация числа ремонтников для обеспечения эксплуатационной надежности уборочных машин при групповом применении. *Zem. technika* 21 (7) : 377-388, 1975.

Целью предложенной работы является описание метода оптимизации числа ремонтников при данном количестве уборочных машин и данных показателях входных величин. Критерием оптимума является минимум суммы простоев ремонтников и простоев машин, выраженных в единицах простоев ремонтников. Ядром метода является стохастическая имитированная модель, входными величинами которой является число уборочных машин, число ремонтников, параметры распределения случайной величины INTER (интервал между двумя отказами) и случайные величины OPRAVA (время между двумя отказами); выходными величинами являются средний простой уборочной машины как единицы и средний простой ремонтника как единицы. Испытание модели на эмпирических данных показало хорошую согласованность между теоретически и эмпирически полученными величинами. Собственно оптимизация производится по методу коммуникации с вычислительной машиной, или с моделью.

PROKOP K., LEGÁT V., DOUCHA T. (University of Agriculture, Praha - Suchdol, Czechoslovakia). *Optimum Number of Maintenance Workers for Ensuring the Operational Reliability of Harvesters Used in Groups*. *Zem. technika* 21 (7) : 377-388, 1975.

The object of this work is to describe optimization methods for the number of maintenance workers at a given number of harvesters and given values of other input parameters. The optimum number is expressed by the minimum idle time of the maintenance workers and the minimum idle time of the machines, determined in units of idle times of the maintenance workers. The essence of this method is a stochastic model of simulation whose input values include the number of harvesters, the number of maintenance workers, distribution of the random variable INTER (interval between two breakdowns), and the random value OPRAVA (time necessary to complete the repair); the output variables include the mean unit idle time of the machine and the mean unit idle time of the maintenance worker. Confrontation of the model with empiric data showed a good agreement between the theoretical and empirical values. Optimization computations are carried out by help of the method of communication with the computer, or with the model.

PROKOP K., LEGÁT V., DOUCHA T. (Landwirtschaftliche Universität, Praha - Suchdol, Tschechoslowakei). *Optimierung der Anzahl von Instandsetzern für die Gewährleistung der Betriebssicherheit von gruppenweise eingesetzten Erntemaschinen*. Zem. technika 21 (7) : 377-388, 1975.

Das Ziel der vorliegenden Arbeit ist die Beschreibung der Methode für die Optimierung der Anzahl von Instandsetzern bei der gegebenen Anzahl der Erntemaschinen und gegebenen Werten von weiteren Eingangsgrößen. Das Kriterium des optimalen Wertes ist der Mindestwert von Summe der Stillstandzeiten von Instandsetzern und Stillstandzeiten der in Einheiten der Stillstandzeiten von Instandsetzern dargestellten Maschinen. Der Kern der Methode ist das stochastische Nachbildungsmodell, dessen Eingangsgrößen Anzahl der Erntemaschinen, Anzahl der Instandsetzer, Parameter der Einteilung der regellosen Größe INTER (Intervall zwischen zwei Reparaturen) und regellosen Größe OPRAVA (Reparaturzeit) sind; Ausgangsgrößen sind die mittlere Einheitsstillstandzeit der Erntemaschine und mittlere Einheitsstillstandzeit des Instandsetzers. Die Überprüfung des Modells an empirischen Daten ergab ein gutes Einvernehmen zwischen den theoretisch und empirisch erhaltenen Werten. Die eigentliche Optimierung erfolgt durch die Methode der Kommunikation mit der Rechenanlage, bzw. mit dem Modell.

Adresa autorů:

Karel Prokop, prom. ped., ing. Václav Legát, CSc., ing. Tomáš Doucha, Vysoká škola zemědělská, 160 21 Praha 6 - Suchdol

J. Křemenák

Vysoká škola zemědělská, Praha - Suchbát

KŘEMENÁK J. *Agrofyzikální vlastnosti stonku přadného lnu*. Zem. technika 21 (7) : 389-411, 1975.

Článek uvádí výsledky měření agrofyzikálních vlastností stonku lnu, důležitých z hlediska mechanizované sklizně. Shromážděné hodnoty byly vyhodnoceny na základě velkého počtu měření opakovaného ve dvou sezónách na odrůdě 'Věra'. Mohou doplnit, popřípadě nahradit některé údaje dosud přebírané z cizích pramenů, které však neodpovídají čs. podmínkám. Vedle hodnot jednotlivých vlastností jsou uvedeny nejdůležitější závislosti proměnných veličin.

stonek; rozměry stonků; síla potřebná k vytržení; síla potřebná k přetržení; zelená, raná žlutá a žlutá zralost; registrační dynamometr; upínací hlavice

Znalost, stanovení a ověření agrofyzikálních vlastností přadného lnu jsou důležité činitele, umožňující volbu vhodných technologických postupů, navrhování nových prvků a posuzování strojů již vyráběných. Poznání agrofyzikálních vlastností je rovněž přínosem pro další rozvoj teorie zemědělských strojů.

Cílem úkolu bylo získat podklady a stanovit agrofyzikální vlastnosti lnu, které jsou důležité z hlediska mechanizace sklizně a posklizňových operací, popřípadě vymezit požadavky na tyto vlastnosti.

METODIKA

Základní požadavky na mechanizovanou sklizeň přadného lnu vyplývají především ze stavby stonku lnu, tj. z botanické a biologické charakteristiky lnu, a z možnosti průmyslově zpracovávat len na vlákno.

VYMEZENÍ ÚKOLU A OBECNÉ PODMÍNKY MĚŘENÍ

Polně-laboratorní měření agrofyzikálních vlastností přadného lnu byla zaměřena na zjišťování následujících veličin (vlastností):
síla potřebná k vytrhávání jednotlivých stonků – pevnost spojení stonků s půdou (odpor proti trhání);
síla potřebná k přetržení stonku – pevnost stonku;
síla potřebná k odtržení tobolek a k jejich rozdrčení.

Byl měřen čerstvě vytrhaný materiál a suchý nerosený materiál. Měřila se odrůda 'Věra', hospodářský typ přadný – středně pozdní. Místo měření – JZD Šumperk-Temenice. Vzorky byly odebrány ve třech stupních zralosti: zelená zralost, raná žlutá zralost, žlutá zralost (ZZ; RŽZ; ŽZ). Volil se porost o hustotě minimálně 1400 stonků na 1 m², vyloučil se porost poškozený nesprávnou aplikací chemických prostředků.

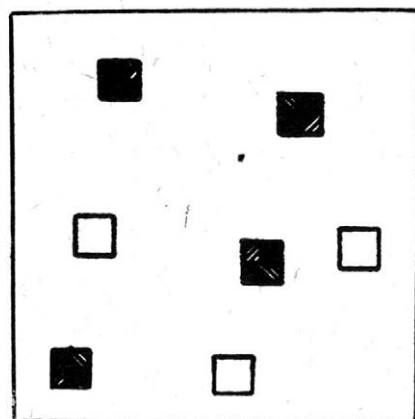
MĚŘENÍ SÍLY POTŘEBNÉ K VYTRŽENÍ STONKU

Použité přístroje a zařízení

- registrační dynamometr,
- upínací hlavice – čelist,
- stojan,
- zásobník na uložení jednotlivě vytrhaných stonků,
- délkové měřítko,
- úchylkoměr.

Postup při trháni stonků

Úkolem měření bylo zjistit maximální sílu potřebnou k vytržení jednotlivých stonků. Abychom vyloučili extrémy, trhali jsme stonky vždy ze čtyř metrovek, a to z každé 1/4 vzorku. Zbývající část metrovky se nechávala dozrát do dalšího stupně zralosti, kdy se měření opakovalo (obr. 1).



-  stonky lnu trhané v zelené zralosti
-  stonky lnu trhané v raně žluté zralosti
-  stonky lnu trhané ve žluté zralosti
-  stonky lnu trhané v plné zralosti
-  metrovky ke zjištění hustoty porostu

1. Výběr metrovek a postup trháni

Aby se zabránilo subjektivnímu výběru stonku, byly stonky trhány postupně jeden za druhým tak, aby nebyl žádný vynechán.

V těsné blízkosti měřených stonků se upevní do půdy stojan dynamometru. Dynamometr se vloží do vedení stojanu a připojí se k němu upí-

nací hlavice. Ve výšce 25 až 40 cm nad povrchem půdy (podle délky stonku) se měřený stonek zachytí do upínací hlavice dynamometru. Měřený stonek musí být v hlavici držen tak, aby se při trhání neposunul nebo nevytáhl z upínací hlavice. Pozvolným, rovnoměrným pohybem se táhne za rukojeť dynamometru, který je veden vodítky stojanu pod úhlem $\alpha = 55^\circ$, až se měřený stonek vytrhne. Pisátko dynamometru zapíše maximální sílu. Vytržený stonek se uvolní z hlavice a uloží do zásobníku na označené pořadové číslo stonku.

V každém stupni zralosti bylo měřeno 600 stonků, tj. 150 kusů z každé metrovky. Celé měření bylo opakováno ve dvou sezónách po sobě. Hodnoty maximální síly potřebné k vytržení se odečítaly s přesností 0,1 kp.

Postup při laboratorním zpracování vzorku

Zjišťovala se délka a tloušťka stonku.

Délka stonku: měřila se délka zbytku kořene, celková délka stonku, technická délka stonku; délka rozvětvené části stonku je rozdíl mezi délkou celkovou (L_c) a technickou (L_t). Měřilo se ocelovým pravítkem s přesností 0,1 cm.

Tloušťka stonku — po odstrižení rozvětvené části stonku se ze stonku odstříhly čtyři části:

- první část zahrnovala zbytek kořene a 5 cm délky stonku odzdola,
- druhá část zahrnovala dolní část stonku,
- třetí část zahrnovala střed stonku,
- čtvrtá část zahrnovala část od první větévky rozvětvení směrem ke středu stonku, tj. odshora ke středu stonku.

Každá část se označila, aby nedošlo k záměně jednotlivých částí mezi sebou. Úchylkoměrem se uprostřed každé části změřila tloušťka s přesností 0,01 mm.

MĚŘENÍ SÍLY POTŘEBNÉ K PŘETRŽENÍ STONKU

Přístroje a zařízení:

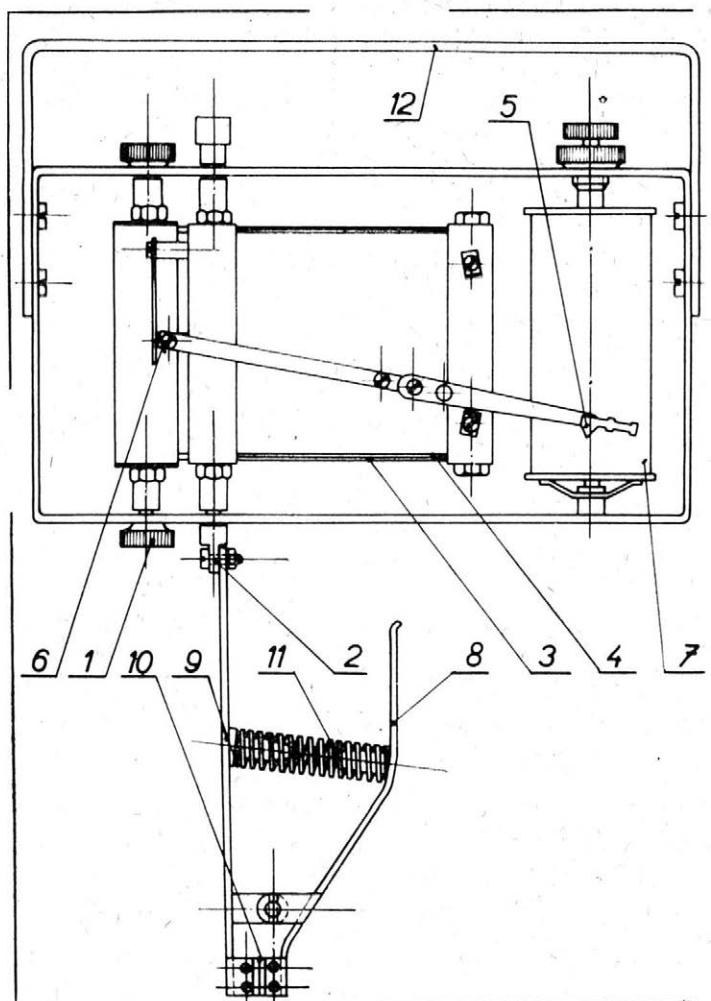
- trhací stroj,
- upínací čelisti.

Z hlediska mechanizované sklizně lnu je důležité znát pevnost stonku v kořenovém krčku a v jednotlivých částech technické délky stonku.

Jednotlivé části stonku, získané rozstříháním, se po změření tloušťky stonku upínaly do čelisti trhacího stroje — upínací délka je 100 mm. Zatěžovaly se plynule při trhací rychlosti 300 mm min⁻¹. Po přetržení stonku se odečítá maximální síla na stupnici s přesností 0,1 kp. Z měření se vyloučil stonek, který praskl těsně u upínací čelisti a stonek, který se vytáhl dříve, než se mohl přetrhnout.

Měřicí přístroje, zařízení a pomůcky

Registrační dynamometr — (obr. 2): měřící rozsah 0 — 2,0 kp, 0 — 8,0 kp.



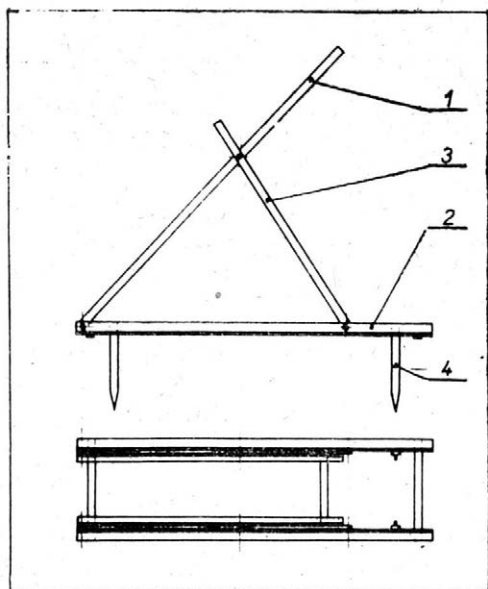
Princip přístroje

Měřená síla přenášená očkem 2, na které se zavěšuje upínací hlavice, vyvolává deformaci listové pružiny 3 (4). Její průhyb, který je úměrný působící síle, zachytí písátko 5 přes nožové uložení 6 a zaznamená maximální sílu na registrační pásek 7. Při maximální síle rozsahu do 2,0 kp je zatěžována pružina 3, zatímco listová pružina 4 je fixována šrouby 1. Naopak pro měření rozsah do 8,0 kp je fixována pružina 3.

Síla je vyvozována tahem na rukojeť 12. Při vytrhávání stonků se přístroj pohybuje ve vedení stojanu (obr. 3). Před měřením se nastaví potřebný úhel $\alpha = 55^\circ$, který je dán polohou vedení dynamometru 1 vzhledem k rámu 3 a je zajištěn vzpěrou 2.

Upínací hlavice

Slouží k upnutí stonku. V principu je to dvouramenná páka (obr. 2), přičemž tlak mezi gumovými čelistmi 10 je dán silou, kterou vyvozuje vinutá pružina 11 mezi rameny 8 a 9 upínací hlavice.



VÝSLEDKY

AGROFYZIKÁLNÍ VLASTNOSTI SYROVÝCH STONKŮ

Stonky byly vytrhávány z vytyčených metrovek jednotlivě zařízením dříve popsaném (obr. 2, 3) a ihned zpracovány. Měření probíhalo ve dvou sezónách – soubor 1968 a soubor 1969 (tab. I). Rozsah měření – soubor 1968 – 600 stonků v každém stupni zralosti, soubor 1969 – 300 stonků v každém stupni zralosti. Při měření se zjišťovala vlhkost půdy a vlhkost stonků. Tab. II a III uvádějí průměr $\bar{x}$, směrodatnou odchylku SCH, variační koeficient VK a maximum a minimum měřené veličiny.

VÝSLEDKY ZKOUŠEK

Délky stonků: jednotlivé soubory se od sebe značně liší. U souboru 1968 je celková délka (L_c) menší $\sim$ o 11–16 cm a technická délka – o 11–12 cm než u souboru 1969. U souboru 1968 je L_c v jednotlivých obdobích vyrovnána, maximální rozdíl je $\sim$ 1 cm, u souboru 1969 s rozdílem $\sim$ 4,0 cm. Technická délka (L_t) – rozdíl 2 cm. Délka zbytku kořene je u obou souborů shodně největší v období zelené zralosti.

Tloušťka stonku u obou měřených souborů se zmenšuje od kořene k vrcholu, a to ve všech stupních zralosti. Tvar stonku u zkoumané odrůdy je kuželovitý.

Síla potřebná k přetržení stonku (stejných částí) je u jednotlivých souborů značně rozdílná. U souboru 1969 je nižší ve všech stupních zralosti než u souboru 1968. Tyto značné rozdíly lze vysvětlit působením agrotechnických a klimatických vlivů (doba setí, sluneční svit, srážky, teplota).

Rok	1968			1969		
Druh půdy	písčito hlinitá, podorníční hlinitá			písčito hlinitá		
Pórovitost	55,09 %			45,28 %		
Nadmořská výška	330 m n. m.			330 m n. m.		
Odrůda	Věra			Věra		
Datum výsevu	2. 4.			19. 4.		
Výsevek	165 kg ha ⁻¹			170 kg ha ⁻¹		
Šířka řádků	7,5 cm			7,5 cm		
Výnos — rosený stonk	32,01 q ha ⁻¹			34,5 q ha ⁻¹		
Výdajnost: dlouhé vlákno	17,01 %			19,8 %		
koudel	8,38 %			5,7 %		
celkem	25,39 %			25,5 %		
Hustota stonků	1950 ks m ⁻²			1800 ks m ⁻²		
Měření: začátek	17. 7.			17. 7.		
konec	5. 8.			5. 8.		
Zralost	ZZ	RŽZ	ŽZ	ZZ	RŽZ	ŽZ
Průměrná vlhkost půdy	14,53	19,60	13,89	10,13	4,84	9,59
stonků	64,92	66,77	65,51	69,53	61,74	57,50

Síla potřebná k vytržení stonku z půdy je nejvyšší v období raně žluté zralosti u souboru 1969, zatímco ve stejném období zralosti u souboru 1968 je nejnižší. Shoda u obou souborů a ve všech stupních zralosti je v tom, že síla na přetržení střední části (F_s) je šest až devětkrát vyšší než síla na vytržení stonku F_v .

Tab. IV uvádí přehled průměrných hodnot agrofyzikálních vlastností syrových stonků, jak byly zjištěny v jednotlivých stupních zralosti u obou souborů (soubor 1968 — 600; soubor 1969 — 300 měření v každém stupni zralosti).

Při posuzování hlavních klimatických činitelů ovlivňujících růst a vývoj lnu během vegetace — tj. světla (délka dne), teploty a množství srážek — platí, že se v našich podmínkách tyto faktory neuplatňují stejně. Primární význam má teplota, zatímco délka dne není tak výrazná, dodrželi se časná doba setby. Množství srážek je považováno za významný činitel, který navíc ovlivňuje i předchozí faktory.

II. Agrofyzikální vlastnosti syrových stonků — soubor 1968

Proměnná	Jednotka	ZZ				RŽZ				ŽZ			
		$\bar{x}$	SCH	VK	min. max.	$\bar{x}$	SCH	VK	min. max.	$\bar{x}$	SCH	VK	min. max.
Délka : celková	cm	70,810	0,332	11,500	51,50 97,199	69,727	0,271	9,546	47,19 95,30	69,494	0,338	11,919	43,10 99,49
technická	cm	61,562	0,305	12,173	34,00 78,90	63,018	0,244	9,490	33,09 79,80	60,643	0,273	11,035	32,09 81,49
kořene	cm	5,033	0,065	32,003	0,70 13,00	4,969	0,607	29,919	1,00 11,70	4,677	0,060	31,682	1,30 12,00
Rozvětvení	cm	9,015	0,315	84,821	0,00 37,90	6,668	0,255	93,888	0,20 35,40	8,829	0,305	84,872	0,20 36,29
Tloušťka : dolní	mm	1,512	0,015	24,555	0,64 2,77	1,411	0,012	21,913	0,71 2,71	1,430	0,013	23,246	0,759 2,729
střední	mm	1,323	0,014	26,154	0,509 2,60	1,222	0,011	23,721	0,60 2,35	1,269	0,012	24,483	0,589 2,52
horní	mm	1,052	0,012	28,361	0,30 2,24	0,961	0,009	23,609	0,40 2,02	0,991	0,010	25,651	0,449 2,42
kořene	mm	1,693	0,205	29,770	0,71 3,66	1,526	0,019	30,799	0,379 3,65	1,647	0,021	32,407	0,60 4,10
Síla na přetržení : střední	kp	11,374	0,146	31,511	2,70 26,599	11,058	0,149	33,184	1,00 26,40	12,866	0,197	37,640	3,30 32,40
horní	kp	8,752	0,121	34,014	1,20 26,20	8,072	0,102	31,001	1,90 18,50	9,672	0,154	39,078	1,20 32,299
v kořenovém krčku	kp	6,135	0,176	70,333	0,50 24,60	7,446	0,148	48,753	0,899 19,30	8,221	0,192	57,371	0,899 28,50
Síla na vytržení stonku	kp	0,916	0,018	48,532	0,15 2,53	0,783	0,014	46,413	0,11 2,30	0,947	0,020	52,809	0,15 2,579

III. Agrofyzikální vlastnosti syrových stonků — soubor 1969

Proměnná	Jednotka	ZZ				RZZ				ŽZ			
		$\bar{x}$	SCH	VK	min. max.	$\bar{x}$	SCH	VK	min. max.	$\bar{x}$	SCH	VK	min. max.
Délka : celková	cm	81,328	0,450	9,585	50,00 103,50	85,248	0,455	9,262	61,70 115,60	80,183	0,410	8,873	62,70 98,699
technická	cm	72,301	0,342	8,201	36,60 90,50	74,677	0,290	6,731	60,50 90,50	72,559	0,256	6,122	57,299 87,50
kořene	cm	4,306	0,085	34,486	0,90 10,20	3,730	0,071	33,080	1,20 8,30	4,067	0,074	31,753	1,00 8,699
Tloušťka : dolní	mm	1,569	0,022	24,637	0,55 3,979	1,674	0,022	22,759	0,649 3,359	1,437	0,016	20,181	0,48 2,30
střední	mm	1,297	0,019	26,611	0,40 2,40	1,361	0,020	26,305	0,559 3,18	1,187	0,017	25,243	0,379 2,15
horní	mm	0,971	0,016	30,075	0,279 2,04	1,021	0,016	28,388	0,35 2,77	0,900	0,012	23,771	0,030 1,59
kořene	mm	1,854	0,030	28,473	0,759 4,699	1,979	0,030	27,002	0,969 4,19	1,655	0,023	25,031	0,78 3,229
Síla na přetržení : dolní	kp	7,134	0,256	62,224	0,50 15,60	9,949	0,246	42,886	0,20 23,00	7,235	0,253	60,675	0,40 14,20
střední	kp	5,849	0,220	65,197	0,60 16,10	7,820	0,235	52,247	0,699 17,40	4,906	0,209	73,848	0,40 14,40
horní	kp	2,612	0,132	87,940	0,30 13,40	3,847	0,174	78,359	0,40 13,60	2,063	0,106	89,520	0,20 13,60
v kořenovém krčku	kp	3,239	0,193	103,200	0,20 14,30	5,857	0,270	79,852	0,40 16,60	2,720	0,180	114,673	0,20 13,90
Síla na vytržení stonku	kp	1,063	0,031	50,633	0,220 3,00	1,267	0,034	46,614	0,279 2,47	1,016	0,032	54,875	0,15 2,49

IV. Průměrné hodnoty agrofyzikálních vlastností syrových stonků

Proměnná	Jednotka	Stupeň zralosti					
		ZZ		RŽZ		ŽZ	
		1968	1969	1968	1969	1968	1969
Délka:							
celková	cm	70,81	81,33	69,73	85,25	69,49	80,18
technická	cm	61,56	72,30	63,02	74,68	60,64	72,56
kořene	cm	5,03	4,31	4,97	3,73	4,68	4,07
rozvětvení	cm	9,01	—	6,67	—	8,83	—
Tloušťka:							
dolní	mm	1,51	1,57	1,41	1,67	1,43	1,44
střední	mm	1,32	1,30	1,22	1,36	1,27	1,19
horní	mm	1,05	0,97	0,96	1,02	0,99	0,90
kořene	mm	1,69	1,85	1,53	1,98	1,65	1,65
Síla na přetržení:							
dolní	kp	—	7,13	—	9,95	—	7,23
střední	kp	11,37	5,85	11,06	7,82	12,87	4,91
horní	kp	8,75	2,61	8,07	3,85	9,67	2,06
v kořenovém krčku	kp	6,13	3,24	7,45	5,86	8,22	2,72
Síla na vytržení:	kp	0,92	1,06	0,78	1,27	0,85	1,02

Značné kolísání vnějších klimatických a ostatních růstových faktorů v jednotlivých letech ovlivňuje výrazně množství a kvalitu vlákna. Protože tomu tak bylo i u měřených souborů v r. 1968 a 1969, lze vysvětlit značné rozdíly v síle na přetržení stonků.

VYHODNOCENÍ ZÁVISLOSTÍ AGROFYZIKÁLNÍCH VLASTNOSTÍ SYROVÝCH STONKŮ

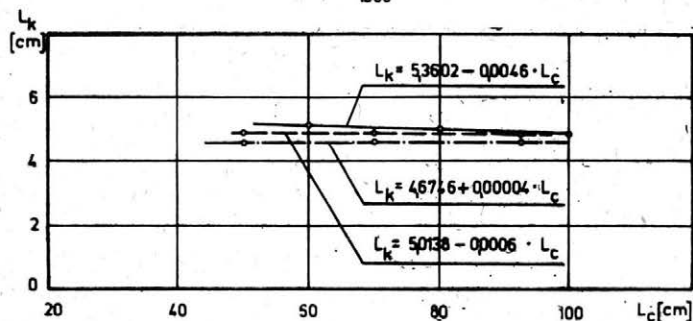
Pro vyhodnocení závislosti bylo použito přímkové závislosti $y = A + B \cdot x$. Hodnoty regresních rovnic byly vypočteny ze základních naměřených hodnot pro každý soubor zvlášť.

Hodnoty pro grafické zobrazení průběhu závislostí (obr. 4–10) byly vypočítány vždy pro minimum, průměr a maximum hodnoty proměnné veličiny. Každý graf má dvě části – soubor 1968 a soubor 1969.

Ve všech stupních zralosti, s výjimkou ZZ – 1969, kde délka kořene L_k (cm) v závislosti na délce stonku L_c (cm) klesá ($\alpha = 0,99$), nebyla měřením prokázána závislost délky kořene L_k na celkové délce stonku L_c (obr. 4).

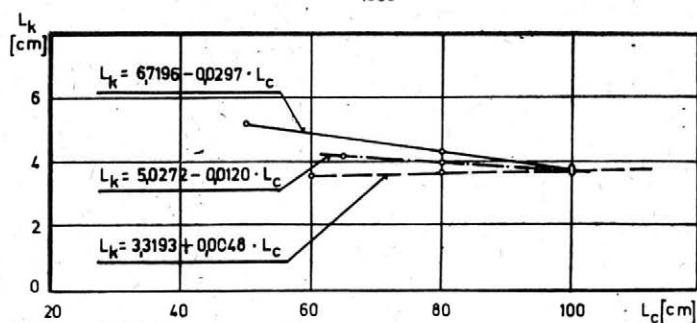
U obou měřených souborů (1968, 1969) a ve všech stupních zralosti byla prokázána přímá závislost tloušťky T_{st} na délce L_c s hranicí významnosti $\alpha = 0,99$ (obr. 5).

1968

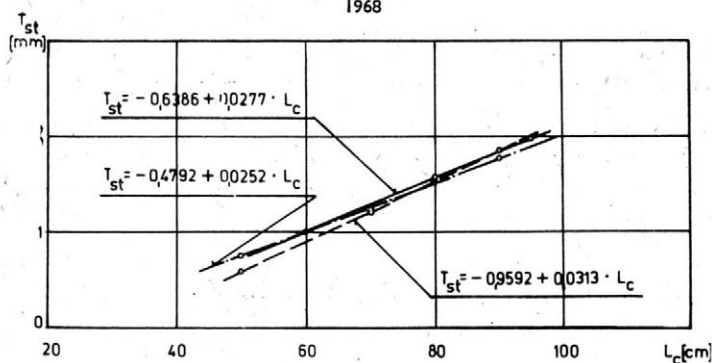


4. Délka kořene L_k v závislosti na celkové délce stonku L_c pro období zelené, raně žluté a žlutě zralosti (cm) — syrové stonky

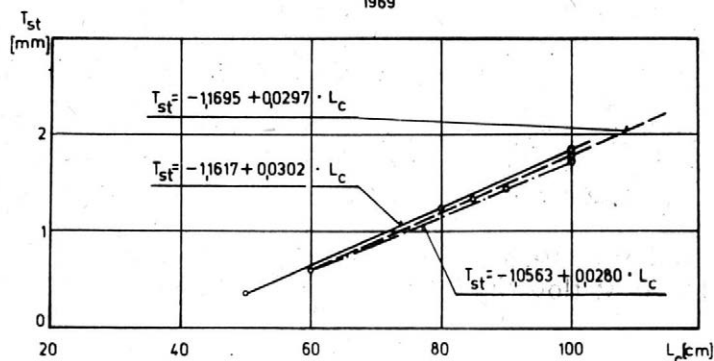
1969



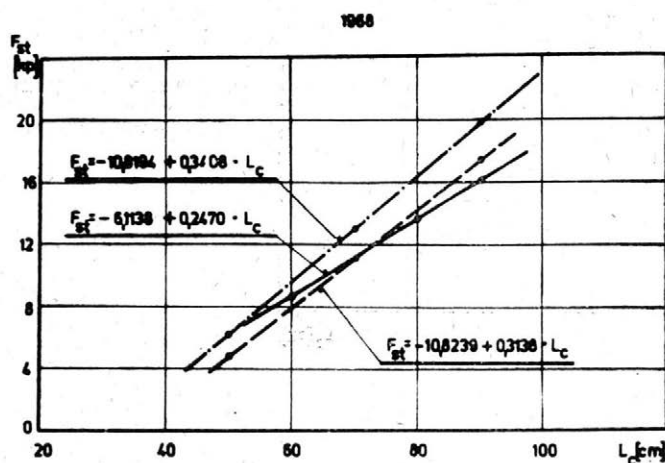
1968



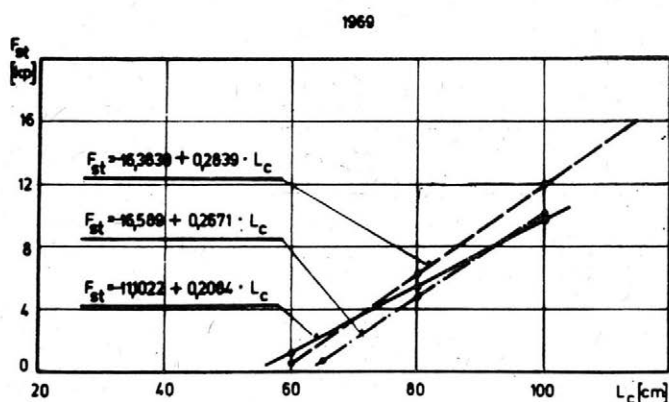
1969



5. Tloušťka střední části stonku T_{st} (mm) v závislosti na celkové délce stonku L_c (cm) v jednotlivých obdobích zralosti — syrové stonky



6. Síla potřebná k přetržení střední části stonku F_{st} (kp) v závislosti na celkové délce stonku L_c (cm) v jednotlivých stupních zralosti — syrové stonky



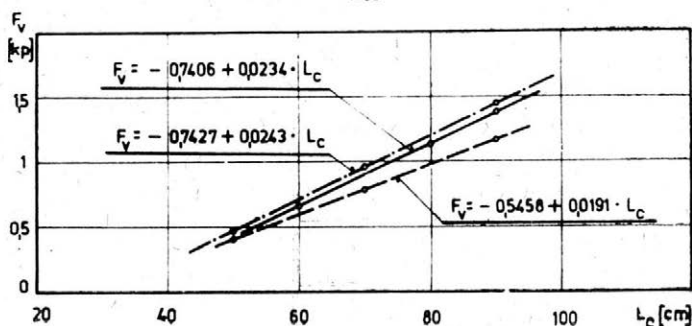
U obou souborů je shoda v tom, že ve všech stupních zralosti je síla potřebná k přetržení střední části stonku F_{st} (kp) přímo úměrná celkové délce stonku L_c (cm). Síla F_{st} je ovlivněna délkou L_c , hranice významnosti $\alpha = 0,99$ (obr. 6).

U obou souborů byla měřením prokázána přímá závislost síly potřebné k vytržení stonku z půdy F_v (kp) na celkové délce stonku L_c (cm), a to ve všech stupních zralosti. Hranice významnosti $\alpha = 0,99$. Síla F_v je přímo úměrná délce L_c (obr. 7).

U obou souborů je shoda v tom, že v období ZZ a RŽZ je síla potřebná na vytržení stonku z půdy F_v (kp) přímo úměrná délce kořene L_k (cm). Ve stadiu ŽŽ byla tato závislost prokázána jen u souboru 1968, zatímco u souboru 1969 tato závislost prokázána nebyla (obr. 8).

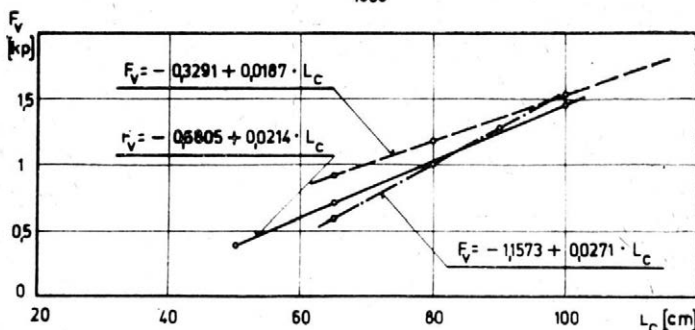
U obou souborů ve stupních zralosti RŽZ a ŽŽ byla shodně prokázána přímá závislost síly potřebné k přetržení kořene F_k (kp) na tloušťce kořene T_k (mm). V období ZZ — 1968 platí rovněž tato závislost, zatímco

1968



7. Síla potřebná k vytržení stonku z půdy F_v (kp) v závislosti na délce kořene L_c (cm) ve třech stupních zralosti — syrové stonky

1969



co pro období ZZ u souboru 1969 tato závislost nebyla prokázána. Síla potřebná k přetržení kořene F_k je přímo úměrná tloušťce kořene T_k . Síla F_k je ovlivňována tloušťkou T_k , hranice významnosti $\alpha = 0,99$ (obr. 9).

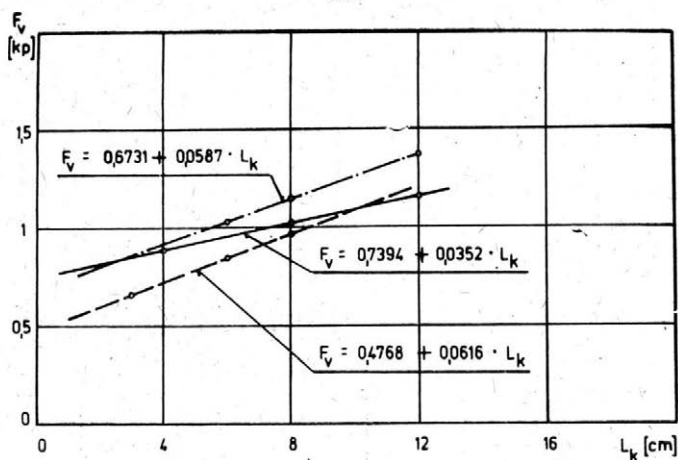
U obou měřených souborů je shoda v tom, že ve všech stupních zralosti je síla potřebná k vytržení stonku z půdy F_v (kp) závislá na tloušťce kořene T_k (mm). Síla F_v roste přímo úměrně s tloušťkou T_k , hranice významnosti $\alpha = 0,99$ (obr. 10).

U obou měřených souborů je naprostá shoda. Síla potřebná k přetržení střední části stonku F_{st} (kp) je přímo úměrná tloušťce střední části stonku T_{st} (mm); hranice významnosti $\alpha = 0,99$ (obr. 11).

AGROFYZIKÁLNÍ VLASTNOSTI SUCHÝCH STONKŮ

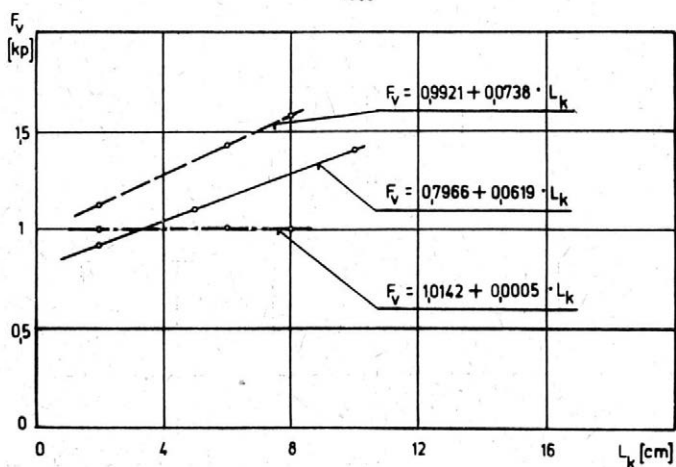
Postup při měření

Stonky byly vytrhány ručně v příslušném období zralosti a po zasnění přirozenou cestou došlo k vlastnímu měření. Měřili jsme opět ve



8. Síla potřebná k vytržení stonku z půdy F_v (kp) v závislosti na délce kořene L_k (cm) ve třech stupních zralosti — syrové stonky

1969



dvou sezónách — soubor 1968 a soubor 1969, rozsah měření — 100 stonků v každém stupni zralosti. Pro každý soubor (rok) bylo měřeno 300 stonků. Při měření byla zjišťována vlhkost stonků.

Přehledové tabulky V a VI uvádějí průměr $\bar{x}$, směrodatnou odchylku SCH, variační koeficient VK, minimum a maximum naměřené veličiny.

Soubor 1968: Tloušťka stonku ve všech stupních zralosti se postupně odzda k vrcholu zmenšuje, tvar stonku je tedy u zkoumané odrůdy kuželovitý. Síla potřebná k přetržení stonku je ve všech stupních zralosti nejvyšší ve střední části stonku, i když tloušťka ve srovnání s dolní částí stonku je menší. Síla potřebná k přetržení v kořenovém krčku je nejnižší v období ZZ, nejvyšší v ŽŽ.

Soubor 1969: Tloušťka stonků v jednotlivých stupních zralosti se postupně odzda k vrcholu zmenšuje. Tvar stonku u zkoumané odrůdy je kuželovitý. Síla potřebná k přetržení stonku v jeho jednotlivých částech a jednotlivých obdobích zralosti je vždy nejvyšší pro dolní část, nejnižší pro horní část stonku. Síla potřebná k přetržení v kořenovém krčku je nejnižší v období RŽŽ, v období ZZ a ŽŽ je stejně velká.

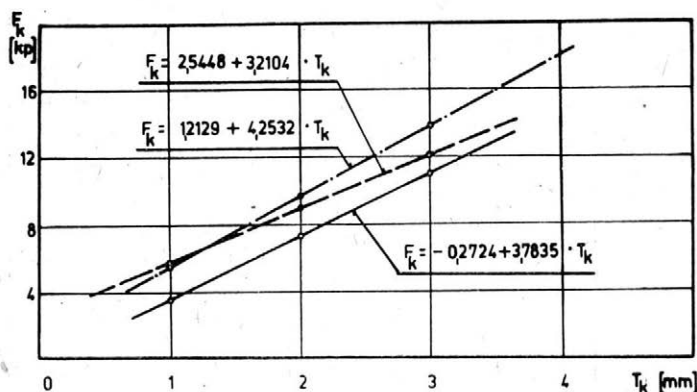
V. Agrofyzikální vlastnosti suchých stonků — soubor 1968

Proměnná	Jednotka	ZZ				RZZ				ŽZ			
		$\bar{x}$	SCH	VK	min. max.	$\bar{x}$	SCH	VK	min. max.	$\bar{x}$	SCH	VK	min. max.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Tloušťka: dolní část	mm	1,632	0,047	29,018	0,80 2,91	1,643	0,033	20,119	0,82 2,36	1,665	0,0359	21,597	0,83 2,79
	mm	1,500	0,045	30,093	0,73 3,45	1,562	0,033	21,185	0,74 2,25	1,553	0,0350	22,543	0,80 2,49
	mm	1,090	0,037	34,059	0,56 2,59	1,149	0,028	24,663	0,55 1,82	1,157	0,0270	23,661	0,66 2,18
	mm	1,948	0,066	33,953	0,80 3,71	1,974	0,051	25,904	0,91 3,47	1,986	0,0530	26,914	1,00 3,39
Síla na přetržení: dolní část	kp	19,564	0,938	47,971	5,00 47,00	17,829	0,547	30,723	5,00 35,70	18,609	0,6320	33,968	6,40 34,90
	kp	21,422	1,150	53,691	3,70 53,00	18,861	0,576	30,579	7,40 34,40	19,662	0,6710	34,164	3,10 38,60
	kp	13,377	0,786	58,809	2,20 45,90	13,426	0,543	40,495	3,70 29,60	13,335	0,5670	42,548	3,00 30,40
	kp	10,232	0,747	73,103	1,00 31,90	10,389	0,533	51,313	1,00 26,40	12,604	0,6650	52,839	1,40 31,50

VI. Agrofyzikální vlastnosti suchých stonků — soubor 1969

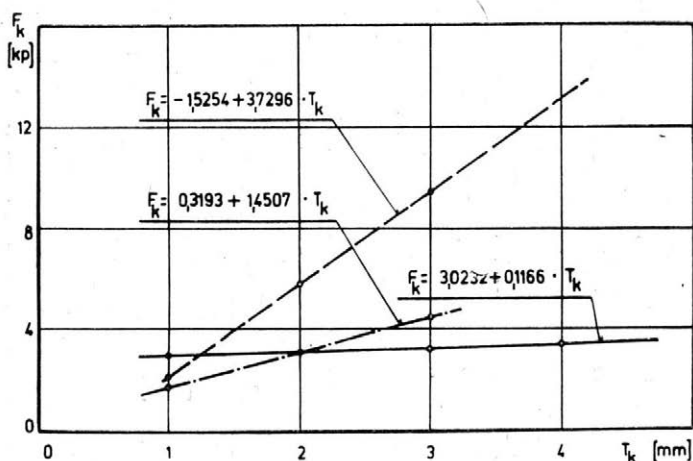
Proměnná	Jednotka	ZZ				RZZ				ŽZ			
		$\bar{x}$	SCH	VK	min. max.	$\bar{x}$	SCH	VK	min. max.	$\bar{x}$	SCH	VK	min. max.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Tloušťka: dolní část	mm	1,638	0,035	21,379	0,92 2,90	1,509	0,028	18,782	0,75 2,39	1,568	0,036	23,224	0,93 2,69
střední část	mm	1,431	0,025	17,942	0,78 2,12	1,293	0,027	21,300	0,61 2,17	1,388	0,035	25,810	0,76 2,36
horní část	mm	1,088	0,022	21,033	0,49 1,90	1,005	0,021	21,512	0,53 1,91	1,094	0,028	26,440	0,60 2,02
kořene	mm	1,937	0,042	22,175	1,01 3,57	1,818	0,042	23,339	0,98 3,24	1,982	0,053	27,019	1,05 3,52
Síla na přetržení: dolní část	kp	9,996	0,424	42,488	1,70 19,50	8,856	0,444	50,151	1,30 14,90	11,413	0,482	42,236	1,40 22,50
střední část	kp	9,932	0,449	45,253	1,20 21,20	8,234	0,430	52,318	0,60 15,50	10,138	0,492	48,544	0,70 21,30
horní část	kp	5,830	0,393	67,454	0,70 13,80	4,452	0,355	79,828	0,50 13,80	6,071	0,488	80,456	0,80 15,00
v kořenovém krčku	kp	3,972	0,490	110,910	0,30 14,70	2,555	0,329	128,758	0,40 15,20	3,983	0,509	127,811	0,30 20,80

1968



9. Síla potřebná k přetržení kořene v krčku F_k (kp) v závislosti na tloušťce kořene T_k (mm) ve třech stupních zralosti — syrové stonky

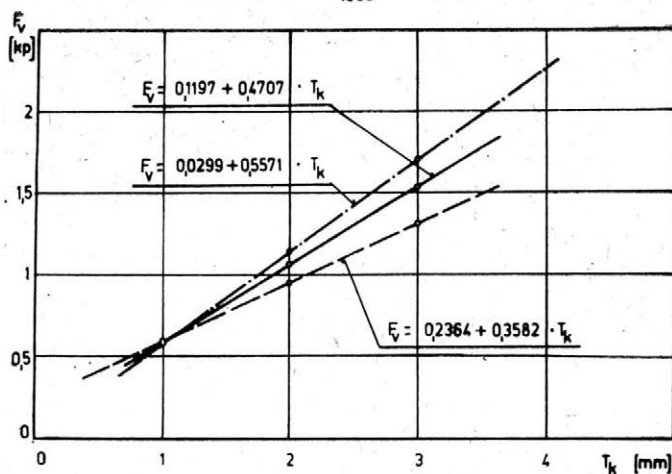
1969



VII. Průměrné hodnoty agrofyziálních vlastností suchých stonků

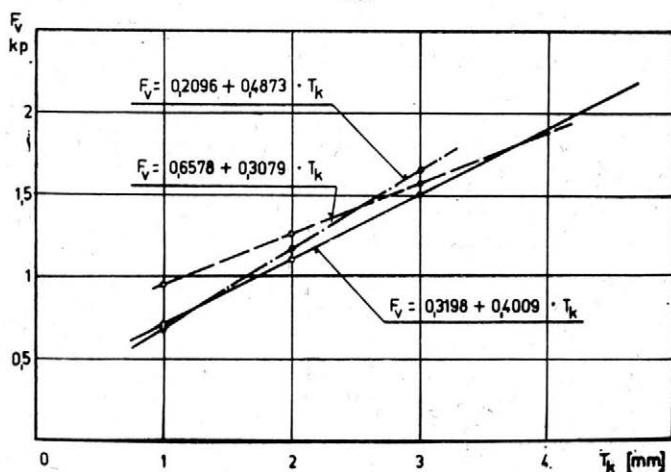
Proměnná	Jednotka	Stupeň zralosti					
		ZZ		RZZ		ŽŽ	
		1968	1969	1968	1969	1968	1969
Tloušťka:							
dolní	mm	1,63	1,63	1,64	1,51	1,66	1,57
střední	mm	1,50	1,43	1,56	1,29	1,55	1,39
horní	mm	1,10	1,09	1,15	1,00	1,16	1,09
kořene	mm	1,95	1,94	1,98	1,81	1,99	1,98
Síla přetížení:							
dolní	kp	19,56	9,99	17,83	8,86	18,61	11,41
střední	kp	21,42	9,93	18,86	8,23	19,66	10,14
horní	kp	13,38	5,83	13,43	4,45	13,33	6,07
kořene	kp	10,23	3,97	10,39	2,55	12,04	3,98
Vlhkost při měření:	%	10,42	11,56	12,41	11,01	11,76	12,09

1968



10. Síla potřebná k vytržení stonků z půdy F_v (kp) v závislosti na tloušťce kořene T_k (mm)
— syrové stonky

1969

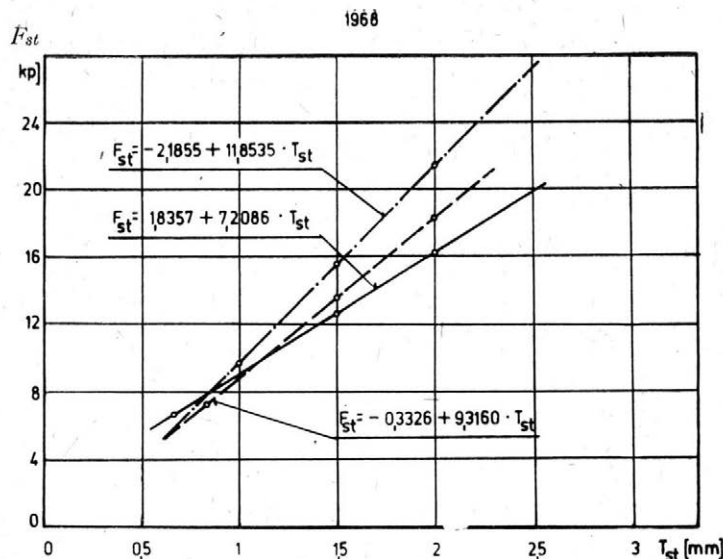


Shrnutí a závěry ze souborů 1968 a 1969

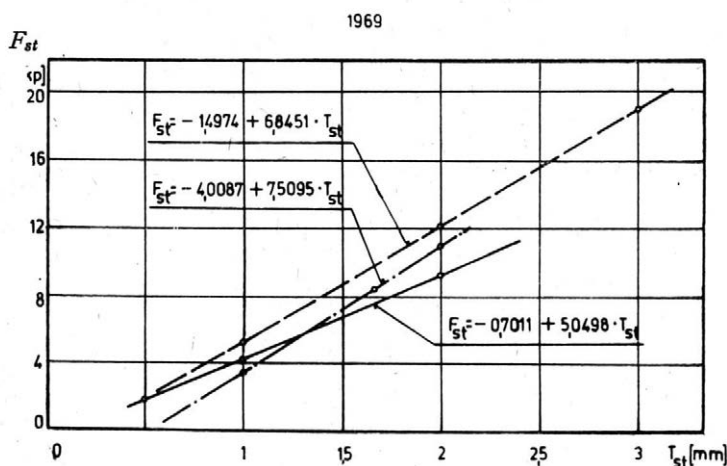
Tloušťka stonku — u obou souborů je shoda v tom, že stoněk je v dolní části nejsilnější a postupně k vrcholu se tloušťka zmenšuje. Hodnoty tlouštěk stonků u obou souborů svědčí o kuželovitém tvaru stonku zkoumané odrůdy.

Síla potřebná k přetržení stonku v jeho jednotlivých částech je u jednotlivých souborů velmi rozdílná. U souboru 1968 je tato síla podstatně vyšší ve všech stupních zralosti. Rozdíly lze vysvětlit alespoň z větší části vlivem agrotechniky a klimatických podmínek.

Tab. VII uvádí přehled průměrných hodnot agrofyzikálních vlastností suchých stonků, jak byly zjištěny v jednotlivých stupních zralosti v letech 1968 a 1969.



11. Síla potřebná k přetržení střední části stonku F_{st} (kp) v závislosti na tloušťce střední části stonku T_{st} (mm) ve třech stupních zralosti — syrové stonky

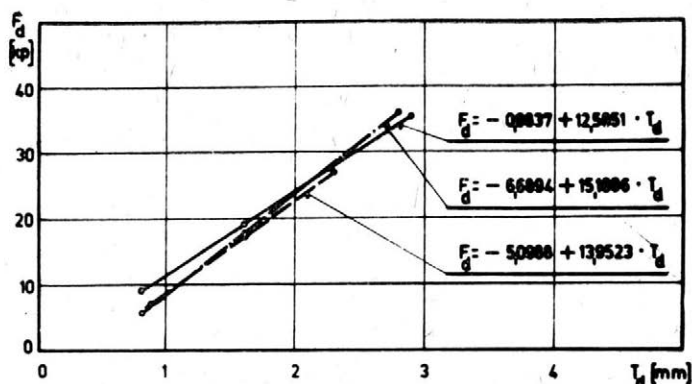


VYHODNOCENÍ ZÁVISLOSTI AGROFYZIKÁLNÍCH VLASTNOSTÍ SUCHÝCH STONKŮ (NEROSENÝCH)

Pro vyhodnocení bylo použito přímkové závislosti $y = A + B \cdot x$. Hodnoty regresních rovnic byly vypočteny ze základních naměřených hodnot pro každý soubor zvlášť.

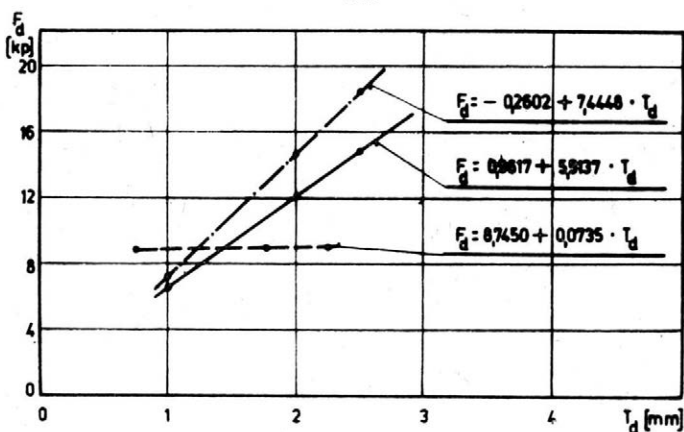
Hodnoty pro grafické zobrazení průběhu závislostí (obr. 12–15) byly vypočítány vždy pro minimum, průměr a maximum hodnoty proměnné veličiny. Každý graf je rozdělen na dvě části — soubor 1968 a soubor 1969.

1968



12. Síla potřebná k přetržení dolní části stonku F_d (kp) v závislosti na tloušťce dolní části T_d (mm) v jednotlivých stupních zralosti — suché stonky

1969

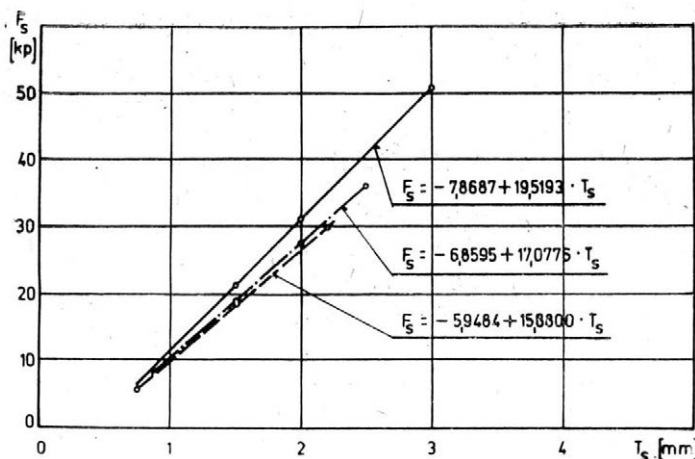


U obou souborů byla prokázána, s výjimkou období RŽZ – 1969, přímá závislost síly potřebné k přetržení dolní části stonku F_d (kp) na tloušťce dolní části stonku T_d (mm), a to na hranici významnosti $\alpha = 0,99$. Poměrně velké rozdíly absolutních hodnot síly F_d u jednotlivých souborů (soubor 1968 — F_d je vyšší ~ 10 kp) lze vysvětlit vlivem klimatických podmínek, ovlivňujících množství a pevnost vláken ve stonku.

Je možné konstatovat, že síla F_d , potřebná k přetržení dolní části stonku, je přímo závislá na tloušťce dolní části stonku T_d (obr. 12).

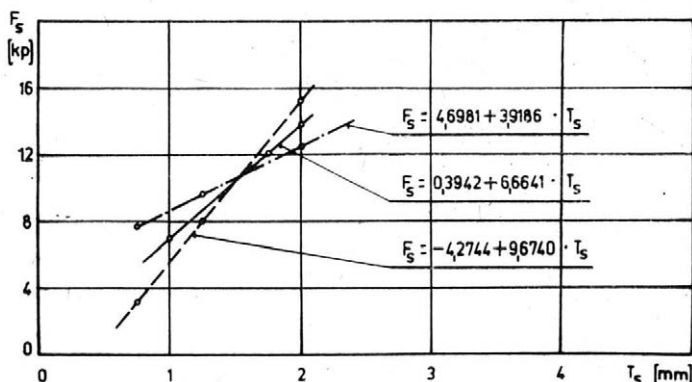
U obou souborů ve všech stupních zralosti byla prokázána závislost síly potřebné k přetržení střední části stonku F_{st} (kp) na tloušťce střední části stonku T_{st} (mm), a to vždy na hranici významnosti $\alpha = 0,99$. Poměrně velké rozdíly v absolutní hodnotě síly F_{st} u jednotlivých souborů

1968



13. Síla potřebná k přetržení střední části stonku F_s (kp) v závislosti na tloušťce střední části stonku T_s (mm) v jednotlivých stupních zralosti — suché stonky

1969



(soubor 1968 — F_{st} je vyšší $\sim$ o 11 kp) lze vysvětlit vlivem klimatických podmínek ovlivňujících pevnost a množství vláken stonku.

Je možné konstatovat, že síla F_s , potřebná k přetržení střední části stonku, je přímo závislá na tloušťce střední části stonku T_s (obr. 13).

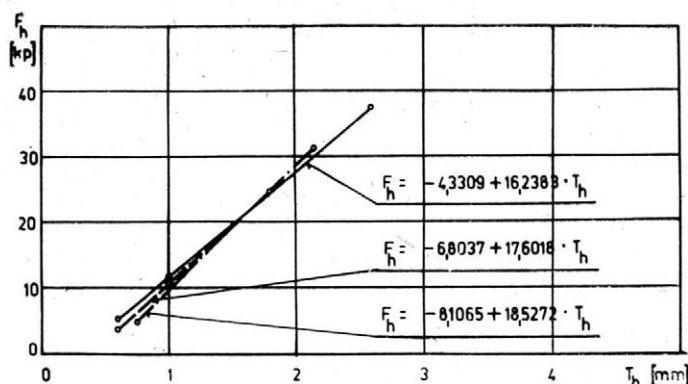
U obou zkoumaných souborů je shoda v tom, že ve všech stupních zralosti byla prokázána přímá závislost síly potřebné k přetržení horní části stonku F_h (kp) na tloušťce horní části stonku T_h (mm), a to na hranici významnosti $\alpha = 0,95$ a $0,99$.

Je možné konstatovat, že síla F_h , potřebná k přetržení horní části stonku, je přímo závislá na tloušťce horní části stonku T_h (obr. 14).

U obou souborů byla ve všech stupních zralosti prokázána přímá závislost síly potřebné k přetržení v kořenovém krčku F_k (kp) na tloušťce zbytku kořene T_k (mm); hranice významnosti $\alpha = 0,99$.

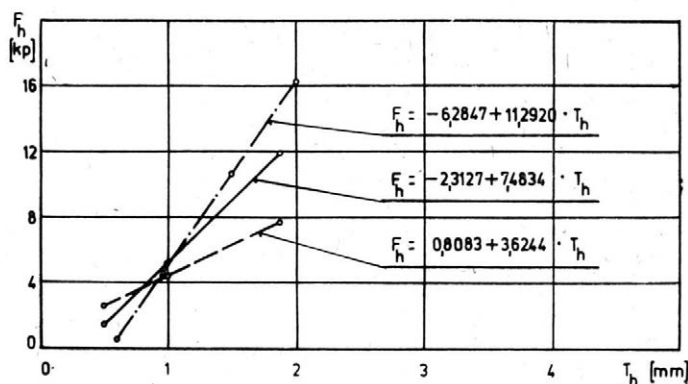
Velikost síly F_k je přímo závislá na tloušťce zbytku kořene T_k (obr. 15).

1968



14. Síla potřebná k přetržení horní části stonku F_h (kp) v závislosti na tloušťce horní části stonku T_h (mm) v jednotlivých stupních zralosti — suché stonky

1969



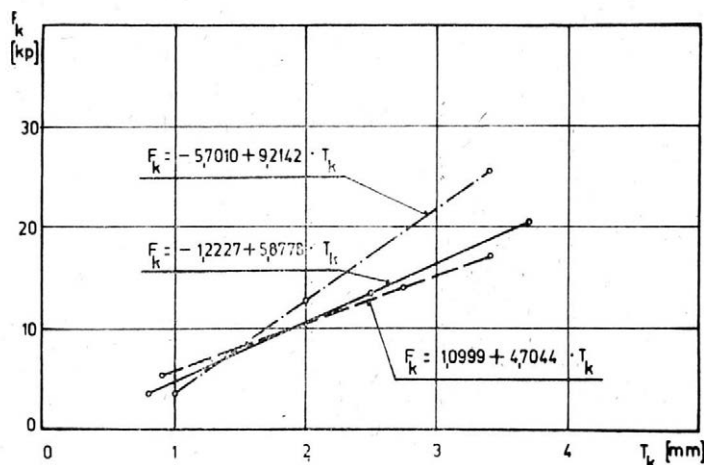
Z Á V Ě R

Výsledky měření agrofyzikálních vlastností stonku přadného lnu doplňují a upřesňují především hodnoty následujících vlastností: délka zbytku kořene, délka rozvětvené části stonku, tloušťka stonku v jednotlivých jeho částech a tloušťka kořene, síla potřebná k přetržení stonku, síla potřebná k přetržení v kořenovém krčku.

Měřením bylo prokázáno, že síla potřebná k přetržení stonku je velmi variabilní a je úzce spjatá s růstovými činiteli.

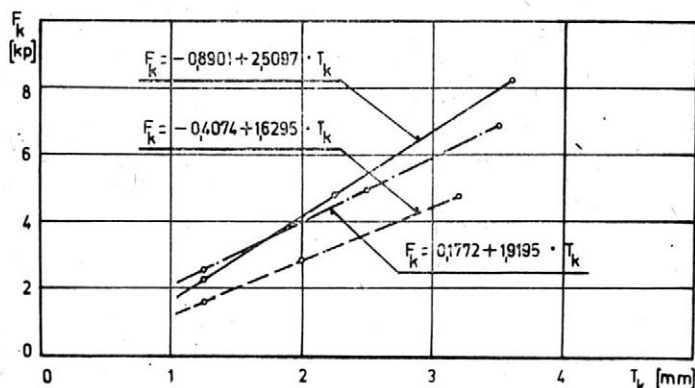
Závislosti důležitých agrofyzikálních vlastností byly prokázány ve většině případů na hranici významnosti $\alpha = 0,99$.

Získané výsledky lze použít při úpravách a posuzování používaných strojů i při řešení nových mechanismů podmiňujících komplexní mechanizaci sklizně lnu.



15. Síla potřebná k přetržení v kořenovém krčku F_k (kp) v závislosti na tloušťce zbytku kořene T_k (mm) v jednotlivých stupních zralosti

1969



Literatura

- BURMISTROVÁ aj.: Agrofyzikální vlastnosti lnu.
 HŮREK, ROUS: Zemědělské stroje. Prům. nakl., Praha 1952.
 VAŠA aj.: Pěstování rostlin. SZN, Praha 1965.
 —: Výzkumné zprávy VÚTPL. Šumperk - Temenice.

Došlo dne 6. 12. 1974

КРЖЕМЕНАК Й. (Сельскохозяйственный институт, Прага-Сухдол, Чехословакия). Агрофизические свойства стебля льна-долгунца. Зем. техника 21 (7): 389-411, 1975.

В статье приводятся результаты измерения агрофизических свойств стебля льна, важных с точки зрения механизированной уборки. Полученные величины оценивались на основе большого числа повторных измерений, проводимых во время двух сезонов на сорте «Вера». Они могут дополнить, или заменить некоторые данные, которые до сих пор брались из иностранных источников, и которые не соответствуют чехословацким условиям. Наряду с показателями отдельных свойств приводятся самые важные зависимости переменных величин.

стебель; размеры стебля; усилие, затраченное на выдергивание; усилие, затраченное на разрыв; зеленая, ранжелтая и желтая спелость; регистрационный динамометр; зажимная головка

KŘEMENÁK J. (University of Agriculture, Praha - Suchdol, Czechoslovakia). *Agrophysical Properties of Spinning Flax*. Zem. technika 21 (7) : 389-411, 1975.

The article reports on the agrophysical properties of the flax stalks which are important from the aspect of mechanized harvesting. The values were derived from a large number of measurements, repeated throughout two seasons on the 'Věra' variety. The material gained can supplement, or replace data taken over from foreign sources, which however do not conform to conditions in this country. Besides giving the main values of different properties, the article also deals with the most important variables.

stalk; length of stalk; picking force; tearing force; green, light-yellow and rich-yellow ripeness; registration dynamometer; chuck

KŘEMENÁK J. (Landwirtschaftliche Universität, Praha - Suchdol, Tschechoslowakei). *Agrophysikalische Eigenschaften des Stengels des Faserleines*. Zem. technika 21 (7) : 389-411, 1975.

Der Aufsatz bringt Messergebnisse von agrophysikalischen Eigenschaften des Leinstengels, die aus der Sicht der mechanisierten Ernte wichtig sind. Die gesammelten Werte wurden aufgrund einer großen Anzahl der in zwei Saisonen an der Sorte 'Věra' wiederholten Messung ausgewertet. Sie können einige, bisher aus fremden Quellen übernommenen Angaben, die allerdings den tschechoslowakischen Bedingungen nicht entsprechen, ergänzen bzw. ersetzen. Nebst den Werten einzelner Eigenschaften sind die wichtigsten Abhängigkeiten der veränderlichen Größen angegeben.

Stengel; Stengelabmessungen; Ziehkraft; Brechkraft; Grünreife; Frühgelbreife und Gelbreife; Registrierdynamometer; Spannkopf

Adresa autora:

Ing. Jan Křemenák, Vysoká škola zemědělská, 160 21 Praha 6 - Suchdol

Výběr z přírůstků

Ústřední zemědělské a lesnické knihovny ÚVTI

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.

PRYTČENKO, S. A. — KUSAK, V. V. — BARKALOV, I. G. E 36.575
Mechanizacija krolivnyčnych ferm. Kyjiv, Urožaj 1973. 140 s. obr. tab. (Králik — chov — mechanizace — příručka)

KUROV, J. A. D 62.721
Kompleksna mechanizacija u ptachivnyctvi. Kyjiv, Urožaj 1973. 261 s. obr. tab. (Drůbežárny — mechanizace komplexní — příručka)

BLANKEN, G. — SAGEMANN, W. D 62.309/150
Käfiganlagen und Kotbeseitigung bei der Legehennenhaltung. Hilstrup, Landwirtschaftsverlag GmbH 1972. 59 s. 27 obr. KTBL-Schrift 150. (Slepice — nosnice — krmení — mechanizace — chov klecový — výzkum / Slepice — nosnice — chov klecový — trus — odkliz — mechanizace — výzkum — NSR)

KONONENKO, A. — POLJAK, A. C 13.011/50
Tekuščije i predvidimye tendenciji v razvitiji traktorov, osobénno boľšoj moščnosti. Ženeva, Jevropejskaja ekonomičeskaja komissija 1972. 29 s. obr. tab. AGRI/MECH/50. (Evropská hospodářská komise — odbor zemědělský — skupina mechanizační — zprávy / Traktory výkonné — vývoj — zprávy EHK)

ČERKUN, V. E. D 62.099
Remont i dolgovečnost traktornych gidravličeskich sistem. Moskva, Kolos 1972. 254 s. obr. (Traktory — hydraulické soustavy — opravy — příručka)

KANIVEC, I. D. — VOLOŠIN, I. P. E 36.376
Mechanizacija robit na tokach. Dnipropetrovsk', Promiň 1973. 64 s. obr. tab. (Obilí — čištění — mechanizace / Obilí — sušení — mechanizace)

KARPENKO, S. O. — RODIONOV, O. M. D 62.210
Nova silško-hospodarska technika. Kyjiv, Urožaj 1973. 210 s. obr. (Zemědělské stroje — technické údaje — příručka / Zemědělské stroje — použití — ekonomické otázky — příručka)

BARTA, L. C 22.466/34
Gépesített talajművelés síkfekvésű, kötött és igenkötött talajokon. Gödöllő, Mezög. gépkísérleti intézet 1973. 31 s. 6 obr. 3 tab. (Půdy vazké — obdělávání — stroje — soustavy — výzkum — Maďarsko)

ANALÝZA ZMĚNY OPTIMÁLNÍ RYCHLOSTI AGREGÁTU JAKO ODRAZ ZMĚNY FYZIKÁLNĚ MECHANICKÝCH KONSTANT PRACOVNÍCH PODMÍNEK

A. Janeček

Výzkumný ústav zemědělské techniky, Praha - Řepy

JANEČEK A. *Analýza změny optimální rychlosti agregátu jako odraz změny fyzikálně mechanických konstant pracovních podmínek.* Zem. technika 21 (7) : 413-421, 1975.

V práci je analyzována obecným implicitním výrazem pro optimální rychlost ve tvaru

$$v_p = \frac{f(v_p)}{f'(v_p)}$$

změna optimální rychlosti agregátu (z hlediska minima měrné práce) v závislosti na změně fyzikálně technických a technologických podmínek práce agregátu. V dalším se pojednává o tom, kdy je změna optimální rychlosti energeticky výhodná a za jakých podmínek k energetickému zvýhodnění dochází. Z analýzy vyplynulo: Známe-li reakci pracovních strojů na změnu fyzikálně technických podmínek práce agregátu, výrazem které je rovnice $f_2(v) = f_1(v) \psi(v)$, potom z těchto strojů nasazujeme v daných podmínkách ty, u nichž příslušná příkonová funkce $f_2(v)$ splňuje podmínky:

$$1. \frac{f_1'(v_{p1})}{f_1(v_{p2})} > \frac{f_1(v_{p1}) \psi'(v_{p2})}{\psi(v_{p2}) f_1'(v_{p2})} + \frac{f_1(v_{p1})}{f_1(v_{p2})} = > v_{p2} > v_{p1}$$

Uvedená podmínka je určována snahou o maximální produktivitu agregátu. 2. Z množiny Δv_{p2i} určíme minimální hodnotu. Minimální hodnota Δv_{p2i} určuje stroj, který bude reagovat na změnu fyzikálně technických podmínek minimálním přírůstkem energie, vztažené na jednotku opracovaného objemu hmoty.

energetika; obecná analýza; optimální rychlost

V literatuře (Janeček, 1972, 1974) byl odvozen obecný implicitní výraz pro optimální rychlost agregátu, charakterizující energetické minimum agregátu. Optimální rychlost byla zjišťována funkcí měrného odporu agregátu a příslušnou příkonovou funkcí. Obecný implicitní výraz pro optimální rychlost agregátu byl nalezen ve tvaru

$$v_p = \frac{f(v_p)}{f'(v_p)}$$

kde: $f(v_p)$ — příkonová funkce agregátu
 $f'(v_p)$ — derivace příkonové funkce podle rychlosti v v optimální rychlosti v_p
 v_p — optimální rychlost charakterizující energetické minimum agregátu

Výhoda uvedené formulace je v tom, že umožňuje obecnou analýzu změny optimální rychlosti ve funkci změn fyzikálně mechanických konstant zpracovávané hmoty, nebo fyzikálně geometrických konstant agregátu.

V předpokládaném článku pojednáme o změně optimální rychlosti agregátu (z hlediska minima měrné práce) v důsledku změny (obecně vyjádřené) fyzikálně mechanických konstant zpracovávané hmoty.

METODIKA

V práci se obecným implicitním výrazem pro optimální rychlost agregátu analyzuje změna optimální rychlosti v závislosti na změně fyzikálně technických a technologických podmínek práce agregátu. Obecnými vztahy se stanoví kritéria, která umožňují posoudit, zda změna optimální rychlosti nastává směrem k oblasti nižší nebo vyšší pracovní rychlosti agregátu.

Po analýze změny optimální rychlosti bude pojednáno o tom, zda změna optimální rychlosti je energeticky výhodná a za jakých podmínek se tato výhodnost projevuje.

VLASTNÍ PRÁCE

Celkový příkon potřebný k zpracování hmoty procházející agregátem uvažujeme v obecném tvaru

$$P_1 = f_1(v) \quad (1)$$

kde: v — rychlost agregátu
 P_1 — příkon agregátu
 $f_1(v)$ — funkce příkonu

Změní-li se fyzikálně mechanické konstanty zpracovávané hmoty a technické podmínky práce, je nutná i změna příkonu potřebného k pracovní činnosti agregátu. Změnu příkonové funkce uvažujeme ve tvaru

$$f_2(v) = \psi(v) \cdot f_1(v) \quad (2)$$

kde: $f_2(v)$ — funkce příkonu, nutná pro zajištění pracovní činnosti agregátu po změně fyzikálně mechanických konstant zpracovávané hmoty a technických podmínek práce agregátu
 $\psi(v)$ — funkce charakterizující přírůstek příkonu v důsledku změny fyzikálně mechanických konstant zpracovávané hmoty a technických podmínek práce agregátu

Pro další analýzu definujeme funkce $\psi(v)$ následujícími vztahy

$$\psi'(v) > 0; \quad \psi''(v) > 0; \quad \psi(0) = c > 1; \quad \psi(v) > 1 \quad (3)$$

kde: $\psi'(v)$, $\psi''(v)$ — první a druhá derivace přírůstkové funkce podle rychlosti v

Uvedený jev vzniku funkce $f_2(v)$ může nastat u agregátů, u jejichž pomocných orgánů se zvyšuje odpor proti pohybu v důsledku vyšších pasivních odporů závislých nelineárně na pracovní rychlosti.

Dále se pak u pracovních orgánů při nesprávném nasazení zvyšuje měrný odpor, který má v důsledku větších změn technického a technologického charakteru práce stroje nelineární polynomičtý charakter.

V neposlední řadě může ke zvýšení energetické náročnosti, charakterizované přírůstkovou funkcí $\psi(v)$, dojít změnami fyzikálních vlastností zpracovávané hmoty v poměrně širokém intervalu; to se navenek projeví přírůstkovou funkcí příkonu $\psi(v)$, v závislosti na rychlosti, která má polynomičský charakter.

Předpokládáme, že zvýšená energetická náročnost agregátu je kryta silnějším energetickým zdrojem, u něhož je příkon na pasivní odpory v limitním bodě rychlosti $v = 0$ daný součinem $\psi(0) \cdot P_0$, kde $\psi(0) = c > 1$. Příkon P_0 uvažujeme jako příkon na pasivní odpory v limitním bodě rychlosti $v = 0$ původního energetického zdroje.

Pro měrnou práci, danou příkonovou funkcí $f_2(v)$ a výkonnostní funkcí $W(v)$, dostáváme výraz

$$Q_2(v) = \frac{\psi(v) f_1(v)}{W(v)} \quad (4)$$

kde: $W(v)$ — výkonnost agregátu ve funkci rychlosti
 $Q_2(v)$ — měrná práce agregátu ve funkci rychlosti

Z hlediska minima měrné práce platí pro výpočet optimální rychlosti vztah

$$Q'_2(v) = 0$$

kde: $Q'_2(v)$ — derivace funkce měrné práce podle rychlosti v

Po derivování, úpravách a po dosazení vztahu pro výkonnost

$$W(v) = kv$$

kde: k — konstanta

dostáváme implicitní výraz pro optimální rychlost nově zavedené funkce $f_2(v)$

$$v_{p2} = \frac{\psi(v_{p2}) f_1(v_{p2})}{\psi'(v_{p2}) f_1(v_{p2}) + f_1'(v_{p2}) \psi(v_{p2})} \quad (5)$$

Analýzujeme, za jakých předpokladů platí dále uvedené vztahy pro optimální rychlosti agregátu, jehož energetická náročnost je charakterizována původní funkcí $f_1(v)$ a novou funkcí $f_2(v)$. Zkoumejme, za jakých podmínek platí nerovnost

$$v_{p2} > v_{p1} \quad (6)$$

V případě, že má platit nerovnost (6), musí platit

$$\frac{\psi(v_{p2}) \cdot f_1(v_{p2})}{\psi'(v_{p2}) \cdot f_1(v_{p2}) f_1'(v_{p2}) \cdot \psi(v_{p2})} > \frac{f_1(v_{p1})}{f_1'(v_{p1})} \quad (7)$$

Úpravou nerovnosti (7) obdržíme nerovnost

$$\frac{f_1'(v_{p1})}{f_1'(v_{p2})} > \frac{f_1(v_{p1}) \psi'(v_{p2})}{\psi(v_{p2}) f_1'(v_{p2})} + \frac{f_1(v_{p1})}{f_1(v_{p2})} \quad (8)$$

Z posledního uvedeného vztahu je patrné, že má-li platit nerovnost (6), musí pro poměr derivace funkce $f_1(v)$ v rychlosti v_{p1} k derivaci funkce $f_1(v)$ v rychlosti v_{p2} platit nerovnost (8).

Obdobným způsobem pro vztah optimálních rychlostí

$$v_{p2} < v_{p1} \quad (9)$$

odvodíme nerovnost opačnou k nerovnosti (8).

V další části článku pojednáme o tom, zda změna optimální rychlosti do oblasti nižší rychlosti je energeticky výhodnější nebo naopak.

Pro funkce Q_1 a Q_2 v optimální rychlosti platí:

$$Q_1(v_{p1}) < Q_2(v_{p2}) \quad (10)$$

Důkaz: Pro funkce Q_1 a Q_2 v optimálních rychlostech platí:

$$Q_1 = \frac{f_1(v_{p1})}{W(v_{p1})}; \quad Q_2 = \frac{\psi(v_{p2}) \cdot f_1(v_{p2})}{W(v_{p2})} \quad (11)$$

Dále platí pro každou rychlost v v intervalu $(0 - v)$

$$Q_1(v_{p1}) < Q_1(v) \quad (12)$$

poněvadž platí

$$v_{p2} \neq v_{p1}$$

takže můžeme napsat nerovnost

$$Q_1(v_{p1}) < Q_1(v_{p2}) \quad (13)$$

Vzhledem k tomu, že bylo definováno

$$\psi(v) > 1$$

platí vztah

$$\frac{f_1(v_{p1})}{k v_{p1}} < \frac{f_1(v_{p2})}{k v_{p2}} < \frac{f_1(v_{p2}) \psi(v_{p2})}{k v_{p2}} \quad (14)$$

z čehož vyplývá

$$Q_1(v_{p1}) < Q_2(v_{p2})$$

což mělo být dokázáno.

Je tedy zřejmé, že nerovnost (12) platí. To znamená, že minimální hodnota měrné práce u nově zavedené funkce je vyšší než minimální hodnota měrné práce $Q_1(v)$.

Pro přírůstek energetické náročnosti ΔQ_p funkce měrné práce, daný změnou funkce $f_1(v)$ na funkci $f_2(v)$ v optimálních rychlostech v_{p1} v_{p2} , platí

$$\Delta Q_p = Q_2(v_{p2}) - Q_1(v_{p1}) = \frac{\psi(v_{p2}) \cdot f_1(v_{p2})}{k v_{p2}} - \frac{f_1(v_{p1})}{k v_{p1}} \quad (15)$$

kde: $Q_2(v_{p2})$ — hodnota měrné práce nově vzniklé funkce $f_2(v)$ energetické náročnosti při rychlosti v_{p2}

$Q_1(v_{p1})$ — hodnota měrné práce původní funkce $f_1(v)$ při rychlosti v_{p1}

Procentuální přírůstek energetické náročnosti je dán vztahem

$$\frac{\Delta Q_p \cdot 100}{Q_1(v_{p1})} = \left[\frac{v_{p1} \psi(v_{p2}) \cdot f_1(v_{p2})}{f_1(v_{p1}) v_{p2}} - 1 \right] 100 \quad (16)$$

Rozhodně nyní, zda se změna optimální rychlosti v_{p2} směrem k vyšším rychlostem odrazí příznivěji než změna v_{p2} směřující do oblasti nižších rychlostí. Proto uvažujme v rovnici (16) dále jako proměnnou hodnotu v_{p2} a zkoumejme chování funkce v mezních bodech 0 a ∞ .

Hodnota funkce $\Delta Q_p/Q_1$ v rychlosti $v_{p2} = 0$

$$\lim_{v_{p2} \rightarrow 0} \frac{\Delta Q_p}{Q_1} = \lim_{v_{p2} \rightarrow 0} \frac{v_{p1} \psi(v_{p2}) f_1(v_{p2})}{f_1(v_{p1}) v_{p2}} - 1 = +\infty \quad (17)$$

Hodnota funkce $\Delta Q_p/Q_1$ v rychlosti $v_{p2} = +\infty$: podle L'Hospitalova pravidla platí

$$\lim_{v_{p2} \rightarrow \infty} \frac{v_{p1}}{f_1(v_{p1})} \left[\psi(v_{p2}) f_1(v_{p2}) + f_1'(v_{p2}) \psi(v_{p2}) \right] - 1 = +\infty \quad (18)$$

Z rozboru je patrné, že přírůstek měrné práce má v mezních rychlostech $v_{p2} = 0$; $v_{p2} = +\infty$ nevlastní hodnoty $+\infty$.

Rozhodně dále, za jakých podmínek je funkce $\Delta Q/Q_1$ v závislosti na optimální rychlosti v_{p2} rostoucí nebo klesající.

O stoupání nebo klesání obecně rozhoduje prvá derivace. V případě, že platí

$$\left[\frac{\Delta Q_p}{Q_1} \right]' < 0$$

— funkce $\Delta Q/Q_1$ je klesající, v případě platnosti opačné nerovnosti je funkce přírůstku měrné práce stoupající.

Derivováním funkce procentuálního přírůstku měrné práce a úpravami dostáváme nerovnost (19):

$$[\psi'(v_{p2}) f_1(v_{p2}) + \psi(v_{p2}) f_1'(v_{p2})] v_{p2} > \psi(v_{p2}) f_1(v_{p2}) \quad (19)$$

V případě, že platí nerovnost (19), je funkce procentuálního přírůstku měrné práce stoupající. Platí-li opačná nerovnost k nerovnosti (19), je funkce $\Delta Q_p/Q_1$ klesající.

Z četných experimentů vyplývá, že funkce $f_1(v)$ a $\psi(v)$ mají v oblasti nízkých rychlostí hodnotu derivace podle rychlosti v malou. Derivace těchto funkcí směrem k oblasti vyšších rychlostí prudce stoupají.

Proto začíná platit nerovnost (19) v oblastech vyšších rychlostí, zatímco v oblastech nižších rychlostí platí nerovnost opačná.

Jak vyplývá z analýzy, funkce $\Delta Q_p/Q_1$ je v oblasti nižších rychlostí klesající a v oblasti vyšších rychlostí stoupající. Obdobným způsobem odvodíme vztah

$$\left[\frac{\Delta Q_p}{Q_1} \right]''_{(v_{p2})} > 0$$

kde: $\left[\frac{\Delta Q_p}{Q_1} \right]''_{(v_{p2})}$ — druhá derivace přírůstkové funkce měrné práce podle v_{p2}

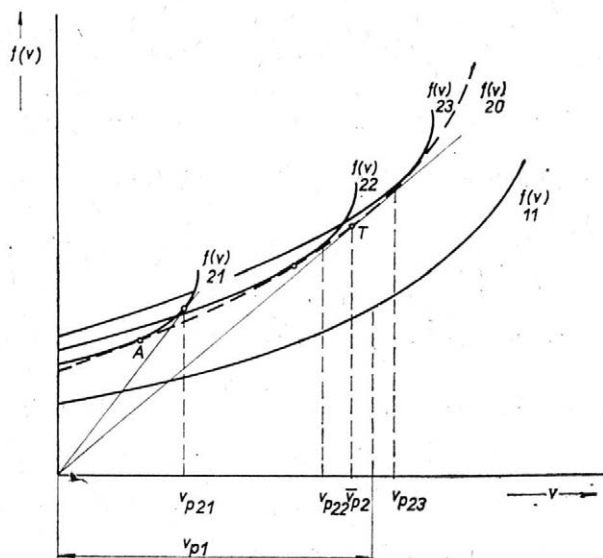
Funkce $\Delta Q/Q_1$ je konvexní. Určeme nyní optimální rychlost v_{p2} , která vede k nejnižší hodnotě funkce přírůstkové měrné práce. Z výrazu pro první derivaci funkce $\Delta Q_p/Q_1$ podle v_{p2} , který položíme roven nule, obdržíme implicitní výraz pro optimální rychlost $\bar{v}_{p2}$:

$$\bar{v}_{p2} \frac{\psi(\bar{v}_{p2}) f_1(\bar{v}_{p2})}{\psi'(\bar{v}_{p2}) \cdot f_1(\bar{v}_{p2}) + \psi(\bar{v}_{p2}) \cdot f_1'(\bar{v}_{p2})} \quad (20)$$

kde: $\bar{v}_{p2}$ — optimální rychlost systému příkonových funkcí

$$f_{2n} = \psi_n(v) \cdot f_1(v)$$

Optimální rychlost charakterizující minimální energetický přírůstek vzhledem k původnímu minimu měrné práce můžeme při určité idealizaci vyjádřit graficky (obr. 1). Závislost $f_{11}(v)$ představuje (při určité idealizaci) minimální energetickou náročnost daného technologického procesu. Závislosti $f_{21}, f_{22} \dots f_{2n}$ představují příkonové funkce různých agregátů, vzniklé reakcí jednotlivých strojů na změněné původní podmínky práce.



1. Grafické znázornění reakcí různých strojů na změnu pracovních podmínek změnou příkonových funkcí

$f_{11}(v)$ — funkční závislost minimálního příkonu

$f_{2n}(v)$ — funkční závislosti příkonů různých strojů

$f_{20}(v)$ — obálka příkonů f_{2n}

v_{p1} — optimální rychlost funkce $f_1(v)$

v_{p2n} — optimální rychlost [funkcí $f_{2n}(v)$]

v_{p2} — optimální rychlost obálky

Předpokládejme pro zjednodušení, že náběhové části nově vzniklých příkonových křivek se výrazně neliší. Náběhové části těchto křivek tvoří obálku f_{20} (matematicky se v tomto případě jedná o parametrický systém). V tečném bodě obálky a přímky procházející počátkem je energetické minimum soustavy strojů reagujících na změnu podmínek systémem příkonových křivek f_{2n} . Při praktických analýzách různých pracovních strojů nemusí uvedený idealizovaný případ nastat (křivky f_{2n} netvoří parametrický systém). Různé pracovní stroje mohou reagovat různými příkonovými křivkami. V těchto případech je nutné sdružit jednotlivé příkonové křivky tvořící obálky a analyzovat optimální rychlosti obálek, popřípadě sdružit jednotlivé obálky a analyzovat je.

Výsledkem uvedené analýzy je nalezení optimální rychlosti systému příkonových funkcí, které obecně nemusí vytvářet obálku. Stroj, splňující podmínku $|\bar{v}_{p2} - v_{p2}| = \min \Rightarrow |Q_{2p2} - Q_{p1}| = \min$, reaguje nejvýhodněji z hlediska minima měrné práce na změněné pracovní podmínky.

DISKUSE

Změní-li se původní příkonová funkce agregátu $f_1(v)$ změnou podmínek práce na příkonovou funkci $f_2(v) = f_1(v)\psi(v)$, optimální rychlost nově vzniklé funkce se může posunout do vyšší nebo nižší oblasti rychlostí vzhledem k optimální rychlosti původní příkonové funkce. Rozhodující vliv na změnu optimální rychlosti má charakter funkcí $f_1(v)$ a $\psi(v)$. Charakter funkcí je určující pro poměr derivací funkce $f_1(v)$ v bodech optimální rychlosti v_{p1} , v_{p2} .

Poměr těchto derivací pak určuje vztah mezi optimálními rychlostmi v_{p1} a v_{p2} .

Z energetického rozboru vyplynulo, že pracovní stroj reagující na změnu fyzikálně technických podmínek práce změnou nově vzniklé optimální rychlosti směrem k vyšší nebo nižší oblasti vzhledem k optimální rychlosti $\bar{v}_{p2}$ o vyšší hodnotu pracuje v energeticky nevýhodné oblasti.

ZÁVĚR

Z analýz vyplynulo:

Známe-li reakci pracovních strojů na změnu fyzikálně technických podmínek práce, výrazem které je rovnice $f_2(v) = f_1(v)\psi(v)$ — pro funkci $\psi(v)$ byly definovány vztahy

$$\psi'(v) > 0; \quad \psi''(v) > 0; \quad \psi(v) > 1$$

potom z těchto strojů v daných podmínkách nasazujeme ty, u nichž příslušná příkonová funkce $f_2(v) = \psi(v)f_1(v)$ splňuje vztahy

$$1. \quad \frac{f_1'(v_{p1})}{f_1'(v_{p2})} > \frac{f_1(v_{p1}) \psi'(v_{p2})}{\psi(v_{p2}) f_1'(v_{p2})} + \frac{f_1(v_{p1})}{f_k(v_{p2})} \Rightarrow v_{p2} > v_{p1}$$

Tato podmínka je určována snahou o maximální produktivitu agregátu.

2. Nazveme-li $(v_{p2} - \bar{v}_{p2}) = \Delta v_{p2}$

kde: $\bar{v}_{p2}$ — optimální rychlost vyplývající z minimálního energetického přírůstku

potom z množiny Δv_{p2} určíme minimální hodnotu. Minimální hodnota Δv_{p2} určuje stroj, který bude reagovat na změnu fyzikálně technických podmínek minimálním přírůstkem energie, vztahené na jednotku zpracovávaného objemu hmoty.

Literatura

- ANDERT, A.: Studie o rozvoji energetických měničů ke komplexnímu řešení energetiky při pěstování a sklizení cukrovky. Sborník vědeckých prací VÚZT. Praha 1966.
- ANDERT, A.: Základní parametry soustavy traktorů pro čs. zemědělství v r. 1970. Sborník vědeckých prací VÚZT. Praha 1966.
- ANDERT, A.: Vhodné energetické měniče a zdroje k využití energie ke klimatizačním účelům v zemědělské výrobě. Sborník vědeckých prací VÚZT. Praha 1968.
- BEKKER, M. A.: Off the Road Locomotion. Michigan 1969.
- BUDINSKÝ, B.: Základy diferenciální geometrie s technickými aplikacemi. Praha, SNPL 1970.
- JANEČEK, A.: Metoda matematického rozboru vztahu mezi měrným odporem a měrnou prací, vztahenou na jednotku objemu opracované hmoty. [Zpráva Z-896.] Praha - Řepy, VÚZT 1972.
- JANEČEK, A.: Odvození obecného vztahu pro optimální rychlost charakterizující minimum měrné práce. Zem. technika, 20, 1974, č. 1, s. 35.

Došlo dne 27. 3. 1975

ЯНЕЧЕК А. (Научно-исследовательский институт сельскохозяйственной техники, Прага-Ржепы, Чехословакия). Анализ изменения оптимальной скорости агрегата, как отражение изменения физическо-механических постоянных величин рабочих условий. *Zem. technika* 21 (7) : 413-421, 1975.

В работе при помощи общего неявного выражения оптимальной скорости в виде

$$v_p = \frac{f(v_p)}{f'(v_p)}$$

анализировалось изменение оптимальной скорости агрегата (с точки зрения минимума удельной работы) в зависимости от изменения физическо-технических и технологических условий работы агрегата. В дальнейшем обсуждался вопрос, когда изменение оптимальной скорости энергетически более выгодно и при каких условиях. Из анализа вытекает: Если известна реакция рабочих машин на изменение физическо-технических условий работы агрегата, выражением которого является уравнение $f_2(v) = f_1(v) \psi(v)$, то из этих машин в данных условиях применяем только те, у которых соответствующая функция потребляемой мощности $f_2(v)$ удовлетворяет условия:

$$1. \frac{f_1'(v_{p1})}{f_1'(v_{p5})} > \frac{f_1(v_{p1}) \psi'(v_{p2})}{\psi(v_{p2}) f_1'(v_{p2})} + \frac{f_1(v_{p1})}{f_1(v_{p2})} \rightarrow v_{p5} > v_{p1}$$

Приведенные условия определяют стремлением к максимальной производительности труда агрегата. 2. Из множества Δv_{p5} определяем оптимальную величину. Минимальная величина Δv_{p5} определяет машина, которая будет реагировать на изменение физическо-технических условий минимальным приростом энергии в отношении к единице обработанного объема массы.

энергетика; общий анализ; оптимальная скорость

JANEČEK A. (Research Institute of Agricultural Machinery, Praha-Řepy, Czechoslovakia) *Analysis of the Change of Optimum Assembly Speed in respect to Changes of the Physical-Mechanical Constants of the Working Conditions*. *Zem. technika* 21 (7) : 413-421, 1975.

The author uses a generally implicit equation of the optimum speed

$$v_p = \frac{f(v_p)}{f'(v_p)}$$

to analyse the changes of optimum assembly speeds (in respect to minimum specific work) in dependence on the change of the physical and mechanical, and technological conditions of the assembly's work. He further shows when a change of the optimum speed is energetically advantageous and the conditions under which this energetical advantage appears. The analysis showed that: At a known reaction of the machines to a change of the physical-mechanical conditions of operation (equal to equation $f_2(v) = f_1(v) \psi(v)$), it is best to operate under given conditions with those machines whose input function $f_2(v)$ fulfils the following conditions:

$$1. \frac{f_1'(v_{p1})}{f_1'(v_{p2})} > \frac{f_1(v_{p1}) \psi'(v_{p2})}{\psi(v_{p2}) f_1'(v_{p2})} + \frac{f_1(v_{p1})}{f_1(v_{p2})} \rightarrow v_{p2} > v_{p1}$$

This condition is determined by the effort to achieve maximum productivity of the assembly.

2. The set Δv_{p2} provides the maximum value. The minimum value of Δv_{p2} is determined by the machine which will react to a change of the physical-mechanical conditions with a minimum growth of energy consumption, in respect to the unit of work done.
energy; general analysis; optimum speed.

JANEČEK A. (Forschungsinstitut der Landtechnik, Praha-Řepy, Tschechoslowakei). *Analyse der Änderung in der optimalen Geschwindigkeit eines Maschinensatzes als Auswirkung der Änderung von mechanischen Konstanten der Arbeitsbedingungen*. *Zem. technika* 21 (7) : 413-421, 1975.

Im Aufsatz wird durch den allgemeinen impliziten Ausdruck für die optimale Geschwindigkeit in der Form

$$v_p = \frac{f(v_p)}{f'(v_p)}$$

die Änderung der optimalen Geschwindigkeit des Maschinensatzes (aus der Sicht der Mindestmenge von spezifischer Arbeit) in Abhängigkeit von der Änderung der physikalisch-technischen und technologischen Arbeitsbedingungen des Maschinensatzes analysiert. Im weiteren wird dargelegt, wann die Änderung der optimalen Geschwindigkeit energetisch vorteilhaft ist und unter welchen Bedingungen die energetische Begünstigung auftritt. Die Analyse ergab folgendes: Falls man die Reaktion der Arbeitsmaschinen auf die Änderung der physikalisch-technischen Arbeitsbedingungen des Maschinensatzes kennt, die durch die Gleichung $f_2(v) = f_1(v) \psi(v)$ dargestellt wird, setzt man von diesen Maschinen unter gegebenen Bedingungen jene, bei denen die entsprechende Kraftbedarfsfunktion $f_2(v)$ folgende Bedingungen erfüllt:

$$1. \frac{f_1'(v_{p1})}{f_1'(v_{p2})} > \frac{f_1(v_{p1}) \psi(v_{p2})}{\psi(v_{p2}) f_1'(v_{p2})} + \frac{f_1(v_{p1})}{f_1(v_{p2})} \rightarrow v_{p2} > v_{p1}$$

Die erwähnte Bedingungen wird durch das Bestreben nach der maximalen Produktivität des Maschinensatzes bestimmt.

2. Von der Menge Δv_{p2i} wird der Mindestwert bestimmt. Der Mindestwert Δv_{p2i} bestimmt die Maschinen, die auf die Änderung der physikalisch-technischen Bedingungen durch einen minimalen Zuwachs der auf die Einheit des bearbeiteten Massenvolumens bezogenen Energie.

Energetik; allgemeine Analyse; optimale Geschwindigkeit

Adresa autora:

Ing. Adolf Janeček, CSc., Výzkumný ústav zemědělské techniky, K šancím 50, 163 07 Praha 6 - Řepy

Výběr z přírůstků

Ustřední zemědělské a lesnické knihovny ÚVTI

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.

NIKOLOV, L. E 36.516
Traktorní chidravliční navesní sistemi. Sofija, Zemizdat 1973. 198 s. 71 obr. 13 tab. (Traktory — hydrologické soustavy — příručka)

SCOTTON, M. C 17.248/118
Possibilità del sollevatore idraulico e caratteristiche della trattatrice agricola. Bologna, Gruppo giornalistico dell'edagricole 1972. 162-165 s. 4 obr. (Traktory — hydraulická zařízení — výzkum — Itálie)

E 36.239
Regulirovki traktorov. (Spravočnik). Leningrad, Kolos 1972. 274 s. obr. tab. (Traktory — seřizování / Traktory — technické údaje / Traktory — technická obsluha — příručka)

KRAMER, E. D 58.806/3
Darstellung einer rechnerischen Methode zur Bestimmung des Platzbedarfes beim rechtwinkligen Abbiegen von Traktoren mit Anhängern. Tänikon, Eidg. Forschungsanstalt f. Betriebswirtschaft und Landtechnik 1972. 30 s. 5 obr. 9 tab. Schriftenreihe 3. (Traktory s přívěsy — zatáčení — místo — potřeba)

POGORELYJ, I. P. E 36.597
Obkatka i ispytaniye traktornych i avtomobilnych dvigatelej. Moskva, Kolos 1973. 207 s. obr. tab. (Traktorové a automobilové motory — záběh — příručka / Traktorové a automobilové motory — zkoušení — příručka)

MARING, J. D 36.732/170
Lawaaidoeffheid bij trekkerbestuurders. — Noise-induced hearing losses of tractor drivers. Wageningen, ILR 1972. 23 s. 3 obr. 4 tab. Pubilkatie 170. (Bezepečnost práce — traktory — hlučnost — výzkum / Hluk — traktory — měření — výzkum — Holansko)

RACIONÁLNÍ CHOV DOJNIC

Obecně charakterizují dnes současnou situaci v zemědělské výrobě zvláště požadavky na rostoucí efektivnost, které chceme dosáhnout klesajícím podílem práce jako jednoho z výrobních faktorů. Zvláště při chovu dojníc je stále obtížnější zajistit krytí nákladů při zajišťování dokonalejší výroby. Proto je třeba kromě zlepšování již existujících technologií vyvíjet nové způsoby chovu dojníc, odpovídající vždy konkrétním výrobním podmínkám, a využívat přitom technického pokroku.

Strukturální vývoj zemědělství je ve stále větším měřítku určován vnějšími hospodářskými a sociálními faktory. V západních státech jsou to zejména cenové a nákladové relace stanovené trhem, ale také čím dál tím citelnější nedostatek základních výrobních faktorů – práce, kapitál, půda – které vedou ke změnám zemědělské výroby. Ke zvyšování produktivity práce nutí rostoucí mzdy, nároky na pracovní dobu a dovolenou a zvyšující se požadavky na pracoviště. K vyčerpání užitečnosti zemědělských kultur i hospodářských zvířat je nutné zlepšovat výrobu z hlediska technického i organizačního. Obzvláště nutné je zvyšovat produktivitu práce dokonalejší výrobní technikou a ekonomičtějším výrobním způsobem v chovu dojníc. Předmětem tohoto článku je stanovení oblastí, ve kterých může být dosaženo vyššího efektu využitím technického pokroku a důsledků z toho vyplývajících pro technologie chovu dojníc.

KRITÉRIA PRO VÝVOJ EFEKTIVNĚJŠÍHO ZPŮSOBU CHOVU DOJNIC

V NSR se dělaly dlouhodobé technicko-ekonomické výzkumy v oblasti chovu dojníc. Objektem výzkumu byla moderní volná boxová stáj s kapacitou 80 dojníc, se zakládáním krmiva vozem, s odklizem výkalů šípovou shrnovací lopatou a s dojením řešeným rybinovou dojírnou.

Po dlouhodobé analýze nákladů vyllynuly následující závěry:

1. Podíl 45 % celkových nákladů při výrobě mléka připadá na krmivo. Je proto třeba hledat možnost, jak snížit náklady na krmiva uvnitř „systému stáje“.

2. Náklady na mzdy ve výši 16 % tvoří příliš velkou část z celkových nákladů na výrobu mléka; této hodnoty dosahují i přesto, že je používána moderní technika a že veškerá dosavadní opatření technického

charakteru v oblasti výroby mléka byla orientována na redukování potřebné lidské práce.

3. Náklady na budovy zatěžují výrobu mléka, i když mají delší životnost a vyžadují méně oprav než strojně-technické vybavení, které se podílí na celkových nákladech jen 8 %.

4. V dalším vývoji technologií, i v případě vývoje nových způsobů chovu dojníc, musí být dosaženo takové metody, která odpovídá uživatelské dojivosti, která ovšem nesmí negativně ovlivňovat dojivost i životnost dojnice, a tím i náklady na obnovu stáda.

ROZBOR MOŽNOSTÍ SNÍŽENÍ NÁKLADŮ

Snížení nákladů na krmiva

Protože jsou specifické náklady spojené s chovem dojníc – s výjimkou nákladů na krmiva – závislé na uživatelské dojivosti, stoupá rentabilita chovu s dojivostí dojnice. Vysoké a nejvyšší uživatelské dojivosti lze dosáhnout jen za podmínky, že se podaří poskytnout dojnici potřebnou energii ve správné koncentraci, stravitelnosti a složení živin, a to s ohledem na fyziologické zvláštnosti přežvýkavců.

Výzkumy a pozorování řady vědců (Wiktorsson, 1971; Artmann aj., 1974) ukazují, že např. rozdělením dávky jaderných krmiv do čtyř porcí místo tří může být zvýšen příjem energie o 7 %, resp. o 12 % a při kombinaci s dojením třikrát, popř. i čtyřikrát denně může vzrůst dojivost o 11,0 %, resp. 17 %. Na základě těchto závislostí je třeba stanovit pro budoucí orientaci způsobů krmení následující požadavky:

1. Určení přísunu energie podle potřeby, s ohledem na individuální uživatelskou dojivost, fyziologické požadavky na skladbu živin, stav laktace, březnost, atd. vazbou mezi krmením a uživatelskou dojivostí.

2. Poskytovat krmenou dávku za co nejnižší cenu, avšak při respektování fyziologických nároků na výživu, využívat tedy v maximálně možném množství objemná krmiva i existující možnost ke zlepšení konzumace krmiva i uživatelské dojivosti.

3. Možnost podávat větší počet dávek jaderného nebo objemného krmiva a častějšího dojení, což směřuje k lepší konzumaci krmiva, resp. ke zvýšení uživatelské dojivosti efektivním způsobem krmení a dojení.

4. Zamezit znehodnocování krmiva v důsledku příliš velkého rozptylu, zakvašení a separace použitím vhodné techniky.

Snížení mzdových nákladů

Spotřeba lidské práce kolísá při chovu dojníc za použití moderní techniky v závislosti na typu ustájení v rozmezí 30 až 60 h/dojnice/rok. Tento vysoký faktor je jedním z důvodů špatné rentability závodů orientovaných na výrobu mléka.

Rozebereme-li dílčí časy na jednotlivé pracovní operace opět v téže volné boxové stáji, pak lze vyvodit následující závěry:

1. Jen pro dojení se spotřebuje z celkového času více než 40 %. Z toho připadá na dodojení téměř 40 %, na přesun dojícího stroje 22 %, na zahánění a vyhánění dojnice z dojícího boxu více než 16 %; společně představuje součet těchto dílčích časů na tyto pracovní operace přes 75 %

celkové spotřeby času na dojení. V dalším vývoji procesu dojení je třeba vzít tyto skutečnosti v úvahu.

2. Skoro čtvrtinu celkové spotřeby času vyžaduje krmení. Z časového členění tohoto procesu na jednotlivé pracovní operace je zřejmé, že časově nejnáročnější je odebrání a rozdělování krmiva. Pokročilý mechanizovaný způsob se značně menší náročností na práci, např. věžové silo – fréza – šnekový dopravník, je znám. Další pokrok na tomto úseku musí vést k takovému způsobu krmení, který umožní individuální dávkování v závislosti na užitkovosti dojnice.

3. Čištění reprezentuje 17 % podíl z celkové spotřeby času. Přitom čištění dojícího zařízení, nádrže na mléko, dojírny a mléčnice činí více než 70 % dílčího času čištění. Z tohoto důvodu se jeví používání čistících automatů jako nezbytné.

4. Odkliz výkalů je až na malé možnosti zdokonalení z technického hlediska vyřešen a z hlediska ekonomiky práce má podřadný význam. Obtíže nastávají při zpracování a aplikaci exkrementů zvířat.

Snížení nákladů na budovy

V podmínkách vysokých a stále stoupajících pořizovacích nákladů zemědělských objektů je nutné hledat prostředky a cesty, jak tyto náklady redukovat na ekonomicky únosnou míru.

Zvláštní význam dlouhodobého charakteru má vývoj takových forem ustájení, které přinášejí úsporu práce a projevují se příznivě při kalkulaci nákladů. Těžištěm musí být snaha vypracovat takový systém chovu dojníc, který je charakteristický minimálními náklady jako celek, nikoliv jen minimálními náklady na pořízení budov. Současně je však nutné vytvořit optimální výrobní, funkční i pracovní podmínky pro zvířata, způsob práce a člověka.

MOŽNOSTI ZEFEKTIVNĚNÍ DÍLČÍCH PROCESŮ

Krmení

Za dosud nevyužívanou možnost úspory nákladů je považována rovnováha přidělu a potřeby energie v individuálně stanovených dávkách sestavených z co nejlevnějších krmiv. Předpokladem k tomu je využívání zdokonalené nebo nové techniky, pomocí které lze podchytit údaje o individuální užitkovosti, zjistit komponenty určující hodnotu krmiva, uchovat v paměti známé údaje, sestavit krmnou dávku, která obsahuje užitkovosti odpovídající ekvivalent energie s minimálními náklady, a dopravit krmivo až ke krmnému žlabu.

Jestliže neexistuje pevné pořadí přidělování krmiva a určování užitkovosti, je nutná automatická identifikace zvířat.

Možnosti zjišťování užitkovosti zvířat

Stále více nabývá na významu registrace množství mléka, složení mléka a váhy dojnice.

Množství mléka lze měřit různými způsoby. Pozornost by měla být věnována těm měřicím metodám, které umožňují kontinuální bezkontaktní registraci množství. Těmi lze totiž řídit i velikost podtlaku a pulzátoru.

V tomto případě může odpadnout náklad na čištění a mezizásobník mléka.

Přístroje pro zjišťování složení mléka jsou sice na trhu, ale vzhledem k vysokým pořizovacím nákladům se patrně v nejbližší budoucnosti v závodech orientovaných na výrobu mléka neuplatní.

Vyrovnanějšího poměru mezi přísunem energie obsažené v krmivu a spotřebou energie lze dosáhnout průběžným zaznamenáváním váhy dojenice.

Sledování dalších faktorů, jako je např. datum otelení, datum připuštění apod., umožňuje ještě přesnější vyvážení přísunu, spotřeby energie a usnadňuje také kontrolu stáda.

Určení látek obsažených v krmivu

Předpokladem pro dokonalejší krmení dojenic s vysokou užitkovostí je vysoce hodnotné objemné krmivo s vysokou koncentrací energie. Poněvadž nebudou přístroje pro rychlé rozborů krmiva, které měří obsah komponent určujících jeho výživnou hodnotu a jsou ovládacím prvkem celého procesu, v dohledné době k dispozici, je nutné usilovat o výrobu vždy velkého množství krmiv s neměnnou kvalitou. Pak totiž stačí analyzovat krmivo jen v určitých intervalech a přesto výsledky analýzy slouží za základ k výpočtu krmných dávek.

Minimalizace nákladů na krmnou dávku

Náklady na jednu krmnou dávku jsou silně ovlivněny výrobními náklady krmiva vlastního původu a cenami nakupovaných krmiv. Možnosti snížení nákladů na krmiva vyplývají proto z použití optimálního technického zařízení pro jejich výrobu a konzervaci a z tržních podmínek při jejich nákupu.

Další možnost, jak snížit náklady na krmiva, spočívá — jak již bylo řečeno — v přísunu takového množství energie vhodné koncentrace a složení, které odpovídá individuální užitkovosti a záchovné spotřebě. Tam, kde je chov automatizován, obstarávají toto trvale nutné přizpůsobování přísunu energie energetické spotřebě při minimalizaci celkových nákladů na krmnou dávku malé počítače. S ohledem na technický vývoj ve sféře programovaných malých počítačů a také jejich dosavadní cenový vývoj lze očekávat jejich rentabilní používání při chovu dojenic řešeném s pokročilou automatizací.

Individuální zakládání krmné dávky

Individuální zakládání krmiva předpokládá znalost umístění dojenic při jeho konzumaci. Není-li fixováno, musí předcházet individuálnímu dávkování krmiva a také zjišťování užitkovosti identifikace dojenice. Dojenice se mohou identifikovat různými způsoby. Při vizuální identifikaci lze užít ušní značky, pásky nebo čísla. Při částečně automatizovaném systému lze použít děrných štítků a jejich snímače. Při plně automatizovaném systému je možno užít principu indukce. Zatímco je vizuální identifikace nevhodná pro početná stáda, je částečně, resp. plně automatický identifikační systém v současné době teprve ve stádiu vývoje a zkoušení.

Při dalším vývoji je třeba vzít v úvahu následující požadavky:

1. Použití identifikačního systému má být univerzální, to znamená možné na všech místech.
2. Značky mají být pasivní a nemají vyžadovat údržbu.
3. Je nutné vyloučit možnosti chybné identifikace.

4. Používání identifikačního systému musí být z hlediska nákladů ekonomické.

Dávkovací systémy pro jadrná a objemná krmiva

Dávkování jadrných a objemných krmiv se liší. Jestliže se nechceme vzdát stimulačního účinku dávky jadrného krmiva předložené bezprostředně před začátkem dojení, je třeba požadovat jejich dávkování v dojárně.

Při dojení dvakrát za den nestačí dojnice zkonsumovat za relativně krátký pobyt v dojicím boxu dávku jadrného krmiva potřebnou k vysoké dojivosti. Vyšší rychlost konzumace jadrných krmiv byla zjištěna v případě lisovaných jadrných krmiv s rostoucím průměrem pelet, resp. v případě vlhkého jádra. Z technického hlediska je předností tekutého krmiva možnost jeho čerpání.

Ve Spojených státech byl vyvinut systém dávkování jadrného krmiva speciálně vhodný do volných stájí. Jadrné krmivo se dávkuje automatem, který je ovládán prvkem upevněným v pásku na krku dojnice. Tento ovládací prvek obsahuje mimo jiné kondenzátor, jehož vybíjecí proud je nastavitelný. Jestliže přistoupí dojnice k automatu s jadrným krmivem, nabíjí se znovu kondenzátor konstantním nabíjecím proudem a současně, pokud probíhá nabíjecí proud, dostává dojnice jadrné krmivo. Jakmile nabíjení skončí, přeruší se obvod pro dávkování jadrného krmiva. Dojnice opustí krmný automat a při opakovaném vyhledání automatu dostane vždy jen tolik krmiva, kolik odpovídá každému vybití kondenzátoru.

Otázka předností samokrmení v porovnání s individuálně dávkovanými objemovými krmivy může být rozhodnuta jen s přihlédnutím k celkovým nákladům souvisejícím s těmito systémy krmení. V současné době jsou známy dva systémy individuálního dávkování objemných krmiv.

Automatické zařízení pro biologické krmení dojníc, vypracované Riemannem, Mennenbeckem a Kaufmannem je koncipováno pro vazné stáje. Tímto zařízením zatím lze zakládat tři různé druhy krmiva v některém ze čtyř volitelných množství skupině dojníc rozdělených podle dojivosti do čtyř kategorií. V případě dalšího vhodného vývoje by bylo možné dosáhnout s tímto systémem i individuálního krmení, o které usilujeme.

Objemné krmivo je možné individuálně dávkovat dávkovacím zařízením vestavěným do systému Unicar.

Ve volných stájích mohou být instalovány oba dávkovací systémy za předpokladu, že budou vhodně upraveny; jestliže jsou např. krmné žlaby vybaveny automatickou zábranou, která dovolí zvířeti přístup jen na předem určené místo u krmného žlabu.

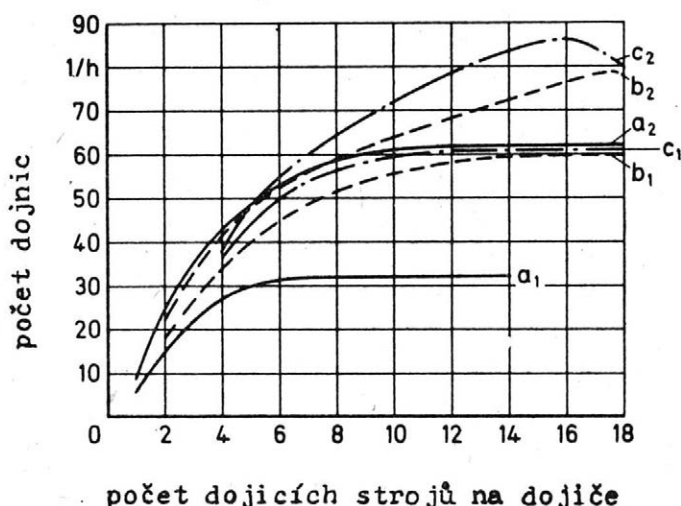
Dojení

Způsoby technického řešení, které mají přispět ke zdokonalování procesu dojení, jež se podílí na celkové spotřebě času cca 40 %, musí vycházet z podmínky neutrálního vlivu obsluhy a zachování fyziologických požadavků na dojení.

Možnosti redukce spotřeby pracovního času

V rozboru spotřeby pracovního času na proces dojení je udán pro dodojování včetně semknutí strukového násadce podíl asi 40 %. Při použití dojicích strojů řízených v závislosti na průtoku mléka lze dosáhnout

vysokého stupně vydojení, omezit dojení na sucho, a tím také snížit poruchy vyměšování. Dojič nemusí trvale kontrolovat a dodojovat. Jako doplněk se nabízí automatické snímání strukových násadců. Taková zařízení jsou již používána v praxi, umožňují značné úspory pracovního času. V obr. 1 je patrné zvýšení produktivity práce při použití částečně automa-



1. Produktivita práce v různých typech dojíren (podle Pena aj., 1973)

a1 — jednořadé dojení do potrubí

a2 — dojení do potrubí, částečně automatizované, bez dodojení

b1 — rybinová dojírna, jednotlivé dojicí stroje

b2 — rybinová dojírna, jednotlivé dojicí stroje, částečně automatizované, bez dodojení

c1 — karuselová dojírna

c2 — karuselová dojírna, částečně automatizovaná, bez času na přihánění

tizovaných dojicích zařízení v různých typech dojíren. Pro dosažení rychlejšího dojení za současného poklesu rizika zánětů mléčné žlázy je třeba zjistit možnosti řízení podtlaku a přizpůsobení frekvence a poměru taktů toku mléka z jednotlivých čtvrtí vemene.

Fáze stimulace

Rozhodující pro uvolnění mléka během laktace je stimulace. Podle všech dosavadních poznatků je pozitivně ovlivňována dávkováním jaderných krmiv. Proto není možné ji během dojení vynechat. Při použití dojicích strojů řízených v závislosti na průtoku mléka lze opustit ruční kontrolu a přípravu mléčné žlázy. Důsledkem je úspora pracovního času a pokles nákladů. S automatickým nasazováním strukových násadců nelze ovšem z důvodů anatomicky odlišně utvářené mléčné žlázy v dohledné době počítat; tato operace zůstává jako dříve vyhrazena dojiči.

Přenášení dojicích strojů zatěžuje proces dojení podílem cca 22 % z celkové spotřeby času. Zde jde hlavně o dráhy závislé na typu dojírny, které jsou v případě dojíren typu Rotolactor a Unilactor značně redukovány.

Technická zdokonalení pro přihánění dojníc do dojírny

Asi jedna třetina všech dojených dojníc vstupuje váhavě do dojírny, nebo tam musí být zahrnuta. Z toho vyplývá relativně vysoká spotřeba pracovního času v hodnotě 16 % z celkové spotřeby času na dojení. Jednoduché pomůcky umožňují až 40 % úsporu z původně potřebovaného času.

Zásadně by měly být čekací prostory a dojírna uspořádány tak (již při plánování nových staveb a rekonstrukcí), aby dovozovaly plynulé vhánění, a plochy, jež je nutno čistit, aby byly pokud možno nejmenší.

Zlepšení procesu čištění

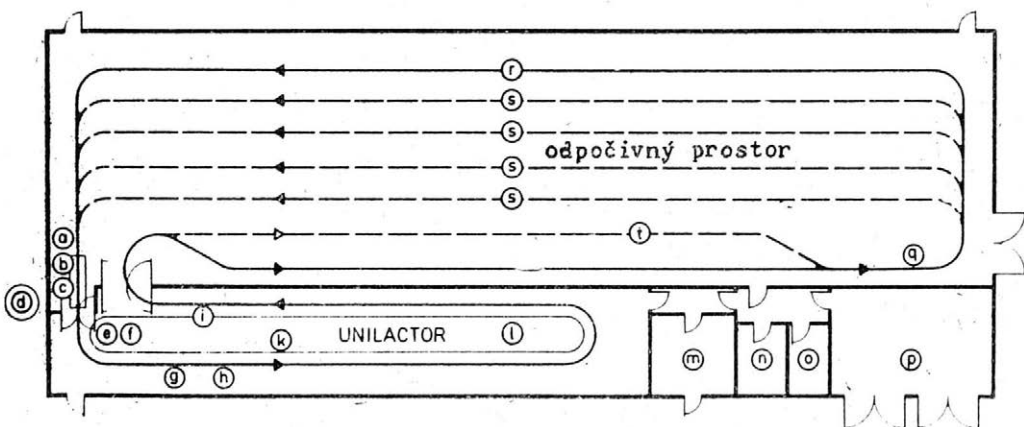
Na čištění a desinfekci součástí, kterými prochází mléko, a prostoru dojírny se vynakládá také značný podíl pracovního času. Technickými a stavebními zásahy je možné tuto dobu podstatně snížit. Programovými čistícími automaty lze čistit a desinfikovat zařízení bez ohledu na čas k tomu potřebný. Používání zařízení tohoto druhu vede nejen k ulehčení práce dojiče, ale zlepšuje rozhodujícím podílem kvalitu mléka.

NĚKTERÉ NOVÉ ZPŮSOBY CHOVU DOJNIC

System Unicar

Produktivita práce při zachování veterinárních a fyziologických zvláštností se zvyšuje částečnou automatizací procesu v systému Unicar.

Stájový objekt je rozdělen na odpočívárnu a pracovní prostor (obr. 2). Každá dojnice má svůj vlastní vozík, na kterém projíždí po dobu krmení a dojení konstantní rychlostí a v pevném pořadí jednotlivými funkční-



2. Půdorys pokusného zařízení Unicar

- a — zdroj vody
- b — odklíz výkalů
- c — dávkování jaderného krmiva
- d — silo na jaderné krmivo
- e — váha pro mléko
- f — rozvaděč
- g — váha pro dojnice
- h — nasazování strukových násadeců
- k — automatické čištění dojíčích strojů

- l — kontrolní chodba pro dojiče
- m — mléčnice
- n — soustrojí vývěvy
- o — sociální zařízení
- p — přípravná krmiv
- q — dávkování objemného krmiva
- r — funkční okruh
- s — parkovací kolej
- t — rezervní kolej

mi místy. Vozíky jsou taženy řetězem, který je uložen pod podlahou stáje. Během tohoto objíždění dochází k úplně nebo částečně automatizovanému krmení a vydojení.

Identifikace jednotlivých zvířat je řešena podle určitého kódu identifikačním systémem na principu indukce. Individuální dávky krmiva odpovídající užitkovosti je možné nastavit podle uloženého kódu a dalších dat (např. živá váha dojnic a váha mléka), zjištěných automaticky při oběhu vozíku. Vypočítané hodnoty se kódují a přenášejí na děrné pásky; tímto způsobem jsou ovládány krmné vozy po dobu pohybu vozíků v zařízení. Tak se předkládá dojnícím množství krmiva odpovídající jejich užitkovosti, a to zvlášť jadrné a zvlášť objemné.

Dojení probíhá v Unilactoru, který obsahuje dojicí stroje ovládané v závislosti na průtoku mléka. Kromě toho, že je dosaženo optimálního (podle současného stavu techniky) průběhu dojení, jsou v převážné většině splněny i požadavky dokonalejší hygieny mléka díky použití čistících automatů, které zajišťují zcela automaticky propláchnutí a desinfekci všech součástí přicházejících do styku s mlékem.

Kruhová stáj

Podle téhož principu mechanizovaného přesunu stanoviště pracuje systém vyvinutý v SSSR. Dojnice jsou umístěny v kruhové stáji ve dvou řadách boxů, které jsou od sebe odděleny krmným žlabem. Za kontinuálního oběhu kruhu uloženého na kladkách probíhá celý proces krmení a dojení také automaticky.

Naznačené systémy umožňují přesné zaznamenání dojivosti a podmíněně i živé váhy. Tím dávají předpoklad pro přesné dávkování objemných a jadrných krmiv v závislosti na užitkovosti, o které se usiluje. Použitím dojicích strojů řízených podle průtoku mléka se dosahuje za současné situace optimálního a v zásadních fázích obsluhou neovlivňovaného dojení. Proces dojení v kruhové stáji se jeví z hlediska uvedených požadavků jako dosud ne zcela dořešený. V porovnání s konvenčními technologiemi jsou popsány systémy charakteristické vyšší produktivitou práce. To dává možnost klást požadavek na vyčerpání veškeré geneticky podmíněné užitkovosti dojnic vyšší frekvencí krmení a dojení, což ovšem bude znamenat další výzkumné práce.

Volná stáj

Vedle těchto nových způsobů chovu dojnic má volná stáj díky optimálnímu uspořádání všech funkčních uzlů a možnosti použití pomocných technických prostředků předpoklad pro výrobu mléka s nižšími náklady.

Předpokladem krmení podle užitkovosti je identifikace jednotlivých zvířat. Registrace jednotlivých nádojů v dojárnách, které se kombinují s volnou stájí – rybinová dojárna, Rotolactor nebo Unilactor – je vyřešena; další výzkumné práce by měly být zaměřeny na identifikaci zvířat a individuální dávkování krmiva (zvlášť jadrná a zvlášť objemná) podle užitkovosti. První pokusy toho druhu již proběhly.

Volná stáj umožňuje rovněž použít některou alternativu dojírny s dojicími stroji řízenými v závislosti na průtoku mléka. V porovnání s novými způsoby chovu dojnic, kdy se stanoviště dojnice pohybuje, má

volná stáj minimálně z hlediska ekonomiky práce ještě nedostatky. Za předpokladu, že se podaří v úvodu zmíněné požadavky realizovat, může se stát systém volné stáje jako typ ustájení i pro budoucnost výhodným řešením z hlediska nákladů.

Ing. Dušan H u t l a

Výzkumný ústav zemědělských strojů, Praha-Chodov

L i t e r a t u r a

- ARTMANN, R. von — ROSEGER, S. — SCHLÜNSSEN, D.: Neue Haltungsverfahren für Milchvieh. Grundlagen der Landtechnik, 24, 1974, č. 4.
CEKULINA, A. A.: Aussichtsreiche Produktionstechnologien in industriemäßig arbeitenden Milchviehbetrieben. Dte Agrartechnik, 22, 1972, s. 339-341.
PEN, C. L. — SCHÖN, H.: Ein stochastisches Simulationsmodell für arbeitswirtschaftliche Untersuchungen von Melkverfahren. Grundlagen der Landtechnik, 23, 1973, s. 187-191.
REISCH, R.: Landwirtschaft im nächsten Jahrzehnt? Mittlg. DLG, 88, 1973, s. 440-442.
WIKTORSSON, H.: Input/output relationships in dairy cows. Uppsala 1971.

Došlo dne 19. 4. 1975

Upozorňujeme čtenáře, že v čísle 8 časopisu

ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA

budou uveřejněny následující články:

Maleř J.: Sklizeň obilovin sklízecí řezačkou

Jech J., Šabík J., Čapra M., Vavrovič M.: Rotací tribometer

Luňáček M.: Nové způsoby konzervace řepných skrojků

Hrianka D.: Řízení provozu soustředěné techniky

Balla J.: Mechanizmus abrazívneho opotrebenia súčiastok poľnohospodárskych strojov

TVORBA A VLIV MARTENZITICKÝCH STRUKTUR OSTRÍ NA ŽIVOTNOST PLUŽNÍCH ČEPELÍ

Výhledové tendence ve zpracování půdy byly v posledních letech vedeny ve světě snahou o podstatné snížení nákladů na orbu zkoušením nových způsobů zpracování půdy, při kterých se operace slučovaly, popřípadě se vylučovala orba vůbec (Pangrác, 1973). Jedním z těchto způsobů bylo tzv. minimální obdělávání půdy jediným pracovním postupem, ve kterém je sloučena orba, příprava půdy, hnojení i setí; funkci pluhu zpravidla přebírá půdní fréza.

Druhým výhledovým postupem by mělo být chemické zpracování půdy, při kterém se pomíjí jakýkoliv zásah do orniční vrstvy a uplatňují se postřiky chemickými přípravky, které hubí každou zelenou tkáň, ale které jsou naprosto neúčinné při doteku s půdou.

Současné poznatky zemědělských věd však ukazují, že i v nejbližší budoucnosti zůstane základní zpracování půdy orbou jedním z hlavních úseků technologie přípravy půdy pro setí a sadbu zemědělských plodin, neboť se příznivě projevuje při výnosech.

Plánované zvyšování efektivity čs. zemědělství se již ve čtvrtém roku páté pětiletky projevuje snahami o podstatné zvýšení efektivity orby. Zemědělským závodům se přidělují ve stále větší míře energetické jednotky o vyšší výkonnosti a vyšších pracovních rychlostech (např. Š-180, K-700 apod.); výkonnější pluhu jsou ve stadiu ověřovacích zkoušek. Překážkou intenzivnějšího zvýšení efektivity orby těmito modernějšími agregáty však je malá trvanlivost plužních čepelí, které v současné době dodává zemědělským závodům Ústřední podnik zemědělské techniky. Jsou při častých výměnách příčinou značných prostojů, které budou při vyšších výkonech agregátů dále narůstat.

Proto začali pracovníci VÚZS v Praze-Chodově řešit již v roce 1971 v resortním úkolu možnosti zvyšování životnosti plužních čepelí (Pangrác, 1970). Výstupní realizací tohoto úkolu, na němž se podílejí nejen agronomové a konstruktéři pluhů, ale i pracovníci z oboru výzkumu materiálu hutní výroby, technologie, zkušeben a závodů na výrobu zemědělských strojů, má být jednotná a jednorázová plužní čepel (která by se po opotřebením neremenovala), splňující požadavky ekonomické orby v současných i budoucích podmínkách našeho zemědělství nejméně na dobu 10 roků.

Nutnost tohoto výzkumu zdůvodňují podklady pro průběžnou opo-
nenturu úkolu (Pangrác, 1973), rámcová metodika řešení, harmono-

gram hlavních etap s termínem realizace výsledků počátkem roku 1976.

Po roce 1975 bude tedy zásobeno čs. zemědělství novou výkonnou čepelí. Jelikož však se rozšiřují výkonnější agregáty do zemědělských závodů již od r. 1973, nebude v období let 1973 až 1976 možné současně používanou čepelí dosáhnout jejich plné efektivnosti.

Proto jsme se ve svém výzkumném úkolu (Kaš tánek, 1975) zabýval propracováním technologie tepelného zpracování v současné době používaných čepelí, aby bylo možné zvýšit jejich trvanlivost již od roku 1973, a to jak čepelí renovovaných, tak popřípadě i nových. Ze současných podmínek přístrojového i kádrového vybavení katedry základů mechanizace zemědělství PEF VŠZ v Brně by nebylo možné přispět vlastními podstatnými výsledky řešení tohoto problému, jak jej rozvádí resortní výzkumný úkol (Pa n g r á c, 1971). Proto jsem se orientoval jen na řešení zvýšené trvanlivosti plužních čepelí za konkrétně vymezených předpokladů:

1. Bez změn tvaru čepelí, se zaměřením na druh, který se v současné době nejvíce v provozu používá, tj. na lichoběžníkovou čepel VŽKG Ostrava s tzv. přímým ostřím, č. v. Rn - 410 - 3682.

2. Bez změn materiálu, z něhož se dosud plužní čepele vyrábějí.

3. Úpravou dosud použité technologie renovace tak, aby byla realizovatelná v každém zemědělském závodě, tj. aby byla uskutečnitelná běžným zařízením mechanizačních dílen doplněným popřípadě pomůckami neinvestiční povahy.

Úkol není tedy duplicitou ani náhradou řešení resortního výzkumného úkolu, který bude ukončen až v roce 1976, ale pomocí zemědělským závodům mít čepel o vyšší trvanlivosti již v období let 1973 až 1975.

Z literární rešerše vyplynulo (Pa n g r á c, 1971; Bl a c h a, H a v r á n e k, 1970; L a p č í k o v á, 1973), že se v obdobích snah o zlepšování životnosti plužních čepelí zkoušely rozmanité varianty jak materiálu (uhlíková i legovaná ocel, speciální slitiny), tak technologií (tváření, odlévání spojené se zušlechťováním, kovářským navařováním nebo kalením uhlíkovou elektrodou). Méně pozornosti se dosud věnovalo čepelím s navařovaným ostřím prášky, dále čepelím kaleným netradičním způsobem kalení nebo čepelím litým, jimiž se zabývám ve svém výzkumném úkolu (Kaš tánek, 1975). Stručný výtah postupu navařování standardních plužních čepelí z materiálu 12 O61.3 je uveřejněn ve Sborníku vědeckých prací VŠZ Brno (1971).

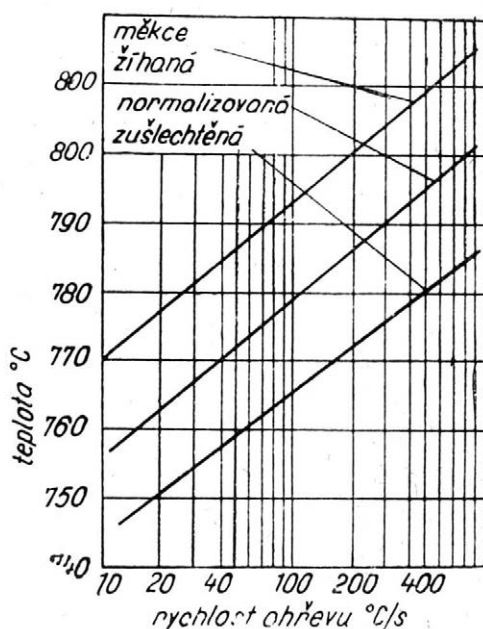
Tento příspěvek seznamuje s postupem a ekonomickými výsledky druhé technologie, řešené v uvedeném úkolu (Kaš tánek, 1975), a to zvýšení trvanlivosti plužních čepelí povrchovým kalením kyslíkoacetyleným plamenem.

Podstata povrchového kalení čepelí spočívá v rychlém, intenzivním lokálním ohřevu na austenitizační teplotu té části, která je při funkci vystavena účinkům opotřebení. Určená část se ohřívá jen do přiměřené hloubky od povrchu a následujícím ochlazením vodní sprchou rychlostí vyšší než je horní kritická ochlazovací rychlost se na ní vytvoří tvrdá, martenzitická struktura, která lépe vzdoruje opotřebení než měkký nezakalený nebo jen zušlechťený materiál. Tvrdost po zakalení je závislá na obsahu uhlíku v oceli, popřípadě na obsahu legujících prvků, jde-li o ocel legovanou. Požadované houževnatosti, která je u plužních čepelí obzvláš-

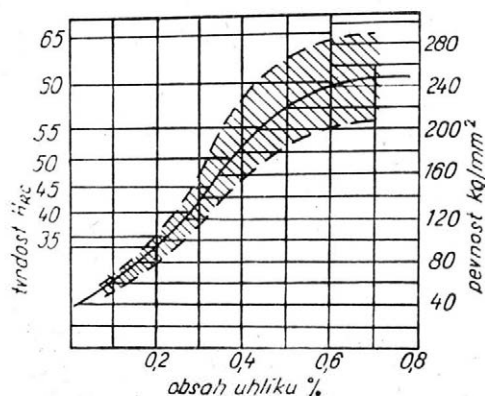
tě důležitá, se dosáhne vhodným poměrem tloušťky zakalené vrstvy k celkové tloušťce kritického průřezu.

Intenzivního ohřevu součástí jen do určité hloubky od povrchu lze dosáhnout jen výkonnými zdroji tepla, jakým je kyslíkoacetylenový plamen nebo elektrický proud o vysoké frekvenci. S ohledem na dostupnost zdroje intenzivního ohřevu v zemědělských závodech byl použit především kyslíkoacetylenový plamen, i když v průběhu prvních ověřovacích zkoušek kalení plužních čepelí bylo použito také vysokofrekvenčního kalicího stroje.

Při povrchovém kalení je vliv rychlého ohřevu příznivý z hlediska zpomaleného rozpouštění karbidů v austenitu, k němuž dochází až při značně vyšších teplotách. Nerozpouštěné karbidy zabránějí totiž zhrubnutí zrna, a proto je oblast přípustných kalících teplot podle Loziňského (Strachota, 1960) podstatně širší než při běžném způsobu kalení (obr. 1). Vysoká rychlost ohřevu materiálu, obzvláště při použití kyslíkoacetylenového plamene, způsobuje velký tepelný spád mezi teplotou vysokého přehřátí povrchu součástí (až bílý žár) a teplotou pod povrchem. Tyto teplotní rozdíly však nejsou tak závažné, neboť se jedná o krátkodobý ohřev, během kterého se nemohou projevit negativní a pro mnohé způsoby ohřevu při běžném kalení naprosto nežádoucí jevy růstu austenitového zrna.



1. Vliv rychlého ohřevu na posuv kalících teplot



2. Závislost tvrdosti vrstvy na obsahu uhlíku v oceli

Zvláštní konstrukce tzv. šterbinového hořáku umožnila usměrnit jeho tepelný výkon do žádaného místa, a tím dosáhnout ohřevu v určitém pás-

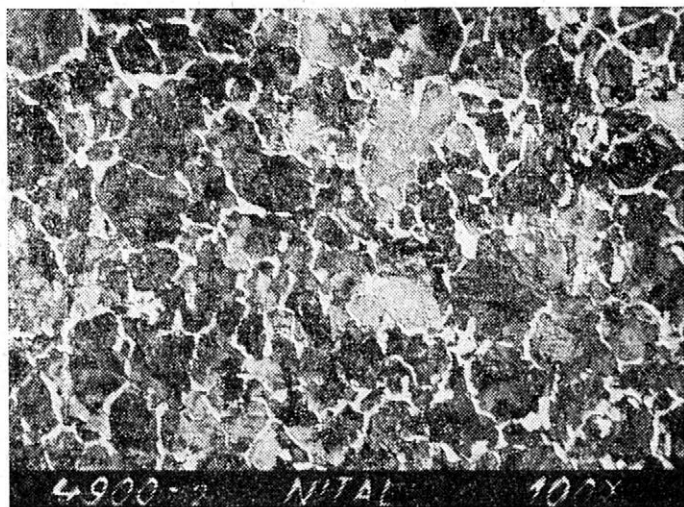
mu podél ostří čepule v místě největšího opotřebení, v němž se má zakalovat. Kalitelnost materiálu (ČSN 12 061), z něhož jsou vyrobeny standardní plužní čepule (0,57–0,62 % C), je dobrá a optimum hodnoty tvrdosti po zakalení udává šrafovaná oblast na obr. 2 (Strachota, 1960).

Při orientačních zkouškách uskutečněných v ZPS Gottwaldov, závod Malenovice, byly použity šterbinové hořáky s různým rozměrem šterbiny – od 15 do 25 mm délky a od 0,2 do 0,3 mm šířky. Nejlepší výsledky dával hořák se šterbinou $\square 20 \times 0,20$ mm v děleném (rozěbírnatelném) provedení. Jeho hubice se skládá ze dvou částí, které jsou k sobě sešroubovány. V dělicí rovině je vytvořena šterbina požadovaných rozměrů vloženou fólií měděného plechu o tloušťce odpovídající šířce šterbiny. Výměnou fólie o různé tloušťce v dělicí rovině hořáku je možné měnit výkon hořáku. Musíme však pamatovat na to, že při odběru plynu z jedné láhve nesmí z bezpečnostních důvodů překročit odběr 1000 litrů za hodinu, a proto nemůžeme šířku šterbiny u téhož hořáku libovolně zvětšovat. Svařované provedení hořáku, použité při dalších zkouškách, je na obr. 3.

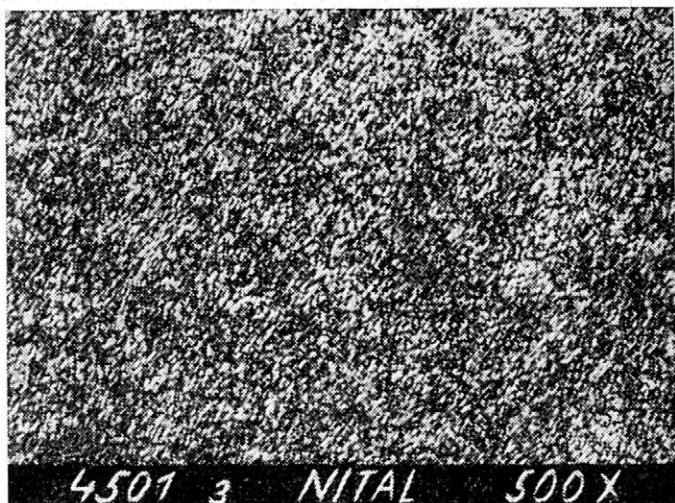


3. Šterbinový hořák ve svařovaném provedení
 $\square$ šterbiny $20 \times 0,2$ mm

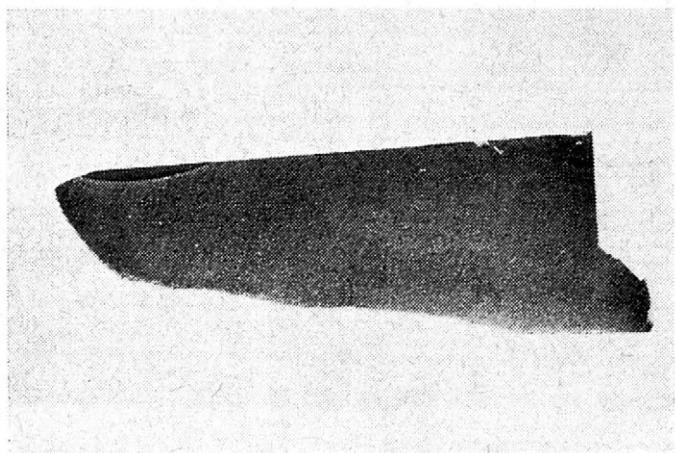
Struktura základního materiálu standardní plužní čepule (obr. 4) je perliticko-feritická, ferit je vyloučen po hranicích zrn ve tvaru síťoví. Struktura zakalení oblasti (obr. 5) zasahuje do hloubky asi 0,6 mm, ale jen malou částí požadované šířky zakalení 20 mm, jak je vidět z makrostruktury příčného řezu čepelí na obr. 6. Mikrostruktura přechodu ze zakalené do nezakalené oblasti na obr. 7 svědčí o pozvolné změně strukturních složek, takže je možné počítat s dobrou soudržností zakalené vrstvy se základním materiálem. Totéž potvrzuje také měření průběhu



4. Struktura základního materiálu standardní čepule; zv. 500 X, lept. nital



5. Struktura zakalené oblasti čepele v blízkosti břitu; zv. 500X, lept. nital



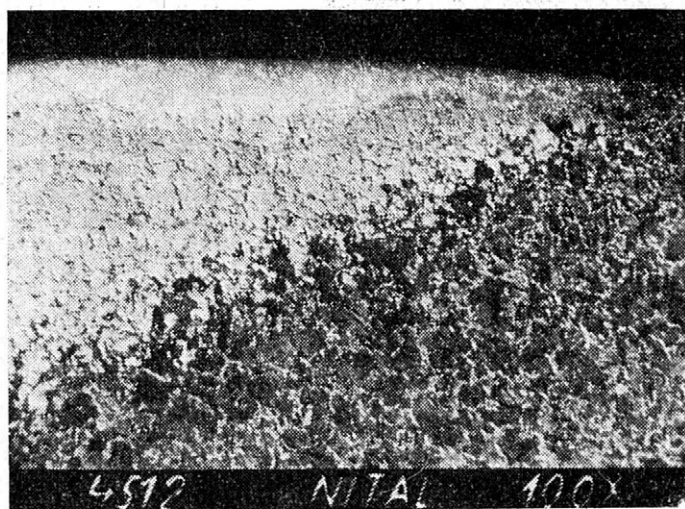
6. Makrostruktura příčného průřezu čepele v blízkosti zakaleného břitu; zv. 3X, lept. nital



tvrdosti ze zakalené do nezakalené oblasti v rozsahu od $HV_{0,3}$ 870 do $HV_{0,3}$ 247 (tab. I).

Vlastnosti nových, neopotrebených povrchově kalených plužních čepelí kyslíkoacetylenovým plamenem při orbě, a to po stránce menšího opotřebení a tím vyšší jejich trvanlivosti, byly podnětem k uplatnění tohoto postupu kalení na opotřebovaných plužních čepelích jako součásti renovace „kovářským vytažením“.

Provozní zkoušky s povrchovým kalením čepelí šterbinovým hořákem Š 25/0,25 mm a zkoušky trvanlivosti orbou se dělaly v JZD Vítězný únor v Brankovicích, okres Vyškov, v čase podzimní hluboké orby v listopadu r. 1972. Prokázaly dvojnásobnou až trojnásobnou životnost v porovnání se standardními čepelími, které byly při porovnávacích zkouškách nasa-



7. Struktura přechodu mezi zakalenou vrstvou a základním materiálem; zv. 100X, lept. nital

I. Průběh tvrdosti ze zakalené do nezakalené oblasti v příčném řezu čepelí

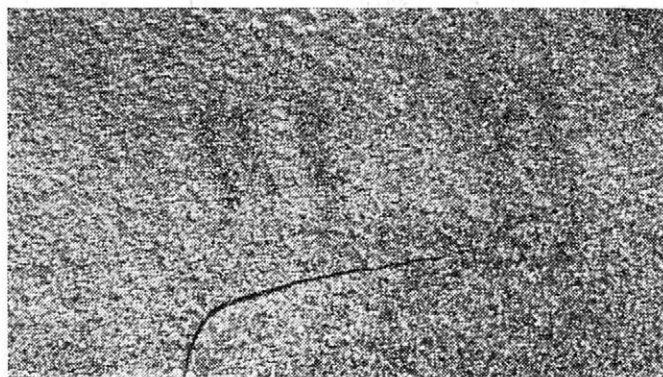
Vzdálenost od povrchu (mm)	Tvrdost H V _{0,3}
0,2	840
0,5	840
1,0	736
1,3	598
1,5	348
1,9	355
2,2	247
2,6	247

zovány na jednu slupici pluhu a po dosažení běžného stupně opotřebení vyměňovány.

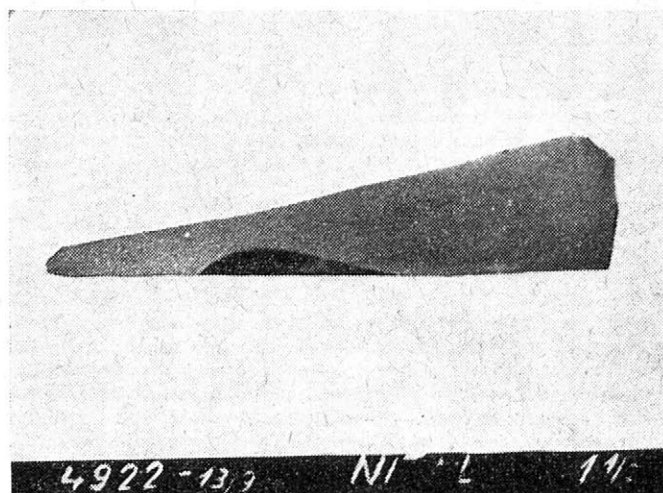
Pro fázi provozního rozšíření povrchového kalení renovovaných čepelí byl vypracován podrobný technologický postup (K a š t á n e k, 1975), zdůrazňující závažnost správného provedení nejdůležitějších operací renovace.

Postup povrchového kalení čepelí a jejich trvanlivosti byl zhodnocen v tomtéž zemědělském závodě na podzim r. 1973.

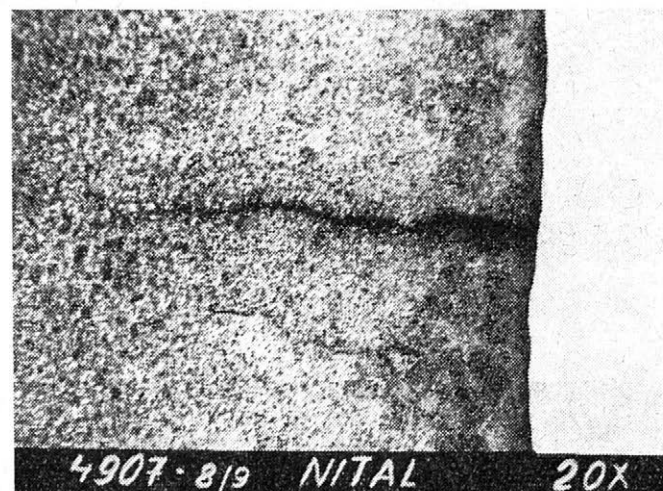
Některé nedostatky postupu práce po stránce hloubky, šířky a polohy zakaleného pásma na břitě čepele ukazují makrosnímky příčných řezů havarovaných čepelí po zkoušce orbou. Pohled na zakalenou čepel s trhlinami v ostří je na obr. 8. Počátek zakalené vrstvy o celkové délce asi



8. Kalená renovovaná
plužní čepel s trhlinka-
mi v břitu

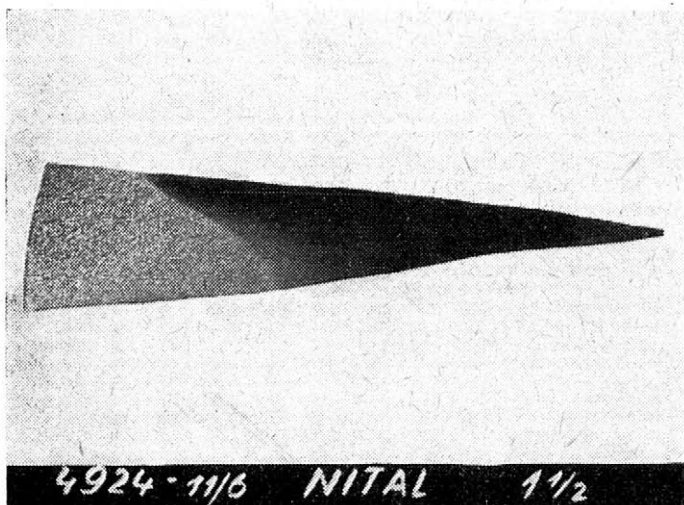


9. Zakalená oblast je
posunuta příliš daleko
od břitu směrem do těla
čepule; zv. $1\frac{1}{2}X$, lept.
nital

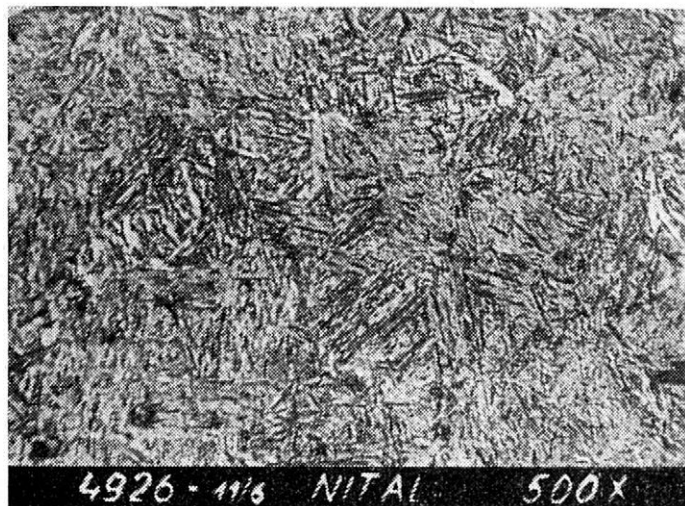


10. Trhlina v břitu; zv.
 $20X$, lept. nital

30 mm je příliš posunut od břitu směrem do těla čepce (obr. 9). Větší trhlina, vzniklá při kalení, je na obr. 10. V obr. 11 zasahuje zakalená oblast celou tloušťkou průřezu čepce, což je nejčastější příčinou vzniku prasklin bezprostředně po kalení, nebo lámání čepce při orbě. Mikrostruktura zakalené vrstvy je na obr. 12.

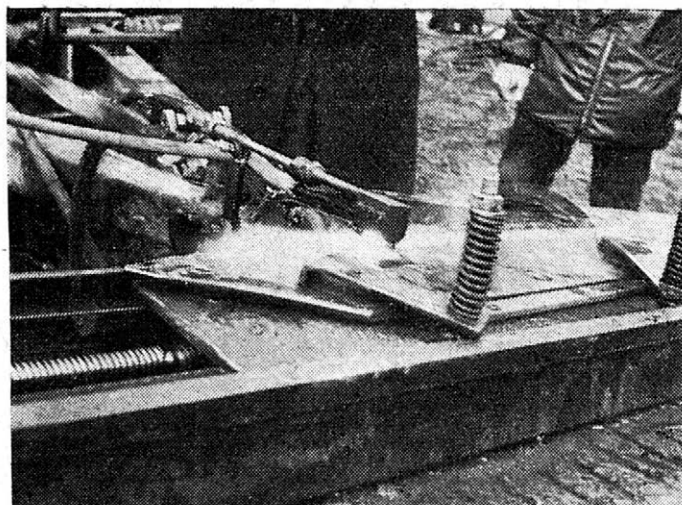


11. Příliš velká hloubka prokalení



12. Mikrostruktura zakalené vrstvy; zv. 500X, lept. nital

Hromadné kalení renovovaných čepců na horizontálním přípravku ukazuje obr. 13. Sání s upěvněnou čepcí se pohybují v prismatickém vedení pohybovým šroubem, jímž se otáčí ruční klikou umístěnou na boční straně. Šikmá poloha přípravku na pracovním stole umožňuje odtok chladicí vody spádem a nebrání plynulému hoření plamene. Rukojet



13. Kalení čepelí v horizontálním přípravku

běžné svářečské soupravy, v níž je vsazen nástavec se štěrbinovým hořákem, je upevněna ve stojánku, který umožňuje vertikální i osově nastavení hořáku jak na začátku, tak i v průběhu kalení.

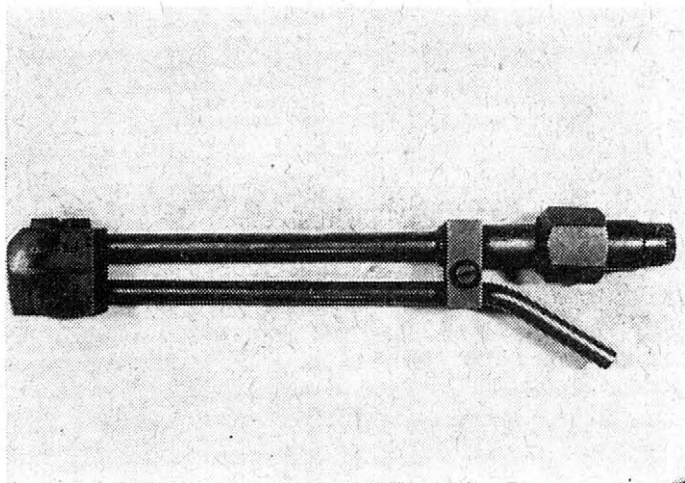
Kalí se v průčelné poloze přípravku před pracovníkem směrem zleva doprava, chladicí sprcha hořáku postupuje za plamenem.

Pro realizaci postupu byla pořízena sestava s detailními výkresy tohoto přípravku, který je blíže popsán ve výzkumné zprávě (Kaš tánek, 1975).



14. Prototyp vertikálního kalícího přípravku

V dalším stadiu realizace se uvažuje také o vyzkoušení vertikálního způsobu kalení, jak ukazuje prototyp přípravku na obr. 14. Umožňoval by, na rozdíl od horizontálního přípravku, snadnou kontrolu stupně prohrátí plužní čepele na zadní straně (odvrácené od strany kalené), čímž by se zabráňovalo často se dosud vyskytující závadě silného prokalení čepelí. Poloha konzoly rukojeti s hořákem u tohoto kalícího přípravku ukazuje, že jde o použití hořáku tzv. čelního typu KA – III – 519 (obr. 15),



15. Čelní hořák KA III
Š-19 Chotěbořských stro-
jíren, n. p., Chotěboř

výrobku vývojového oddělení Chotěbořských strojíren. Tento hořák byl vyroben podle požadavků řešitele výzkumného úkolu (Kaš tánek, 1975); jeho pracovní parametry a technické údaje jsou uvedeny v tab. II.

Nový postup kalení renovovaných plužních čepelí byl ekonomicky vyhodnocen srovnáním trvanlivostí a životností těchto čepelí s čepelími standardními, za přepočtu nákladů na hektar zorané půdy. Podle evidence zemědělského závodu renovují se běžně plužní čepele šestkrát, trvanlivost při celkové životnosti 9 ha je tedy 1,5 ha.

Ze zprávy (Kaš tánek, 1975) vyplývá, že celkové náklady na 1 ha orby jsou u čepelí renovovaných novým postupem včetně povrchového kalení o 1,19 Kčs nižší než u čepelí renovovaných starým způsobem. Je třeba zdůraznit, že zemědělský závod dělal ekonomický rozbor velmi opatrně a pouze na tříradličný pluh; prostoje energetické jednotky (DT – 54) počítá jen 40, – Kčs za hodinu. Na pětiradličném pluhu s energetickým agregátem typu Š – 180, kde se hodina prostoje počítá 180, – Kčs (Kosek, 1973), by ekonomická bilance vycházela mnohem příznivěji.

Je třeba zdůraznit, že půdní podmínky zemědělského závodu nejsou právě příliš příznivé pro zkoušení trvanlivosti povrchově kalených plužních čepelí, neboť jde o půdu značně kamenitou; při orbě čepel zachytává o kameny, popřípadě je vytrhává z hloubky (hmotnost kamene bývá i 10 kg). Proto je ekonomický efekt nového postupu málo výrazný. Rozhodně bude vyšší v půdě písčité nebo hlinité. Dalším nedostatkem zkoušky je malá zainteresovanost zemědělského závodu na osvojení nejdůležitějších zásad

Údaj		Hodnota
Optimální tlak kyslíku*)	kp cm ⁻²	3
Minimální tlak acetylénu	kp cm ⁻²	0,1
Tlak vody (vyzkoušet)	kp cm ⁻²	0,5–1,0
Rychlost kalení (vyzkoušet)	mm min ⁻¹	150–210
Optimální spotřeba kyslíku	l h ⁻¹	1040
Maximální spotřeba acetylénu	l h ⁻¹	936
Otvor injektoru, průměr	mm	0,75+0,05
Šířka výtokové šterbiny	mm	0,25–0,02
Délka výtokové šterbiny	mm	19

*) Podle dokumentace Chotěbořských strojiren

technologie přípravy opotřeбенých čepelí k renovaci a kalení i menší zkušlosti ve vlastním povrchovém kalení.

Přesto však bylo možné rozšířit tento postup již v roce 1974 do několika zemědělských závodů, které jsou v kooperačním seskupení. Toho se však nedosáhlo pro malou iniciativu OZS Vyškov.

Postup je natolik univerzální, že není vyloučeno (pokud by se příliš nezměnila jakost ocelí nových plužních čepelí), že by bylo možné v některých vhodných půdních podmínkách počítat s jeho využitím i u nových čepelí.

Dalším faktickým nedostatkem provozního rozšiřování postupu v zemědělských závodech je krátkodobá potřeba plužních čepelí v jednom ročním období, a tím i malé zkušenosti a malá zručnost pracovníků, určených k renovaci. Tyto okolnosti jsou příčinou větší zmetkovitosti při povrchovém kalení (hlavně silnějšího prohřívání celého průřezu čepele v blízkosti břitů). Vznikají trhliny bezprostředně po zakalení, nebo se čepele vylamují při orbě, a tím se efektivnost postupu značně snižuje. Proto se jednalo s GR OZS a STS, aby oddělení nové techniky s celým postupem v provozu jednoho zemědělského závodu blíže seznámilo a po dohodě s řešitelem navrhlo reálný způsob jeho rozšíření.

Prof. ing. Otakar Kaštánek, DrSc.
Vysoké učení technické, Gottwaldov

Literatura

- BLACHA, P. — HAVRÁNEK, O.: Studium výrobní technologie plužních čepelí. SSSR, prosinec 1970. Ostrava, VŽKG 1970.
 KAŠTÁNEK, O.: Výzkum strukturálních vlastností materiálu strojních součástí zemědělských mechanizačních prostředků vzhledem k požadavkům na jejich funkci. [Výzkumný úkol ZT-0-3/3.] Zvýšení životnosti plužních čepelí povrchově kalených kyslíkoacetylenovým plamenem. [Dílčí úkol ZT-0-3/3b.] Brno, VŠZ 1971-1975.
 KOSEK, J.: Výkonné kolové traktory. Praha, SZN 1973.
 LAPČÍKOVÁ, J.: Výzkum materiálův-technologického řešení výroby nových typů plužních čepelí. [Studie DS-5/73.] Ostrava, VŽKG 1973.

PANGRÁC, M.: Podklady pro průběžné oponentní řízení úkolu RC-1/23/060/2/9 Výzkum nových typů plužních čepelí. Praha, VÚZS 1973.

PANGRÁC, M.: Rámcová metodika řešení resortního výzkumného úkolu RC-1/23/060/2/9. Praha, VÚZS.

STRACHOTA, A. aj.: Povrchové kalení plamenem v praxi. Praha, SNTL 1960.

Sborník vědeckých prací VŠZ Brno. 1974 (v tisku).

—: Posudek o životnosti renovovaných plužních čepelí vytažením a povrchovým kalením. Brankovice, JZD Vítězný únor 1973.

Došlo dne 14. 11. 1974

Rukopis odevzdán k tisku 28. 5. 1975 — Podepsáno k tisku 22. 10. 1975

Prokop K., Legát V., Doucha T.: Optimalizace počtu opravářů pro zabezpečení provozní spolehlivosti skupinově nasazených sklízeců . . .	377
Křemenák J.: Agrofyzikální vlastnosti stonku přádného lnu . . .	389
Janeček A.: Analýza změny optimální rychlosti agregátu jako odraz změny fyzikálně mechanických konstant pracovních podmínek . . .	413

Zemědělská technika v zahraničí

Hutla D.: Racionální chov dojníc . . .	423
--	-----

Zemědělská technika v praxi

Kašťánek O.: Tvorba a vliv martenzitických struktur ostří na životnost pluhových čepelí . . .	433
---	-----

СОДЕРЖАНИЕ

Прокоп К., Легат В., Доуха Т.: Оптимализация числа ремонтников для обеспечения эксплуатационной надежности уборочных машин при групповом применении . . .	387
Кржеменак Й.: Агрофизические свойства стебля льна-долгунца . . .	410
Янечек А.: Анализ изменения оптимальной скорости агрегата, как отражение изменения физическо-механических постоянных величин рабочих условий . . .	420

CONTENT

Prokop K., Legát V., Doucha T.: Optimum Number of Maintenance Workers for Ensuring the Operational Reliability of Harvesters Used in Groups . . .	387
Křemenák J.: Agrophysical Properties of Spinning Flax . . .	411
Janeček A.: Analysis of the Change of Optimum Assembly Speed in respect to Changes of the Physical-Mechanical Constants of the Working Conditions . . .	420

INHALT

Prokop K., Legát V., Doucha T.: Optimierung der Anzahl von Instandsetzern für die Gewährleistung der Betriebssicherheit von gruppenweise eingesetzten Erntemaschinen . . .	388
Křemenák J.: Agrophysikalische Eigenschaften des Stengels des Faserleines . . .	411
Janeček A.: Analyse der Änderung in der optimalen Geschwindigkeit eines Maschinensatzes als Auswirkung der Änderung von mechanischen Konstanten der Arbeitsbedingungen . . .	420

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, Legerova ulice 22, 120 00 Praha 2.