

VĚDECKÝ ČASOPIS



ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA

2

ROČNÍK 38
PRAHA
BŘEZEN 1992
CS ISSN 0044-3883

AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÝCH VĚD ČSFR
ÚSTAV VĚDECKOTECHNICKÝCH INFORMACÍ
PRO ZEMĚDĚLSTVÍ

Řídí redakční rada: ing. Jiří Fiala, DrSc. (předseda), RNDr. ing. Jiří Blahovec, DrSc., doc. ing. Karel Brzkovský, CSc., prof. ing. Ján Jech, CSc., ing. Petr Jeviš, CSc., ing. Zdeněk Pastorek, CSc., doc. ing. František Ptáček, CSc., ing. Bohumil Studeník, CSc.

Redaktorky: ing. Marie Černá, CSc., Radka Chlebočková, RNDr. Eva Stříbrná

OBSAH

Petranský I., Kurucová E.: Matematický model skúšobného stavu so simulátorom záťaže realizovaným hydrostatickým obvodom.....	65
Hrubec J., Kováč P.: Program výpočtu ukazovateľov spoľahlivosti objektov pre normálne a Weibullovo rozdelenie.....	77
Studeník B.: Stanovenie optimálneho ročného nasadenia traktorov.....	85
Semetko J.: Ekologické podmienky parametrov traktora.....	95
Kochan J.: Ztráty produkce cukrovky zaviněné prostoji sklizňové techniky vlivem provozních poruch.....	101
Juríček J.: Náklady na diagnostické prehliadky a opravy dojacích zariadení.....	113

AKTUALITY

Šedivá Z.: Technickoekonomická efektivnost výroby tepkového metylesteru v zemědělských podni- cích.....	121
--	-----

CONTENTS

Petranský I., Kurucová E.: Mathematical model of testing state with the load simulator realized by hydrostatic circuit.....	65
Hrubec J., Kováč P.: The programme for calculating the reliability parameters in objects for the normal distribution and for the distribution according to Weibull.....	77
Studeník B.: Determination of optimum annual operational engagement of tractors.....	85
Semetko J.: Ecological conditions in relation to tractor parameters.....	95
Kochan J.: Losses in beet production caused by the idle hours of harvesting machinery in result of breakdowns.....	101
Juríček J.: The costs of diagnostic check-up and repair of milking machine.....	113

MATEMATICKÝ MODEL SKÚŠOBNÉHO STAVU SO SIMULÁTOROM ZÁŤAŽE REALIZOVANÝM HYDROSTATICKÝM OBVODOM

I. Petranský, E. Kurucová

PETRANSKÝ, I. - KURUCOVÁ, E.: (Vysoká škola poľnohospodárska, Nitra; RESYSTEMS, Martin): *Matematický model skúšobného stavu so simulátorom záťaže realizovaným hydrostatickým obvodom. Zem. Techn., 38, 1992 (2): 65-76.*

Základnou úlohou práce bolo uskutočniť analýzu, vytvoriť matematický model a vyšetriť dynamické vlastnosti pomocou matematického modelu skúšobného stavu so simulátorom. Skúšobný stav pozostáva z hnacieho agregátu (spaľovací motor), skúšanej prevodovky a simulátora záťaže. Simulátor záťaže je realizovaný hydrostatickým obvodom. Pri simulácii je použitá metóda sústredených parametrov, dynamické parametre sú sústredené do rôznych miest daného systému.

matematický model; hnací agregát; simulátor záťaže; metóda sústredených parametrov

Výskumno-vývojové práce v oblasti prevodoviek si vyžadujú skúšanie na skúšobných stavoch. Základným článkom skúšobného stavu pre skúšanie prevodoviek je zaťažovacie zariadenie. Pre posúdenie dynamických vlastností skúšanej prevodovky je potrebné poznať dynamické vlastnosti skúšobného stavu. V príspevku je uvedená analýza a matematický popis skúšobného stavu, navrhnutého a zostrojeného na Katedre energetiky Vysokej školy poľnohospodárskej v Nitre, z hľadiska účelu, pre ktorý bol vytvorený. Pri simulácii je použitá metóda sústredených parametrov; dynamické parametre sú sústredené do rôznych miest daného systému. V hydraulickom mechanizme bolo predpokladané jednorozmerné prúdenie, kde tlak a prietok predstavujú závislé veličiny a čas nezávislú veličinu. Časová zmena tlaku a prietoku prebieha v danej časti súčasne.

Matematický popis sústavy so sústredenými parametrami tvorí sústava diferenciálnych a väzobných rovníc s potrebnými logickými podmienkami. Získaný systém diferenciálnych rovníc prvého radu s lineárnymi aj nelineárnymi členmi (nonlinearity môžu byť spojité aj nespojité) sa ďalej riešili numericky na číslicovom počítači. Ako vstupné funkcie boli volené skokové priebehy riadiacich a poruchových veličín, ako výstup boli získané odozvy všetkých stavových veličín.

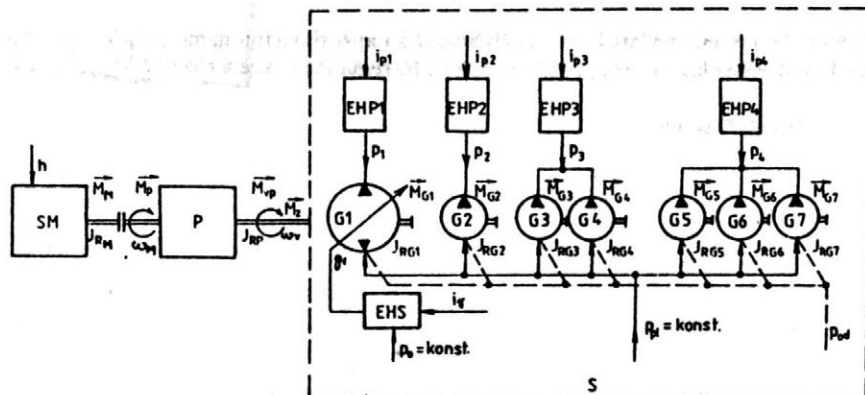
POPIS SKÚŠOBNÉHO STAVU

Skúšobný stav pozostáva (obr. 1) z hnacieho agregátu - spaľovací motor SM (Zetor 8602.1), skúšanej prevodovky P (UR IV P-90 č. P-68.000-651-4) a simulátora záťaže S. Hydrostatický obvod simulátora záťaže pozostáva z jedného regulačného zaťažovacieho hydrogenerátora G1 (PPAR 1-63-21) a zo šiestich neregulačných zaťažovacích hydrogenerátorov G2 až G7 (ACK 16-7 a ACK 25-7).

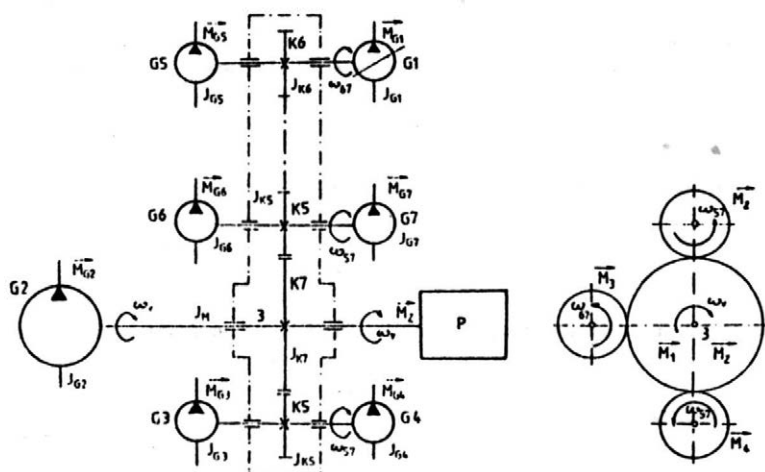
Tlakové spády p_1, p_2, p_3, p_4 na hydrogenerátoroch je možné spojiť menší elektrohydraulickými proporcionálnymi ventilmi EHP 1 až EHP 4. Zmena objemu hydrogenerátora G1 je riadená pomocou dvojstupňového elektrohydraulického servoventila EHS. Hydraulicko-mechanický systém, zházorený na obr. 1 a 2, je možné p

matematicko-fyzikálnym systémom rovníc za predpokladov:

- plniaci tlak p_o obvodu ovládania náklonu dosky hydrogenerátora G1 je konštantný,
- plniaci tlak p_{pL} obvodu ovládania pracovného tlaku hydrogenerátorov G2 až G7 je konštantný,



1. Schéma skúšobného stavu so simulátorom záťaže - Diagram of testing state with load simulator



2. Kinematická schéma simulátora záťaže - Kinematic diagram of load simulator

- dynamické parametre - zotrvačné hmoty spaľovacieho motora, zotrvačníka a spojky sa redukujú na kľukový hriadeľ spaľovacieho motora,
- zotrvačné hmoty skúšanej prevodovky (v prípade mechanickej prevodovky) sa redukujú na výstupný hriadeľ prevodovky,
- zotrvačné hmoty hydrogenerátorov a ďalších mechanických častí simulátora záťaže sa redukujú na hriadeľ 3 simulátora záťaže (obr. 2).

Z Newtonových pohybových rovníc pre rotačný systém sa získajú rovnice rovnováhy vstupných a výstupných momentov.

Rovnica rovnováhy na kľukovom hriadeľi hnacieho agregátu - spaľovacieho motora:

$$M_M - M_P - I_{RM} \cdot \frac{d\omega_M}{dt} = 0 \quad [1]$$

Hnací moment spaľovacieho motora sa získa aproximáciou nameraných charakteristík spaľovacieho motora pre rôzne zasunutie regulačnej tyče a rôzne otáčky:

$$M_M = M_M(\omega_M, h) \quad [2]$$

$$M_M = A_0 + A_1 \cdot \omega_M + A_2 \cdot \omega_M^2 \quad [3]$$

kde: $A_0 = A_0(h) \quad [4]$

$$A_1 = A_1(h) \quad [5]$$

$$A_2 = A_2(h) \quad [6]$$

Diferenciálna rovnica zmeny polohy regulačnej tyče vstrekovacieho čerpadla je:

$$\frac{d^2 \Delta h}{dt^2} = \frac{1}{T_R^2} \cdot (K_R \cdot \Delta \omega - 2 \cdot \delta_R \cdot T_R \cdot \frac{d\Delta h}{dt} - \Delta h) \quad [7]$$

$$\Delta \omega = \omega_M - \omega_{M\dot{Z}} \quad [8]$$

Krútiaci moment odoberaný skúšanou prevodovkou je:

$$M_P = \frac{1}{i_p} \cdot M_{VP} \cdot \frac{1}{\eta_p} \quad [9]$$

Momentová rovnica rovnováhy na výstupnom hriadeľi skúšanej prevodovky je:

$$M_{VP} - M_Z - (I_{RP} + I_{R3}) \cdot \frac{d\omega_v}{dt} = 0 \quad [10]$$

$$\omega_M = i_p \cdot \omega_v \quad [11]$$

Po dosadení rovníc 9, 10 a 11 do rovnice 1 dostaneme:

$$\frac{d\omega_v}{dt} = \frac{1}{I_{RP} + I_{R3} + i_p^2 \cdot I_{RM}} (M_M \cdot i_p \cdot \eta_p - M_Z) \quad [12]$$

Odvodenie zaťažovacieho momentu simulátora M_Z (obr. 2) je:

$$M_Z - M_{2red_3} - M_{3red_3} - M_{4red_3} - M_1 = 0 \quad [13]$$

$$M_{2red_3} = M_2 \cdot \frac{\omega_{57}}{\omega_v} = M_2 \cdot \frac{z_7}{z_5} \cdot \eta_{57} \quad [14]$$

$$M_{3red_3} = M_3 \cdot \frac{z_7}{z_6} \cdot \eta_{67} \quad [15]$$

$$M_{\text{red}_3} = M_4 \cdot \frac{z_7}{z_5} \cdot \eta_{57} \quad [16]$$

$$M_1 = M_{G2} \quad [17]$$

$$M_2 = M_{G6} + M_{G7} \quad [18]$$

$$M_3 = M_{G5} + M_{G1} \quad [19]$$

$$M_4 = M_{G3} + M_{G4} \quad [20]$$

Hydrogenerátor G1 je hydrogenerátor s regulovateľným objemom (PPAR 1-63-21). Moment hydrogenerátora G1 je daný vzťahom:

$$M_{G1} = \frac{V_1}{2 \cdot \pi \cdot \text{tg } \gamma_{1\text{max}}} \cdot \text{tg } \gamma_1 \cdot p_1 - \frac{V_1}{2 \cdot \pi \cdot \text{tg } \gamma_{1\text{max}}} \cdot \text{tg } \gamma_1 \cdot (1 - \eta_{G1}) \cdot p_1 \quad [21]$$

$$\eta_{G1} = \eta_{G1}(p_1, \gamma_1) \quad [22]$$

Výraz $(1 - \eta_{G1}) \cdot p_1$ vyjadruje tlakovú stratu na hydrogenerátore G1. Moment M_{G1} je možné meniť a tým je možné meniť aj celkový zaťažovací moment získaný simulátorom záťaže:

a) zmenou uhla naklonenia dosky hydrogenerátora G1

Diferenciálna rovnica pohybu posúvača rozvádzača dvojstupňového elektrohydraulického servoventila so snímačom polohy:

$$\frac{d^2 x_i}{dt^2} = \frac{1}{T_{x_i}^2} \cdot (\Delta i_{x_i} - 2 \cdot \delta_{x_i} \cdot T_{x_i} \cdot \frac{dx_i}{dt} - x_i) \quad [23]$$

$$\text{kde: } \Delta i_{x_i} = i_{x_i} - K_{x_i} \cdot \gamma_1 \quad [24]$$

Diferenciálna rovnice uhla naklonenia dosky regulačného hydrogenerátora:

$$\frac{d\gamma_1}{dt} = K \gamma_1 \cdot \frac{1}{T_s} \cdot x_i \quad [25]$$

b) zmenou pracovného tlaku p_1

Diferenciálna rovnica zmeny pracovného tlaku p_1 je rovnicou vyjadrujúcou dynamické vlastnosti použitého EHP (tlakového ventila ovládaného proporcionálnym magnetom):

$$\frac{d^2 p_1}{dt^2} = \frac{1}{T_1^2} \cdot (K_{p_1} \cdot i_{p_1} - 2 \cdot \delta_{p_1} \cdot T_1 \cdot \frac{dp_1}{dt} - p_1) \quad [26]$$

Parametre EHP aj EHS sú získané identifikáciou nameraných prechodových a frekvenčných charakteristík.

Použité EHP sú z hľadiska dynamických vlastností proporcionálne členy s oneskorením druhého radu a vlastnou frekvenciou 13 Hz. Podobne EHS je možné považovať za proporcionálny člen s oneskorením druhého radu s vlastnou frekvenciou 25 Hz.

Moment M_3 je daný vzťahom:

$$M_3 = M_{G5} + M_{G1} \quad [27]$$

$$M_{G5} = \frac{V_5}{2 \cdot \pi} \cdot p_4 - \frac{V_5}{2 \cdot \pi} \cdot (1 - \eta_{G5}) \cdot p_4 \quad [28]$$

$$\eta_{G5} = \eta_{G5}(\omega_{G5}, p_4) \quad [29]$$

$(1 - \eta_{G5}) \cdot p_4$ je tlaková strata na hydrogenerátore G5.

Zmena momentu M_{G5} a tým aj momentu simulátora záťaž je možná zmenou pracovného tlaku p_4 .

Podobne ako pre ovládanie pracovného tlaku p_1 platí:

$$\frac{d^2 p_4}{dt^2} = \frac{1}{T_4^2} \cdot (K_{p_4} \cdot i_{p_4} - 2 \cdot \delta_{p_4} \cdot T_4 \cdot \frac{dp_4}{dt} - p_4) \quad [30]$$

Vyjadrenie momentu M_2 je:

$$M_2 = M_{G6} + M_{G7} \quad [31]$$

$$M_{G6} = \frac{V_6}{2 \cdot \pi} \cdot p_4 - \frac{V_6}{2 \cdot \pi} \cdot (1 - \eta_{G6}) \cdot p_4 \quad [32]$$

$$M_{G7} = \frac{V_7}{2 \cdot \pi} \cdot p_4 - \frac{V_7}{2 \cdot \pi} \cdot (1 - \eta_{G7}) \cdot p_4 \quad [33]$$

$$\eta_{G6} = \eta_{G6}(\omega_{G6}, p_4) \quad [34]$$

$$\eta_{G7} = \eta_{G7}(\omega_{G7}, p_4) \quad [35]$$

Momenty M_{G6} a M_{G7} je možné meniť zmenou pracovného tlaku p_4 (vzťah 30).

Vyjadrenie momentu M_4 :

$$M_4 = M_{G3} + M_{G4} \quad [36]$$

$$M_{G3} = \frac{V_3}{2 \cdot \pi} \cdot p_3 - \frac{V_3}{2 \cdot \pi} \cdot (1 - \eta_{G3}) \cdot p_3 \quad [37]$$

$$\eta_{G3} = \eta_{G3}(\omega_{G3}, p_3) \quad [38]$$

$$M_{G4} = \frac{V_4}{2 \cdot \pi} \cdot p_3 - \frac{V_4}{2 \cdot \pi} \cdot (1 - \eta_{G4}) \cdot p_3 \quad [39]$$

$$\eta_{G4} = \eta_{G4}(\omega_{G4}, p_3) \quad [40]$$

Momenty hydrogenerátorov G3 a G4 je možné meniť zmenou pracovného tlaku p_3 .
Podobne ako pre tlak p_1 a p_4 platí:

$$\frac{d^2 p_3}{dt^2} = \frac{1}{T_3^2} \cdot (K_{p_3} \cdot i_{p_3} - 2 \cdot \delta_{p_3} \cdot T_3 \cdot \frac{dp_3}{dt} - p_3) \quad [41]$$

Vyjadrenie momentu M_1 je:

$$M_1 = M_{G2} = \frac{V_2}{2 \cdot \pi} \cdot p_2 - \frac{V_2}{2 \cdot \pi} \cdot (1 - \eta_{G2}) \cdot p_2 \quad [42]$$

$$\eta_{G2} = \eta_{G2}(\omega_{G2}, p_2) \quad [43]$$

Moment na hydrogenerátore G2 je možné meniť zmenou pracovného tlaku p_2 , platí:

$$\frac{d^2 p_2}{dt^2} = \frac{1}{T_2^2} \cdot (K_{p_2} \cdot i_{p_2} - 2 \cdot \delta_{p_2} \cdot T_2 \cdot \frac{dp_2}{dt} - p_2) \quad [44]$$

Ďalej bol spravený výpočet redukovaného momentu zotrvačnosti na hriadeľ 3 ($I_{R3} = 0,666 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$).

Matematický model skúšobného stavu platný pre skúšanie mechanickej prevodovky je nasledovný:

$$\frac{d\omega_v}{dt} = \frac{1}{I_{RP} + I_{R3} + i_p^2 + I_{RM}} (M_M \cdot i_p \cdot \eta_p - M_Z) \quad [45]$$

$$\frac{d^2 x_i}{dt^2} = \frac{1}{T_{x_i}^2} \cdot (\Delta i_{x_i} - 2 \cdot \delta_{x_i} \cdot T_{x_i} \cdot \frac{dx_i}{dt} - x_i) \quad [46]$$

$$\frac{dy_1}{dt} = K_{y_1} \cdot \frac{1}{T_s} \cdot x_i \quad [47]$$

$$\frac{d^2 p_1}{dt^2} = \frac{1}{T_1^2} \cdot (K_{p_1} \cdot i_{p_1} - 2 \cdot \delta_{p_1} \cdot T_1 \cdot \frac{dp_1}{dt} - p_1) \quad [48]$$

$$\frac{d^2 p_2}{dt^2} = \frac{1}{T_2^2} \cdot (K_{p_2} \cdot i_{p_2} - 2 \cdot \delta_{p_2} \cdot T_2 \cdot \frac{dp_2}{dt} - p_2) \quad [49]$$

$$\frac{d^2 p_3}{dt^2} = \frac{1}{T_3^2} \cdot (K_{p_3} \cdot i_{p_3} - 2 \cdot \delta_{p_3} \cdot T_3 \cdot \frac{dp_3}{dt} - p_3) \quad [50]$$

$$\frac{d^2 p_4}{dt^2} = \frac{1}{T_4^2} \cdot (K_{p_4} \cdot i_{p_4} - 2 \cdot \delta_{p_4} \cdot T_4 \cdot \frac{dp_4}{dt} - p_4) \quad [51]$$

$$\frac{d^2 \Delta h}{dt^2} = \frac{1}{T_R^2} \cdot (K_R \cdot \Delta \omega - 2 \cdot \delta_R \cdot T_R \cdot \frac{d\Delta h}{dt} - \Delta h) \quad [52]$$

Rovnice 45 až 51 tvoria matematický model skúšobného stavu so simuláciou záťaže. Rovnice 46, 48, 49, 50, 51 a 52 sú rovnice druhého radu a zavedením substitúcie sa nahradia dvomi diferenciálnymi rovnicami radu prvého.

Potom platí:

$$\dot{x}[t] = x[x[t], u[t]] \quad [53]$$

kde stavový vektor :

$$\dot{x}[t] = \begin{bmatrix} \dot{x}_1 & t \\ \vdots & \\ \dot{x}_n & t \end{bmatrix} \quad [54]$$

vektor riešení:

$$x[t] = \begin{bmatrix} x_1 & t \\ \vdots & \\ x_n & t \end{bmatrix} \quad [55]$$

vektor vstupných signálov:

$$u[t] = \begin{bmatrix} u_1 & t \\ \vdots & \\ u_m & t \end{bmatrix} \quad [56]$$

kde: $x_1[t] = \omega_v$

$$x_2[t] = \dot{x}_8$$

$$x_3[t] = x_8$$

$$x_4[t] = 1$$

$$x_5[t] = \dot{p}_1$$

$$x_6[t] = p_1$$

$$x_7[t] = \dot{p}_2$$

$$x_8[t] = p_2$$

$$x_9[t] = \dot{p}_3$$

$$x_{10}[t] = p_3$$

$$x_{11}[t] = \dot{p}_4$$

$$x_{12}[t] = p_4$$

$$x_{13}[t] = \Delta h$$

$$x_{14}[t] = \Delta h$$

$$u_1[t] = i_{x_8}$$

$$u_2[t] = i_{p_1}$$

$$u_3[t] = i_{p_2}$$

$$u_4[t] = i_{p_3}$$

$$u_5[t] = i_{p_4}$$

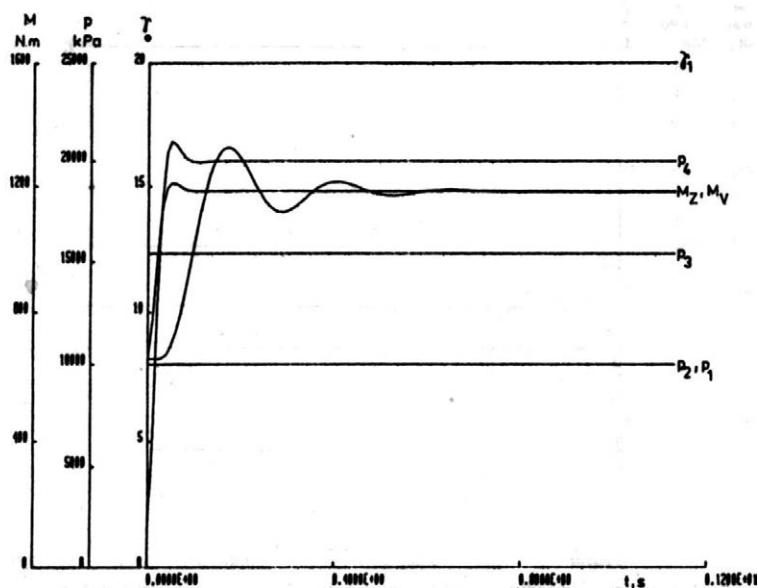
$$u_6[t] = \Delta \omega$$

Matematický model bol naprogramovaný v jazyku FORTRAN 77 a spolu s kresliacim programom odladený na minipočítači SM 5211.

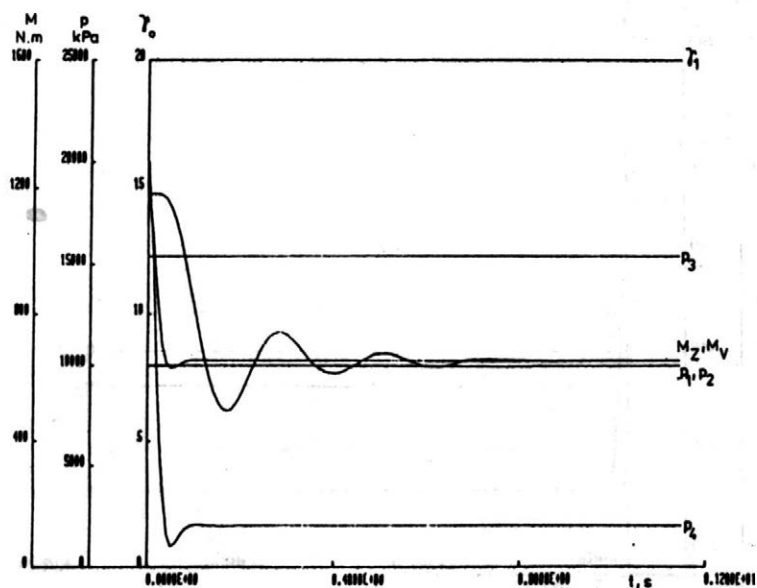
Na obr. 3 až 8 sú uvedené vypočítané priebehy - odozvy na skokové zmeny vstupných veličín akčných členov tlakov a vstupnej veličiny akčného člena pohybu dosky regulačného hydrogenerátora.

Použité označenia

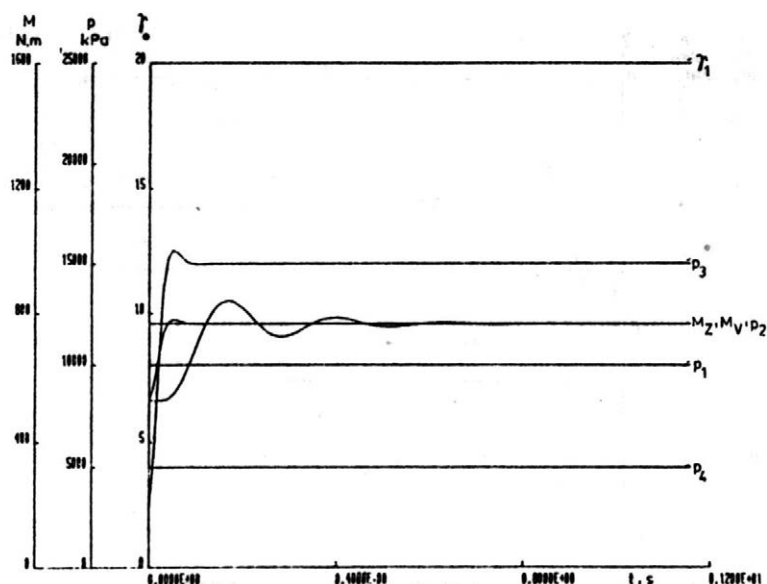
M_M	- krútiaci moment spaľovacieho motora [N.m]
M_P	- odoberaný krútiaci moment skúšanou prevodovkou [N.m]
M_{VP}	- krútiaci moment na výstupnom hriadeľ skúšanej prevodovky [N.m]
M_Z	- zaťažovací moment
M_{G1} až M_{G7}	- krútiace momenty hydrogenerátorov G1 až G7 [N.m]
M_i	- krútiace momenty ($i = 1$ až 4) [N.m]
$M_{i \text{ red}_3}$	- redukované krútiace momenty na hriadeľ č. 3 [N.m]
I_{RM}	- redukovaný hmotnostný moment zotrvačnosti prevodovky pri danom zaradenom prevodovom stupni [kg.m^2]
I_K	- hmotnostný moment zotrvačnosti ozubených kolies [kg.m^2]
I_G	- hmotnostný moment zotrvačnosti hydrogenerátora [kg.m^2]
I_{R3}	- redukovaný hmotnostný moment zotrvačnosti simulátora záťaže [kg.m^2]
ω_m	- uhlová rýchlosť spaľovacieho motora [rad.s^{-1}]
ω_v	- uhlová rýchlosť na výstupe prevodovky [rad.s^{-1}]
ω_{M2}	- žiadaná uhlová rýchlosť spaľovacieho motora [rad.s^{-1}]
ω_{Gi}	- uhlová rýchlosť hydrogenerátora G1 až G7 [rad.s^{-1}]
P	- tlak [Pa]
P_1 až P_4	- prevádzkové tlaky
P_0	- plniaci tlak riadiaceho obvodu [Pa]
P_{PL}	- plniaci tlak [Pa]
V_i	- geometrické objemy generátorov G1 až G7 [m^3]
h	- poloha zasunutia regulačnej tyče vstrekovacieho čerpadla [m]
Δh	- zmena polohy zasunutia regulačnej tyče vstrekovacieho čerpadla [m]
T, t	- čas [s]
T_i	- časové konštanty oneskorenia akčných členov pracovného tlaku [s]
T_{z3}	- časová konštanta oneskorenia posúvača rozvádzača [s]
T_i	- integračná konštanta pohybu dosky regulačného hydrogenerátora [s]
T_R	- časová konštanta oneskorenia regulátora motora [s]
K_{Fi}	- zosilnenie akčných členov pracovného tlaku [Pa.A^{-1}]
K_{j1}	- zosilnenie pohybu dosky regulačného hydrogenerátora [$^{\circ}.\text{m}^{-1}$]
K_R	- zosilnenie regulátora spaľovacieho motora
K_{z3}	- zosilnenie akčného člena pohybu dosky regulačného hydrogenerátora [A.°]
δ_R	- koeficient útlmu regulátora spaľovacieho motora
δ_P	- koeficient útlmu akčného člena tlaku
δ_{z3}	- koeficient útlmu posúvača rozvádzača
i_P	- prevodový pomer zaradeného prevodového stupňa v skúšanej prevodovke
i_{Pi}	- ovládací prúd akčného člena pracovného tlaku [A]
i_{z3}	- ovládací prúd akčného člena naklonenia dosky regulačného hydrogenerátora [A]
A_0, A_1, A_2	- koeficienty polynomickej náhrady
γ_1	- uhol naklonenia dosky regulačného hydrogenerátora [$^{\circ}$]
$\gamma_{1 \text{ max}}$	- maximálny uhol naklonenia dosky regulačného hydrogenerátora [$^{\circ}$]
η_{Gi}	- účinnosť hydrogenerátorov G1 až G7
η_P	- účinnosť skúšanej prevodovky
η_{67}	- účinnosť záberu kolies 6 a 7
η_{57}	- účinnosť záberu kolies 5 a 7
z_5, z_6, z_7	- počty zubov kolies 5, 6, a 7



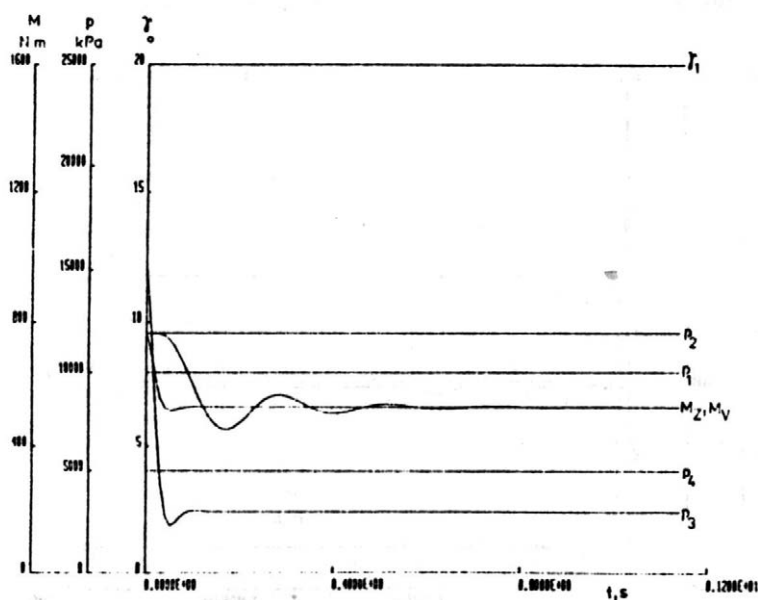
3. Odozva na skokovú zmenu pracovného tlaku p_4 (do zaťaženia) - Response to the step change in working pressure p_4 (to loading)



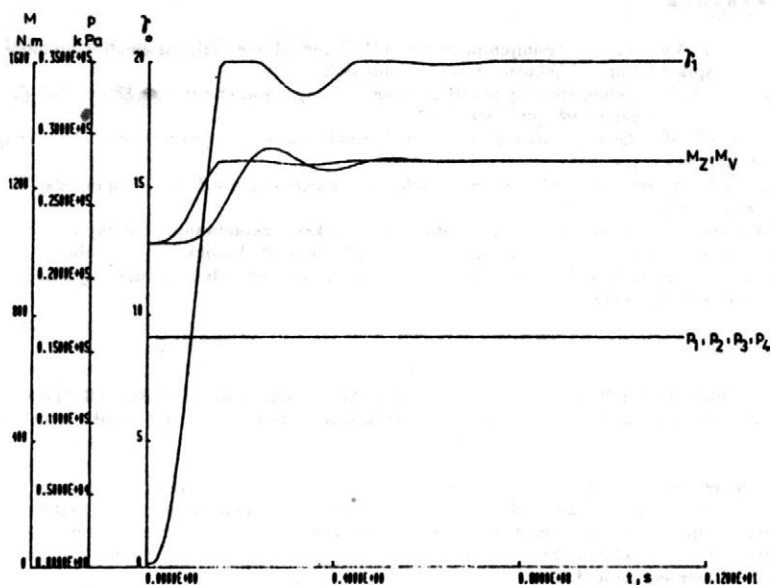
4. Odozva na skokovú zmenu pracovného tlaku p_4 (do odľahčenia) - Response to the step change in working pressure p_4 (to unloading)



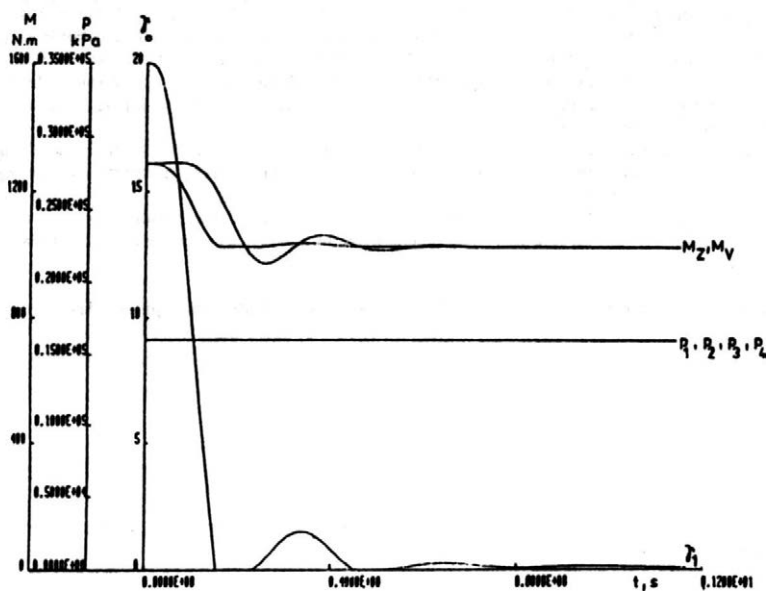
5. Odozva na skokovú zmenu pracovného tlaku p_3 (do zaťaženia) - Response to the step change in working pressure p_3 (to loading)



6. Odozva na skokovú zmenu pracovného tlaku p_3 (do odľahčenia) - Response to the step change in working pressure p_3 (to unloading)



7. Odozva na skokovú zmenu objemu regulačného hydrogenerátora G1 (z minima na maximum) - Response to the step change in regulating hydrogenerator capacity G1 (from minimum to maximum)



8. Odozva na skokovú zmenu objemu regulačného hydrogenerátora G1 (z maxima na minimum) - Response to the step change in regulating hydrogenerator capacity G1 (from maximum to minimum)

Literatúra

- KUČERA, J.: Výpočet strát axiálnych hydrostatických jednotiek pre účely matematického modelovania. [Technická správa.] Martin, Výskumno-vývojový ústav 1978.
- KURUCOVÁ, E.: Účelový číselný model prepíňovaného spaľovacieho motora 8PA4 - 185. [Technická správa.] Martin, Výskumno-vývojový ústav 1987.
- MANCOVIČ, M. - OCHODNICKÝ, V.: Škrtiaci ventil ovládaný proporcionálnym elektromagnetom. Hydraulika, 1983, č. 1, s. 7-14.
- NEPRAŽ, F.: Matematické modely hydraulických prvkov a mechanizmov. Technický spravodaj. Tekutínové mechanizmy, 1986, č. 2, s. 2-15.
- PETRANSKÝ, I.: Hydrostatické simulátory dynamického zaťažovania mobilných energetických prostriedkov a ich uzlov. [Doktorská dizertačná práca.] Nitra, 1989 - Vysoká škola poľnohospodárska.
- ZYMÁK, V.: Dynamika hydraulických systémov. [Skriptá pre postgraduálne štúdium.] Ostrava-Poruba, Vysoká škola báňská 1980.

Došlo 7. 4. 1992

PETRANSKÝ, I. - KURUCOVÁ, E. (University of Agriculture, Nitra; RESYSTEMS, Martin): *Mathematical model of testing state with the load simulator realized by hydrostatic circuit. Zeměd. Techn., 38, 1992 (2): 65-76.*

For the research and developmental works on the gearboxes it is necessary to make tests on the testing states. Load device is a fundamental element of testing state for the tests with gearboxes. In the article there is presented the analysis mentioned and mathematical description of testing state, which is designed in the Department of Energetics of the University of Agriculture in Nitra, from the view of the purpose, for which the testing state was created.

Testing state consists of (Fig. 1) the driving aggregate - internal combustion engine SM, gearbox P tested and load simulator S. Hydrostatic circuit of the load simulator consists of the six non-regulating load hydrogenerators G2 to G7. It is possible to continuously change pressure gradients p_1 , p_2 , p_3 and p_4 in hydrogenerators through hydraulic proportional valves AHP1 to AHP4. A change in the hydrogenerator G1 capacity is controlled by double scaled electrohydraulic servo-valve EHS. It is possible to describe hydraulic and mechanical system, shown in Figs. 1 and 2, by mathematical and physical system of equations. The equations 45 to 51 create a mathematical model of testing state with load simulation. Mathematical model was programmed in the FORTRAN 77 language and together with the inking programme it was debugged on computer SM 5211.

In Figs. 3 to 8 there are presented calculated flows - responses to the step changes in the input quantities of the pressure impulse-type elements and the input quantity of the impulse-type element of the regulating hydrogenerator panel movement.

Mathematical model of testing state with hydromechanical simulator presented in this article is a specialized model, by means of which it is possible to verify the effect of dynamical characteristics of the gearbox tested.

mathematical model; driving aggregate; load simulator; method of centralized parameters

Adresa autorov:

Doc. ing. Ivan Petranský, DrSc., ing. Eva Kurucová, Vysoká škola poľnohospodárska, Gaguova 17, 949 76 Nitra

PROGRAM VÝPOČTU UKAZOVATEĽOV SPOĽAHLIVOSTI OBJEKTOV PRE NORMÁLNE A WEIBULLOVO ROZDELENIE

J. Hrubec, P. Kováč

HRUBEC, J. - KOVÁČ, P. (Vysoká škola poľnohospodárska, Nitra): *Program výpočtu ukazovateľov spoľahlivosti objektov pre normálne a Weibullovo rozdelenie*. Zeméd. Techn., 38, 1992 (2): 77-84.

V práci sú uvedené numerické aproximácie, programy pre výpočet odhadov parametrov Weibullovo rozdelenia v jazyku MS FORTRAN 77 a programy na výpočet hodnôt distribučnej funkcie normálneho normovaného rozdelenia v jazyku GW-BASIC. Uvedené algoritmy a programy možno úspešne použiť pri výpočtoch ukazovateľov spoľahlivosti strojov a ich prvkov pomocou osobných počítačov.

ukazovatele spoľahlivosti; Weibullovo rozdelenie; normálne rozdelenie; program pre výpočet parametrov

Ukazovatele spoľahlivosti objektov sa určujú na základe sledovania určitého minimálneho súboru rovnakých objektov, najčastejšie v reálnych prevádzkových podmienkach. Hodnoty získané na obmedzenom počte vzoriek sú pozorovanými hodnotami náhodnej veličiny. Pri rozšírení platnosti výsledkov experimentálneho pokusu na celkový súbor strojov toho istého typu vzniká problém matematicko-štatistickej analýzy dát. V teórii spoľahlivosti strojov na vyrovnávanie (vyhladzovanie) empirickej informácie sa väčšinou úspešne používa Weibullovo rozdelenie (WR) alebo normálne rozdelenie (NR). V posledných rokoch sa aj u nás využívajú osobné počítače, bez ktorých si vyhodnocovanie experimentov nevieme predstaviť. Rýchlo sa rozvíjajú rôzne algoritmy v numerickej matematike a štatistike, ktoré uľahčujú štatistické spracovanie nameraných hodnôt. Cieľom práce bolo vypracovať programy výpočtu ukazovateľov spoľahlivosti objektov pre normálne a Weibullovo rozdelenie podľa navrhnutých algoritmov na osobný počítač.

ZÁKLADNÁ CHARAKTERISTIKA WEIBULLOVHO ROZDELENIA

Každé rozdelenie ukazovateľa spoľahlivosti je charakterizované dvoma funkciami: hustotou pravdepodobnosti a distribučnou funkciou.

Hustota pravdepodobnosti Weibullovo rozdelenia je daná vzťahmi:

$$f(t; a, b, t_p) = \frac{b}{a} \left(\frac{t - t_p}{a} \right)^{b-1} \exp \left[- \left(\frac{t - t_p}{a} \right)^b \right] \quad [1]$$

$$0 \leq t_p < t < +\infty; a > 0, b > 0$$

kde: a - parameter veľkosti (mierky)

b - parameter tvaru

t_p - parameter polohy (hodnota posunutia a rozptylu ukazovateľa spoľahlivosti)

Obečný tvar distribučnej funkcie Weibullovo rozdelenia je:

$$F(t; a, b, t_p) = 1 - \exp \left[- \left(\frac{t - t_p}{a} \right)^b \right] \quad [2]$$

$$0 \leq t_p < t < +\infty; a > 0, b > 0$$

Weibullovo rozdelenie s parametrom $t_p = 0$ sa volá dvojparametrické Weibullovo rozdelenie, ak $t_p > 0$, ide o trojparametrické Weibullovo rozdelenie. Weibullovo rozdelenie s parametrom $b = 1$ je exponenciálne rozdelenie a Weibullovo rozdelenie s parametrom $b = 2$ je Rayleighovo rozdelenie.

V prípade, že parametre polohy $t_p = 0$ a parametre tvaru b je známy a konštantný, hustota pravdepodobnosti je daná vzťahom:

$$f(t; a, b) = \frac{b}{a} \left(\frac{t}{a} \right)^{b-1} \exp \left[- \left(\frac{t}{a} \right)^b \right] \quad [3]$$

$$t \geq 0, a > 0, b > 0$$

Distribučná funkcia je daná vzťahom:

$$F(t; a, b) = 1 - \exp \left[- \left(\frac{t}{a} \right)^b \right] \quad [4]$$

$$t \geq 0, a > 0, b > 0$$

Distribučná funkcia poruchovosti $F(t)$ je spojená s distribučnou funkciou bez poruchovosti $R(t)$ podľa rovnice:

$$R(t) = 1 - F(t) \quad [5]$$

Po dosadení do rovnice [2] pre trojparametrické Weibullovo rozdelenie:

$$R(t; a, b, t_p) = \exp \left[- \left(\frac{t - t_p}{a} \right)^b \right] \quad [6]$$

$$0 \leq t_p < t < +\infty; a > 0, b > 0$$

Pre dvojparametrické rozdelenie po dosadení do rovnice [4]:

$$R(t; a, b) = \exp \left[- \left(\frac{t}{a} \right)^b \right] \quad [7]$$

Stanovenie odhadov parametrov Weibullovo rozdelenia

Na odhady parametrov Weibullovo rozdelenia sa najčastejšie používa metóda momentov.

Parameter polohy sa určuje dostatočne presne podľa tohto praktického odporúčania:

pri štatistickom rade ($n > 25$) je parameter polohy

$$t_p = t_{1z} - 0,5 \cdot A \quad [8]$$

kde: t_{1z} - hodnota začiatku prvého triedneho intervalu

A - dĺžka triedneho intervalu

Dĺžka triedneho intervalu sa určí podľa rovnice:

$$A = \frac{t_{\max} - t_{\min}}{N} \quad [9]$$

kde: $t_{\max}$ a $t_{\min}$ - najväčšia a najmenšia hodnota ukazovateľa spoľahlivosti v štatistickom súbore

N - počet tried štatistického radu

Počet tried štatistického radu sa stanoví podľa rovnice:

$$N = \sqrt{n} \quad [10]$$

kde: n - opakovateľnosť informácie

Zo štatistického súboru o ukazovateľoch spoľahlivosti sa vypočíta stredná hodnota, smerodajná odchýlka a variačný koeficient.

Pri zostrojenom štatistickom rade stredná hodnota ukazovateľa spoľahlivosti sa vypočíta podľa rovnice:

$$\bar{t} = \sum_{i=1}^N t_{is} \cdot P_i \quad [11]$$

kde: t_{is} - stredná hodnota i -teho intervalu,

P_i - relatívna početnosť (empirická pravdepodobnosť) i -teho intervalu

Relatívna početnosť sa vypočíta podľa rovnice:

$$P_i = \frac{m_i}{n} \quad [12]$$

kde: m_i - absolútna početnosť i -teho intervalu

Smerodajná odchýlka sa vypočíta:

$$S = \sqrt{\sum_{i=1}^N (t_{is} - \bar{t})^2 \cdot P_i} \quad [13]$$

Variačný koeficient je priamo úmerný smerodajnej odchýlke a nepriamo úmerný strednej hodnote ukazovateľa spoľahlivosti:

$$V = \frac{S}{\bar{t}} \quad [14]$$

Variačný koeficient sa určuje podľa rovnice (14) iba v tom prípade, keď sa oblasť rozptylu ukazovateľa spoľahlivosti začína od nulovej hodnoty alebo je blízka k nej.

Pri výskyte posunutia ukazovateľa spoľahlivosti (parameter polohy) sa variačný koeficient vypočíta podľa rovnice:

$$V = \frac{S}{\bar{t} - t_p} \quad [15]$$

Podľa variačného koeficientu V sa z tabuliek (napr. ČSN 01 0224) nájde parameter tvaru b a pomocné koeficienty K_b a C_b .

Parameter veľkosti a sa potom vypočíta podľa rovníc:

$$a = \frac{S}{C_b} \quad [16]$$

alebo

$$a = \frac{t - t_p}{K_b} \quad [17]$$

Ak sa uvedená úloha rieši na osobnom počítači, možno tabuľky z normy v pamäti počítača vygenerovať.

Na rozdiel od ČSN 01 0224 parameter tvaru b v rozsahu od 0,8 do 6,95 v programe č. 1 počítame s krokom 0,01, čím spresňujeme celkový výpočet ukazovateľov spoľahlivosti. Pomocné koeficienty K_b a C_b sa potom vypočítajú podľa nasledovných rovníc:

$$K_b = \Gamma\left(1 + \frac{1}{b}\right) \quad [18]$$

kde: $\Gamma(x)$ - gama funkcia

$$C_b = \sqrt{\Gamma\left(1 + \frac{2}{b}\right) - K_b^2} \quad [19]$$

Analytický tvar gama funkcie je nasledovný:

$$\Gamma(x) = \int_0^{\infty} \exp(-t) \cdot t^{x-1} dt \quad [20]$$

Túto funkciu môžeme aproximovať na intervale $<1,2>$ polynómom:

$$GA(x) = A_0 + A_1 \cdot x + A_2 \cdot x^2 + A_3 \cdot x^3 + A_4 \cdot x^4 + A_5 \cdot x^5 \quad [21]$$

kde: $A_0 = 3,751582$ $A_1 = -6,780472$

$A_2 = 6,60882$ $A_3 = -3,408756$

$A_4 = 0,929894$ $A_5 = -0,101068$

Absolutná chyba aproximácie neprevyšuje hodnotu 10^{-4} .

V príspevku je uvedený podprogram TAB, v ktorom sa vygenerujú tabuľky s krokom 0,01. Podprogram TAB volá funkčný podprogram VARKOE, v ktorom sa vypočítava teoretický variačný koeficient Weibullovoho rozdelenia a funkcia gama je štandardná matematická funkcia počítača. Ak počítač túto štandardnú funkciu nemá, aproximuje sa podľa rovnice 21. Vstupné hodnoty podprogramu TAB sú hodnoty variačného koeficientu (VAREMP) a smerodajnej odchýlky (SIGMA). Výstupné hodnoty sú odhady parametrov b , a . V ďalšej časti sú uvedené podprogramy TAB a VARKOE v jazyku FORTRAN 77.

Program č. 1

```

SUBROUTINE TAB (B, A, VAREMP, SIGMA)
  REAL BTAB (55), VARTAB (55), KROK, KB, CB
  REAL BHRAN (14), VARHRA (14)
  DATA BHRAN /0.8, 1.3, 1.8, 2.3, 2.8, 3.3, 3.8, 4.3, 4.8, 5.0, 5.5, 6.0, 6.5, 6.95/
  DATA VARHRA /1.261, 0.7757, 0.5749, 0.4611, 0.3866, 0.3337, 0.2939, 10.2628, 0.2377, 0.2291, 0.2099,
    0.1938, 0.18, 0.1691/
  NW = 3
  KROK = 0.01
  IF ((VAREMP.LE.0.1691).OR.(VAREMP.GE.1.261)) GO TO 10
  DO 20 I = 1,13
  IF ((VAREMP.GE. VARHRA(I+1).AND.(VAREMP.LT.VARHRA(I)))
  GO TO 30
20 CONTINUE
30 A1 = BHRAN(I)
  DO 40 J = 1,52
    BTAB(J) = A1
    VARTAB(J) = VARKOE(BTAB(J))
    A1 = A1 + KROK
    WRITE(3,35) BTAB(J), VARTAB(J)
35   FORMAT(2X,'BTAB = ',G20.4,'VARTAB = ',G20.4)
40 CONTINUE
  DO 55 J = 1,52
    IF (VARTAB(J)-VAREMP) 50,50,55
55 CONTINUE
50 B = BTAB(J)
  Z = 1. + 1./B
  Z2 = 1. + 2./B
  KB = GAMA(Z)
  BBKB = KB * KB
  CB = SQRT(GAMA(Z2) - BBKB)
  A = SIGMA/CB
  WRITE(NW,60) KB,CB,A,B,SIGMA,P
60 FORMAT(/5X,'KB = ',G20.10,'CB = ',G20.10/5X,
  1 'A = ',G20.10,'B = ',G20.10/5X,
  2 'SIGMA = ',G20.10,'ARPIEM = ',G20.10)
  RETURN

```

```

10 WRITE(3,15) VAREMP
15 FORMAT(/5X,'VARIACNY KOEFICIENT NIE JE Z POZ INTERVALU',F10.5)
STOP
END
REAL FUNCTION VARKOE(B)
REAL B,VAR
X1 = 1. + 2./B
X2 = 1. + 1./B
F1 = GAMA(X1)
F2 = GAMA(X2)
F2KV = F2*F2
VARKOE = SQRT(F1 - F2KV)/F2
RETURN
END

```

ZÁKLADNÁ CHARAKTERISTIKA NORMÁLNEHO ROZDELENIA

Hustota pravdepodobnosti normálneho rozdelenia je daná vzťahom:

$$f(t) = \frac{1}{S\sqrt{2\pi}} \exp \left[-\frac{(t-\bar{t})^2}{2S^2} \right] \quad [22]$$

$$-\infty < t < \infty; \quad -\infty < \bar{t} < \infty; \quad 0 < S < \infty$$

Normovaná distribučná funkcia ($\bar{t} = 0$ a $S = 1$) má tvar:

$$F(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x \exp \left(-\frac{t^2}{2} \right) dt \quad [23]$$

Tento vzťah nie je na výpočet hodnôt $F(x)$ na kalkulátoroch a osobných počítačoch vhodný.

Na numerický výpočet sa používa polynóm:

$$F(X) = 1 - \frac{1}{2} (1 + C1 \cdot X + C2 \cdot X^2 + C3 \cdot X^3 + C4 \cdot X^4 + C5 \cdot X^5 + C6 \cdot X^6)^{-16} \quad [24]$$

ak $0 \leq X \leq \infty$

Konštanty C nadobúdajú tieto hodnoty:

$$\begin{array}{ll}
C1 = 4,986735 \cdot 10^{-2} & C2 = 2,114101 \cdot 10^{-2} \\
C3 = 3,277626 \cdot 10^{-3} & C4 = 3,8004 \cdot 10^{-3} \\
C5 = 4,8891 \cdot 10^{-5} & C6 = 5,383 \cdot 10^{-6}
\end{array}$$

Chyba aproximácie neprevyšuje hodnotu $5 \cdot 10^{-7}$.

Pre záporné hodnoty argumentu X sa používa vzťah

$$G(X) = 1 - F(X) \quad [25]$$

Ďalej je uvedený program v jazyku GW-BASIC 3.22 na výpočet distribučnej funkcie $F(X)$ podľa vzťahu 24.

Program č. 2

```
10 REM DISTRIBUCNA FUNKCIA F(X)
20 DEF FNF(X)=1-5*(1+C1*X+C2*X^2+C3*X^3+C4*X^4+C5*X^5+C6*X^6)^(-16)
30 C1=4.986735*10^(-2):C2=2.114101*10^(-2):C3=3.277626*10^(-3)
40 C4=3.8004*10^(-5):C5=4.8891*10^(-5):C6=5.383*10^(-6)
50 INPUT "ZADAJ HODNOTU X = ",X
60 IF X<0 THEN GOTO 80
70 PRINT "X=";X;"F=";FNF(X):END
80 G=1-FNF(X):PRINT "X=";X;"F=";G:END
```

Aproximácia inverznej funkcie k funkcii $F(x)$

Niekedy potrebujeme vypočítať hodnotu inverznej funkcie k funkcii $F'(x)$:

$$F'(x) = \frac{1}{2\sqrt{2\pi}} \int_x^{\infty} \exp\left(-\frac{t^2}{2}\right) dt \quad [26]$$

Pri numerickej aproximácii môžeme použiť funkciu

$$I(X) = X + \frac{(A + B \cdot X + C \cdot X^2)}{(1 + D \cdot X + E \cdot X^2 + F \cdot X^3)} \quad [27]$$

kde: $X = \sqrt{\ln Z^{-2}}$, pričom Z je hodnota funkcie [26] z intervalu (0, 0,5)

Potrebné konštanty vo vzťahu [27] nadobúdajú hodnoty podľa autora Cvetkov (1982).

$$A = -2,515517 \quad B = -0,802853$$

$$C = -0,010328 \quad D = 1,432788$$

$$E = 0,189269 \quad F = 0,001308$$

Chyba aproximácie neprevyšuje hodnotu $5 \cdot 10^{-4}$.

Hodnotu funkcie $I(X)$ môžeme vypočítať pomocou programu č. 3, napísaného v GW-BASIC 3.22

Program č. 3

```
10 REM INVERZNA FUNKCIA I(X)
20 DEF FN I(X)=X+(A+B*X+C*X^2)/(1+D*X+E*X^2+F*X^3)
30 A=-2.515517:B=-.802853:C=-.010328:D=1.432788:E=.189269:F=.001308
40 INPUT "ZADAJ HODNOTU FUNKCIE N(0,1) = ",Z
50 IF (Z<=0 OR Z>.5) THEN PRINT "CHYBNE ZADANE":GOTO 40
55 X=SQR(LOG(1/Z^2))
60 PRINT "ZADANA HODNOTA = ";Z;" INVERZNA HODNOTA = ";FN I(X):END
```

ZÁVER

Pri vyhodnocovaní ukazovateľov spoľahlivosti strojov a ich prvkov na osobných počítačoch sa v súčasnosti aplikujú rôzne štatistické metódy. Veľmi často sa používajú

napríklad modely Weibullovoho rozdelenia a normálneho rozdelenia. Hodnoty týchto funkcií sa uvádzajú v štatistických tabuľkách. Aby sa hodnoty z tabuliek nemuseli opätovne zadávať do pamäti počítača, možno ich aproximovať pomocou rôznych polynómov. Tieto polynómy sú algoritmizovateľné a dajú sa z nich zostaviť funkčné podprogramy v rôznych programovacích jazykoch. V jazyku MS FORTRAN 77 je uvedený program na výpočet odhadov parametrov Weibullovoho rozdelenia a v jazyku GW-BASIC boli vypracované podprogramy na výpočet hodnôt distribučnej funkcie pre normálne rozdelenie. Uvedené algoritmy a podprogramy možno úspešne použiť pri výpočte ukazovateľov spoľahlivosti pomocou osobných počítačov.

Literatúra

CVETKOV, A. N.: Příkladnyje programy dlia mikro EUM Elektronika B 3-211. Moskva, 1982.
ČSN 01 0224. Aplikovaná statistika. Pravidla stanovení odhadů a konfidenčních mezí pro parametry Weibullova rozdělení. Praha 1981.

Došlo 10. 2. 1992

HRUBEC, J. - KOVÁČ, P. (University of Agriculture, Nitra): *The programme for calculating the reliability parameters in objects for the normal distribution and for the distribution according to Weibull*. Zeměd. Techn., 38, 1992 (2): 77-84.

The parameters of reliability are determined on the basis of observations carried out on a specific maximum set of equal objects, most frequently in actual production conditions. The values of individual reliability parameters reached in the given set are usually transferred onto the total set of objects of the same type, in order to assess their reliability and to increase their quality during the process of production and repair. The results of one group of objects cannot be transferred on another group directly without certain correction. According to the data of the primary information reached in the observed set of objects, the common theoretical distribution of reliability parameters is determined for the whole set. In the theoretical distribution the joint character of the change of reliability indicator is expressed and frequent deviations, connected with the lack of primary information are excluded. In the theory of reliability for the smoothing of empiric information, the Weibull's distribution or the normal distribution is usually successfully used. It is therefore the aim of the study to elaborate the methodology for the numeric estimate of the parameters of Weibull's distribution and of the normal distribution, as well as the programmes according to the algorithms proposed for a personal computer.

For the estimates of the parameters of Weibull's distribution, the moment method is most frequently used, in which the parameter of the b shape and the accessory coefficients K_b and C_b are determined from the tables on the basis of the calculated coefficient of variance V (CS standard 01 0224). The parameter of the size a is then calculated according to the equation 16 or 17.

When the task is solved on a personal computer, it is possible to generate the tables from the computer standard. Contrary to the Czechoslovak standard 01 0224 the parameter of b shape in the range from 0.8 to 6.95 in the programme No. 1 is calculated by the step 0.01, which helps the total calculation of the reliability parameters to be more accurate. The programme No. 1 is stated in MS FORTRAN 77 language.

The programmes No. 2 and 3 were processed in GFW-Basic language for calculating the values of the normal distribution function.

The stated algorithms and programmes can be successfully used in calculating the reliability parameters with the help of personal computers.

reliability parameters; Weibull's distribution; normal distribution; programme for the calculation of parameters

Adresa autorov:

Doc. ing. Jozef H r u b e c, CSc., RNDr. Peter K o v á č, Vysoká škola poľnohospodárska, Gaguova 17, 949 67 Nitra

STANOVENIE OPTIMÁLNEHO ROČNÉHO NASADENIA TRAKTOROV

B. Studeník

STUDENÍK, B. (Výskumný ústav poľnohospodárskej techniky, Rovinka): *Stanovenie optimálneho ročného nasadenia traktorov*. Zeměd. Techn., 38, 1992 (2): 85-93.

Optimálnym ročným nasadením sa rozumie hranica nasadenia, pri ktorej je už výhodné vlastniť mechanizačný prostriedok určitého typu. Ukazovateľom nasadenia traktorov je odpracovaný čas. Optimálne ročné nasadenie kolesových traktorov vyrábaných v ČSFR sa stanovilo na základe nákladov na hodinu nasadenia a koeficientov prepočtu traktora na etalónny traktor. Koeficienty prepočtu traktorov na etalónny traktor sa stanovili na základe pomeru normatívneho času pri strednej orbe pri etalónnom a reálnom traktore (vzťah 3). Etalónnym traktorom je typ Z-5211. Pri traktoroch s pohonom na všetky kolesá (4K4) sú pri rovnakom výkone motora výrazne vyššie hodnoty koeficientov prepočtu na etalónny traktor ako pri traktoroch s pohonom na dve kolesá - 4K2. Optimálne ročné nasadenie traktorov v hodinách v závislosti na výkone motora sa uvádza na obr. 3. Optimálne cenové relácie a exploatačné ukazovatele majú v ČSFR traktory s výkonom motora cca 50 kW.

etalónny traktor; koeficienty prepočtu traktorov na etalónny traktor; optimálne ročné nasadenie traktora

Optimálnym ročným nasadením mechanizačného prostriedku sa rozumie hranica, od ktorej je už výhodné vlastniť mechanizačný prostriedok. H e g e (1983) uvádza, že je výrazný rozdiel v nasadení strojov v krajinách Európskych spoločenstiev a v krajinách bývalej RVHP. Tento rozdiel je v dôsledku rozdielnej veľkosti poľnohospodárskych podnikov.

Ukazovateľmi nasadenia mobilných energetických prostriedkov môžu byť:

- a) fyzikálne jednotky - čas, spracovávaná plocha, ubehnuté kilometre, spotrebované pohonné látky a pod.
- b) prepočítané ukazovatele - priemerné hektáre, smenové jednotky a pod.

Ročné nasadenie mechanizačných prostriedkov závisí na celej rade faktorov, z ktorých hlavné sú:

- a) prostredie - druh pôdy, svahovitosť, zrážky, výmera honov, výmera podnikov a i.
- b) technické faktory - prevádzková spoľahlivosť, výkonnosť a i.
- c) ekonomické - nadobúdacia hodnota, doba používania strojov, biologické straty a i.
- d) organizačné - zabezpečenie prevádzkovej pohotovosti, riadenie nasadenia a pod.

V súvislosti s transformáciou našich poľnohospodárskych podnikov a s rozširovaním rodinných fariem bude potrebné prehodnotiť hranice minimálneho ročného nasadenia mobilných energetických prostriedkov, resp. poľnohospodárskych strojov. Pri stanovení optimálneho ročného nasadenia strojov sa vychádza:

1. Z priebehu závislosti priamych nákladov na jednotku nasadenia ($Kčs \cdot h^{-1}$, $Kčs \cdot ha^{-1}$ a pod.) na ročnom nasadení. Táto závislosť má hyperbolický charakter bez extrému.
2. Z doby splatnosti dodatkových investícií vyjadrenej vzťahom (L o m et al., 1971)

$$T_s = \frac{I_n - I_s}{N_s - N_n} \quad [1]$$

Vzťah 1 je možné použiť pri porovnaní dvoch variant zabezpečenia pracovnej operácie. Doba splatnosti sa požaduje v intervale 0,66 až 0,75 doby odpisovania stroja. Uvedený vzťah modifikovali pre jednotlivé varianty zabezpečenia pracovných postupov Š p e l i n a et al. (1970). Pri stanovení optimálneho ročného nasadenia traktorov treba vychádzať z porovnania priamych nákladov a ich výkonnosti.

MATERIÁL A METÓDA

Optimálne ročné nasadenie sa stanovilo v hodinách pre jednotlivé typy traktorov vyrábané v ČSFR. Vychádzalo sa pritom:

- 1) z nákladov na hodinu nasadenia traktorov,
 - 2) z koeficientov prepočtu jednotlivých typov traktorov na etalónny traktor
- Náklady na hodinu nasadenia sa stanovili podľa rovnice

$$^1N_t = \frac{C_t \cdot (1 + k_o)}{T_a \cdot T_{09}} + \frac{C_t \cdot u}{2T_a \cdot T_{09}} + \frac{0,45 \cdot P_e \cdot q \cdot C_{PLM}}{0,82} + ^1N_{zp} \quad [2]$$

Náklady na hodinu nasadenia sa stanovili pre ročné nasadenie v intervale 200 až 1800 hodín pri kroku 200 hodín.

Koeficienty prepočtu traktorov na etalónny traktor vyjadrujú koeficienty výkonnosti traktorov. Pri ich výpočtoch sa vychádzalo z porovnania spotreby času pri strednej orbe (hĺbka 0,18 až 0,22 m) na strednej pôde, rovinatem pozemku etalónneho traktora a reálneho traktora:

$$k_{t,i} = \frac{S_{\Sigma, et}}{S_{\Sigma, i}} \quad [3]$$

Za etalónny traktor sa zvolil typ Z-5211, nakoľko má u nás najnižší výkon motora. Koeficienty prepočtu na etalónny traktor $k_{t,i}$ sa stanovili pre traktory bez predného náhonu (4K2) aj pre traktory s predným náhonom (4K4).

Hranica optimálneho ročného nasadenia etalónneho traktora Z-5211 sa stanovila zo závislosti priamych nákladov na ročnom nasadení. Minimálne náklady na hodinu ostatných traktorov sa stanovili podľa rovnice:

$$^1N_{\min, i} = ^1N_{\min, et} \cdot k_{t,i} \quad [4]$$

Podľa hodnoty minimálnych nákladov sa stanovilo pri jednotlivých typoch traktorov optimálne ročné nasadenie.

VÝSLEDKY

STANOVENIE NÁKLADOV NA HODINU NASADENIA

Liberalizácia cien sa v roku 1991 výrazne premietla aj do cien kolesových traktorov. Nadobúdacia hodnota traktorov sa v roku 1991 zvýšila v porovnaní s rokom 1990 o cca 85 %. Náklady na hodinu nasadenia traktorov (pri cene bez dane) sa stanovili pre nasledujúce podmienky:

- a) doba odpisovania traktorov 8 rokov;
- b) úrok 0,15 %;
- c) spotreba motorovej nafty pri 50% využití výkonu motora $q = 0,136 \text{ g.kW}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$;

- d) komplexná cena motorovej nafty 16,50 Kčs.l⁻¹;
 e) hodnota živej práce traktoristu sa stanovila na základe priemernej mzdy traktoristu. Obsahuje aj položky nákladov, ktoré súvisia so zamestnávaním pracovníkov; priemerná hodnota živej práce je 40 Kčs.h⁻¹.

Závislosť nákladov na hodinu nasadenia na ročnom nasadení má charakter hyperbolickej funkcie v dôsledku prvého a druhého člena rovnice 2. Po prekročení určitej hranice ročného nasadenia je pokles nákladov minimálny. Náklady na hodinu nasadenia pri jednotlivých typoch traktorov sú uvedené v tab. I. Nadobúdacia hodnota traktorov s pohonom na všetky kolesá je pri rovnakom výkone motora výrazne vyššia ako pri klasickom traktore. Tento cenový rozdiel sa premieta aj do nákladov. Mala by ho vyvážiť vyššia výkonnosť traktorov 4K4.

Za etalónny traktor sa zvolil typ Z-5211. Zo závislosti nákladov na hodinu nasadenia na ročnom nasadení sa stanovilo jeho optimálne ročné nasadenie. Po prekročení hranice 900 hodín je pokles nákladov minimálny. Pri tomto optimálnom ročnom nasadení sú náklady na hodinu nasadenia pri etalónnom traktore 193 Kčs.h⁻¹.

I. Náklady na hodinu nasadenia (Kčs.h⁻¹) traktorov v závislosti na ročnom nasadení - Costs per hour engagement (CSK per hour) of tractors in dependence on annual engagement

Typ traktora ¹	Výkon motoru ² [kW]	Cena ³	Ročné nasadenie ⁴ [h]						
			400	600	800	1000	1200	1400	1600
Z-5211	33,1	189 000	276	228	203	188	179	172	167
Z-5245	33,1	248 000	323	259	226	207	194	185	178
Z-6211	41,8	201 000	319	264	237	221	209	201	195
Z-6245	41,8	265 000	371	299	262	241	226	216	208
Z-7211	47,5	208 000	345	287	257	240	228	220	214
Z-7245	47,5	269 900	396	321	283	260	245	235	227
Z-7245H	47,5	290 000	519	390	336	303	281	265	254
Z-7711	50,0	215 300	359	298	268	250	238	229	222
Z-7745	50,0	278 300	412	334	294	271	255	245	236
Z-8211	60,0	253 200	488	393	346	318	299	285	275
Z-8245	60,0	286 700	551	422	368	335	313	297	286
Z-9211	66,2	255 300	564	449	392	358	335	319	307
Z-9245	66,2	288 800	610	480	415	372	351	332	318
Z-10211	74,0	258 300	598	480	421	385	361	345	332
Z-10245	74,0	291 300	645	511	444	404	377	358	344
Z-12011	89,0	272 900	677	546	481	441	415	396	382
Z-12045	89,0	314 600	733	583	508	463	434	412	396
Z-16046	116,0	324 800	847	684	602	553	521	498	480
ŠT-180	132,0	341 300	905	737	653	603	569	546	527

¹type of tractor, ²engine power, ³price, ⁴annual engagement

STANOVENIE KOEFICIENTOV TRAKTOROV

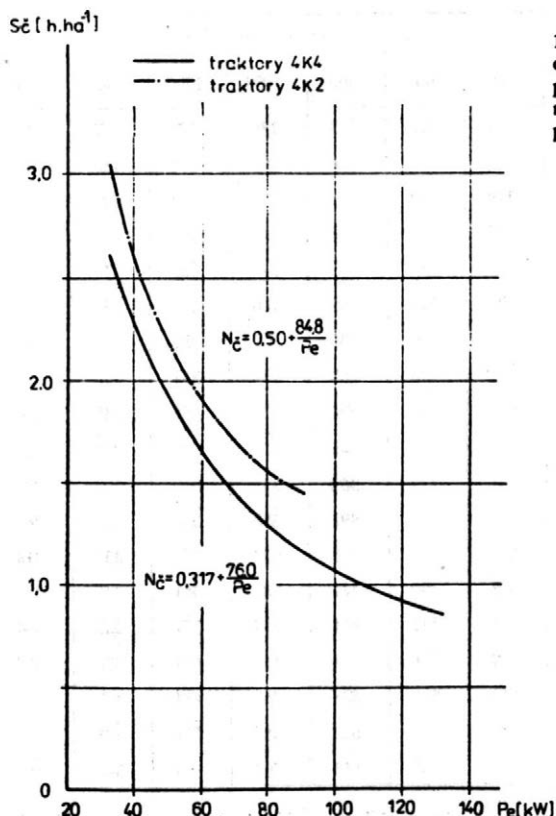
Pri stanovení koeficientov pre prepočet traktora na etalónny traktor sa vychádzalo rovnako ako v zahraničí z porovnania spotreby času pri strednej orbe. Spotreba času sa brala podľa Zborníka noriem času pre orby, v ktorom sa stanovila na základe ťahových charakteristík traktorov. Spotreba času sa vyhodnotila v závislosti na výkone motora. Pri traktoroch s pohonom na zadné kolesá (4K4) platí rovnica:

$$S_{\xi,1} = 0,500 + \frac{84,8}{P_e} \quad [5]$$

Koeficient korelácie $r = 0,9855$ a hladina významnosti podľa F -testu $P > 3,272 \cdot 10^{-7}$ ukazujú na vysokú súvislosť medzi spotrebou času a výkonom motora traktora.

Pri traktoroch s pohonom na všetky kolesá (4K4) sú pri rovnakom výkone motora v dôsledku vyššieho koeficienta adhézie traktora vyššie výkonnosti a nižšie hodnoty spotreby času:

$$S_{\xi,2} = 0,317 + \frac{76,0}{P_e} \quad [6]$$



1. Závislosť spotreby času pri strednej orbe na výkone motora traktora - Dependence of consumption of time in medium-deep tillage on the engine power of tractor

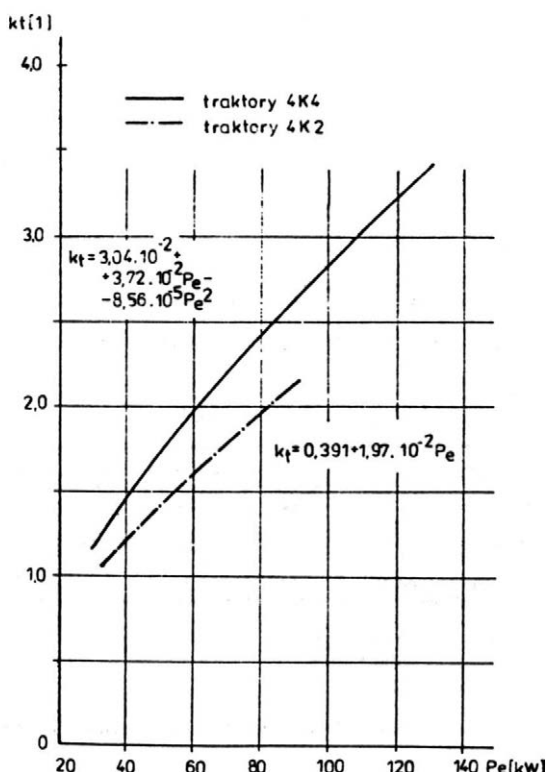
Hodnoty štatistických testov sa pohybujú na rovnakej úrovni ako pri rovnici 5. Závislosti spotreby času na výkone motora sú na obr. 1. Pri etalónnom traktore Z-2511 je spotreba času $3,12 \text{ h} \cdot \text{ha}^{-1}$. Koefficienty prepočtu ostatných traktorov na etalónny traktor sa stanovili podľa vzťahu 3. Na obr. 2 sú závislosti koefficientov prepočtu na etalónny traktor na výkone motora. Koefficienty prepočtu na etalónny traktor nie sú takmer priamo úmerné výkonom motorov traktorov. So zvyšovaním výkonu motora však prírastky koefficientov klesajú (traktory 4K4).

Súhrnné ukazovatele nasadenia podľa jednotlivých typov traktorov sa uvádzajú v tab. II. Závislosť optimálneho ročného nasadenia na výkone motora pre traktory 4K2 a 4K4 je na obr. 3. So zvyšujúcim sa výkonom motora je rozdiel optimálneho ročného nasadenia medzi traktormi 4K2 a 4K4 vyšší. Z hľadiska cenových relácií a koefficientov výkonnosti sú najvhodnejšími traktory s výkonom motora okolo 50 kW.

DISKUSIA

Metodika prepočtu traktorov na etalónny traktor na základe porovnania normatívu potreby času pri strednej orbe bola vypracovaná v bývalom Sovietskom Zväze. Etalónnym traktorom bol najskôr traktor s výkonom motora 18,4 kW (25 HP), resp. s výkonom na háku 11 kW (15 HP). V súvislosti sa zvyšovaním výkonov traktorových motorov došlo aj k inovácii etalónneho traktora. B a r a m (1972) uvádza túto definíciu:

2. Závislosť koefficientov prepočtu traktorov na etalónny traktor na výkone motora traktora - Dependence of coefficients of conversion of tractors to etalon tractor on the engine power of tractor



II. Koeficienty traktorov a ich optimálne ročné nasadenie (h.rok⁻¹) - Coefficients of tractors and their optimum annual engagement (hour per year)

Typ traktora ¹	Výkon motora ² [kW]	Normatív času ³ [h.ha ⁻¹]	Koeficient traktora ⁴ [1]	Priame náklady ⁵ [Kčs.h ⁻¹]	Optimálne nasadenie ⁶ [h.rok ⁻¹]
Z-5211	33,1	3,06	1,00	193	900
Z-5245	33,1	2,61	1,17	226	800
Z-6211	41,8	2,52	1,21	234	800
Z-6245	41,8	2,13	1,34	277	700
Z-7211	47,5	2,28	1,34	256	800
Z-7245	47,5	1,92	1,59	307	650
Z-7245H	47,5	1,92	1,59	307	950
Z-7711	50,0	2,19	1,40	270	800
Z-7745	50,0	1,84	1,66	320	650
Z-8211	60,0	1,91	1,60	309	1 000
Z-8245	60,0	1,58	1,94	375	750
Z-9211	66,2	1,78	1,72	332	1 200
Z-9245	66,2	1,46	2,10	404	850
Z-10211	74,0	1,65	1,85	358	1 200
Z-10245	74,0	1,34	2,28	440	830
Z-12011	89,0	1,45	2,11	407	1 200
Z-12045	89,0	1,17	2,62	505	800
Z-16046	116,0	0,97	3,15	608	800
ŠT-180	132,0	0,89	3,43	664	780

¹type of tractor, ²engine power, ³time normative, ⁴coefficient of tractor, ⁵direct costs, ⁶optimum engagement

III. Koeficienty prepočtu traktorov na etalónny traktor používané v bývalom ZSSR - Coefficients of conversion of tractors used in the former USSR

Typ traktora ¹	K-700	T-100	DT-75	MTZ-80	DT-54	T-54	MTZ-50
Druh ²	4K4	P	P	4K2	P	P	4K2
Výkon ³ [kW]	154	80	55	57	40	37	40
Koeficient prepočtu ⁴	2,10	1,34	1,00	0,70	0,86	0,69	0,55

4K4 - pohon na všetky kolesá⁵

4K2 - pohon na zadné kolesá⁶

P - pásový traktor⁷

¹type of tractor, ²type, ³output, ⁴coefficient of conversion, ⁵all-wheel drive, ⁶back-wheel drive, ⁷caterpillar tractor

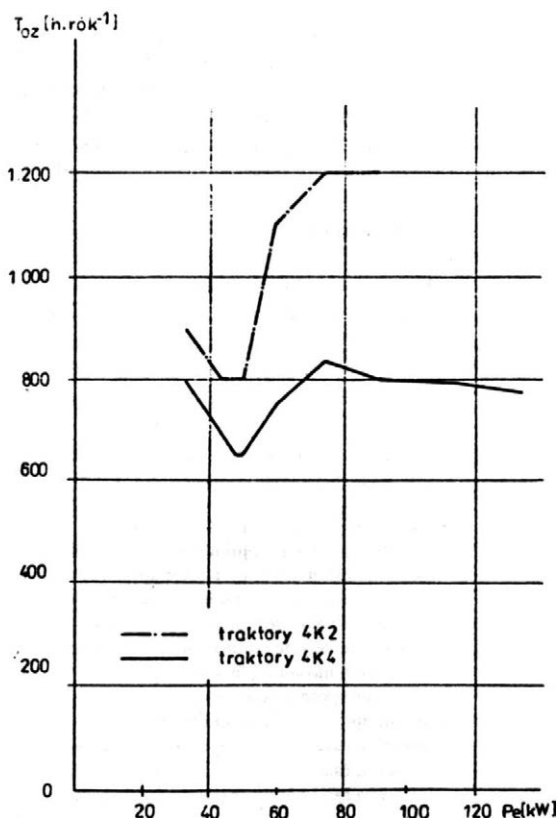
Etalónnym traktorom je traktor, ktorý spracuje v etalónnych podmienkach hektár strednej orby za hodinu. Etalónne podmienky sú presne vymedzené:

- pracovnými podmienkami (strnisko, rovina, vlhkosť pôdy 20 až 22 %, pravidelná konfigurácia, nadmorská výška 200 metrov),
- technickými parametrami (hĺbka 20 až 22 cm, merný odpor $0,50 \text{ kg} \cdot \text{cm}^{-2}$, pracovná rýchlosť $5,0 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$).

Uvedené podmienky spĺňa pásový traktor typu DT-75. Prednosťou nového prepočtu je, že normatív spotreby času pri strednej orbe v etalónnych podmienkach je súčasne koeficientom prepočtu traktora na etalónny traktor. Tab. III ukazuje, že pri rovnakom výkone motora je rozdiel hodnôt koeficientov prepočtu na etalónny traktor medzi kolesovými a pásovými traktormi. Porovnanie koeficientov prepočtu traktorov na etalónny traktor v ZSSR a koeficientov uvedených v príspevku je vzhľadom k rozdielnosti pracovných podmienok problematické. Závislosť koeficientov k_t na výkone motora na rozdiel od našich výsledkov popisovala lineárna funkcia.

Rozdiely medzi optimálnym ročným nasadením traktorov 4K2 a 4K4 prudko stúpajú pri prekročení hranice výkonu motora 50 kW (obr. 3). Cenové relácie traktorov s poho-

3. Závislosť optimálneho ročného nasadenia traktorov na výkone motora traktora - Dependence of optimum annual engagement of tractors on the engine power of tractor



nom na všetky kolesá sú v súlade s koeficientami výkonnosti, nakoľko ich optimálne nasadenie je v intervale 700 až 800 hodín. Uvedené hodnoty optimálneho nasadenia uprednostňujú nasadenie traktorov v strednej orbe, resp. operáciách základného spracovania a prípravy pôdy. So snižovaním podielu nasadenia traktorov v týchto operáciách by sa rozdiely v optimálnom ročnom nasadení znížili. Reálne nasadenie traktorov v poľnohospodárskych podnikoch u nás bolo výrazne vyššie, ako sú stanovené hranice optimálneho nasadenia (S t u d e n í k , 1988). Uvedený stav súvisel s výmerou pôdy v analyzovaných poľnohospodárskych podnikoch. Bezprostrednú súvislosť medzi ročným nasadením a veľkosťou farmy v SRN uvádzajú O l f e a S c h ö n (1982). Pri traktoroch s výkonom 60 kW a priemernej výmere farmy 125 ha bolo ročné nasadenie traktora 720 hodín. V súvislosti s transformáciou poľnohospodárstva bude potrebné pri návrhoch vybavenia podnikov strojovou technikou vychádzať z optimálneho ročného nasadenia.

ZÁVER

Optimálne ročné nasadenie traktorov vyrábaných v ČSFR sa stanovilo na základe:

- nákladov na prevádzku traktorov,
- koeficientov výkonnosti traktorov.

Pri stanovení koeficientov výkonnosti sa uprednostnilo kritérium normatív potreby času súprav pri strednej orbe. Z hľadiska súčasných cenových relácií a exploatačných ukazovateľov sa ukazujú najvhodnejšie kolesové traktory s výkonom motora okolo 50 kW. Po prekročení hranice výkonu motora 50 kW rozdiel medzi optimálnym ročným nasadením traktorov bez predného náhonu a s predným náhonom stúpa. Voľba iného typu traktora za etalónny traktor výsledky neovplyvňuje.

Traktory s predným náhonom majú prednosť hlavne pri operáciách základného spracovania a prípravy pôdy. Pri technologickej a vnútropodnikovej doprave pri rovnakom výkone motora sú rozdiely vo výkonnosti traktorov s pohonom na všetky kolesá a pohonom na zadnú nápravu minimálne. Optimálne ročné nasadenie traktorov sa môže využiť pri stanovení výmery poľnohospodárskej pôdy na traktor.

Označenie

C_{PLM}	- komplexná cena nafty [Kčs.l ⁻¹]
C_t	- nadobúdacia hodnota traktora [Kčs]
I_n	- investičné náklady pri novom spôsobe [Kčs]
I_s	- investičné náklady pri starom spôsobe [Kčs]
k_o	- koeficient opráv [1]
k_t	- koeficient prepočtu na etalónny traktor [1]
N_n	- prevádzkové náklady pri novom spôsobe [Kčs.rok ⁻¹]
N_s	- prevádzkové náklady pri starom spôsobe [Kčs.rok ⁻¹]
$^{1}N_{min, et}$	- minimálne náklady na hodinu nasadenia etalónneho traktora [Kčs.h ⁻¹]
$^{1}N_{min, i}$	- minimálne náklady na hodinu nasadenia <i>i</i> -tého traktora [Kčs.h ⁻¹]
$^{1}N_t$	- priame náklady na hodinu nasadenia traktora [Kčs.h ⁻¹]
$^{1}N_{fp}$	- komplexný náklad na živú prácu [Kčs.h ⁻¹]
P_e	- efektívny výkon motora [kW]
q	- merná spotreba paliva [kg.kW ⁻¹ .h ⁻¹]
$S_{\Sigma, 1}$	- spotreba času pri strednej orbe traktora 4K2 [h.ha ⁻¹]
$S_{\Sigma, 2}$	- spotreba času pri strednej orbe traktorov 4K4 [h.ha ⁻¹]
$S_{\Sigma, et}$	- spotreba času pri strednej orbe etalónneho traktora [h.ha ⁻¹]
$S_{\Sigma, i}$	- spotreba času pri strednej orbe <i>i</i> -tého traktora [h.ha ⁻¹]

T_o	- doba amortizácie [rok]
T_s	- doba splatnosti investície [rok]
T_{09}	- ročné nasadenie [h]
U	- úrok [1]

Literatúra

- BARAM, CH. G.: Edinnaja sistema ukazatelej normativov mašinoispolzovanija. Mehan. i Elektr. social. sel. Choz., 1972, č. 7, s. 9-12.
- HEEGE, M. J.: Zur Ausnutzung von Landmaschinen. Landtechnik, 1983, č. 4, s. 148-154.
- LOM, F. et al.: Zemědělská technika. Praha, SZN 1971. s. 431.
- OLFE, G. - SCHÖN, H.: Schlepperbesatz und Schlepperverwendung bei unterschiedlichen betrieblichen Verhältnissen. Grundl. Landtechn., 32, 1982, č. 2, s. 59-66.
- STUDENÍK, B.: Vplyv výrobných podmienok na využitie traktorov. Zeměd. Techn., 34, 1988, č. 11, s. 651-660.
- ŠPELINA, M. et al.: Výzkum základních technicko-ekonomických předpokladů rozvoje zemědělské techniky. VÚZT Praha - Řepy, 1970.
- Zborník noriem času pre orby. Bratislava, Príroda 1986.

Došlo 12. 2. 1992

STUDENÍK, B. (Research Institute of Agricultural Engineering, Rovinka): *Determination of optimum annual operation engagement of tractors*. Zeměd. Techn., 38, 1992 (2): 85-93.

An optimum annual machine engagement of tractor is given by the limit engagement in which it is useful to own a machine equipment of a certain type. Optimum annual operation engagement of wheeled tractors manufactured in Czechoslovakia was determined by:

- costs per hour of operational engagement (Tab. I),
- coefficients of tractor's conversion to etalon tractor.

Costs of per hour engagement of the tractor were determined by equation 2 (costs of depreciation, adjustments, costs of credit, costs of fuels and live labour). The type Z-5211 of the tractor with engine power of 33.1 kW was chosen, and optimum annual engagement 900 hours was determined.

Coefficients of tractor's conversion to etalon tractor were determined according to the medium-deep tillage time normative ratio of etalon tractor and real tractor (equation 3). The etalon tractor was represented by the type Z-5211. When considering equal power output, the tractors with 4-wheel drive (4x4) showed considerably higher values of coefficient of conversion for etalon tractor in comparison with 2-wheel drive tractors - 4x2 (Fig. 2).

Optimum annual operation engagement of tractors in hours as depended upon the power output of the engine is given in Fig. 3. The limit of minimum annual engagement of 4-wheel drive is lower with identical engine power in comparison with 2-wheel drive tractors. In Czechoslovakia optimum price relations and exploitation indicators show tractors with the engine power ca 50 kW. These types of tractors have the lowest optimum annual engagement.

etalon tractor; coefficients of conversion of tractors to etalon tractor; optimum annual operational engagement of tractor

Adresa autora:

Ing. Bohumil Studeník, CSc., Výzkumný ústav poľnohospodárskej techniky, Rovinka, 900 42 Dunajská Lužná



**VÝHODNÝ LEASING
STROJŮ A ZAŘÍZENÍ
NEJEN PRO ZAČÍNÁJÍCÍ
PODNIKATELE**

ADEKO a. s. Vám nabízí

- ☐ kapitálovou účast v jiných podnikatelských subjektech
- ☐ společné podnikání
- ☐ poradenskou, konzultační a zprostředkovatelskou činnost v oboru ekologie
- ☐ investorskou a investiční činnost
- ☐ řešení odbytových potíží výrobcům a obchodním organizacím formou leasingového financování

**ADEKO a. s.
Slezská 7
120 56 Praha 2
tel.: 258 342
fax.: 207 229**



SEMETKO, J. (Vysoká škola poľnohospodárska, Nitra): *Ekologické podmienky parametrov traktora*. Zeméd. Techn., 38, 1992 (2): 95-100.

Parametre traktorov projektovaných, vyrábaných i dovážaných pre československé poľnohospodárstvo zohľadňovali v uplynulých desaťročiach najmä požiadavky na sústavné znižovanie potreby ľudskej práce, na rast produktivity práce. Parametre traktorov však musia zohľadňovať predovšetkým ekologické požiadavky. V práci je rozvedená metodika voľby základných parametrov traktora - jeho hmotnosti vrátane rozloženia hmotnosti a výkonu motora na základe prípustných merných tlakov jazdného ústrojenstva traktorov na pôdu. Z kontaktnej plochy pneumatík, dovolených trvalých deformácií pôdy a nosnosti pneumatík sa určili nápravné tlaky a výkon motora, účelne využiteľný hnacím ústrojenstvom traktora.

parametre traktora; hmotnosť; výkon; zaťaženie náprav; merné tlaky v pôde; prípustné a škodlivé utláčanie pôdy

Vysoký výskyt dusičnanov v poľnohospodárskych produktoch a v spodných vodách ukazuje na nesprávne cesty v intenzifikácii poľnohospodárskej výroby v uplynulých desaťročiach. Nadmernými dávkami umelých hnojív sa v praxi nahrádzali negatívne zásahy znižujúce výnosy plodín. V dôsledku nadmerného zhutnenia pôdy ťažkými mechanizačnými prostriedkami uvádzajú čiastkové výsledky výskumov u nás i vo svete 10 až 15% zníženie hektárových úrod plodín. Niektoré pramene uvádzajú, že za posledných 20 rokov došlo k zvýšeniu merných odporov pôd až o 100 %, v celoštátnom priemere o 33 % (S u š k e v i č , 1987). Analýzy ukazujú, že na tomto zvýšení merných odporov pôd má najväčší podiel nadmerné zhutňovanie pôdy vysokými mernými tlakmi pod kolesami ťažkých strojov a nízky podiel organickej hmoty v pôde.

Výsledky nášho výskumu aj niektoré dostupné literárne pramene vymedzujú nasledovné ekologické požiadavky na parametre traktorov:

- znížiť merné tlaky kolies z doterajších 300 na 150 (100 kPa);
- diferencovanou dopravou vylúčiť z poľa ťažké cestné automobily - s vysokými mernými tlakmi pod kolesami;
- poľnú dopravu riešiť poľnými vozidlami s terra pneumatikami, prípadne kontajnermi a univerzálnymi traktormi;
- viac rozšíriť univerzálne traktory s ponukou aj ekonomických prevedení (bez regulácie trojbodového závesu, klimatizácie a pod.);
- orbu zabezpečovať traktormi výkonu 120 až 200 kW a postupne odstrániť trvalé deformácie pôdy aj z podorníčnej vrstvy;
- minimalizovať preklz hnacích kolies doťažovaním len po dovolenú hranicu a využívať meniteľnú šírku záberu náradia (aj pluhu) pre optimalizáciu ťahového režimu;
- ťahový režim traktora a pracovný režim motora optimalizovať automatickým radením prevodov pod zaťažením;
- informačné systémy o hospodárnosti prevádzky rozšíriť na riadiace systémy s palubným počítačom vrátane automatického vedení traktora (napr. v brázde);

- zväčšiť rozsah minimalizačných technológií - jedným prejazdom seja, hnojenie, postrek (napr. do strniska po kukurici);
- na želanie zabezpečiť predný trojbodový záves, predný vývodový hriadeľ a dvojsmerný traktor;
- eliminovať nerovnomernosť dotykových podmienok pod ľavými a pravými kolesami traktora automatickou uzávierkou diferenciálu;
- zabezpečovať kompletne súpravy strojov pre jednotlivé výrobné podmienky s využívaním ich proporčialnej samoregulačnej schopnosti.

MATERIÁL A METÓDA

Pri vymedzení požiadaviek na orbový traktor pre kontinentálne klimatické podmienky československého poľnohospodárstva (orba aj pri vlhkosti pôdy nad 25 %) vychádzajme z nutnosti jazdy prvými kolesami v brázde. Na vlhkej pôde je orbová súprava smerovo nestabilná a jej jazda mimo brázdy neudržateľná. V praxi potom jazda v brázde aj traktory K-700 (701), čím jednou radlicou zoranú pôdu zošlapú a zvýši sa aj spotreba paliva (zmenou záberu a vyosením náradia). Smerová nestabilita orbových súprav vzhľadom k premenlivému odporu sa prejavuje aj na suchej pôde a nemáu námahu vynaložia vodiči aj pri udržiavaní traktora v brázde.

Objektívna nutnosť jazdy traktora v brázde obmedzuje dovoleným merným tlakom maximálny výkon traktora a merný tlak pod kolesom sa šíri do podorníčia. Suškevič (1987) uvádza, že len do tlaku 100 kPa môžeme počítať s vratnými zmenami v pôde. Tlak 150 kPa sa prejavuje do hĺbky 0,35 až 0,40 m a vratná zmena je obvykle ešte v hĺbke 0,10 až 0,15 m pod kolesom. To znamená, že za kolesami traktora je potrebné kypriť aj spodok brázdy do hĺbky 0,1 m.

Z prípustného merného tlaku 150 kPa a možných rozmerov pneumatiky (šírka 0,4 m daná šírkou brázdy, priemer daný najmä možnosťou vytáčania vodiacich kolies) môžeme určiť dovolené dynamické zaťaženie hnacích kolies. Podľa upravenej závislosti autorov B a r t o š et al. (1962) určíme elipsovitú plochu stopy kola na poddajnej podložke S pomocou šírky pneumatiky b , z menovitého r_m a dynamického polomeru r_d podľa vzťahu:

$$S = \frac{\pi}{2} b \sqrt{r_m^2 - r_d^2} \quad [\text{m}^2] \quad [1]$$

Dovolené zaťaženie hnacieho kola Y_h je funkciou merného tlaku dosadacej plochy q a jej veľkosti S :

$$Y_h = \frac{\pi}{2} b \cdot q \sqrt{r_m^2 - r_d^2} \quad [\text{N}] \quad [2]$$

VÝSLEDKY

Pre pneumatiku 18,4/15-34, ktorá je ešte použiteľná v brázde širokej 0,4 m, a pre merný tlak 150 kPa vychádza dovolené zaťaženie jednej zadnej pneumatiky pri jej hustení na 140 kPa:

$$Y_{h1z} = \frac{3,14}{2} \cdot 150 \cdot 10^3 \cdot 0,467 \sqrt{0,8128^2 - 0,7828^2} = 24,045 \text{ kN} \quad [3]$$

Pričom dovolená katalógová hmotnosť na túto pneumatiku je 2220 kg pri plnení vzduchom na 110 kPa, čo je pri 15% dovolenom preťažení 2553 kg, t.j. o 1 kN viac ako dovolené zaťaženie z prípustného merného tlaku na pôdu (rezerva nosnosti).

Maximálny výkon motora, ktorý je schopná táto jedna zadná pneumatika preniesť (P_{elz}) pri optimálnom ťahovom režime (ťahová účinnosť $\eta_{to} = 0,65$, preklz $\delta = 15 - 20\%$, súčiniteľ záberu $\mu_o = 0,55$ a súčiniteľ valivého odporu $f = 0,08$) pri optimálnej pracovnej rýchlosti $v_o = 2 \text{ m.s}^{-1}$, určíme zo vzťahu

$$P_{elz} = \frac{Y_{h1} (\mu_o - f) \cdot v_o}{\eta_{to}} = \frac{24,045 (0,55 - 0,08) \cdot 2}{0,65} = 34,773 \text{ kW} \quad [4]$$

Ak uvažujeme so súčiniteľom využitia výkonu motora $\epsilon_m = 0,8 - 0,9$, ako s rezervou na zaťaženie zvýšené náhodne premennými podmienkami, prácou na miernom svahu a najmä pre lepšiu hospodárnosť režimu pri čiastočnom zaťažení motora, potom efektívny výkon motora traktora s pohonom dvoch zadných kolies P_{e4K2} je:

$$P_{e4K2} = 2 \frac{Y_{h1z} (\mu_o - f) \cdot v_o}{\eta_{to} \cdot \epsilon_m} = 77,27 - 86,93 \text{ kW} \quad [5]$$

Uvažované optimálne dotykové podmienky pod kolesami v špičkách poľnohospodárskych prác neprevyšujú. Pre naše klimatické podmienky by sa preto traktory s výkonom motora nad 75 kW mali len na želanie dávať do poľnohospodárstva bez pohonu predných kolies.

Pre malé požadované merné tlaky pod kolesami traktorov nie je vhodná unifikácia orbových traktorov s pohonom dvoch a štyroch kolies (4K2 a 4K4). Pre traktory s pohonom predných natáčajúcich sa kolies je vhodné použiť na tieto kolesá pneumatiky z traktorov nižšej výkonnostnej triedy (UR I), napr. 16,9/14-28. Z prípustného merného tlaku podľa vzťahu [2] je dynamické zaťaženie tejto prednej pneumatiky (Y_{h1p}) 14,705 kN. Katalógom udávaná najvyššia dovolená hmotnosť je 1840 kg pri plnení na tlak 130 kPa. Potom výkon motora (P_{e4K4}) určíme pre orbový traktor s pohonom všetkých (menších predných) kolies obdobne ako vo vzťahu [5]:

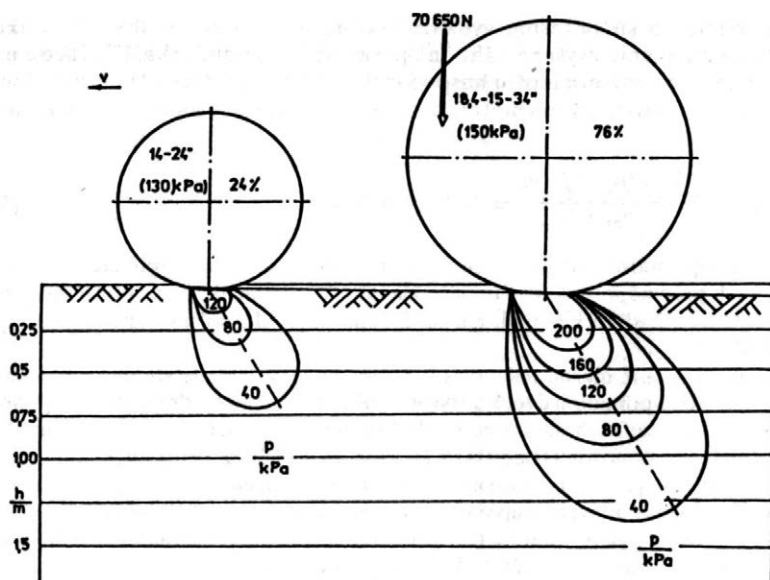
$$P_{e4K4} = P_{e2p} + P_{e2z} = 2 \frac{(Y_{h1p} + Y_{h1z}) \cdot (\mu_o - f)}{\eta_{to} \cdot \epsilon_m} = 124,52 - 140 \text{ kW} \quad [6]$$

Takéto dynamické zaťaženie náprav (29,4/48,9 kN) traktora pri hlbkej orbe s pluhom obdobných parametrov, ako je napr. pluh 6-PHX-1-H-P1 o hmotnosti 2340 kg, si vyžaduje netradičné rozloženie hmotnosti traktora na jednotlivé nápravy. Riešenia ukázali, že je potrebné rozloženie hmotnosti 71,5/28,5 %, t.j. statické zaťaženie náprav 42,8/17,1 kN, opačne ako majú napr. dnešné traktory UR II. Dynamickým prenosom tiaže, silovým pôsobením náradia sa zmení rozloženie na 37,5/62,5 %, to znamená v pomere nosnosti pneumatík a pre dovolený merný tlak v brázde. Predné pneumatiky však bude potrebné plniť na tlak 175 kPa (ich nosnosť pri 170 kPa je 42,67 kN).

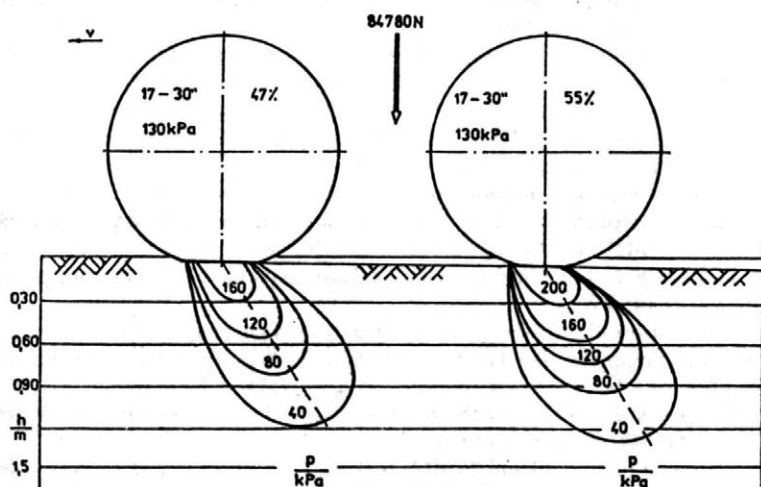
To si vyžaduje umiestnenie motora pred prednou nápravou, zúženie prevodovej skrine v mieste pre vytočenie predných kolies a prepojenie rozvodovky so zadným mostom kľbovým hriadeľom. Osobitné riešenie umožní použiť na prednú nápravu aj pneumatiky 18,4/15-28, čo bude mať za následok ďalšie zvýšenie výkonu motora podľa vzťahu [6] na 130 až 145 kW.

Pri klasickom usporiadaní adaptovaného traktora 4K4 (napr. Z-16045) nezabezpečíme ekologickú požiadavku tlakov v pôdnych vrstvách pod jeho kolesami pri orbe s klasickým pluhom - bez členenia pluhu pred a za traktor. Nepriaznivý priebeh merných tlakov pod kolesami orajúceho traktora Z-16145, vypočítaný podľa metódy autora Š o h n e (1951), je zrejmy z obr. 1.

Traktor s prednými pneumatikami 16,9/14-28 o výkone motora 125 až 140 kW splní požiadavky na hlbokú orbu 0,27 m so šesťradličným pluhom o pracovnom zábere 2,15 m, rýchlosti orby $2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, pri technickej výkonnosti súpravy $1,55 \text{ ha} \cdot \text{h}^{-1}$ a pri mernom odpore pôdy 63 kPa. Ťažšia pôda s merným odporom 80 kPa si žiada päťradličný pluh o pracovnom zábere 1,8 m a pri rýchlosti $2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Potom klesne technická výkonnosť súpravy na $1,3 \text{ ha} \cdot \text{h}^{-1}$ aj s výkonnejším traktorom (130 až 145 kW).



1. Vypočítané priebehy merných tlakov pod kolesami orajúceho traktora Z-16145 - The calculated specific pressures under the wheels of tractor Z-16145 during ploughing



2. Vypočítané priebehy merných tlakov pod kolesami orajúceho traktora ŠT-180 N - The calculated specific pressures under the wheels of tractor ŠT-180 N during ploughing

Vyššiu výkonnosť dosiahneme s traktorom, ktorý má poháňané štyri rovnaké kolesá (4K4). Prípustné zaťaženie kolesa v brázde pre pneumatiku 18,4/15-38 v zmysle vzťahu [2] je 24,81 kN. Výkon motora pre takýto orbový traktor (P_{e4K4}) určíme obdobne ako vo vzťahu [6]:

$$P_{e4K4} = P_{e2p} + P_{e2z} = \frac{4 \cdot Y_{h1} (\mu_o - f) \cdot v}{\eta_{to} \cdot \epsilon_m} = 185 - 208 \text{ kW} \quad [7]$$

Tento traktor pracuje optimálne v hlbkej orbe 0,27 m pri mernom odpore pôdy 60 kPa s osemradličným pluhom a dosahuje technickú výkonnosť 2,066 ha.h⁻¹. Ťažkú pôdu s merným odporom 96 kPa pri hĺbke 0,27 m orie optimálne s päťradličným pluhom pri pracovnej rýchlosti 2 m.s⁻¹, ale dosiahne technickú výkonnosť len 1,55 ha.h⁻¹.

V záujme vysokej výkonnosti traktorovej súpravy a malých tlakov na pôdu musíme využívať čo najväčšie prípustné (priemerom a šírkou) pneumatiky, napr. ľahača ŠT-180; spôsobujú pri orbe síce menšie utlačenie pôdy ako zadné pneumatiky traktora Z-16145, ale nepriaznivo utužujú podorníciu, ako vyplýva z priebehov merných tlakov vypočítaných podľa metódy autora Š o h n e (1951) - obr. 2.

DISKUSIA

Uvedenú metódu teoretického určovania parametrov traktora sme overili primeranými experimentami s kontinuálnym meraním síl, momentov a rýchlostí na všetkých kolesách, preklzu, odporu náradia, spotreby paliva i pôdných podmienok (S e m e t k o, 1985).

U traktora Z-16145 s pluhom 6-PHX-35 sme namerali odľahčenie prednej nápravy až na 10 kN a doťaženie zadnej nápravy o 80 kN. Násobné prekročenie najvyššie dovoleného zaťaženia zadných pneumatík spôsobovalo ich časté praskanie. Výsledky ukazujú, že je problém zadné nápravy u orbových traktorov nepreťažovať (požadujeme statické zaťaženie 71/29 %) a toto opodstatnenie stráca regulačný systém trojbodového závesu. Prípustný merný tlak nedovoľuje kolesá traktora doťažovať, čo v primeranom rozsahu zabezpečí so zvýšeným odporom náradia jeho samoregulačná schopnosť.

Agrotechnicky požadovanú hĺbku orby návesný pluh zabezpečí obdobne ako príviesny pluh. Terén je vpredu kopírovaný zadnými kolesami traktora a vzadu oporným kolesom pluhu. Požadovaná hĺbka orby sa dá ľahko nastaviť ako konštantná, a to mechanickými dorazmi zdvíhacích ramien trojbodového závesu a polohou zadného oporného kolesa pluhu. Vodiči si takto v praxi obsluhu zjednodušujú; na úvrtiach pluh zdvihnú a po otočení súpravy pluh spustia a ten sa zachytí o dorazy. Takto síce nevyužijeme časť hmotnosti pluhu i zeminy k ďalšiemu doťaženiu hnacích kolies traktora a k zníženiu preklzu i mernej spotreby paliva regulačným systémom trojbodového závesu (ktorý tiež odoberá časť energie), ale nemôžeme si dovoliť doťažovať preťažené kolesá.

ZÁVER

Teoretické a experimentálne výsledky vyžadujú umiestnenie časti pluhu aj pred traktorom s menšími prednými kolesami (4K4) pre jazdu v brázde. Pre ďalšiu prípravu pôdy je technicky i ekonomicky výhodnejšia dvojmontáž ako použitie terra pneumatík. Požadované rozloženie hmotnosti (70/30 %) je ťažké riešiť umiestnením motora pred prednú nápravu a rámovou konštrukciou. Regulačný systém trojbodového závesu montovať len na želanie. Orbové súpravy je potrebné zabezpečiť pre orbu domácou sériovou výrobou.

Traktor so štyrmi rovnakými kolesami so zľamovacím rámom nie je vhodný pre svahovité pozemky ČSFR (zhoršená stabilita pri otáčaní). Naproti tomu natáčanie všetkých štyroch rovnakých kolies je zase nákladné riešenie.

BARTOŠ, J. - KOVÁČIK, J. - ZELENKA, J.: Možnosti využití nových typů pneumatik pro zemědělské stroje. Zeměd. Techn., 8, 1962, č. 4, s. 211-215.

SEMETKO, J.: Výpočet ťahových a energetických vlastností traktorů a ich súprav počítačom. Acta technol. agric. Univ. agric. Nitra, XXV, 1985, s. 125-145.

SÖHNE, W.: Das mechanische Verhalten des Ackerbodens bei Belastungen unter rollenden Rädern so wie bei der Bodenbearbeitung. Grundle. Landtechn., 1, 1951, č. 3, s. 87-94.

SUŠKEVIČ, M.: Zhutňovámí půd - vážný problém našeho zemědělství. Úroda, 35, 1987, č. 4, s. 14-19.

Dolno 31. 12. 1991

SEMETKO, J. (University of Agriculture, Nitra): *Ecological conditions in relation to tractor parameters*. Zeměd. Techn., 38, 1992 (2): 95-100.

The parameters of tractors must above all correspond to ecological demands. Out of such ecological requirements related to tractor parameters, the decrease of specific pressures under tractor wheels to 150 or 100 kPa are specifically dealt with in the study. Also solved are the demands for avoiding the permanent deformation in the under top soil layer with the help of deep loosening and through keeping the permitted specific pressures also at the level of furrow bottom. This is based on the fact that ride of tractor wheels in furrows is necessary due to the lack of direction stability of the tractor at soil humidity higher than 25 % and at uneven surfaces. The findings stating that it is possible to rely on reversible changes in soil only up to the specific pressure of the 100 kPa are discussed. This specific pressure can be recorded in the soil to the maximum depth of 0.35 - 0.4 m.

The permitted dynamic wheel load can be calculated from the permitted specific pressure (150 kPa) and from the tyre dimensions (width 0.4 m according to furrow width and diameter determined mainly by the rotating capacity of leading wheels). The elliptic wheel track expressed by relation [1] and the permitted specific soil pressure determine the permitted load on driving wheels - relation [2]. For the tyre dimensions 18.4/15-34 and specific pressure 150 kPa, the permitted load per one tyre is 24 kN, relation [3]. The permitted load on tyres and tractor axle at optimum traction regime, at 15 - 20 % wheel slippage, 0.55 width coefficient, 65 % traction efficiency and at 2 m.s⁻¹ optimum tillage working speed, the motor output for one wheel is 34.7 kW - relation [4]. In order to reach 85 % utilization, the motor output in 4K2 should equal to 86.93 kW - relation [5]. In tractors with four wheels of the same size and 18.4/15-38 tyre dimension, at 80 - 90 % capacity utilization, 185 - 208 kW motor output should be reached - relation [7].

In tractors with drive of front rotating wheels with tyre dimension limited to for instance 16.9/14-28, the output permitted from the aspect of ecology is 124 - 140 kW - relation [6]. In compliance with the permitted specific pressures, 72 % of weight should be supported by the front axle in the 4K4 tractor with smaller front wheels.

The ecological requirements of low specific pressure present a need for a completely new tractor, either with largest possible four wheels of the same size, because in case of smaller wheels (Fig. 2) the excessive specific pressure affects deeper soil layers. The tractors with smaller rotating wheels for the 72/28 % required weight distribution should have mounted and rear mounted ploughs for the dynamic load of tractor axes of 37/63 %. Tractors constructed differently, with motor placed under front axle, with narrowed down space for the rotation of large front wheels would lose their universal use. Tractors without mounted and rear-mounted ploughs cause soil compaction, as shown in Fig. 1. These ecological requirements regarding the proportionate distribution of weight of tractor or tractor and plough set and on the motor output need to be considered already during the process of projection and construction, in order to prevent any misinterpretation of these parameters.

tractor parameters; weight; output; axle load; specific pressures in soil; permitted and harmful soil compaction

Adresa autora:

Doc. ing. Jozef Semetko, DrSc., Vysoká škola poľnohospodárska, Kalvária 17, 949 76 Nitra

ZTRÁTY PRODUKCE CUKROVKY ZAVINĚNÉ PROSTOJI SKLIZŇOVÉ TECHNIKY VLIVEM PROVOZNÍCH PORUCH

J. Kochan

KOCHAN, J. (Vysoká škola zemědělská, Praha): *Ztráty produkce cukrovky zaviněné prostoji sklizňové techniky vlivem provozních poruch*. Zeměd. Techn., 38, 1991 (2): 101-112.

Z hlediska ztrát je sklizeň cukrovky jedním z nejcitlivějších období v celé technologii výroby cukru u nás. Vedle přímých ztrát řepné hmoty dochází k nepřímým ztrátám, které jsou výrazně závislé na okamžiku zahájení sklizně a její délce. Producentů cukrovky se nepřímé ztráty dotýkají zejména ve dvou oblastech: v množství techniky pro zvládnutí daného objemu sklizňových prací v optimálních termínech a v úrovni zabezpečování její provozní spolehlivosti při nasazení. V práci jsou uvedeny základní vztahy a algoritmus pro výpočet těchto ztrát v závislosti na době sklizně a technické pohotovosti sklízeců. Podkladem pro výsledné závislosti ztrát byly údaje z šetření o vývoji technologické jakosti cukrovky v období před sklizněmi za desetileté období let 1978 až 1988.

sklizeň cukrovky; doba sklizně; ztráty při sklizni; technická pohotovost sklízeců

Sklizeň a návazně skladování cukrovky na meziskládkách jsou u nás, pokud jde o výskyt ztrát, nejcitlivějšími články v celé technologii výroby cukru. Vedle přímých ztrát řepné hmoty, které se v závislosti na typu sklizňové techniky, použité technologii a sklizňových podmínkách pohybují ve středním rozmezí 5 až 24 %, dochází při samotné sklizni zejména k neúměrnému poškození bulv. Mechanické poškození spolu se vzrůstem teplot na meziskládkách ovlivňuje intenzitu „dýchání“, při kterém dochází ke spalování sacharózy a výskytu plísní a bakterií, což je přirozeně dalším zdrojem přímých ztrát.

Neméně důležitými ztrátami, které lze označit za nepřímé, jsou ztráty výnosu biologického charakteru, výrazně ovlivnitelné termínem zahájení sklizně a její délkou. Bulva (podle středních hodnot z víceletého sledování) přirůstá na podzim v průměru o 2,5 až 3,2 g za den a přírůstek cukru činí cca 0,4 až 1,5 g. Se snižováním denních teplot a s klesající intenzitou slunečního svitu se dále přírůstky snižují a při teplotách v rozmezí +5 až +6 °C se růst zastavuje a v bulvě začínají převažovat katabolické pochody nad anabolickými, tj. ztráty cukru způsobené dýcháním převyšují biosyntézu sacharózy (přírůstky cukru při probíhající fotosyntetické asimilaci). Časový posun okamžiku zahájení sklizně, tj. prodloužení vegetační doby v poslední fázi růstu, se tedy obecně pozitivně promítá nejen do přírůstku hmotnosti bulv, ale i do přírůstku cukernatosti (vzrůstá výnos polarizačního cukru). Fyziologicky vyzářejší řepa je i technologicky jakostnější v konečném zpracování, má větší výtěžnost. Růst se zastavuje, poklesnou-li denní teploty pod +5 až 6 °C, což je v našich řepářských oblastech přibližně v poslední dekádě října.

Zahájení sklizně až po tomto okamžiku, tj. po úplném fyziologickém vyzáření, by přirozeně bylo ideální, avšak s ohledem na celkovou výměru sklizně, počty, výkonnost a technickou pohotovost disponibilní sklizňové techniky je nutné zahájit sklizeň dříve, než sklizená cukrovka dosáhne úplné fyziologické zralosti, neboť po uplynutí určitého časového období (kdy jsou ztráty biologického výnosu nulové) naopak rychle roste

pravděpodobnost ztrát veškeré ještě nesklizené úrody vlivem zhoršujících se sklizňových podmínek klimatického charakteru. Časový předstih okamžiku zahájení sklizně musí být tedy korigován nejen vzhledem k disponibilní výkonnosti sklizňových souprav, očekávaným klimatickým poměrům a celkové výměře sklizně, ale i s ohledem na technickou pohotovost nasazených strojů. Musí být tím větší, čím menší bude technická pohotovost, což zpětně ovlivňuje ztráty sklizně tohoto charakteru.

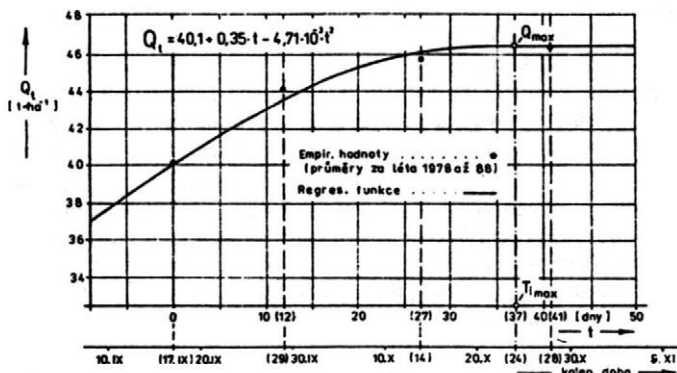
MATERIÁL A METODA

Výchozím podkladem práce jsou údaje o vývoji technologické jakosti cukrovky v ČR za desetileté období, které jsou zjišťovány pravidelnými kontrolními odběry před každou sklizní (Z a h r a d n í č e k, 1988) - tab. 1. Průběh vývoje výnosu na hektar v závislosti na době byl matematicky popsán regresní funkcí typu kvadratického trojčlenu (obr. 1). Při zvoleném počátku nula na den 17. IX. nabývá funkce tvaru

1. Vývoj technologické jakosti cukrovky v průměru za období let 1978 až 1988 (střední počet jedinců na 1 ha = 74 000 ks) - Development of technological quality of sugar beet on average over the years 1978 to 1988 (mean number of individuals per 1 hectare = 74,000 individuals - approx.)

Datum ¹	Hmotnost bulvy ² (g)	Cukernatost ³ %	Výnos polarizovaného cukru ⁴ t.ha ⁻¹	Škodlivý ⁵ N %	Popel ⁶ %
29. 7.	234	10,81	1,94	0,043	0,82
12. 8.	338	11,65	2,91	0,041	0,72
26. 8.	440	12,52	4,07	0,042	0,68
17. 9.	542	13,51	5,32	0,041	0,64
29. 9.	596	14,32	6,16	0,040	0,60
14. 10.	620	14,83	7,18	0,039	0,57

¹date, ²root weight, ³sugar content, ⁴yield of polarized sugar, ⁵harmful, ⁶ashes



1. Vývoj výnosu cukrovky v období před sklizní stanovený z průměrných hodnot desetiletého období let 1978 - 1988 - Development of sugar beet yield in the time before settled on the basis of average values of ten-year period 1978 - 1988; * empiric values (averages over the years 1978 to 1988), ___ regression function

$$Q_t = 40,1 + 0,35 \cdot t - 4,71 \cdot 10^{-3} \cdot t^2 \quad [\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}] \quad [1]$$

kde: t - doba ve dnech

Pro zjednodušení dalších výpočtů a obecné využití závislosti při rozdílných výchozích výnosech byly provedeny dvě matematické operace:

- počátek funkce [1] byl transformován do bodu $T_{i_{\max}}$ ($= 37$ dnů), tj. do okamžiku, kdy je dosahován v průměru maximální biologický výnos;
- byly stanoveny poměrné ztráty produkce, které vyjadřují ztráty produkce z jednotkové plochy k maximálnímu výnosu z téže plochy v závislosti na čase podle vztahu

$$\Delta Q_k = \frac{Q_{\max} - Q_t}{Q_{\max}} = \frac{Z_p}{Q_{\max}} \quad [2]$$

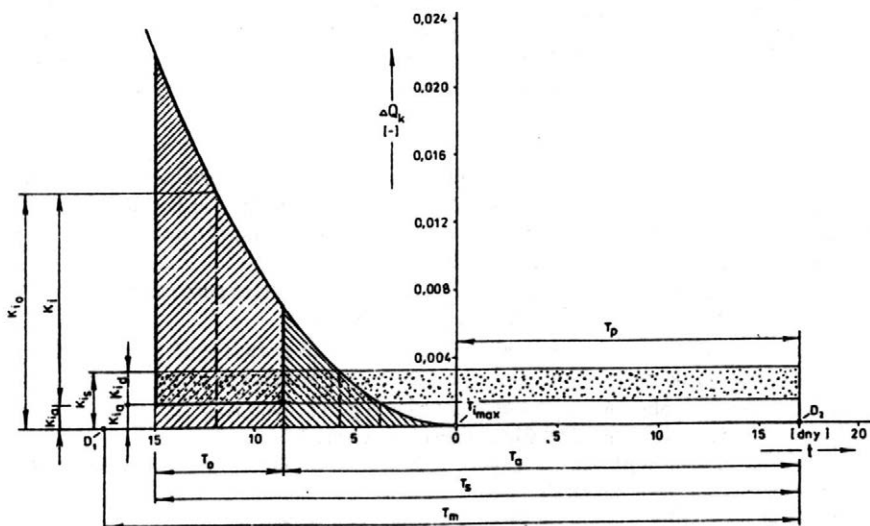
kde: $Q_{\max} = 46,6 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$

Regresní závislost poměrných ztrát pak nabývá tvaru:

$$\Delta Q_k = -3,6 \cdot 10^{-5} \cdot t + 1,01 \cdot 10^{-4} \cdot t^2 \quad [3]$$

kde: t - doba ve dnech

Průběh této závislosti (s některými dalšími údaji) je znázorněn na obr. 2. Body D_1 a D_2 vymezují mezní období sklizně T_m . Symbolem T_p je označeno nejpříznivější období pro sklizeň, které je charakterizováno nulovými biologickými ztrátami produkce. V období mezi D_1 a $T_{i_{\max}}$, tj. k okamžiku získání maximální sklizně $Q_{\max}$ obecně dochází k ukončení vegetace a posílení biologických vlastností cukrovky. Model na obr. 2 představuje nejčtenější případ vyskytující se v praxi, kdy nedochází k prodloužení sklizně za okamžik D_2 . T_a představuje kumulovanou dobu provozu sklizňové soupravy za sezónu, na kterou je vztažena normovatelná výkonnost, T_o pak kumulovanou dobu prostojů z technických příčin.



2. Schéma k vyjádření středních poměrných ztrát produkce cukrovky v závislosti na době sklizně a technické pohotovosti sklizečů - The scheme, expressing average relative losses of production of sugar beet as dependent upon the time of the harvest and technical readiness of harvesters; x axis - days

Celkové ztráty sklizně biologického charakteru za období T_s budou pak rovny:

$$Z_{p_{cel}} = Q_{pl} \cdot W_{sez} \cdot K_{i_s} = Q_{pl} \cdot W_h \cdot K_p \cdot T_s \cdot t_d \cdot K_{i_s} \quad [t.sez^{-1} \cdot stroj^{-1}] \quad [4]$$

Ztráty sklizně za období T_a (bez vlivu prostojů) budou rovny:

$$Z_{p_a} = Q_{pl} \cdot W_{sez} \cdot K_{i_a} = Q_{pl} \cdot W_h \cdot t_d \cdot T_a \cdot K_{i_a} \quad [t.sez^{-1} \cdot stroj^{-1}] \quad [5]$$

Ztráty připadající na vrub prostojů sklizňové soupravy z technických příčin budou rovny rozdílu těchto ztrát:

$$Z_{p_{c_d}} = Z_{p_{cel}} - Z_{p_a} = Q_{pl} \cdot W_h \cdot t_d \cdot T_a \cdot (K_{i_s} - K_{i_a}) \quad [t.sez^{-1} \cdot stroj^{-1}] \quad [6]$$

přičemž střední poměrné ztráty K_{i_s} za období T_s jsou rovny

$$K_{i_s} = \frac{\int_0^{T_s - T_p} \Delta Q_k \cdot dt}{T_s} \quad [7]$$

a střední poměrné ztráty K_{i_a} za období T_a

$$K_{i_a} = \frac{\int_0^{T_a - T_p} \Delta Q_k \cdot dt}{T_a} \quad [8]$$

Soubor základních vztahů k vyjádření celkových a doplňkových ztrát (z technických prostojů) biologického charakteru vztahených na hodinu nasazení a provozu a na hodinu prostoje uvádí tab. II. S ohledem na požadovanou přesnost výsledků lze pro popis průběhu poměrných ztrát produkce v závislosti na čase ($\Delta Q_k = f(t)$) volit typ regresní funkce. Výsledné vztahy pro střední poměrné ztráty K_{i_s} , K_{i_a} , K_{i_d} a K_i při volbě některých jednoduchých regresních funkcí matematického popisu závislosti $\Delta Q_k = f(t)$ jsou uvedeny v tab. III.

VÝSLEDKY

Výsledky, tj. průběhy celkových a doplňkových ztrát (ztrát zapříčiněných prostoji sklizečů z technických příčin) vč. sezónní výkonnosti a ztráty vztahené na hodinu nasazení, provozu a prostoje sklizňových souprav v závislosti na jejich technické pohotovosti, jsou prezentovány na připojených grafech z dvojího pohledu:

- a) při úvaze konstantního okamžiku zahájení sklizně a dodržení celkové doby sklizně $T_s = \text{konst.}$ (při měnícím se součiniteli pohotovosti K_p);
- b) při měnícím se okamžiku zahájení sklizně a dodržení požadované provozní doby $T_a = \text{konst.}$ na sklizňovou soupravu (při měnícím se součiniteli pohotovosti K_p).

Výchozí závislosti obou úvah je průběh středních poměrných ztrát $\Delta Q_{stf.}$ v závislosti na okamžiku zahájení sklizně, který je znázorněn na obr. 3.

Zahájí-li se sklizeň v případě úvahy a), např. 6. X., budou střední poměrné ztráty sklizně v závislosti na součiniteli pohotovosti K_p konstantní a rovny $\Delta Q_{stf.} = K_{i_s} = 0,0054432$ (K_{i_s} představuje podíl ztrát v t.ha⁻¹ k celkovému biologickému výnosu v t.ha⁻¹ za období sklizně T_s). K_{i_s} je tedy funkcí okamžiku zahájení sklizně, průběhu přrůstku hmotnosti bulev v poslední fázi růstu, délky sklizňového období T_s a období T_p . Celkové ztráty na hektar $Z_{p_{cel}} = Q_{pl} \cdot K_{i_s}$ při zahájení sklizně např. 6. X. budou v takto uvažovaném případě, v závislosti na K_p , rovněž konstantní. V závislosti na souči-

II. Základní vztahy k vyjádření biologických ztrát sklizené produkce v závislosti na době sklizně, výkonnosti a prostojích sklizňových strojů z technických příčin - Basis relationships to express biological losses of harvested production in dependence on the time of harvest, performance and standing time of harvesters for technical reasons

Druh ztrát ¹	Matematické vyjádření příslušného druhu za období sklizně ⁶			
	za sezónu na stroj ⁷ [t.sez ⁻¹ ·stroj ⁻¹]	na hodinu nasazení ⁸ ($T_s \cdot t_d$) [t.h ⁻¹]	na hodinu provozu ⁹ ($T_o \cdot t_d$) [t.h ⁻¹]	na hodinu prostoje ¹⁰ ($T_o \cdot t_d$) [t.h ⁻¹]
Ztráty celkové za období T_s ²	$Z_{pcel} =$ $= Q_{pl} \cdot W_{sez} \cdot K_{is} =$ $= Q_{pl} \cdot W_d \cdot K_p \cdot T_s \cdot K_{is} =$ $= Q_{pl} \cdot W_h \cdot t_d \cdot K_p \cdot T_s \cdot K_{is} =$ $= Q_{pl} \cdot W_h \cdot t_d \cdot T_a \cdot [K_{is} + K_{id}] =$ $= Q_{pl} \cdot W_h \cdot t_d \cdot T_a \cdot [K_{is} + (1 - K_p) \cdot K_i] =$ $= Q_{pl} \cdot W_h \cdot t_d \cdot K_p \cdot [T_a \cdot K_{is} + T_o \cdot K_{io}]$	$Z_{pcn} =$ $= Q_{pl} \cdot W_h \cdot K_p \cdot K_{is} =$ $= Q_{pl} \cdot W_h \cdot K_p \cdot [K_{is} + K_{id}] =$ $= Q_{pl} \cdot W_h \cdot K_p \cdot [K_{is} + (1 - K_p) \cdot K_i] =$ $= Q_{pl} \cdot W_h \cdot K_p \cdot [K_p \cdot K_{is} + (1 - K_p) \cdot K_{io}]$	$Z_{pcp} =$ $= Q_{pl} \cdot W_h \cdot K_{is} =$ $= Q_{pl} \cdot W_h \cdot [K_{is} + K_{id}] =$ $= Q_{pl} \cdot W_h \cdot [K_{is} + (1 - K_p) \cdot K_i] =$ $= Q_{pl} \cdot W_h \cdot K_p \cdot [K_{is} + \frac{1 - K_p}{K_p} \cdot K_{io}]$	$Z_{pco} =$ $= Q_{pl} \cdot W_h \cdot \frac{K_p}{1 - K_p} \cdot K_{is} =$ $= Q_{pl} \cdot W_h \cdot \frac{K_p}{1 - K_p} \cdot [K_{is} + K_{id}] =$ $= Q_{pl} \cdot W_h \cdot K_p \cdot [\frac{K_{is}}{1 - K_p} + K_i] =$ $= Q_{pl} \cdot W_h \cdot K_p \cdot [\frac{K_p \cdot K_{is}}{1 - K_p} + K_{io}]$
Z toho - ztráty za období T_o (bez ztrát vlivem prostojů) ³	$Z_{po} = Q_{pl} \cdot W_{sez} \cdot K_{is} =$ $= Q_{pl} \cdot W_h \cdot t_d \cdot T_a \cdot K_{is}$	$Z_{pon} = Q_{pl} \cdot W_h \cdot K_p \cdot K_{is}$	$Z_{pop} = Q_{pl} \cdot W_h \cdot K_{is}$	$Z_{poo} = Q_{pl} \cdot W_h \cdot \frac{K_p}{1 - K_p} \cdot K_{is}$
- ztráty doplňkové, započítané prostoji vlivem provozních poruch ⁴	$Z_{pd} = Z_{pcel} - Z_{po} =$ $= Q_{pl} \cdot W_{sez} \cdot [K_{is} - K_{is}] =$ $= Q_{pl} \cdot W_h \cdot t_d \cdot T_a \cdot K_{id} =$ $= Q_{pl} \cdot W_h \cdot t_d \cdot T_a \cdot (1 - K_p) \cdot K_i$	$Z_{pcn} = Q_{pl} \cdot W_h \cdot K_p \cdot K_{id} =$ $= Q_{pl} \cdot W_h \cdot K_p \cdot (1 - K_p) \cdot K_i$	$Z_{pdp} = Q_{pl} \cdot W_h \cdot K_{id} =$ $= Q_{pl} \cdot W_h \cdot (1 - K_p) \cdot K_i$	$Z_{pdo} = Q_{pl} \cdot W_h \cdot \frac{K_p}{1 - K_p} \cdot K_{id} =$ $= Q_{pl} \cdot W_h \cdot K_p \cdot K_i$
Východí závislosti ⁵	a) $K_p = \frac{T_a}{T_a + T_o} = \frac{T_a}{T_s}$ $\frac{T_o}{T_s} = 1 - K_p ; \frac{T_a}{T_o} = \frac{K_p}{1 - K_p}$ b) $T_s \cdot K_{id} = T_o \cdot K_i$ $T_s \cdot K_{is} = T_a \cdot K_{is} + T_o \cdot K_{io}$ c) $K_{is} = K_{is} + K_{id} = K_{is} + K_i \cdot (1 - K_p)$ $K_{io} = K_{is} + K_i ; K_{id} = (1 - K_p) \cdot K_i$			

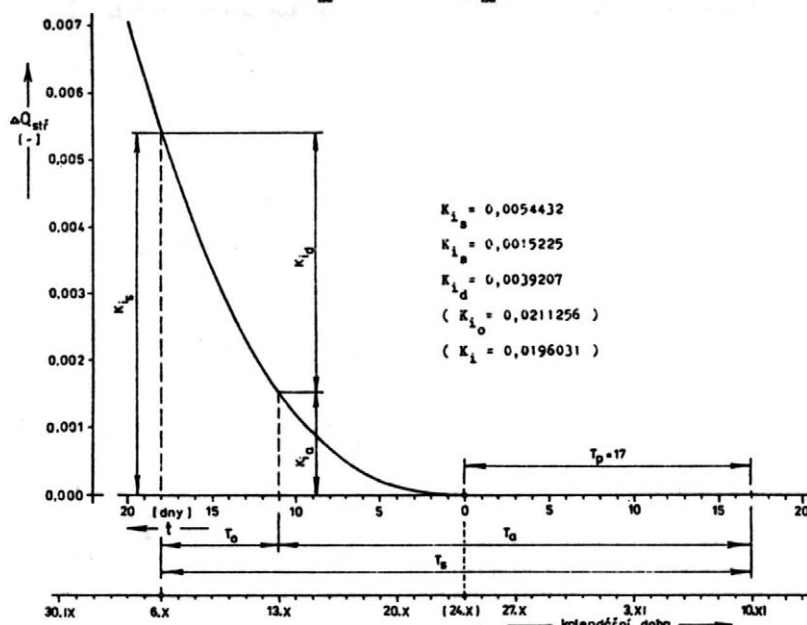
III. Výsledné vztahy pro součinitele středních poměrných ztrát K_b , K_a , K_d a K_i při volbě některých jednoduchých regresních funkcí matematického popisu závislosti $\Delta Q_k = f(t)$ - Resulting relationships for mean relative loss coefficient K_b , K_a , K_d and K_i in the selection of some simple regression functions of mathematical description of dependence $\Delta Q_k = f(t)$

Součinitel středních poměrných ztrát ¹	Typ regresní funkce ²		
	lineární ³	kvadratická ⁴ - jednočlen ⁵	kvadratická ⁴ - dvojčlen ⁵
	$\Delta Q_k = A \cdot t$	$\Delta Q_k = A \cdot t^2$	$\Delta Q_k = A \cdot t + B \cdot t^2$
K_b	$\frac{A}{2} \cdot T_a \cdot K_p \cdot \left[\frac{1}{K_p} - \frac{T_p}{T_a} \right]^2$	$\frac{A}{3} \cdot T_a^2 \cdot K_p \cdot \left[\frac{1}{K_p} - \frac{T_p}{T_a} \right]^3$	$\frac{A}{2} \cdot T_a \cdot K_p \cdot \left[\frac{1}{K_p} - \frac{T_p}{T_a} \right]^2 + \frac{B}{3} \cdot T_a^2 \cdot K_p \cdot \left[\frac{1}{K_p} - \frac{T_p}{T_a} \right]^3$
K_a	$\frac{A}{2} \cdot T_a \cdot \left[1 - \frac{T_p}{T_a} \right]^2$	$\frac{A}{3} \cdot T_a^2 \cdot \left[1 - \frac{T_p}{T_a} \right]^3$	$\frac{A}{2} \cdot T_a \cdot \left[1 - \frac{T_p}{T_a} \right]^2 + \frac{B}{3} \cdot T_a^2 \cdot \left[1 - \frac{T_p}{T_a} \right]^3$
K_d	$\frac{A}{2} \cdot T_a \cdot (1 - K_p) \cdot \left[\frac{1}{K_p} - \frac{T_p^2}{T_a^2} \right]$	$\frac{A}{3} \cdot T_a^2 \cdot (1 - K_p) \cdot \left[\frac{1 + K_p}{K_p^2} - \frac{3}{K_p} \cdot \frac{T_p}{T_a} + \frac{T_p^3}{T_a^3} \right]$	$\frac{A}{2} \cdot T_a \cdot (1 - K_p) \cdot \left[\frac{1}{K_p} - \frac{T_p^2}{T_a^2} \right] + \frac{B}{3} \cdot T_a^2 \cdot (1 - K_p) \cdot \left[\frac{1 + K_p}{K_p^2} - \frac{3}{K_p} \cdot \frac{T_p}{T_a} + \frac{T_p^3}{T_a^3} \right]$
K_i	$\frac{A}{2} \cdot T_a \cdot \left[\frac{1}{K_p} - \frac{T_p^2}{T_a^2} \right]$	$\frac{A}{3} \cdot T_a^2 \cdot \left[\frac{1 + K_p}{K_p^2} - \frac{3}{K_p} \cdot \frac{T_p}{T_a} + \frac{T_p^3}{T_a^3} \right]$	$\frac{A}{2} \cdot T_a \cdot \left[\frac{1}{K_p} - \frac{T_p^2}{T_a^2} \right] + \frac{B}{3} \cdot T_a^2 \cdot \left[\frac{1 + K_p}{K_p^2} - \frac{3}{K_p} \cdot \frac{T_p}{T_a} + \frac{T_p^3}{T_a^3} \right]$

¹mean relative loss coefficient, ²type of regression function, ³linear, ⁴quadratic, ⁵binomial

niteli pohotovosti sklizňové soupravy K_p se však bude měnit celková sezónní výkonnost soupravy W_{sez} , což se promítne do jednotlivých složek tvořících celkové ztráty, a sice složky připadající na ztráty z prostojů z technických příčin $Z_{p_{ch}}$ a složky tvořící ztráty $Z_{p_{cha}}$.

S klesajícím součinitelem pohotovosti K_p bude klesat sezónní výkonnost, protože složka ztrát zaviněná prostoji $Z_{p_{cha}}$ a položka $Z_{p_{cha}}$ bude klesat (tab. IV).



3. Střední poměrné ztráty produkce cukrovky v závislosti na okamžiku zahájení sklizně, době sklizně a součiniteli technické pohotovosti sklizečů; při $T_s = 35$ dnů, $T_p = 17$ dnů a $K_p = 0,8$; osa x - dny - Mean relative losses of sugar beet production in dependence on the time of the beginning of harvest and coefficient of technical readiness of harvesters; at $T_s = 35$ days, $T_p = 17$ days a $K_p = 0,8$; x axis = days; kalendářní doba = calendar time

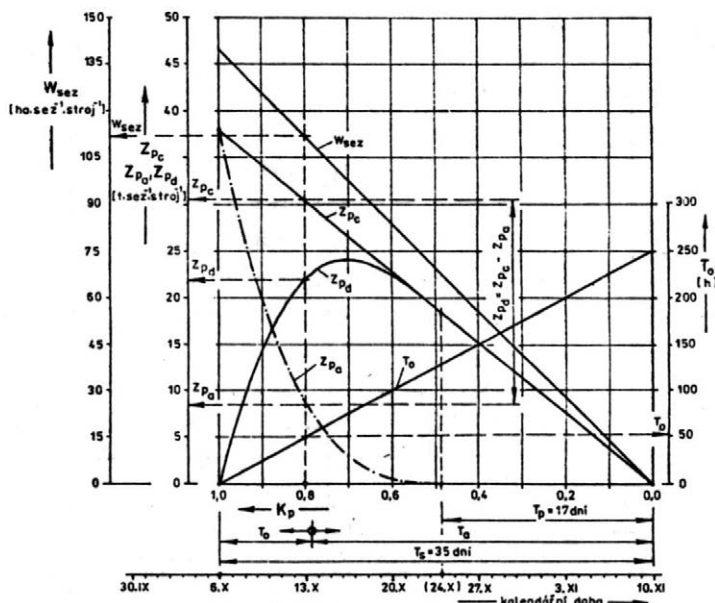
IV. Změny sezónní výkonnosti a ztrát při některých vybraných součinitelích technické pohotovosti sklizečů K_p (při $Q_{st} = 50$ t.ha⁻¹; $W_h = 0,555$ ha.h⁻¹; $t_d = 7,2$ h.den⁻¹; $T_p = 17$ dnů; $T_s = \text{konst.} = 35$ dnů) - Changes of the seasonal performance and losses at some coefficients of technical readiness of harvesters K_p (at $Q_{st} = 50$ tons per hectare; $W_h = 0.555$ hectares per hour; $t_d = 7.2$ hours per day; $T_p = 17$ days; $T_s = \text{constant} = 35$ days)

Součinitel pohotovosti ¹ K_p	Sezónní výkonnost sklizeče ² W_{sez} (ha)	Ztráty za sezonu ³ (t.stroj ⁻¹)			Ztráty na hektar ⁴ (t.ha ⁻¹)		
		$Z_{p_{cel}}$	$Z_{p_{ch}}$	$Z_{p_{d}}$	$Z_{p_{cha}}$	$Z_{p_{cha}}$	$Z_{p_{dha}}$
1,0	140	38,10	38,10	-	0,27216	0,27216	-
0,8	112	30,48	8,52	21,96	0,27216	0,07612	0,19603

¹coefficient of readiness, ²seasonal performance of harvester, ³losses per season, ⁴losses per hectare

Výsledné závislosti ztrát na součiniteli pohotovosti K_p , při úvaze konstantního počátku zahájení sklizně a její délky, jsou uvedeny na obr. 4 a 5 (a, b, c).

Poněkud jiný průběh ztrát a sezónní výkonnosti se ukazuje při úvaze b), tj. při konstantní provozní době T_a (i T_p) a při změnách K_p . S klesajícím součinitelem pohotovosti K_p roste celková doba sklizně T_s a součinitel středních poměrných ztrát sklizně K_s a tím i ztráty na hektar. Sezónní výkonnost sklizňové soupravy W_{sez} zůstává konstantní (tab. V).

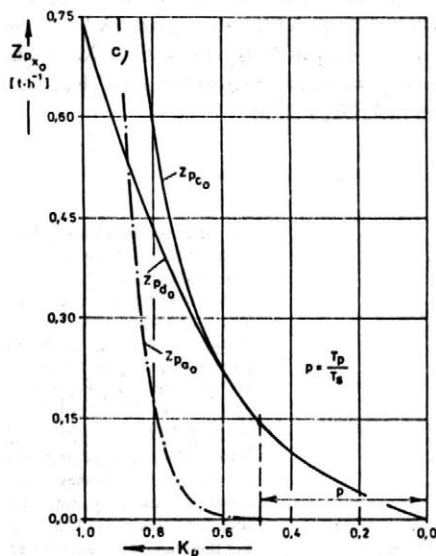
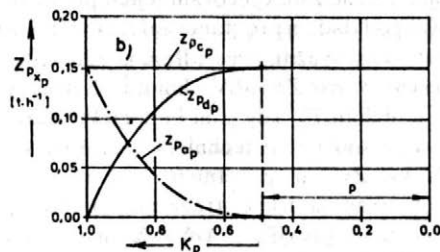
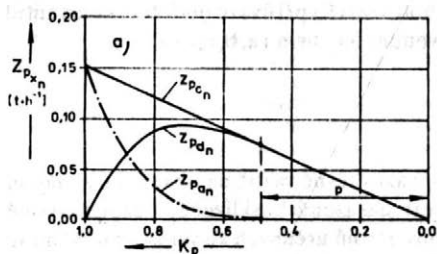


4. Průběh celkových a doplňkových ztrát, sezónní výkonnosti a doby prostoje z technických příčin při zahájení sklizně 6. X. v závislosti na součiniteli technické pohotovosti K_p (při $Q_{pl} = 50 \text{ t.ha}^{-1}$; $W_h = 0,555 \text{ ha.h}^{-1}$; $t_d = 7,2 \text{ h.den}^{-1}$; $T_p = 17 \text{ dnů}$; $T_s = \text{konst.} = 35 \text{ dnů}$) - The course of total and supplementary losses, seasonal performance and times of standing time for technical reasons at the beginning of the harvest on 6th October in dependence on the coefficient of technical readiness K_p (at $Q_{pl} = 50 \text{ tons per hectare}$; $W_h = 0.555 \text{ hectares per hour}$; $t_d = 7.2 \text{ hours per day}$; $T_p = 17 \text{ days}$; $T_s = \text{constant} = 35 \text{ days}$)

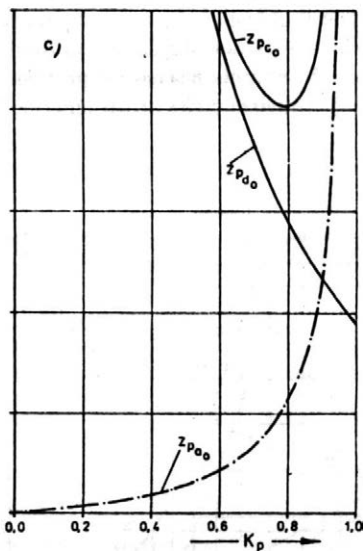
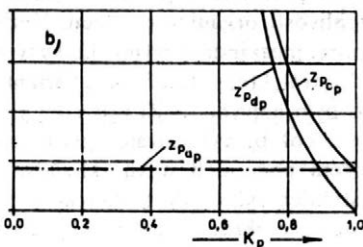
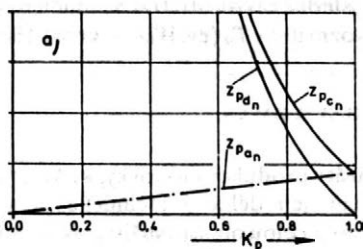
V. Změny ztrát při některých součinitelích technické pohotovosti sklizečů K_p (při $Q_{pl} = 50 \text{ t.ha}^{-1}$; $W_h = 0,555 \text{ ha.h}^{-1}$; $t_d = 7,2 \text{ h.den}^{-1}$; $T_p = 17 \text{ dnů}$; $T_a = \text{konst.} = 28 \text{ dnů}$) - Changes of losses at some coefficients of technical readiness of harvesters K_p (at $Q_{pl} = 50 \text{ tons per hectare}$; $W_h = 0.555 \text{ hectares per hour}$; $t_d = 7.2 \text{ hours per day}$; $T_p = 17 \text{ days}$; $T_a = \text{constant} = 28 \text{ days}$)

Součinitel pohotovosti ¹ K_p	Sezónní výkonnost sklizeče ² W_{sez} (ha)	Ztráty za sezónu ³ (t.stroj ⁻¹)			Ztráty na hektar ⁴ (t.ha ⁻¹)		
		Z_{pcel}	Z_{pa}	Z_{pd}	Z_{pcha}	Z_{poha}	Z_{pdha}
1,0	112	8,52	8,52	-	0,07612	0,07612	-
0,8	112	30,48	8,52	21,96	0,27216	0,07612	0,19603

For 1 - 4 see Tab. IV



5. Celkové a doplňkové ztráty při zahájení sklizně 6. X. v závislosti na součiniteli technické pohotovosti K_p (při vstupních podmínkách - viz obr. 4) vztahené na hodinu: a - doby sklizně T_s , b - doby provozu T_a , c - doby prostojů T_o - Total and supplementary losses at the beginning of the harvest on 6th October in dependence on the coefficient of technical readiness K_p (at initial conditions - see Fig. 4) referred to hour: a - time of harvest T_s , b - times of operation T_a , c - times of standing time T_o

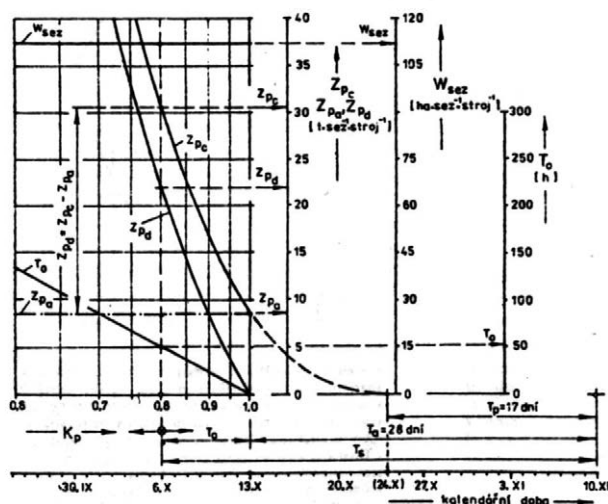


6. Celkové a doplňkové ztráty při dodržení požadované sezónní výkonnosti ($W_{sez} = 112 \text{ ha.sez}^{-1} \text{ stroj}^{-1}$) v závislosti na součiniteli technické pohotovosti K_p (při vstupních podmínkách - viz obr. 6) vztahené na hodinu: a - doby sklizně T_s , b - doby provozu T_a , c - doby prostojů T_o - Total and supplementary losses at keeping the required seasonal performance ($W_{sez} = 112 \text{ hectares per season and machine}$) in dependence on the coefficient of technical readiness K_p (at initial conditions - see Fig. 6) referred to hour: a - time of harvest T_s , b - times of operation T_a , c - times of standing time T_o

Výsledné závislosti ztrát na součiniteli pohotovosti K_p při úvaze dodržení konstantní provozní doby T_a (ev. $W_{sez} = \text{konst.}$) jsou uvedeny na obr. 6 (a, b, c.) a 7.

DISKUSE A ZÁVĚR

Ztráty produkce cukrovky, ke kterým dochází v těsné vazbě na okamžiku zahájení sklizně, její délce a technické pohotovosti nasazených sklizečů, bezprostředně ovlivňují celou oblast využití příslušné skupiny strojů určených ke sklizni. Dotýkají se zejména potřebného početního stavu strojů, úrovně zabezpečování jejich provozní spolehlivosti, organizace a řízení. Nezbytným podkladem pro stanovení racionálních proporcí mezi jednotlivými články tvořícími oblast využití, je vyjádření konkrétního podílu ztrát, které s touto či onou variantou řešení souvisí. Z hlediska hmotných ztrát by např. bylo nejvýhodnější provádět sklizeň v období T_p , kdy jsou biologické ztráty nulové, což by vyžadovalo (při neměním se součiniteli technické pohotovosti) rozšíření početních stavů sklizňové techniky. Zvýšení početních stavů strojů a investičních vkladů do technického řešení by však na druhé straně mohlo přinosit plynoucí ze zkrácení doby sklizně negovat, nebo převýšit právě zvýšení ročních provozních nákladů rozšířené technické základny. Tato problematika vystupuje výrazně v oblasti péče a zabezpečování provozní spolehlivosti nasazených strojů. Všechna opatření přejímaná na tomto úseku k udržení či zvýšení technické pohotovosti, by neměla nákladově převýšit přínosy plynoucí z dosažených nižších ztrát a nákladů souvisejících s prostoje celou linky v průběhu sezóny.



7. Průběh celkových a doplňkových ztrát a doby prostoje z technických příčin při dodržení požadované sezónní výkonnosti ($W_{sez} = 112 \text{ ha} \cdot \text{sez}^{-1}$, stroj⁻¹) v závislosti na součiniteli technické pohotovosti K_p (při $Q_M = 50 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$; $W_h = 0,555 \text{ ha} \cdot \text{h}^{-1}$; $t_d = 7,2 \text{ h} \cdot \text{den}^{-1}$; $T_p = 17 \text{ dnů}$; $T_a = \text{konst.} = 28 \text{ dnů}$) - The course of total and supplementary losses and times of standing time for technical reasons at the keeping the required seasonal performance ($W_{sez} = 112$ hectares per season and machine) in dependence on the coefficient of technical readiness K_p (at $Q_M = 50$ tons per hectare; $W_h = 0.555$ hectares per hour; $t_d = 7.2$ hours per day; $T_p = 17$ days; $T_a = \text{constant} = 28$ days)

Seznam použitých označení

A, B	- parametry závislosti poměrných ztrát výnosu cukrovky na čase
K_{a1}, K_{a2}, K_{a3}	- střední poměrné ztráty produkce cukrovky z jednotkové plochy za období T_a, T_{a1}, T_{a2}
K_{i1}, K_{i2}	- doplňkové střední poměrné ztráty produkce cukrovky z jednotkové plochy vyvolané prostoji sklízecího vlivem provozních poruch za období T_p, T_{p1}
K_p	- součinitel technické pohotovosti
Q_{max}	- maximální výnos cukrovky v $t \cdot ha^{-1}$
ΔQ_k	- poměrné ztráty produkce jako funkce času
ΔQ_{nt}	- střední poměrné ztráty produkce jako funkce času
Q_{pl}	- očekávaný biologický výnos cukrovky v $t \cdot ha^{-1}$
Q_t	- výnos cukrovky v závislosti na čase v $t \cdot ha^{-1}$
t	- obecně doba ve dnech (ev. hodinách)
t_d	- střední doba denního nasazení sklízecího v $h \cdot den^{-1}$
T_a	- kumulovaná doba provozu sklízecího za období sklizně T_s ve dnech (ev. hodinách)
T_o	- kumulovaná doba prostojů sklízecího z důvodu provozních poruch za období sklizně T_s ve dnech (ev. hodinách)
T_s	- celková doba sklizně ve dnech (ev. hodinách)
T_{max}	- okamžik v období sklizně odpovídající maximálnímu výnosu cukrovky z hektaru
T_m	- mezní období sklizně cukrovky ve dnech (ev. hodinách)
T_p	- nepříznivější období sklizně cukrovky, kdy biologické ztráty jsou nulové, ve dnech (ev. hodinách)
W_h	- výkonnost sklízecího stroje odpovídající normovatelnému času v $ha \cdot h^{-1}$
W_{sez}	- sezónní výkonnost sklízecího stroje v $ha \cdot sez^{-1}$
$Z_{pchl}, Z_{pa1}, Z_{pd}$	- ztráty produkce cukrovky biologického charakteru za období sklizně T_p, T_a (bez ztrát z prostojů) a doplňkové ztráty zaviněné prostoji (za dobu T_o) v $t \cdot sez^{-1}$ stroj ⁻¹
$Z_{pcha}, Z_{poha}, Z_{pda}$	- ztráty produkce cukrovky biologického charakteru za období sklizně T_p, T_a (bez ztrát z prostojů) a doplňkové ztráty zaviněné prostoji (za dobu T_o) v $t \cdot ha^{-1}$
$Z_{pcn}, Z_{pan}, Z_{pdn}$	- ztráty produkce cukrovky biologického charakteru za období sklizně T_p, T_a (bez ztrát z prostojů) a doplňkové ztráty zaviněné prostoji (za dobu T_o) vztahované na hodinu nasazení sklízecího v $t \cdot h^{-1}$
$Z_{pcp}, Z_{pap}, Z_{pdp}$	- ztráty produkce cukrovky biologického charakteru za období T_p, T_a (bez ztrát z prostojů) a doplňkové ztráty zaviněné prostoji (za období T_o) vztahované na hodinu provozu sklízecího v $t \cdot h^{-1}$
$Z_{pco}, Z_{pao}, Z_{pdo}$	- ztráty produkce cukrovky biologického charakteru za období T_p, T_a (bez ztrát z prostojů) a doplňkové ztráty zaviněné prostoji (za období T_o) vztahované na hodinu prostojů sklízecího v $t \cdot h^{-1}$

Literatura

- KOCHAN, J.: Problematika kvantifikace ztrát z prostojů samojízdných sklízecích strojů ve vazbě na jejich technickou pohotovost. [Výzkumná zpráva.] Praha, VVÚ STS a OZS 1990.
- ZAHRAVNÍČEK, J.: Zlepšování technologické jakosti cukrovky. [Výzkumná zpráva.] Praha, Výzkumný ústav cukrovarnický 1988.

Dobro 31. 10. 1991.

KOCHAN, J. (University of Agriculture, Praha): *Losses in beet production caused by the idle hours of harvesting machinery in result of breakdowns*. Zeměd. Techn., 38, 1992 (2): 101-112.

Conducted in proper time, the individual field work directly influencing both the quantity and quality of obtained production and its final valuation plays a substantially important role in plant production. Demand for the proper time of performance is considerably manifested in harvesting work particularly, where apart from direct losses caused first of all by the machinery and technology used, so called indirect losses, the losses of a biological character are coming into prominence. Hence the indirect losses of biological character concern especially the necessary number of machines, level of their operational reliability, organization and management. The determination of the actual level of losses, the problems of which in beet harvest the presented work deals with, is one of the starting basis for the rationalization of individual components which form the field of the

utilization of a corresponding group of applied harvesting machinery. Apart from total losses the work focuses on the expression of the part of biological losses caused by the idle hours of harvesters for technical reasons.

The course of so called indirect losses dependent on the time is of a specific character in beet harvest, compared with the prevailing majority of other harvesting work. While e.g. in cereal harvest after the achievement of full stand maturity there can be seen the decrease in an obtained yield, especially owing to the spontaneous shattering, in dependence on time when the harvest is delayed, in beet harvest the growth in the weight and sugar contents of root (see Fig. 1) is effected when the beginning of harvest is delayed, i.e. when the vegetation period of final growth stage is extended in autumn. With the daily temperatures and sunlight being decreased the growth are reduced and at daily temperature being within $+5$ to $+6$ °C the growth stops and the catabolic processes begin to prevail over the anabolic ones, which means for our beet growing districts the last decade of October approximately.

Obviously it would be ideal to launch the harvest of beet only after that moment, after the full physiological maturity, but considering the general harvest acreage, the number, throughput and technical preparedness of harvesting machinery at a disposal, the harvest should be launched earlier, before the full physiological maturity of harvested beet, since after the expiration of a certain period of time (when biological losses equal to null) the probability of losses in the whole yield still unharvested increases owing to the deteriorated conditions of climatic character, on the contrary. Therefore the lead in time concerning the beginning of harvest must be corrected taking into consideration, apart from the disposable throughput of harvesting sets, expected climatic terms and total harvesting acreage, also the preparedness of applied machinery. The lower the technical preparedness, the larger must be the lead in time, which in its turn influences the losses in the harvest of that character.

The range of the total beet losses of biological character thus depends on the moment of the beginning of harvest and on its duration. Harvest duration is in its turn affected by the number of harvesting machines and their inherent throughput, as well as by their technical preparedness.

The starting bases for the expression of these losses were the data on the development of yields within the time period directly before the beginning of harvest for the period of ten years obtained from the control samples taken by individual sugar factories in the Czech Republic. The course of yield per hectare in dependence on calendar period was described by means of regression dependence [1]. To simplify the further mathematic operations and to use the dependence at various initial yields, the starting point of function [1] was transformed into the point $T_{i, \max}$ (see Fig. 1) and proportional losses were determined according to the relation [2]. The resultant dependence of proportional losses on calendar period are given in the relation [3]. The diagram of the interconnection of indirect biological losses dependent on calendar period (in proportional expression) during the course of harvest with the harvesting machine is given in Fig. 2. The total losses caused by idle hours in result of operational breakdowns (see relations [4] and [5]) are specified in Tab. II, and the course of these losses, in dependence on calendar period, coefficients of technical preparedness and other inputs are stated in the diagrams attached, taking into account two standpoints which may occur in practice:

- a) when considering the constant starting moment of harvest, keeping the general time of harvest T_s and the varying coefficient of preparedness K_p ;
- b) when considering the variable starting moment of harvest, keeping the required operational time T_a and the varying coefficient of preparedness K_p ;

ad a) the average proportional losses in harvest K_i do not depend on the coefficient of technical preparedness; they are the function of the starting moment of harvest, the course of weight growth of roots in the final stage of growth, duration of harvest time T_s and period T_p . Hence the total losses per hectare in dependence on the K_p coefficient will be constant, but in the interconnection with the work of machine the total season throughput of machine W_{sez} will change with the change of K_p coefficient which will be projected on the individual components which form the total losses, namely the components represented by losses caused by the idle hours in result of operational breakdowns Z_{pda} and those represented by losses Z_{paha} - see Tab. IV. The resultant dependences are stated in Figs 4 and 5 a, b, c.

ad b) with the coefficient of preparedness K_p being decreased, the general time of harvest T_s increases, as well as the coefficient of the average proportional losses in harvest K_i , and whereby the losses per hectare. The season throughput W_{sez} in dependence on K_p remains constant - see Tab. V. The resultant dependences are given in Figs 6 a, b, c and 7.

Knowing the course of these losses, we can express the course of them financially as the decrease in the market production of agricultural enterprise in a consequential step, e.g. according to purchase prices dependent on time. The pecuniary evaluation of the decreased in the harvest production of beet in dependence on harvest time and technical preparedness of harvesters represents one of the necessary input data for the computation of the needed number of machines and the level of their provided operational reliability.

beet harvest; harvest time; after-harvest losses; technical preparedness of harvesters

Adresa autora:

Ing. Jan K o c h a n, CSc., Vysoká škola zemědělská, 165 21 Praha 6 - Suchbát

NÁKLADY NA DIAGNOSTICKÉ PREHLIADKY A OPRAVY DOJACÍCH ZARIADENÍ

J. Juríček

JURÍČEK, J. (Výskumný ústav ekonomiky poľnohospodárstva a potravinárstva, Bratislava): *Náklady na diagnostické prehliadky a opravy dojacích zariadení*. Zeměd. Techn., 38, 1992 (2): 113-119.

V príspevku sú hodnotené náklady na diagnostické prehliadky, opravy a materiálové náklady pri zmene diagnostického intervalu. Skracovaním diagnostického intervalu sa zvyšujú priemerné ročné náklady na diagnostické prehliadky. Náklady na opravy dojacích zariadení sú zmenšené o náklady na opravy dojacích súprav. Vzhľadom na to, že pri každej diagnostickej prehliadke bola vykonaná i výmena dojacích súprav v prevádzke za súpravy opravené v špecializovaných opravovniach, skracovaním diagnostického intervalu sa zvyšovali náklady a náklady na opravy dojacích zariadení. Dosiahnuté výsledky poukázali na vysoký podiel nákladov na opravy dojacích súprav z celkových nákladov na opravy dojacích zariadení.

dojacie zariadenie; náklady na diagnostické prehliadky; náklady na opravy; diagnostický interval

Poľnohospodárska technika sa stala jedným z najdôležitejších prvkov poľnohospodárskej výroby. Prvoradou podmienkou efektívneho využívania tejto techniky je zabezpečovanie jej optimálnej prevádzkovej spoľahlivosti.

Nepriaznivá situácia v oblasti funkcie a prevádzkovej spoľahlivosti dojacích zariadení si u nás vynútila realizáciu komplexného systému starostlivosti, v rámci ktorého sa zabezpečuje vykonávanie jednotlivých stupňov technických údržieb, kvalifikovaná obsluha, preventívna starostlivosť a operatívne odstraňovanie porúch. Uplatnením týchto faktorov sa zabezpečilo zlepšenie funkcie a prevádzkovej spoľahlivosti dojacej techniky. Preventívne kontroly technického stavu (diagnostické prehliadky) sú predpokladom k zníženiu počtu opráv zariadení, nákladov na opravy, spotreby náhradných súčiastok a materiálových nákladov.

Racionalizáciou diagnostických prehliadok v systéme starostlivosti o techniku sa dosiahne (Č e r p a k o v , S o l o g u b o v , 1988):

- prognózovanie termínov a objemov opravárenských prác podľa skutočného stavu zariadení a zníženie pracovných nákladov o 5 až 10 %;
- realizácia pružného plánovania opravárenských prác;
- skrátenie prestojov na ich opravy o 20 až 30 %;
- zvýšenie doby životnosti zariadenia o 3 až 5 %;
- zvýšenie kvality a kultúrnosti opráv.

Na základe 30-ročných skúseností v 100 rôznych firmách v USA (F i n l e y , 1987) pri zabezpečovaní starostlivosti o prevádzkovú spoľahlivosť strojov a zariadení majú osobitný význam diagnostické prehliadky a vhodné diagnostické prístroje. Zavedením dôslednej starostlivosti sa znížia prestoje strojov o 30 až 50 % a nároky na čas potrebný na opravy o 15 až 35 %. Pri plánovaní a riadení starostlivosti je možné využiť výpočtovú techniku, čím sa dosiahnu ďalšie úspory.

Pri sledovaní nákladov na opravy dojacích zariadení s dojením od mliekovodného potrubia so 4-dojacími súpravami počas 9 rokov (W e n d l , 1984) je štruktúra nákladov nasledovná:

- náklady na opravy dojacích súprav - 50,8 %,
- náklady na opravy automatiky ukončenia dojenja - 17,4 %,
- náklady na opravy dezinfekcie - 14,2 %,
- náklady na opravy podtlakového a mliekovodného potrubia - 10,3 %,
- náklady na opravy vývevy - 7,3 %.

Tento autor vyjadril závislosť objemu jednotlivých nákladov od doby exploatácie zariadenia i funkciami.

K u h a r s k i (1988), ktorý sledoval výskyt porúch, uvádza ako najčastejšie poruchy regulačného ventilu (49 %), pulzátora (46 %), vývevy (27 %), ceckových nástrčiek (17 %), podtlakového potrubia (14 %), vzdušníka (8 %) a prerušovača podtlaku (3 %).

S cieľom zlepšenia technického stavu a funkcie dojacích zariadení boli spracované metodické postupy (J u r í č e k , 1988; L o b o t k a , 1986; R o u h a , 1980). Povinnosť vykonávania diagnostických prehliadok dojacích zariadení je v niektorých štátoch stanovená v ich príslušnej norme. Tak napr. v Rakúsku a Švajčiarsku je podľa normy (ONORM L 5260, ONORM L 5262, K o l e k t í v , 1985, 1986) stanovené vykonávať diagnostické prehliadky dojacích zariadení najmenej jeden raz za rok. Na Slovensku boli vo Vestníku MPVŽ SR č. 3/1978 uvedené pokyny, podľa ktorých sa majú vykonávať diagnostické prehliadky dojacích zariadení jeden raz za tri mesiace.

MATERIÁL A METÓDA

Vyhodnotenie nákladov na diagnostické prehliadky a opravy dojacích zariadení bolo vykonané na základe údajov z poľnohospodárskych podnikov okresu Liptovský Mikuláš a vybraných podnikov okresov Dunajská Streda, Bratislava-vidiek, Nové Zámky, Žilina a Čadca za obdobie rokov 1986 - 1990. Typová štruktúra sledovaných dojacích zariadení je obsiahnutá v tab. I.

Diagnostické prehliadky vykonávali pracovníci úsekov mechanizácie živočíšnej výroby z príslušnej STS, a to podľa jednotnej metodiky doporučenej výrobcom (Agrostroj Pelhřimov). Pri každej diagnostickej prehliadke bola vykonaná i výmena dojacích súprav v prevádzke za súpravy opravené v špecializovaných

I. Typová štruktúra sledovaného súboru dojacích zariadení v jednotlivých okresoch - Type structure of the observed set of milking machines in different districts

Okres ²	Typ dojacieho zariadenia ¹			
	DZ-9K	DZ-100 DZ-100 R ZD 2-020	ZD 3-010 ZD 2-030	DZKD-15 DZKD-16 DZ 2x5
Bratislava - vidiek	-	-	7	11
Čadca	-	-	3	-
Dunajská Streda	21	20	2	10
Liptovský Mikuláš	78	76	12	-
Nové Zámky	-	-	15	-
Žilina	-	-	8	-
Spolu ³	99	96	47	21

¹type of milking machine, ²district, ³total

opravovniach. Pre zhodnotenie boli sledované tieto údaje: dátum vykonania diagnostickej prehliadky alebo opravy, náklady na diagnostické prehliadky, opravy, materiálové náklady a náklady na opravy dojacích súprav.

Pre základné typy dojacích zariadení boli v jednotlivých rokoch vypočítané priemerné intervaly medzi dvoma diagnostickými prehliadkami (priemerné diagnostické intervaly) a medzi dvoma opravami, resp. medzi diagnostickou prehliadkou a opravou. Váženým aritmetickým priemerom boli vypočítané priemerné náklady na jednu diagnostickú prehliadku a jednu opravu a materiálové náklady v danom roku. Taktiež boli vypočítané i priemerné náklady na diagnostické prehliadky, opravy zariadení a materiálové náklady na jeden rok. Výsledky boli spracované na počítači Robotron 1834/XT.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Na základe získaných podkladových údajov boli spracované priemerné diagnostické intervaly, náklady na diagnostické prehliadky, opravy, materiálové náklady a náklady na opravy dojacích súprav. Dojacie zariadenia typov ZD 2-030 a ZD 3-010 boli uvedené do prevádzky v roku 1988.

Pri sledovaní diagnostického intervalu (tab. II) možno sledovať jeho medziročné skracovanie pri dojacích zariadeniach s dojením do mliekovodného potrubia (DZ-100

II. Priemerné náklady na jednu diagnostickú prehliadku, jednu opravu dojacieho zariadenia a jednu opravu dojacej súpravy v rokoch 1986 - 1990 - The average costs of one diagnostic check-up, one repair of milking machine and one repair of milking set in the years 1986 - 1990

Typ ¹	Rok ²	Priemerný diagnostický interval ³ (dni)	Náklady na diagnostickú prehliadku ⁴ (Kčs)	Náklady na opravu ⁵ (Kčs)	Náklady na opravu dojacej súpravy ⁶ (Kčs)	Materiálové náklady na opravu ⁷ (Kčs)
DZ-9 K	1986	140,60	376,23	2133,05	1404,67	1552,85
	1987	103,82	339,98	1755,41	1382,46	1410,48
	1988	100,86	338,23	1627,93	1221,88	1218,08
	1989	122,31	349,36	2041,75	1463,49	1469,66
	1990	174,56	358,15	2611,68	1491,72	1776,74
DZ-100	1986	134,08	493,54	1907,47	1257,52	1424,56
DZ-100 R	1987	105,51	476,90	1766,82	1132,70	1255,05
ZD 2-020	1988	101,54	479,47	1777,27	980,43	1275,05
	1989	102,30	482,56	2128,92	1221,70	1378,35
	1990	147,85	482,68	2380,73	1943,00	1571,23
ZD 3-010	1988	365,00	854,30	1164,37	230,40	661,67
ZD 2-030	1989	182,00	642,65	3394,93	1539,26	2437,87
	1990	154,28	587,06	2667,06	1554,35	1813,55
DZKD-15	1986	146,00	698,95	3318,45	1003,83	1776,33
DZKD-16	1987	105,17	671,32	1917,52	1130,68	1676,68
DZ 2x5	1988	101,72	665,73	1825,78	981,27	1570,44
	1989	96,95	710,11	1869,23	1416,31	1489,45
	1990	132,73	711,35	3342,54	1453,88	2525,78

¹types, ²year, ³average diagnostic interval (days), ⁴costs of diagnostic check-up (Kčs), ⁵repair costs (Kčs), ⁶repair costs of a milking set (Kčs), ⁷material costs of repair (Kčs)

a DZ-100R). Pri kanvových dojacích zariadeniach sa však diagnostický interval v rokoch 1989 a 1990 predlžil. Táto skutočnosť taktiež poukazuje na potrebu optimalizácie diagnostických intervalov, najmä pri týchto typoch zariadení.

Hodnota priemerných nákladov na jednu diagnostickú prehliadku je v jednotlivých rokoch pomerne ustálená, má mierne klesajúcu tendenciu. Pri dojárnach tieto náklady v rokoch 1989 a 1990 oproti predchádzajúcim rokom vzrástli.

Objem nákladov na opravy a materiálových nákladov podstatne ovplyvňuje objem nákladov na opravy dojacích súprav. Na základe dosiahnutých výsledkov je možné jednoznačne konštatovať, že skracovaním diagnostického intervalu sa skracuje objem nákladov na jednu opravu a objem materiálových nákladov. Objem nákladov na jednu opravu dojacej súpravy ovplyvnila úprava ceny za jej opravu - v roku 1988 to bolo zníženie a v roku 1989 zvýšenie.

Dôležitým ukazovateľom sú náklady na diagnostické prehliadky a opravy jedného zariadenia za jeden rok (tab. III). Ročné náklady na diagnostické prehliadky skracovaním

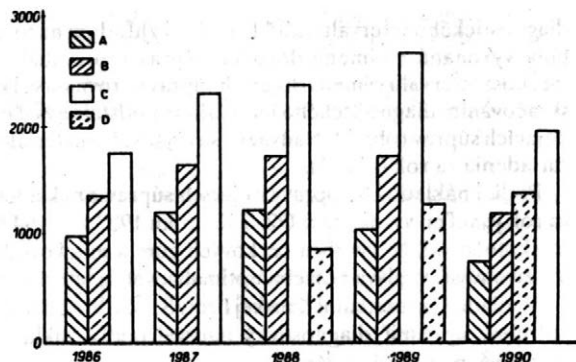
III. Priemerné ročné náklady na diagnostické prehliadky, opravy dojacích zariadení a opravy dojacích súprav v rokoch 1986 - 1990 - The average yearly costs of diagnostic check-ups, repair of milking machines and milking sets in the years 1986 - 1990

Typy ¹	Rok ²	Náklady na diagnostiku ³ (Kčs)	Náklady na opravy ⁴ (Kčs)	Náklady na diagnostiku a opravy ⁵ (Kčs)	Náklady na opravy dojacích súprav ⁶ (Kčs)	Materiálové náklady na opravy ⁷ (Kčs)	Náklady na opravy bez nákladov na opravy dojacích súprav ⁸ (Kčs)
DZ-9 K	1986	976,69	6798,03	7 774,72	3646,55	4948,40	3148,48
	1987	1195,36	7049,73	8 245,09	4860,32	5664,27	2189,41
	1988	1224,04	6873,12	8 097,16	4420,08	5143,84	2453,04
	1989	1042,49	6676,52	7 719,01	4367,38	4805,82	2309,14
	1990	748,89	5819,00	6 567,89	3119,44	3820,32	1798,08
DZ-100	1986	1343,42	6837,42	8 180,84	3423,29	4658,76	3414,13
DZ-100 R	1987	1649,60	7067,28	8 716,88	3918,45	5020,20	3148,83
ZD 2-020	1988	1723,69	7157,05	8 880,74	3524,30	5134,52	3632,75
	1989	1721,78	8745,60	10 467,38	4358,95	5662,32	4386,65
	1990	1191,60	6820,24	8 011,84	3315,45	4501,20	2319,04
ZD 3-010	1988	854,30	3493,12	4 347,42	230,40	1984,96	3262,72
ZD 2-030	1989	1285,30	8487,33	9 772,63	3078,52	6094,68	5408,81
	1990	1388,88	6785,23	8 174,11	3677,33	4613,83	2171,40
DZKD-15	1986	1747,38	7964,29	9 711,67	2509,58	4263,29	5424,71
DZKD-16	1987	2296,59	6559,83	8 856,42	3924,11	5736,13	2635,72
DZ 2x5	1988	2388,64	6550,90	8 939,54	3521,07	6004,72	3029,83
	1989	2673,56	8355,48	11 029,04	5332,16	6703,23	3023,32
	1990	1956,17	9191,80	11 147,97	3998,09	6944,71	2247,09

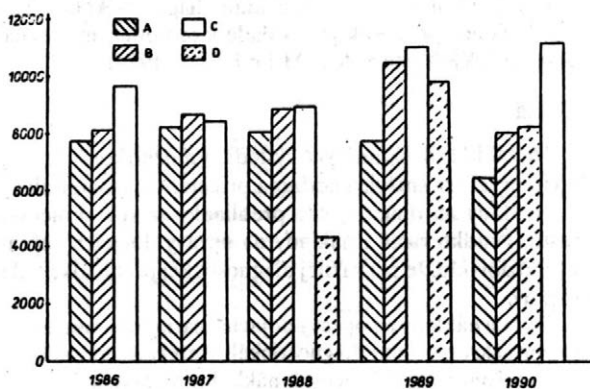
Diagnostické intervaly v príslušných rokoch sú uvedené v tabuľke II - Tab. II shows diagnostic intervals for respective years

¹types, ²year, ³diagnostic costs (Kčs), ⁴repair costs (Kčs), ⁵diagnostic and repair costs (Kčs), ⁶repair costs of milking sets (Kčs), ⁷material repair costs (Kčs), ⁸repair costs less to repair costs of milking sets (Kčs)

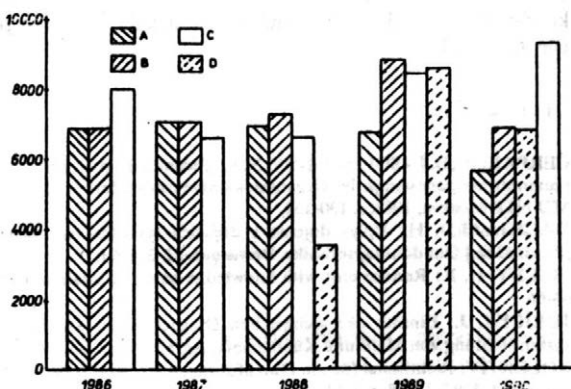
1. Priemerné ročné náklady na diagnostické prehliadky dojacích zariadení v rokoch 1986 - 1989; pro obr. 1 až 3: osa x - rok, osa y - náklady; A - typ DZ-9K, B - typy DZ-100, DZ-100 R, C - typy DZKD-15, DZKD-16, DZ 2x5, D - typy ZD 3-010, ZD 2-030 - Average yearly costs of the diagnostic check-ups of milking machines in the years 1986 - 1989; for Fig. 1 - 3: x axis - year, y axis - costs; A - type DZ-9K, B - types DZ-100, DZ-100 R, C - types DZKD-15, DZKD-16, DZ 2x5, D - types ZD 3-010, ZD 2-030



2. Priemerné ročné náklady na opravy dojacích zariadení v rokoch 1986 - 1989 - Average yearly repair costs of milking machines in the years 1986 - 1989



3. Priemerné ročné náklady na diagnostické prehliadky a opravy dojacích zariadení v rokoch 1986 - 1989 - Average yearly costs of diagnostic check-ups and repair of milking machines in the years 1986 - 1989



diagnostického intervalu rastú (obr.1). Vzhľadom na to, že pri diagnostickej prehliadke bola vykonaná i výmena dojacích súprav v prevádzke za opravené dojacie súpravy (veľkosť intervalu výmeny dojacích súprav sa rovnala veľkosti diagnostického intervalu), skracovaním diagnostického intervalu sa podstatne zvyšovali aj ročné náklady na opravy dojacích súprav (obr. 2). Nadväzne sa zvyšovali i materiálové náklady a náklady na opravy zariadenia za rok (obr. 3).

Podiel nákladov na opravy dojacích súprav z nákladov na opravy dojacích zariadení za rok je veľmi vysoký (pri DZ-9 K v roku 1987 až 68,94 %). Z týchto poznatkov, ako aj zo skutočnosti, že výrobca cečkových gúm a mliekovodných gumových hadíc predĺžil ich životnosť, vyplýva potreba optimalizovať aj interval výmeny dojacích súprav.

V súlade s poznatkami dánskej firmy S. A. Christensen (D a l s g a a r d , 1991) bude potrebné upresniť diagnostický interval podľa základných typov dojacích zariadení (kanvové, potrubné, dojárne).

Potvrdili sa poznatky o potrebe vykonávania diagnostických prehliadok pri zabezpečovaní prevádzkovej spoľahlivosti (F i n l e y , 1987).

Pri analýze ročných nákladov na opravy bez nákladov na opravy dojacích súprav možno konštatovať, že skracovaním diagnostického intervalu hodnota týchto nákladov klesá. Tento poznatok je v súlade s teoretickými poznatkami z oblasti optimalizácie diagnostických intervalov (M i c h l i n , 1984).

ZÁVER

Na základe dosiahnutých výsledkov možno konštatovať, že skracovaním diagnostického intervalu sa snižuje i hodnota priemerných materiálových nákladov na jednu opravu.

Náklady na diagnostické prehliadky za rok skracovaním diagnostického intervalu rastú. Prudko rastú i náklady na opravy dojacích súprav a materiálové náklady, a to z toho dôvodu, že pri každej diagnostickej prehliadke bola vykonaná aj výmena dojacích súprav.

Ročné náklady na opravy dojacích zariadení, zmenšené o náklady na opravu dojacích súprav, skracovaním diagnostického intervalu klesajú.

S cieľom zníženia ročných nákladov na diagnostiku a opravy dojacích zariadení, ako aj využitia životnosti cečkových gúm a mliekovodných gumových hadíc je potrebné optimalizovať diagnostické intervaly výmen dojacích súprav. Je to potrebné predovšetkým pri kanvových dojacích zariadeniach a zariadeniach s dojením do mliekovodného potrubia. Uvedená optimalizácia nesporne prispeje k zníženiu nákladov na výrobu mlieka.

Literatúra

ČERPAKOV, B. J. - SOLOGUBOV, N. F.: Technická diagnostika v systéme technického obsluhovania i remonta oborudovanija. In: Organizacionno-ekonomičeskije problemy gibkoj avtomatizacii proizvodstva, MD NTP Moskva, 1988, s. 130-132.

DALSGAARD, H.: Vplyv dojenia a dojacích zariadení na výšku dojivosti a zdravotný stav vemien. [Prednáška.] Dni dánskej techniky, Bratislava, 22. 2. 1991.

FINLEY, H. F.: Reduce cost with knowledge-bases maintainance. Hydrocarbon Processing, 1987, č. 1, s. 64-66.

JURÍČEK, J.: Einsatz der technischen Diagnostik zur Dirchsetzung der planmässig vordbeugenden Instandhaltung von Melk-und Kühltechnik. Agrartechnik, 38, 1988, č. 3, s. 128-130.

KOLEKTÍV: Richtlinien für die Durchführung der Kontrolle von Rohrmelkanlagen. Information FAM, Liebefeld, 1986, č. 148, s. 1-12.

- KUHARSKI, S.: Udržovanie i kontrola uredija za mužnju. *Agrotehničar*, 24, 1988, č. 1, s. 19-20.
- LOBOTKA, J.: Testovanie prístrojov a posúdenie metodiky pre hodnotenie dojacej techniky. *Zeměd. Techn.*, 32, 1986, č. 7, s. 399-405.
- MICHLIN, V. M.: Upravenije nadežnostju sel'skochozjajstvennoj techniki. Moskva, Kolos 1984, s. 336.
- ROUHA, P.: Biotechnická kontrola dojacieho zariadenia DZ-100 v prevádzkových podmienkach. *Metodika ÚVTIP Nitra*, 1980, č. 10.
- Onorm L 5260. Melkanlagen. Konstruktion und Leistung.
- Onorm L 5262. Melkanlagen. Prüfung. Prüfgeräte, Prüfhilfsmittel und Prüfmethode.
- Vestník MPVZ SR č. 3/1978. Pokyny k realizácii starostlivosti o tuzemskú dojaciú techniku. Bratislava, 1978.

Dolno 30. 1. 1991

JURÍČEK, J. (Economic Research Institute of Agriculture and Food, Bratislava): *The costs of diagnostic check-up and repair of milking machine. Zeměd. Techn.*, 38, 1992 (2): 113-119.

The unsatisfactory technical conditions and functioning of milking machines prompted the realization of a complex care in the field of this technology. One of the most significant factors within the scope of this care are diagnostic check-ups. In the contribution, the costs of diagnostic check-ups as well as repair of milking machines in the selected farms of 6 districts of Slovakia are evaluated for the period 1986 - 1990. The diagnostic check-ups have been carried out on 4 basic types, according to the unified methodology for each type of the relevant milking machine.

Out of the data obtained, the average diagnostic intervals, costs of diagnostic check-up, repair, material costs and repair costs of milking sets, according to different basic types and years have been processed.

It is possible to state, on the basis of the results reached, that the value of average costs per one diagnostic check-up in different years is relatively stable.

The volume of costs per one repair and the volume of material costs decrease alongside with the shortening of the diagnostic interval.

An important indicator is the volume of costs of diagnostic check-ups and repair of one machine per year. The yearly costs of diagnostic check-ups increase with a decrease of a check-up interval. The costs of repair and material and material costs influence significantly the costs of repair in milking machines. The yearly repair costs of 1 milking machine increase with the shortening of the diagnostic check-up, the exchange of milking sets for the repaired sets was carried out of during the production process (the exchange interval was equal to the diagnostic interval). The proportion of yearly repair costs of milking sets, calculated from the repair costs of milking sets is very high - in DZ-9K type 68.9 % in 1987. The yearly repair costs of milking machines, decreased by the repair costs of milking sets are lower; this is reached through a shorter diagnostic interval.

With the aim to decrease the yearly costs of the production reliability of milking equipment, it is necessary to optimize the diagnostic intervals of milking sets according to the different basic types and to take into consideration their utilization at the same time.

milking machine; costs of diagnostic check-ups; repair costs; diagnostic interval

Adresa autora:

Ing. Ján Juríček, CSc., Výskumný ústav ekonomiky poľnohospodárstva a potravinárstva, Trenčianská 55, 880 27 Bratislava

**INSTITUTE OF SCIENTIFIC AND TECHNICAL
INFORMATION FOR AGRICULTURE**

Slezská 7, CS 120 56 Praha 2, ČSFR, FAX.: (004222) 25 70 90

In this institute scientific journals dealing with the problems of agriculture and related sciences are published on behalf of the Academy of Agricultural Sciences of the CSFR. The periodicals are published in the Czech or Slovak languages with summaries in English or in English with summaries in Czech or Slovak, except *Scientia agriculturae bohemoslovaca*, which is in the English language only.

Subscription to these journals be sent to the above-mentioned address.

Periodical	Number of		
	issues	per year	pages
Rostlinná výroba (Plant Production)	12		96
Veterinární medicína (Veterinary Medicine)	12		64
Živočišná výroba (Animal Production)	12		96
Zemědělská ekonomika (Agricultural Economics)	6		64
Lesnictví (Forestry)	12		96
Zemědělská technika (Agricultural Engineering)	12		96
Ochrana rostlin (Plant Protection)	4		80
Genetika a šlechtění (Genetics and Plant Breeding)	4		96
Zahradnictví (Horticulture)	4		80
Potravinářské vědy (Food Sciences)	4		80
Scientia agriculturae bohemoslovaca	4		96
Pedologie a meliorace (Soil Science and Amelioration)	2		80
Sociologie venkova a zemědělství (Rural and Agricultural Sociology)	2		80

TECHNICKO-EKONOMICKÁ EFEKTIVNOST VÝROBY ŘEPKOVÉHO METYLESTERU V ZEMĚDĚLSKÝCH PODNICÍCH

Z. Šedivá

V současné době se projevuje nebývalý zájem odborné zemědělské veřejnosti o problematiku výroby metylesteru kyselin řepkového oleje (tzv. bionafty, ekonafy, ekoesteru) jako paliva pro vznětové motory a také o použití řepkového oleje pro výrobu mazadel a hydraulických olejů. Důvodem je především skutečnost, že pěstování řepky je u nás na velmi dobré úrovni a má pozitivní vliv na ekonomiku zemědělských podniků. Dále jsou zřejmé výhody plynoucí z obnovitelnosti této energetické biomasy, ale zároveň i v tom, že se rozšiřují možnosti nových nepotravinářských přístupů k využívání zemědělské půdy a zároveň se přispívá k řešení celé řady známých ekologických problémů (protierozní ochrana půd, asanační práce v imisních oblastech, obecně pak otázky skleníkového efektu atd.). Výměra řepky v současnosti nepřesahuje v ČSFR 2,9 % (Fábry, Vášák, 1990) orné půdy, přičemž je v řadě zemí tento podíl minimálně dvojnásobný (SRN, Francie, Kanada). Současný stav jejího pěstování u nás v zásadě kryje potřebu v oblasti tradičního využití, a proto každá úvaha o alternativním využití musí vycházet z rozšíření pěstování nad dosavadní rozsah.

Obdobně, jako je tomu v zahraničí (především Rakousko, SRN, USA), jsou i u nás připravovány dvě základní technologické koncepce (Janetschek, 1991) výroby bionafty. Je to:

- velkokapacitní výroba s produkcí 5 - 10 tis. t a více metylesteru za rok (Milo Olomouc 30 000 t; Chemické závody Sokolov 15 000 t; Chemopharma Ústí nad Labem 3 000 t; Sdružení České Budějovice 10 000 t; Kolín 6 000 t; Chemko - Strážské 20 000 t);
- zemědělská výroba s roční produkcí 500 - 1 500 t metylesteru podle projektu VÚZT Praha ve spolupráci s VÚPCHT Hradec králové (ZD Dolany 1 000 t; RD Lemešany 500 t; RD Šolgovce 500 t; RD Zahor 500 t; ŠM Stakčín 500 t).

První výroba poloproduktů běží v Chemopharmě Ústí n/L (300 t/rok). Od února 1992 je v provozu výroba bionafty v RPN Slatiňany. Se skleněnou procesní jednotkou má denní výkon 250 kg bionafty. V dubnu letošního roku začal zkušební provoz v ZD Dolany a RD Lemešany.

Tržní a cenový vývoj

Světová cena řepky se v současnosti pohybuje mezi 200 - 240 USD/t. Nákupní cena řepkového semene např. v SRN dosahuje 480 - 540 USD/t. Tento příklad intervenční ceny je charakteristický pro všechny země Evropského společenství. U řepkového oleje byly ceny: 1990 - 422, 1991 - 433 USD/t.

Při ceně ropy 16 - 18 USD/barel (159 l, tj. cca 130 kg), což představuje 123 - 153 USD/t, je poměr cen produktů z minerálních olejů k produktům z řepkového oleje 1 : 2,5 - 3,5. V optimálním případě je tento poměr 1 : 2.

Světová cena sójového šrotu 44 - 45 % se pohybuje kolem 210 - 237 USD/t. Cena řepkových extrahovaných šrotů kolísá v závislosti na poptávce (s ohledem na roční období) mezi 100 - 156 USD/t, což dává poměr ceny semene a těchto šrotů 0,65.

Světová cena metanolu je v současnosti 200 - 300 USD/t. Když uvážíme, že tuzemská nákupní cena ozimé řepky je 4 300 Kčs/t (jednonulové typy s vysokým obsahem glukosinulátů) až 4 800 Kčs/t (dvounulové typy se sníženým obsahem glukosinulátů) a podniky ZZN prodávají řepku za 5 100 Kčs/t, jde tedy o cenu relativně nízkou ve srovnání s průměrnou světovou cenou.

Velkoobchodní cena surového bezerukového oleje je 12 800 Kčs/t a polorafinovaného 14 400 Kčs/t. Současná cena motorové nafty 18 000 Kčs/t je vyšší než VOC polorafinovaného oleje. Cena extrahovaných řepkových šrotů se pohybuje od 2 500 do 3 100 Kčs/t.

Velkoobchodní cena čistého glycerinu je 40 Kčs/kg. Velkoobchodní cena metanolu činí 7 000 Kčs/t.

I. Investiční náklady výroby metylesteru (tis.Kčs)

Položka	Kapacita výroby metylesteru t/rok	
	500	1 000
Strojní technologie včetně montáže a 7% rezerva	5 790	7 900
Stavební objekty a 7% rezerva	2 700	3 200
Celkem	8 490	11 100

Modelové náklady na výrobu metylesteru v závodech zemědělského typu

Investiční náklady na výstavbu výroby tohoto typu (tab. I) vyplývají z rozpočtových částí projektových dokumentací zpracovaných VÚZT Praha, VÚPCHT Hradec Králové, Cheming Pardubice a Servisprojekt Pardubice (Jeviš, Šedivá, 1991; Smolík et al., 1991).

Výroba sestává z operačního skladu řepkového semene, z lisovny, která je vytvořena baterií malých olejářských lisů pro lisování za studena, z přípravných olejů, esterifikační jednotky, úpravní metylesteru a glycerinové fáze. Součástí výroby je sociální zařízení, kotlina, biologická čistírna odpadní vody. Řídící jednotka je umístěna v samostatném velínu. Operativní sklad řepky, lisovna a technologické zařízení esterifikace jsou umístěny v zateplené budově. Vnější budovy pod přístřeškem je umístěn sklad metanolu a nádrže na metylester. Výroba je napojena na kanalizaci a vybavena podle požadavků příslušných odborů hygieny a životního prostředí s dodržáním přísných požárních předpisů. Roční spotřeba elektrické energie - realizuje se i elektrický ohřev - činí u výroby 500 t/rok cca 260 MWh, u výroby 1 000 t/rok cca 380 MWh. U elektrické energie jde o velkoodběr s kalkulací 1 258 Kčs/MWh - včetně nájmů za elektroměr pak 1 400 Kčs/MWh. Náklady na dopravu řepkového semene, metanolu a dalších reagentů do výroby, odvoz řepkových výtisků, metylesteru a glycerinové fáze ke spotřebiteli významně ovlivňují ekonomické výsledky.

Doprava řepkového semene v závislosti na kapacitě výroby (pro srovnání je uvedena i kapacita 10 000 t): Roční výroba 500 t, tj. 1 500 t semene, tj. cca 500 ha řepky; 1 000 t, tj. 3 000 t semene, tj. cca 1 000 ha řepky; 10 000 t, tj. 30 000 t semene, tj. cca 10 000 ha řepky.

Pokud budeme uvažovat rozšířené pěstování řepky na cca 9 % orné půdy, potom půjde o dopravu řepky ze zemědělských podniků (výrobních jednotek) s výměrou: cca 5 500 ha s kapacitou 500 t metylesteru; cca 11 000 ha s kapacitou 1 000 t metylesteru; cca 110 000 ha s kapacitou 10 000 t metylesteru.

Pro výpočet dopravních nákladů (tab. II) na dovoz řepkového semene a odvoz pokrutin se vychází z těchto dopravních vzdáleností: výroba 500 t - průměrná přepravní vzdálenost 5 - 10 km; výroba 1 000 t - průměrná přepravní vzdálenost cca 15 km; výroba 10 000 t - průměrnou přepravní vzdálenost lze odhadnout na nejmenší 50 km. Základem sazby za přepravné je sazba TR 4 s připočtením zdřezného (čas na nakládku a vykládku - a 84 Kčs) a zvýšením o 30 %.

Při kalkulaci zpracovatelských nákladů (tab. III) se uvažuje výroba s kapacitou 500 a 1 000 t metylesteru za rok, organizovaná na principu uzavřeného samozásobovacího okruhu pěstitelů, kteří jsou zároveň spotřebiteli vyrobené bionafty a pokrutin. V kalkulaci se proto uvažují pěstitelské náklady na řepkové semeno, přímé materiálové a pracovní postupy a odvod z mezd. Prodává se pouze druhotná produkce - surový glycerin. Neuvažuje se tedy také s dalšími daňovými zatíženími (obratová daň, daň ze zisku), ani s náklady vznikajícími při centralizovaném zpracování.

Variantní kalkulace výrobních nákladů (tab. IV a tab. V) vychází z různých cenových hladin řepkového semene v rozsahu 4 200, 4 500, 4 800, 5 100 a 5 400 Kčs/t. Zohledňuje se tím jak proměnlivost hektarových úplných vlastních nákladů na výrobu řepky, tak pravděpodobnostní stav jejího výnosu. V první fázi se bere pro cenu řepkových pokrutin současná výrobní cena řepkových extrahovaných šrotů 2 700 Kčs/t. Protože jsou však tyto pokrutiny z hlediska krmné hodnoty srovnatelné se sójovými šroty (současná cena 7 250 Kčs/t), modelují se dále ceny pokrutin 3 000 (4 500), 3 400 (4 800), 3 600 (5 100), 3 800 (5 400). Hodnota metylesteru je stanovena jednak na 15 000 Kčs/t a jednak ekvivalentní k výhřevnosti motorové nafty, tj. $0,9 \times 18 000 \text{ Kčs/t} = 16 200 \text{ Kčs/t}$. Cena glycerinové fáze je 9 000 Kčs/t a dále se kalkuluje s cenou 3 000 Kčs/t v případě jeho ekologického spalování.

Podíl nákladů na řepkové semeno z výrobních nákladů se u výroby 500 t/rok pohybuje od 63,7 % (cena semene 4 200 Kčs/t) do 69,3 % (cena semene 5 400 Kčs/t). U výroby 1 000 t/rok je tento podíl 70,5 (4 200 Kčs/t) až 75,5 (5 400 Kčs/t). Cena řepkového semene je rozhodující položkou výrobních nákladů.

Technicko-ekonomická úroveň výroby bionafty, pokud nezohledníme ekologický přínos využívání metylesteru na životní prostředí, je však dána dobou návratnosti investic. Za efektivní lze pokládat výrobu, kde se celková investice zaplatí za kratší dobu, než je polovina životnosti strojní části. Návratnosti investic vyplývají z tab. VI a VII.

II. Náklady na dopravu (Kčs)

Dopravované množství		Náklady na dopravu při kapacitě výroby t metylesteru		
Surovina	Měrná jednotka t/t metylesteru	500	1 000	10 000 ²⁾
Řepkové semeno ¹⁾	3,33	36 943	91 992	1 983 432
Řepkové pokrutiny	1,9			
Metanol	0,134	6 700	13 400	134 000
Katalyzátor	0,02	1 000	2 000	20 000
Metylester	1	50 000	100 000	1 000 000
Glycerinová fáze	0,280	14 000	28 000	280 000
Celkem		108 643	235 392	3 417 432
na 1 t metylesteru		217	235	342

¹⁾ tam odvoz řepkového semena, zpět řepkové pokrutiny

²⁾ neuvažuje se s extrakcí řepkových výtlisků

III. Kalkulace přímých zpracovatelských nákladů

Položka		Výroba metylesteru t/rok			
		500		1 000	
		celkem tis. Kčs	na 1 t Kčs	celkem tis. Kčs	na 1 t Kčs
Odpisy - stroje (10 %)		579,0		790,0	
- stavby (4 %)		108,0		128,0	
Úrok z kapitálu (6 %)		509,4		666,0	
Úrok ze zásob (4 %)		299,7		599,4	
Investiční (kapitálové) náklady		1 469,1	2 992,2	2 183,4	2 183,4
Údržba a opravy (3 % z kapitálu)		254,7		333,0	
Elektrická energie		364,0		532,0	
Metanol (0,134 x 7 000 Kčs x kapacita)		469,0		938,0	
Katalyzátor (0,02 x 6 000 Kčs x kapacita)		60,0		120,0	
Ostatní materiál (filtrační tkaniny, detergenty)		100,0		200,0	
Materiálové náklady		1 247,7	2 495,4	2 123,0	2 123,0
Mzdy (5 pracovníků x 12 x 5 000 Kčs)		300,0		300,0	
Daň a sociální zabezpečení (72 % mezd)		216,0		216,0	
Režie (150 % mezd)		450,0		450,0	
Mzdové a režijní náklady		966,0	1 932,0	966,0	966,0
Zpracovatelské náklady celkem		3 709,8	7 419,6	5 272,4	5 272,4
Skladování řepkového semene		166,5		33,0	
Doprava řepkového semene a pokrutin		36,9		91,9	
Doprava reagentů		7,7		15,4	
Doprava metylesteru		50,0		100,0	
Doprava glycerinové fáze		14,0		28,0	
Dopravní a skladovací náklady		275,1	550,2	568,3	568,3
Celkem		3 984,9	7 969,8	5 840,7	5 840,7

IV. Variantní kalkulace nákladů na výrobu 1 t metylesteru (výroba 500 t/rok)

Cena řepkového semene (Kčs/t)	4 200	4 500	4 800	5 100	5 400
Náklady na řepkové semeno 3,33 t/t metylesteru (Kčs)	13 986	14 985	15 984	16 983	17 982
Náklady na zpracování včetně dopravy a skladování (Kčs/t)	7 979				
Výrobní náklady (Kčs/t)	21 956	22 955	23 954	24 953	25 952
Podíl nákladů na řepkové semeno z výrobních nákladů (%)	63,7	65,3	66,7	68,0	69,3
Hodnota produkce a bilanční zisk					
Hodnota metylesteru (Kčs/t)	15 000				
Hodnota pokrutin 1,9 x 2 700 Kčs/t (Kčs)	5 130				
Hodnota glycerinové fáze 0,28 x 9 000 Kčs/t (Kčs)	2 520				
Bilanční zisk (Kčs/t)	694	-	-	-	-
Hodnota metylesteru (Kčs/t)	16 200				
Hodnota pokrutin (Kčs)	5 130				
Hodnota glycerinové fáze (Kčs)	2 520				
Bilanční zisk (Kčs/t)	1 984	895	-	-	-
Hodnota metylesteru (Kčs/t)	15 000				
Hodnota glycerinové fáze (Kčs)	2 520				
Cena pokrutin (Kčs/t)	3 000	3 200	3 400	3 600	3 800
Hodnota pokrutin (Kčs)	5 700	6 080	6 460	6 840	7 220
Bilanční zisk (Kčs/t)	1 264	645	26	-	-
Hodnota metylesteru (Kčs/t)	16 200				
Hodnota glycerinové fáze (Kčs)	2 520				
Cena pokrutin (Kčs/t)	3 000	3 200	3 400	3 600	3 800
Hodnota pokrutin (Kčs)	5 700	6 080	6 460	6 840	7 220
Bilanční zisk (Kčs/t)	2 464	1 845	1 226	607	-

Závěr

Tržní a cenový vývoj ukazuje, že řepkový metylester (bionafta) zatím nemůže v čistě hospodářsky pojmaném smyslu ropným produktům z hlediska světových cen konkurovat. Perspektivně se ukazuje výroba metylesteru při tendencích omezování zemědělské nadvýroby a při řešení ekologických otázek. Výroba metylesterů v malotonážních zemědělských závodech s roční kapacitou 500, 1 000 a 1 500 t s cyklem: pěstování řepky - zpracování - výrobní spotřeba pěstitelem (jde o uzavřený výrobní cyklus) - nemůže konkurovat velkým centralizovaným zpracováním (10 000 t metylesteru/rok a více) v měrných investičních a zpracovatelských nákladech. Systém provozování zemědělských závodů však umožňuje minimalizovat dodavatelesko-odběratelské vztahy, vyloučit zisky prostředníků a obrátovou daň. Nemalý význam má i přesunutí zpracování produktů na úroveň zemědělského podniku a zajištění prvovýroby v případných krizových obdobích.

V. Variantní kalkulace nákladů na výrobu 1 t metylesteru (výroba 1 000 t/rok)

Cena řepkového semene (Kčs/t)	4 200	4 500	4 800	5 100	5 400
Náklady na řepkové semeno 3,33 t/t metylesteru (Kčs)	13 986	14 985	15 984	16 983	17 982
Náklady na zpracování včetně dopravy a skladování (Kčs/t)	5 841				
Výrobní náklady (Kčs/t)	19 827	20 826	21 825	22 824	23 823
Podíl nákladů na řepkové semeno z výrobních nákladů (%)	70,5	71,9	73,2	74,4	75,5
Hodnota produkce a bilanční zisk					
Hodnota metylesteru (Kčs/t)	15 000				
Hodnota pokrutin (Kčs)	5 130				
Hodnota glycerinové fáze (Kčs)	2 520				
Bilanční zisk (Kčs/t)	2 823	1 824	825	-	-
Hodnota metylesteru (Kčs/t)	16 200				
Hodnota pokrutin (Kčs)	5 130				
Hodnota glycerinové fáze (Kčs)	2 520				
Bilanční zisk (Kčs/t)	4 023	3 024	2 025	1 026	27
Hodnota metylesteru (Kčs/t)	15 000				
Hodnota glycerinové fáze (Kčs)	2 520				
Cena pokrutin (Kčs/t)	3 000	3 200	3 400	3 600	3 800
Hodnota pokrutin (Kčs)	5 700	6 080	6 460	6 840	7 220
Bilanční zisk (Kčs/t)	3 393	2 774	2 155	1 536	917
Hodnota metylesteru (Kčs/t)	16 200				
Hodnota glycerinové fáze (Kčs)	2 520				
Cena pokrutin (Kčs/t)	3 000	3 200	3 400	3 600	3 800
Hodnota pokrutin (Kčs)	5 700	6 080	6 460	6 840	7 220
Bilanční zisk (Kčs/t)	4 593	3 974	3 355	2 736	2 117

nedostatků motorové nafty. S ohledem na tuto skutečnost by si oba způsoby výroby metylesteru neměly konkurovat, ale spíše vhodně doplňovat a promyšleně tvořit jeden celek.

Výroba metylesteru s kapacitou 500 t/rok (tab. IV a VI) je ekonomicky efektivní, bez subvencí na provoz, eventuálně investice, pouze při ceně řepkového semene 4 200 Kčs/t při minimální ceně řepkových pokrutin 2 700 Kčs/t a kalkulujeme-li cenu metylesteru ve výši 16 200 Kčs/t, výroba s kapacitou 1 000 t/rok (tab. V a VII) je ekonomicky efektivní ještě při ceně semene 4 500 Kčs/t, kalkulujeme-li s cenou pokrutin minimálně 2 700 Kčs/t a metylesteru 15 000 Kčs/t, totéž platí při ceně řepkového semene 4 800 Kčs/t. V tom případě bychom však museli zrealizovat pokrutiny za 3 400 Kčs/t. Kalkulujeme-li metylester ve výši 16 200 Kčs/t, je výroba efektivní ještě při ceně řepkového semene 5 100 Kčs/t a minimální ceně pokrutin 2 700 Kčs/t. Pokud kalkulujeme cenu glycerinové fáze pouze 3 000 Kčs/t (jeho ekologické spalování), je výroba efektivní pouze u výroby 1 000 t a ještě při ceně řepkového semene 4 500 Kčs/t, pokud bereme cenu metylesteru 16 200 Kčs/t a cenu pokrutin 2 700 Kčs/t.

VI. Návrátnost investic (výroba 500 t/rok metylesteru)

Cena metylesteru (Kčs/t)	15 000				16 200					
Cena řepkového semene (Kčs/t)	4 200		4 500	4 800	4 200		4 500		4 800	5 100
Cena řepkových pokrutin (Kčs/t)	2 700	3 000	3 200	3 400	2 700	3 000	2 700	3 200	3 400	3 600
Návrátnost investice (roky) (cena glycerinové fáze 9 000 Kčs/t)	8,2	6,4	8,4	12	5,2	4,4	7,5	5,3	6,5	8,5
Návrátnost investice (roky) (cena glycerinové fáze 9 000 Kčs/t)	-	-	-	-	10,7	7,9	-	11,0	-	-

VII. Návrátnost investic (výroba 1 000 t/rok metylesteru)

Cena metylesteru (Kčs/t)	15 000						16 200									
Cena řepkového semene (Kčs/t)	4 200		4 500		4 800		4 200		4 500		4 800		5 100		5 400	
Cena řepkových pokrutin (Kčs/t)	2 700	3 000	2 700	3 200	2 700	3 400	2 700	3 000	2 700	3 200	2 700	3 400	2 700	3 600	2 700	3 800
Návratnost investice (roky) (cena glycerinové fáze 9 000 Kčs/t)	3,0	2,6	4,0	3,0	6,4	3,6	2,3	2,0	2,8	2,3	3,8	2,6	5,7	3,0	11,7	3,6
Návratnost investice (roky) (cena glycerinové fáze 9 000 Kčs/t)	5,4	4,2	10,5	5,5	-	8,0	3,4	2,9	4,9	3,5	8,8	4,3	-	5,6	-	8,2

Literatura

- JANETSCHEK, H.: Řepkový metylester jako substitute nafty v Rakousku. Schr.-R. Bundesanstalt Agrarwirtsch. (Wien), 1991, č. 64, s. 65-68.
- FABRY, A. - VAŠÁK, J.: Možnost alternativního využití řepkového oleje. Zemědělec (Příl. Zeměd. Nov.), XI, 7. 11. 1990, s. 2-3.
- JEVIČ, P. - ŠEDIVÁ, Z.: Linka pro lisování a metanolýzu oleje řepkového semene s kapacitou 500 - 1000 t/rok, projektové zadání stavby. Praha, VÚZT 1991, s. 31-35.
- SMOLÍK, V. - JANEČKA, A. - JEVÍČ, P. - ŠEDIVÁ, Z.: Zkušební jednotka na výrobu metylesteru z řepkového oleje Dolany-Svinišany, zadání stavby. CHEMING Pardubice, Hradec králové, VÚPCHT, Praha, VÚZT, 1991, s. 41-49.

Dolko 9. 4. 1992

Ing. Zdeňka Š e d i v á , Výzkumný ústav zemědělské techniky, 163 07 Praha 6 - Řepy

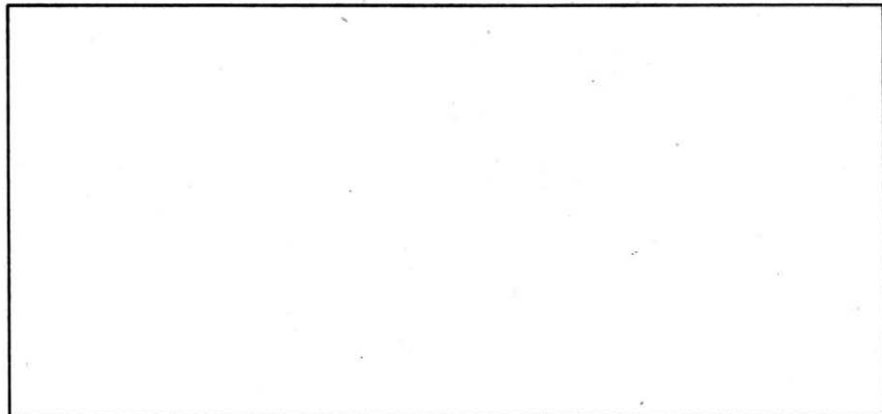
PRO PODPORU PRIVATIZACE ZEMĚDĚLSTVÍ

Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství v Praze
120 56 Praha 2-Vinohrady, Slezská 7

nabízí publikace, které budou užitečnými pomocnými nejen pro soukromé zemědělce, ale i transformovaná družstva, družstva vlastníků a privatizované statky pro organizace služeb pro zemědělství:

Rodinné farmy s chovem skotu v západních zemích (SI ZT 7/91)	40 Kčs
Zemědělská technika pro malovýrobu (SI ZT 2/91)	30 Kčs
Ustájení prasnic (VTR 20/90)	10 Kčs
Biologické zemědělství a alternativní výroba potravin (VTR 3/90)	17 Kčs
Biologické zemědělství a alternativní výroba potravin - ekonomické otázky (SI RV 8/91)	22 Kčs
Snížování ztrát při konzervaci a skladování objemných krmiv silážováním (SI ZT 9/91)	30 Kčs
Strojní kroužky v zahraničí (SI ZT 7/92)	20 Kčs
Stroje na ochranu rostlin pro farmy (SI ZT 5/92)	20 Kčs
Lehké stavby pro prasata v západních zemích (SI ZT 4/92)	30 Kčs
Vytápění zemědělských objektů odpadní fytomasou (SI ZT 2/92)	20 Kčs
Fyzikální metody hubení plevelů (SI RV 7/92)	20 Kčs
Státní podpora zemědělství v pohraničních a horských oblastech západoevropských zemí (SI ZE 1/91)	30 Kčs
Zemědělské družstevnictví v zemích s tržní ekonomikou I. díl-Německo, Rakousko, Francie, USA (SI ZE 2/91)	30 Kčs
II. díl-Švédsko, Dánsko, Nizozemí, Norsko, Izrael (ZE 7/91)	30 Kčs
Ceny zemědělské půdy a výše nájemného v zemích s tržní ekonomikou (SI ZE 1/92)	20 Kčs
Technologie výroby zeleninových salátů (SI VP 4/92)	25 Kčs

Pokud si vyberete některý z titulů, objednejte si jej formou dopisu podle čísla uvedeného v závorce.



Vědecký časopis ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA ● Vydává Akademie zemědělských věd ČSFR - Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství ● Vychází měsíčně ● Redaktorky ing. Marie Černá, CSc., Radka Chlebočková, RNDr. Eva Stříbrná ● Redakce: Slezská 7, 120 56 Praha 2, tel.: 25 75 41 ● Sazba Studio DOMINO - ing. Jakub Černý, Popovice 144, Králův Dvůr, tel.: 0311/4756 ● Tisk ÚVTIZ Praha ● © Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, Praha 1992

Rozšiřuje PNS. Informace o předplatném podá a objednávky přijímá každá administrace PNS, doručovatel tisku a Administrace centralizovaného tisku, Kačkova 19, 160 00 Praha 6.