



ÚZPI



ÚSTAV ZEMĚDĚLSKÝCH A POTRAVINÁŘSKÝCH INFORMACÍ

ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA

Agricultural Engineering

ČESKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÝCH VĚD

4

VOLUME 42 (LXIX)
PRAHA 1996
CS ISSN 0044-3883

Mezinárodní vědecký časopis vydávaný z pověření České akademie zemědělských věd a s podporou Ministerstva zemědělství České republiky

An international journal published by the Czech Academy of Agricultural Sciences and with the promotion of the Ministry of Agriculture of the Czech Republic

Redakční rada – Editorial Board

Předseda – Chairman

Ing. Jiří Fiala, DrSc. (Výzkumný ústav zemědělské techniky, Praha, ČR)

Členové – Members

Doc. RNDr. Ing. Jiří Blahovec, DrSc. (Česká zemědělská univerzita, Praha, ČR)

Doc. Ing. Karel Brzkovský, CSc. (České vysoké učení technické, Praha, ČR)

Univ.-Prof. Dr. habil. Manfred Estler (Technische Universität München, Institut für Landtechnik, Freising, BRD)

Prof. Ing. Ján Jech, CSc. (Vysoká škola poľnohospodárska, Nitra, SR)

Ing. Petr Jevič, CSc. (Výzkumný ústav zemědělské techniky, Praha, ČR)

Doc. Ing. Jan Mareček, CSc. (Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno, ČR)

Ing. Richard Markovič, CSc. (Štátna skúšobňa poľnohospodárskych a lesných strojov, Rovinka, SR)

Ing. Zdeněk Pastorek, CSc. (Výzkumný ústav zemědělské techniky, Praha, ČR)

Doc. Ing. František Ptáček, CSc. (Státní kontrolní a zkušební ústav zemědělský, Brno, ČR)

Prof. M. N. Rifai, Ph.D. (Nova Scotia Agricultural College, Truro, Nova Scotia, Canada)

Ing. Jan Šabatka, CSc. (Zemědělská fakulta Jihočeské univerzity, České Budějovice, ČR)

Vedoucí redaktorka – Editor-in-Chief

Ing. Jovanka Václavíková

Cíl a odborná náplň: Časopis publikuje původní vědecké práce a studie typu review z oboru zemědělské techniky, zemědělské technologie a zpracování zemědělských produktů. Abstrakty z časopisu jsou zahrnuty v těchto databázích: Agris, CAB Abstracts, Czech Agricultural Bibliography, WLAS.

Periodicita: Časopis vychází čtvrtletně (4x ročně), ročník 42 vychází v roce 1996.

Přijímání rukopisů: Rukopisy ve dvou vyhotoveních je třeba zaslat na adresu redakce: Ing. Jovanka Václavíková, vedoucí redaktorka, Ústav zemědělských a potravinářských informací, Slezská 7, 120 56 Praha 2, tel.: 02/25 75 41–9, fax: 02/25 70 90, e-mail: braun@uzpi.agrec.cz. Den doručení rukopisu do redakce je publikován jako datum přijetí k publikaci.

Informace o předplatném: Objednávky na předplatné jsou přijímány pouze na celý rok (leden–prosinec) a měly by být zaslány na adresu: Ústav zemědělských a potravinářských informací, vydavatelské oddělení, Slezská 7, 120 56 Praha 2. Cena předplatného pro rok 1996 je 176 Kč.

Aims and scope: The journal publishes scientific papers and reviews dealing with the study agricultural engineering, agricultural technologies and processing the agricultural products. Abstracts from the journal are comprised in the databases: Agris, CAB Abstracts, Czech Agricultural Bibliography, WLAS.

Periodicity: The journal is published quarterly (4 issues per year), Volume 42 appearing in 1996.

Acceptance of manuscripts: Two copies of manuscript should be addressed to: Ing. Jovanka Václavíková, editor-in-chief, Institute of Agricultural and Food Information, Slezská 7, 120 56 Praha 2, tel.: 02/25 75 41–9, fax: 02/25 70 90, e-mail: braun@uzpi.agrec.cz. The day the manuscript reaches the editor for the first time is given upon publication as the date of reception.

Subscription information: Subscription orders can be entered only by calendar year (January–December) and should be sent to: Institute of Agricultural and Food Information, Slezská 7, 120 56 Praha 2. Subscription price for 1996 is 44 USD (Europe), 46 USD (overseas).

VLIV ŘIDITELNÉ NÁPRAVY NA VELIKOST TAHOVÉHO ODPORU PŘI ZATÁČENÍ TRAKTOROVÉHO NÁVĚSU

THE EFFECT OF DIRIGIBLE AXLE ON THE SIZE OF TENSILE RESISTANCE IN TURNING OF TRACTOR SEMI-TRAILER

A. Bartolomějev, J. Souček

Research Institute of Agricultural Engineering, Praha-Řepy, Czech Republic

ABSTRACT: Turning of tractor semi-trailers with non-dirigible tandem axles is accompanied by rising of lateral forces on wheels which is manifested by transversal slip shift of tyres in their contact site against surface. It induces raised stress of soil surface and damage to its structure or plant cover, or it is associated with increase of tensile resistance when bending and increased wear of tyres. To test and make concrete the effect of dirigible axle on reduction of tensile resistance when bending, experimental measurements of tractor semi-trailer NTM-8, equipped with prototype of dirigible axle with blocking by hydraulic roller in reverse driving, were carried out (Fig. 1). Tensile resistance in tractor axle was measured by special frame suspended in three-point suspension of tractor which made possible to register only horizontal part of tensile force by means of attached tensile dynamometer when other forces were eliminated, including vertical one, induced by transfer of weight from attached semi-trailer (Fig. 2). Measuring took place on bituminous and grassland surface on radii of bending 10, 20 and 30 m. It followed from measurements that compared with non-dirigible tandem axles the dirigible axle reduces tensile force by 47% on bituminous surface and even by 21% on grassland surface (radius of bending is 10 m). The pattern of tensile force in the axle of tractor as depended on radius of bending is in Fig. 5 and the pattern of angle of mutual lock of tractor axle against semi-trailer is in Fig. 6

tractor semi-trailer; tandem axles; dirigible axle; bending of semi-trailer; tensile force in tractor axle

ABSTRAKT: Traktorové návěsy s neřiditelnými tandemovými nápravami se při zatáčení vyznačují vznikem bočních sil na kolech a tyto síly se projevují příčným smykovým posuvem pneumatik v jejich styčné ploše vůči podložce (půdě). Jejich jízdní vlastnosti zlepšuje možnost řídit aspoň jednu z náprav tandemového podvozku. Práce se zabývá ověřením vlivu řešení tandemového podvozku s řiditelnou nápravou a neřiditelnými nápravami na velikost silového působení na půdu při zatáčení. Při realizovaných experimentálních měřeních při průjezdu zatáčkou o různých poloměrech a na různých površích se konkretizoval vliv tohoto řešení na snížení tahového odporu.

traktorový návěs; tandemové nápravy; řiditelná náprava; zatáčení návěsu; tahová síla v ose traktoru

ÚVOD

Teoretickým rozбором problému působení bočních sil na podvozková kola vozidel se zabýval Grečenko (1985). Vycházel z jím vypracované SD metody, která umožňuje aplikaci v případech řiditelnosti a zatáčení vozidel formulováním nezávislých deformačních výminek k řešení silového a pohybového stavu vozidla. Formulace těchto výminek je nutná u případů, v nichž jako neznámé kromě sil vystupují deformační veličiny, tj. prokluz a skluzový úhel. V řešení se používá tzv. fiktivního náhradního kola, které nahrazuje dvojici kol na jedné nápravě a jehož úhel natočení osy kola směřuje do pólu otáčení soupravy.

MATERIÁL

Pro praktické experimentální porovnání tandemového podvozku s řiditelnou a neřiditelnou nápravou na konkrétních površích pak byla na základě teoretického rozboru použita metoda měření tahové síly v ose traktoru na různých poloměrech zatáčení.

Pro měření byl využit tandemový návěs řady NTM-8, vyrobený v a. s. Zemědělská technika, divize Kralovice, podle společného projektu VÚZT Praha-Řepy a akciové společnosti Zemědělská technika, Praha-Vinoř, na kterém byl namontován prototyp řiditelné zadní nápravy s hydraulickým blokováním při couvání (S y r o v ý, 1992).

KONCEPCE NÁVĚSU

Návěs je celokovový s žebřinovým rámem s variabilní pevnou ojí do dolního nebo horního závěsu traktoru. Korba ze svařovaných profilových bočnic je variantně jednostranně až třístranně hydraulicky sklopná. Pevné nápravy jsou uspořádány v tandemu a odpruženy obrácenými půleliptickými listovými pružinami, jež jsou na nápravách uchyceny ve speciálních držácích. Variantně montovaná řiditelná zadní náprava má stejné uložení na listových pružinách, řiditelná kola s úhlovou výchylkou 10° na obě strany jsou spojena spojovací tyčí, která je opatřena hydraulickým tlumičem. Blokování řiditelnosti nápravy při couvání je řešeno hydraulickými válečky u kol (obr. 1). Základní technická data jsou obsažena v tab. I.

MĚŘICÍ ZAŘÍZENÍ A PŘÍSTROJE

Pro zjištění tahových sil při průjezdu návěsu s řiditelnou a neřiditelnou (zablokovanou) tandemovou nápravou zatáčkou o různém poloměru zatáčení byl vyroben speciální měřicí rám, upravený pro připojení návěsu. Měřicí rám se zavěšuje na třibodový závěs traktoru.

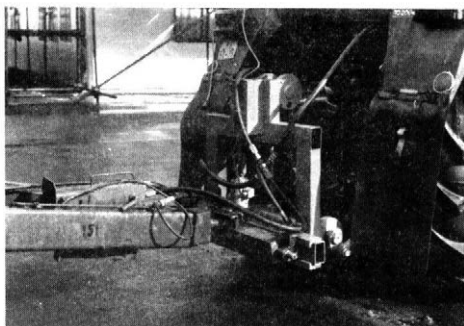
Jeho konstrukce je řešena tak, že pomocí připojeného tahoměru umožňuje registrovat pouze vodorovnou složku tahové síly v ose traktoru a vylučuje ostatní silové účinky včetně složky svislé, vyvolané přenosem tíhy z připojeného návěsu.

Celkové uspořádání měřicího rámu s připojeným návěsem je na obr. 2.

Pro registraci tahové síly byl použit odporový tenzometrický tahový dynamometr Hottinger s rozsahem do 50 kN. Výstup dynamometru byl připojen k tenzometrickému můstku Mikrotechna typ M-1000. Výstup-



1. Zadní řiditelná náprava tandemového návěsu s blokovacími hydraulickými válečky pro couvání – Rear dirigible axle of tandem semi-trailer with blocking hydraulic rollers for reverse driving



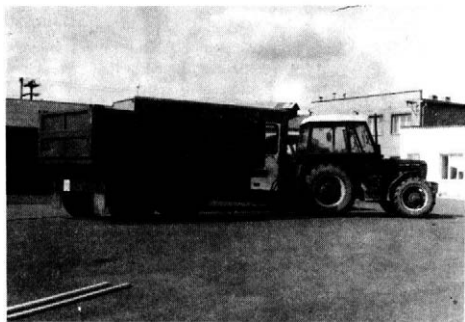
2. Měřicí rám s vestavěným tahovým dynamometrem a připojeným návěsem – Measuring frame with built-in tensile dynamometer and attached trailer

I. Základní technická data návěsu NTM-8 – Basic specifications of semi-trailer NTM-8

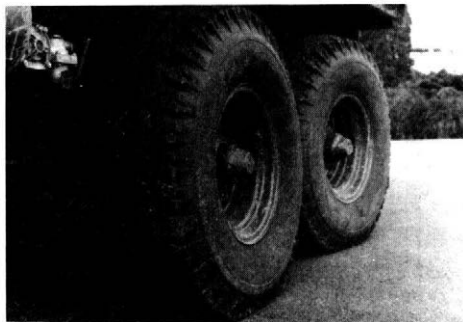
Údaj ¹	Jednotka ²	Rozměr ³
Typ, provedení ⁴	–	NTM-8, řiditelná náprava ¹⁷
Délka ⁵	mm	6 340
Šířka ⁶	mm	2 300
Výška ⁷	mm	2 040
Ložná plocha ⁸	mm	4 450 x 2 110
Rozchod kol ⁹	mm	1 790
Rozvor náprav ¹⁰	mm	1 145 ^{*)}
Vzdálenost tažného oka od první nápravy ¹¹	mm	3 800 ^{*)}
Vlastní hmotnost ¹²	kg	3 250
Užitečné zatížení ¹³	kg	8 000
Pneumatiky ¹⁴	kg	14,5/80–18
Výchylka kol řiditelné nápravy vlevo/vpravo ¹⁵	stupeň	10/10
Sbíhavost kol řiditelné nápravy ¹⁶	mm	9

*) nezatížený stav – state of non-loading

¹data, ²unit, ³size, ⁴type, modification, ⁵length, ⁶width, ⁷height, ⁸loading area, ⁹wheel spacing, ¹⁰wheel base, ¹¹distance from tensile eye from first axle, ¹²proper weight, ¹³useful load, ¹⁴tyres, ¹⁵deviation of wheels of dirigible axle right/left, ¹⁶convergence of wheels of dirigible axle, ¹⁷dirigible axle



3. Celkový pohled na soupravu traktor – návěs a měřicí vůz Avia (v pozadí) při měření na asfaltovém povrchu – General view of tractor aggregate - trailer and measuring vehicle Avia (in the background) during measuring on bituminous surface



4. Postavení kola řiditelné nápravy při maximální výchylce – Position of wheel of dirigible axle at maximum displacement

ní napětí z tenzometrického můstku se zpracovávalo v integrátoru DOG-1 s nastavitelnými časovými integračními konstantami. Po přepočtech představovala výstupní digitální hodnota napětí na displeji střední hodnotu tahové síly v měřeném časovém intervalu. Měřicí souprava byla umístěna v měřicím skříňovém automobilu AVIA, který byl vybaven vlastním napájecím zdrojem – elektrocentrálou HONDA E 1500.

Propojení měřené traktorové soupravy s měřicím vozem bylo řešeno kabelem zavěšeným na pružných gumových závěsech. Celkový pohled na soupravu s měřicím vozem je na obr. 3.

VÝSLEDKY

Vlastní měření tahových sil při průjezdu návěsu kruhovými oblouky o různých poloměrech bylo realizováno na asfaltovém a travnatém povrchu. Měření se uskutečnilo na obloucích o poloměru 10, 20 a 30 m. Tyto oblouky byly opakovaně obousměrně projížďeny. Měřicí vůz se pohyboval vedle měřené soupravy vně oblouku, aby svými stopami neovlivňoval projížděný travnatý povrch. Minimální poloměr 10 m využíval maxima možnosti natočení oje vůči zavěšení v měřicím rámu a také volné natočení kol řiditelné nápravy (obr. 4) Využitím hydraulického blokování řiditelné nápravy při jízdě obloukem se dosáhlo u téhož návěsu ve stejných podmínkách obou požadovaných provedení – řiditelného i neřiditelného.

Pro měření byl návěs zatížen hmotností blízkou hmotnosti užitečné, a to: svazky tabulových plechů o hmotnosti 7 120 kg (asfalt) a rovnoměrně rozvrstveným pískem o hmotnosti 7 125 kg (tráva).

Pneumatiky návěsu Barum 14,5/80-18 byly nahuštěny na tlak 250 kPa. Zkouška statického měrného tlaku dala při velikosti otisku pneumatiky 922 cm² a tíze připadající na jedno kolo 2 277,5 kg výsledný měrný tlak na měkkou podložku 247 kPa.

Tažnými prostředky byly traktory Zetor 7745 (asfalt) a Zetor 8111 (tráva). Měření proběhla v obou případech na suchém povrchu.

Po statistickém vyhodnocení a zpracování naměřených hodnot byla sestavena grafická závislost tažné síly v ose traktoru na poloměru zatáčení. Tato závislost je znázorněna na obr. 5.

Velikost naměřených hodnot byla ovlivněna nejen přesností jízdy po měřeném oblouku, ale i místními nerovnostmi zkušebního povrchu, jeho stavem a nedefinovatelnými deformacemi odpružení náprav.

Současné byly na jednotlivých poloměrech zatáčení změřeny úhly vzájemného natočení podélné osy traktoru vůči ose závěsného oje návěsu a úhly vzájemného natočení kol návěsu ve variantě řiditelné nápravy. Závislost velikosti úhlu natočení osy návěsu vůči ose traktoru na poloměru zatáčení je vynesena na obr. 6.

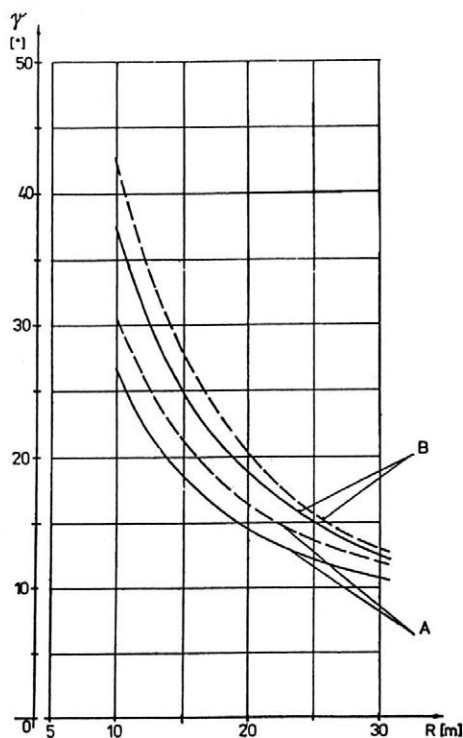
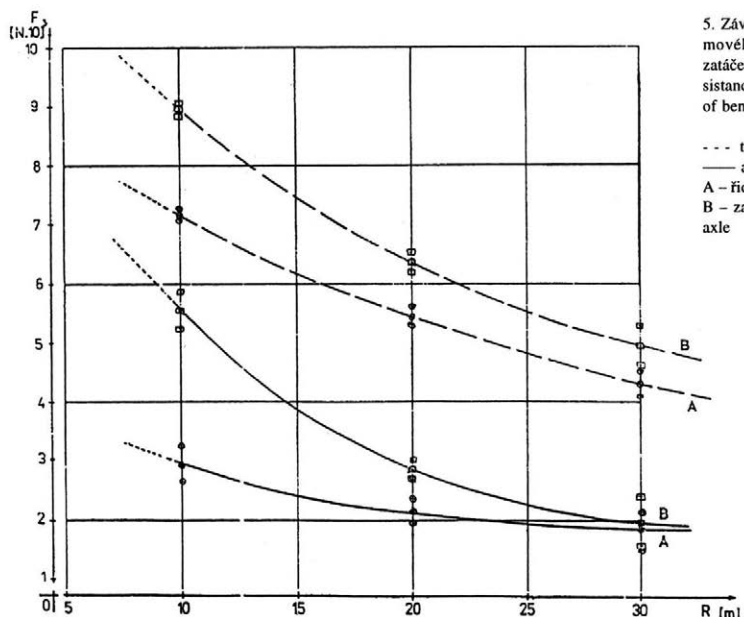
DISKUSE

Z rozboru naměřených hodnot podle obr. 5 vyplývá:

– Vyšší tahový odpor návěsu při zatáčení na trávě v porovnání s asfaltovým povrchem v rozsahu 3,0–3,5.10³ N na poloměrech zatáčení 30–10 m při zablokované nápravě a v rozsahu 2,3–4,0.10³ N u řiditelné nápravy. Hodnoty a průběh tahové síly odpovídají předpokladům a souvisejí se skluzovými vlastnostmi obou povrchů.

– Snížení tahového odporu při zatáčení s řiditelnou nápravou na rozdíl od nápravy neřiditelné na obou površích. Nejvýraznější je snížení tahového odporu projevílo při nejnižším poloměru zatáčení 10 m, a to výrazněji na asfaltovém povrchu, na kterém bylo naměřeno snížení o 2,5.10³ N. Při porovnání s neřiditelnou nápravou to představuje snížení o 47 %. Obdobně na travnatém povrchu představuje snížení tahového odporu 1,85.10³ N, což je snížení o 21 % proti nápravě neřiditelné při poloměru zatáčení 10 m.

– Úhel vzájemného natočení traktoru a tandemového návěsu (obr. 6) je u řiditelné nápravy menší než



6. Závislost úhlu vzájemného natočení traktoru a tandemového návěsu na poloměru zatáčení – Dependence of angle of mutual turning of tractor and tandem trailer on radius of bending

--- tráva – grass
— asfalt – bitumen
A – řiditelná náprava – dirigible axle
B – zablokováná náprava – blocked axle

u nápravy neřiditelné v celém rozsahu měřených poloměrů zatáčení. Svědčí to o tom, že se návěs pohybuje po „větším“ poloměru zatáčení, s nižším tahovým odporem a také „lépe“ sleduje stopy tažného traktoru.

Použití řiditelné nápravy u tandemového podvozku příznivě ovlivňuje potřebnou tahovou sílu při průjezdu zatáčkou a snižuje tak smykové síly mezi pneumatikou a podložkou. Snižuje se tím poškození půdní struktury a rostlinného pokryvu a na tvrdých površích přispívá i ke snížení opotřebení pneumatik. Současně se snižuje energetická náročnost při jízdě.

Zjištěný charakter závislosti tahové síly na poloměru zatáčení má obecnou platnost, její konkrétní hodnoty jsou pak ovlivněny určitým konstrukčním provedením řiditelné nápravy. Zjištěné hodnoty tahového odporu mohou sloužit pro porovnání účinku dalších vývojových variant řiditelné nápravy.

ZÁVĚR

Realizovaná experimentální měření tandemového traktorového návěsu s neřiditelnou a jednou řiditelnou

nápravou při průjezdu zatáčkou na různých površích prokázala výhodnost tohoto technického řešení z hlediska:

- snížení tahového odporu návěsu s řiditelnou nápravou a pozitivní ovlivnění energetické náročnosti,
- snížení smykových sil na kolech návěsu s dopadem na snížení namáhání půdy a poškozování rostlinného pokryvu,
- zlepšení podmínek odvalování pneumatik a snížení jejich opotřebení.

Výsledky měření jsou využitelné:

- pro srovnání konstrukčních řešení jednotlivých variant řiditelné nápravy, jimiž se má dosáhnout optimálních parametrů,
- pro zpřesnění teoretických modelů chování taženého vozidla při průjezdu zatáčkou,
- pro formulaci technicko-exploatačních požadavků na přípojná vozidla pro zemědělství a pro argumentaci v obchodní politice výrobců zemědělských přípojných

vozidel, kteří variantu řiditelné nápravy zařadí do svého výrobního programu.

Aplikovaná měřicí metoda s využitím speciálního měřicího rámu s úpravou pro připojení návěsu a s vestavěným tahovým dynamometrem se pro daný typ měření osvědčila a nárokům měření vyhověla.

Literatura

- GREČENKO, A.: Jízdní vlastnosti terénních vozidel při existenci bočních sil. *Zeměd. Techn.*, 31, 1985 (10): 579–596.
- GREČENKO, A.: Přípustné zatížení půdy kolovými podvozky. Praha, VŠZ 1991.
- SYROVÝ, O.: Snížení nepříznivého vlivu zemědělské dopravy na půdu a životní prostředí. [Výzkumná zpráva.] Praha, Výzkumný ústav zemědělské techniky 1992.

Došlo 4. 10. 1995

Kontaktní adresa:

Ing. Alexandr Bartoloměj, Výzkumný ústav zemědělské techniky, K šancím 50, 163 07 Praha 6-Řepy (P. O. Box 16, 163 00 Praha 618), Česká republika, tel.: 02/302 12 51–9, fax 02/302 27 63

INSTITUTE OF AGRICULTURAL AND FOOD INFORMATION
Slezská 7, 120 56 Praha 2, Czech Republic
Fax: (00422) 24 25 39 38

In this institute scientific journals dealing with the problems of agriculture and related sciences are published on behalf of the Czech Academy of Agricultural Sciences. The periodicals are published in the Czech or Slovak languages with long summaries in English or in English language with summaries in Czech or Slovak.

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

Periodical	Number of issues per year
Rostlinná výroba (Plant Production)	12
Živočišná výroba (Animal Production)	12
Veterinární medicína (Veterinary Medicine – Czech)	12
Zemědělská ekonomika (Agricultural Economics)	12
Lesnictví – Forestry	12
Zemědělská technika (Agricultural Engineering)	4
Ochrana rostlin (Plant Protection)	4
Genetika a šlechtění (Genetics and Plant Breeding)	4
Zahradnictví (Horticultural Science)	4
Potravinářské vědy (Food Sciences)	6

DYNAMOMETRICKÉ VOZIDLO PRE SKÚŠANIE TRAKTOROV

DYNAMOMETRIC VEHICLE FOR TRACTOR TESTING

J. Semetko¹, I. Janoško¹, L. Barda², P. Pernis²

¹Slovak University of Agriculture, Nitra, Slovak Republic

²State Institute for Testing of Agricultural, Food Production and Forestry Machines, Praha, Czech Republic

ABSTRACT: Tension and economy belong amongst most important parameters of tractors. Tensile properties of tractors are ascertained by tensile test using special vehicles allowing to load a tested tractor, measure and assess its various parameters. The contribution presents results and experience from designs and solution of the building of a dynamometric vehicle to test tractors for the State Institute for Testing of Agricultural, Food Production and Forestry Machines, Praha. Theoretical prerequisites are defined weights of dynamometric vehicle and its loading characteristics. There is a part of results of conception plan and constructional design of dynamometric vehicle. The dynamometric vehicle was built on the chassis of SKODA LIAZ 101.860 with large-capacity of eight-seat cabin and marked variability of vehicle's weight. Braking loading part is based on the electrohydraulic power brake with the computer-controlled brake effect. Dynamometric vehicle is designed for tractors of power output 15 to 250 kW, total weight of tractors 1,000 to 1,500 kg, speed of operation 0 to 6.7 m.s⁻¹. The vehicle is designed for tractors of towing performance up to 180 kW. Testing of loading characteristics of dynamometric vehicle confirmed short-time braking capacities above 250 kW.

tractor; tests of tractors; dynamometric vehicle – design; building; solution

ABSTRAKT: Príspevok uvádza výsledky a skúsenosti z navrhovania a riešenia stavby dynamometrického vozidla na skúšanie traktorov pre Štátnu skúšobňu poľnohospodárskych, potravinárskych a lesníckych strojov Praha. Sú tu uvádzané teoretické predpoklady, súhrn požiadaviek príslušných parametrov, časť výsledkov koncepčného projektu a konštrukčného riešenia dynamometrického vozidla.

traktor; skúšky traktorov; dynamometrické vozidlo – návrh; stavba; riešenie

ÚVOD

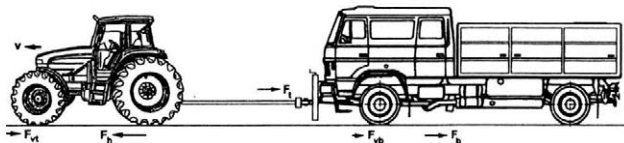
Na posúdenie úžitkových vlastností traktora treba poznať vzťahy medzi jeho základnými technicko-exploatačnými parametrami. Objektívny a prehľadný obraz o úžitkových vlastnostiach traktora pre výrobcu i užívateľa poskytuje grafické vyjadrenie základných technicko-exploatačných parametrov traktora, ich závislosť od ťahovej sily. Z týchto sú najdôležitejšie ťahové vlastnosti a hospodárnosť, čo sa overuje ťahovými skúškami. Techniku ťahových skúšok publikovali (okrem iných): Grečenko (1968, 1978, 1980), Komándi (1986) a Semetko et al. (1975, 1985, 1995). Metódy ťahových skúšok sú významnou súčasťou národných i medzinárodne uznávaných noriem a predpisov pre skúšanie traktorov: OECD kód I/3, II/3 a V, ISO 789-9, ČSN 30 0415 atď.

Skúšobne postupujú pri úradných skúškach poľnohospodárskych traktorov takmer výlučne podľa normalizačných kódov OECD. Organizácia pre hospodársku spoluprácu a rozvoj (OECD) podporuje okrem iného aj

politiku zameranú na rozvoj a rozšírenie svetového obchodu na všestrannom a nediskriminačnom základe. Pre zjednotenie procedúr medzinárodného obchodu a zabezpečenie štandardnej úrovne kvality materiálu, s ktorým sa obchoduje, vznikol systém skúšobní OECD (okolo 50). Tieto skúšobne sú poverené realizáciou úradných skúšok. Štátna skúšobňa poľnohospodárskych, potravinárskych a lesníckych strojov, SZZPLS Praha, bola akreditovaná úradom OECD v roku 1988.

TEORETICKÝ ROZBOR

Podstatou ťahových skúšok je merať veličiny charakterizujúce hlavné technicko-exploatačné parametre traktora. Určuje sa tu predovšetkým závislosť ťahového výkonu P_p , rýchlosti pohybu v , prekľzu hnacích kolies δ a hodinovej M_p či mernej spotreby paliva m_{pp} , prípadne aj ťahovej účinnosti η_p , v závislosti od zložky zaťažujúcej sily F_t (rovnobežnej s podložkou) pri zaradení rozličných prevodových stupňov:



1. Skúšaný traktor s dynamometrickým vozidlom – Tested tractor with dynamometric vehicle

$$P_t; v; \delta; M_p; m_{pt}; \eta_t = f(F_t) \quad (1)$$

Tieto závislosti sa zisťujú štandardne na rovnej betónovej dráhe pri rôznom ťahovom zaťažení, vymedzenom normami a predpismi. Je to komplex náročných požiadaviek na zaťaženie, meranie a spracovanie výsledkov. Preto sa pre tento účel konštruujú špeciálne mobilné brzdy – dynamometrické vozidlá.

Zo schémy súpravy zaťažovaného traktora s brzdiacim vozidlom (obr. 1) vyplýva, že ťahová sila traktora F_t je daná hnacou silou F_h a odporom valenia traktora F_{vt} . Zaťaženie ťahovou silou F_t vyvoláva brzdiace vozidlo svojou brzdnou silou F_b a odporom valenia tohto vozidla F_{vb} :

$$F_t = F_h - F_{vt} = F_b + F_{vb} = F_h - F_b - (F_{vt} + F_{vb}) = F_h - F_b - F_v \quad (2)$$

V úvode uvedené normy vyžadujú zmerať maximálny ťahový výkon P_t minimálne šiestich prevodových stupňov, na ktorých môže byť vyvinutá maximálna ťahová sila F_t kolesového traktora bez prekročenia preklzu hnacích kolies δ nad 15 %. Tomuto preklzu δ zodpovedá na betónovej skúšobnej dráhe súčiniteľ záberu $\mu = 0,75$. Hnacia sila F_{h4k4} traktora 4k4 obmedzená podložkou je potom daná zaťažením hnacích náprav $\Sigma Y_h = Y_1 + Y_2$, teda hmotnosťou traktora m a uvedeným súčiniteľom μ :

$$F_{h4k4} = (Y_1 + Y_2) \cdot \mu = g \cdot m \cdot \mu \quad (3)$$

Hnacia sila F_{h4k2} traktora 4k2 je daná zaťažením druhej nápravy Y_2 . K tomuto sa využíva len časť hmotnosti traktora m v závislosti od pomerov parametrov traktora – rázvoru traktora L , vzdialenosti ťažiska od hnacej nápravy c , polomeru hnacích kolies r_z , výšky závesného bodu h_t a súčiniteľa odporu valenia f :

$$F_{h4k2} = Y_2 \cdot \mu = \frac{m \cdot g \cdot \mu \cdot (L - c + r_z \cdot f - h_t \cdot f)}{L - h_t} \quad (4)$$

Preklz mobilnej brzdy δ_b vozidla vzhľadom na opotrebenie jej pneumatík nie je vhodný, ak je väčší než 15 %. Môžeme preto pre celú súpravu (obr. 1) počítať s rovnakým súčiniteľom záberu μ i súčiniteľom valivého odporu f . Brzdnu silu F_b mobilnej brzdy, resp. jej hmotnosť m_b , potom môžeme určiť pomocou vzťahov (2) a (3):

$$F_b = F_h - F_{vt} - F_{vb} \quad (5)$$

$$m_b = m \cdot \frac{\mu - f}{\mu + f} \quad (6)$$

MATERIÁL A METÓDA

Významné urýchlenie ťahových skúšok dynamometrickým vozidlom viedlo aj Štátnu skúšobňu poľnohospodárskych, potravinárskych a lesníckych strojov Praha zadať zákazku pre stavbu takéhoto vozidla. Technické požiadavky, koncepčný projekt a technický dozor pri stavbe a odskúšaní dynamometrického vozidla (obr. 2) si ŠSPPL Praha objednala na Katedre vozidiel a tepelných zariadení MF VŠP Nitra a stavbu v MEFI Rt Budapešť za spolupráce ďalších zahraničných firiem.



2. Pohľad na súpravu brzdeného traktora – View of aggregate of brake tractor

Projekt a stavba dynamometrického vozidla vychádzali z predpokladaných rozsahov parametrov traktorov, ktoré majú byť skúšané týmto vozidlom:

- maximálny výkon motorov traktorov 200 kW/2000 min⁻¹,
- minimálny výkon motorov traktorov 15 kW/2000 min⁻¹,
- maximálny ťahový výkon traktorov 180 kW,
- maximálna hmotnosť traktorov 15 000 kg,
- minimálna hmotnosť traktorov 1000 kg,
- rozsah pracovných rýchlostí 0–6,7 m.s⁻¹,
- maximálne jazdné rýchlosti 11,2 (14) m.s⁻¹,
- spotreba paliva v rozsahu 2–40 kg.h⁻¹,
- výška závesného zariadenia traktorov 0,3–1 m,
- maximálna hlučnosť v ochrannej konštrukcii 80 dB(A).

Dynamometrické vozidlá sa obvykle stavajú na báze terénnych nákladných automobilov (Nemecko – Mercedes, Rakúsko – Steyer, VVÚ Martin – Tatra).

VÝSLEDKY A VYHODNOTENIE

Automobil Tatra pre dynamometrické vozidlo má nevýhodnú vyššiu hlučnosť, delené nápravy a vyššiu pohotovostnú hmotnosť (s nadstavbou 21 100 kg). Dynamometrické vozidlo má umožňovať brzdenie veľkých traktorov (najväčšia hmotnosť vozidla) a tiež malých traktorov (najmenšia hmotnosť vozidla). Z uvedených pohľadov najviac vyhovoval podvozok ŠKODA LIAZ 101.860 s veľkopriestorovou osemmiestnou kabínou.

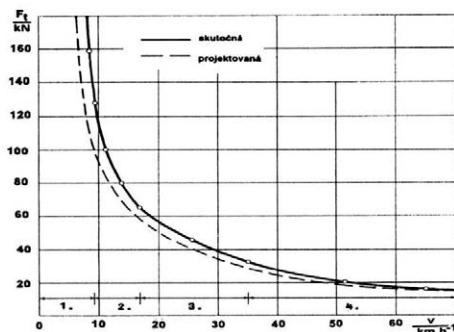
Uvedený podvozok má nízku pohotovostnú hmotnosť 7 400 kg a pre terénne nasadenie môže dosahovať celkovú hmotnosť 17 500 kg. Po dostavbe a kompletizácii vyšla pohotovostná hmotnosť dynamometrického vozidla ŠKODA LIAZ so všetkými prístrojmi a s ťažnými tyčami na 11 955 kg. Pre veľké traktory sa dá vozidlo doťažiť 28 liatinovými závažiami (à 450 kg) na celkovú hmotnosť 24 555 kg pre kvalitnú skúšobnú dráhu a jazdné rýchlosti do 40 km.h⁻¹.

V zmysle vzťahu (6) takto vybavené vozidlo ŠKODA LIAZ umožňuje brzdiť (z hľadiska adhézných podmienok): $\mu = 0,75$ a $f = 0,015$ traktory hmotnosti 25 557 kg. Požadovanú maximálnu hmotnosť brzdeného traktora 15 000 kg ubrzdí uvedené vozidlo pri súčiniteli záberu $\mu = 0,45$, čomu na betónovej dráhe zodpovedá preklz $\delta = 8,75\%$. Pneumatiky tohto dynamometrického vozidla budú nižším preklzom viac šetrené, alebo ich doťažíme len časťou liatinových závaží.

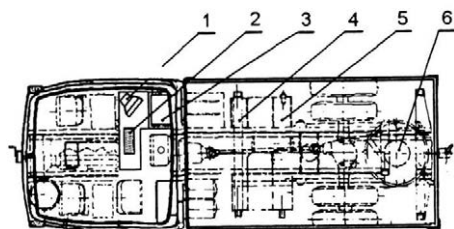
Brzdny systém dynamometrického vozidla musí zabezpečovať určité brzdné sily pri určitých jazdných rýchlostiach skúšaného traktora. Norma 789-9 požaduje brzdenie traktorov v oblasti maximálneho ťahového výkonu do rýchlosti 16 km.h⁻¹. Kód OECD vyžaduje odčítat hodnoty ťahového výkonu pri rýchlostiach 2,5 – 3,5 – 5 – 6,5 – 8 – 11 – 17,5 km.h⁻¹ pre traktory s plynulou prevodovkou. Z týchto rýchlostí sme projektovali zaťažovaciu charakteristiku dynamometrického vozidla (obr. 3), maximálnu brzdnú silu pri rýchlosti 6 km.h⁻¹, maximálny brzdný výkon (180 kW) pri rýchlosti 15 km.h⁻¹ (čomu odpovedá ťahová sila 43,2 kN). Experimentálne overená zaťažovacia charakteristika (obr. 3) spĺňa požiadavky s dobrou rezervou.

Dynamometrické vozidlo je realizované na báze elektrohydraulickej výkonovej brzdy. Elektrohydraulické zaťažovacie zariadenie mení kinetickú energiu skúšaného traktora na hydrostatickú energiu, ktorá z regulovaného obehu vystupuje vo forme tepelnej energie osobitným chladičom (pozícia 6 na obr. 4).

Hydraulická brzda je na podvozku automobilu ŠKODA LIAZ (obr. 4) umiestnená na osobitnom ráme. Hnacie kolesá sú spojené dvomi hydromotormi MF 54 EATON fy BOSCH (pozícia 5) prostredníctvom špeciálnej štvorstupňovej prevodovky. Dva hydrogenerátory PV-9 EATON fy BOSCH (pozícia 4) poháňa spaľovací motor vozidla. Hydraulické obvody umožňujú pohon hydromotorov od hydrogenerátorov. Vozidlo má teda aj hydrostatický pohon, čo umožňuje nielen pohyb, ale aj tlačenie dynamometrickým vozidlom, resp. možnosť vliecť vozidlo bez ťahového výkonu. Prúd oleja z hyd-



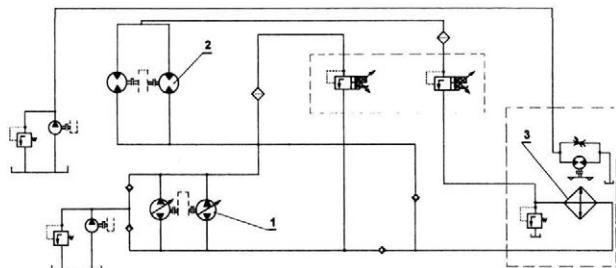
3. Projektovaná a skutočná zaťažovacia charakteristika dynamometrického vozidla – Designed and actual loading characteristics of dynamometric vehicle



4. Schéma usporiadania dynamometrického vozidla – Diagram of arrangement of dynamometric vehicle

1 – monitor, 2 – klávesnica – keyboard, 3 – police s elektrickými prístrojmi a s počítačom – shelf with electrical devices and computer, 4 – hydrogenerátory – hydrogenerators, 5 – hydromotory – hydromotors, 6 – chladič – radiator

romotorov pracujúcich v režime hydrogenerátorov (pozícia 2 na obr. 5) je vedený do elektrohydraulického proporcionálneho ventilu. Brzdna sila je nastaviteľná zmenou tlaku oleja proporcionálnym ventilom pomocou elektrických signálov riadených počítačom vozidla. Pracovná oblasť hydraulickej sústavy rozširuje štvorstupňová prevodovka (pneumaticky radená), ktorá umožňuje získať požadovanú zaťažovaciu charakteristiku (obr. 3). Pri hydrostatickom pohone vozidla zabezpečujú regulačné hydrogenerátory (pozícia 1 na obr. 5) tlakový prúd oleja pre pohon hydromotorov (pozícia 2). Maximálny tlak hydraulického systému je 31,5 MPa, a pomocných obvodov (doplňovacieho, vyplachovacieho a chladiaceho) 1,2 až 2,1 MPa. Objem nádrže hydrauliky je 350 dm³ plnený na 90 % pracovnou kvapalinou Hydrofluid HVV-32. Používané filtre zachytávajú nečistoty od 10 μm. Elektrohydraulický systém je umiestnený pozdĺžne v strede zakapotovanej plochy. Zakapotovaná plošina tvorí samostatnú skriňu so šiestimi dvermi po stranách (obr. 1) a odsúvateľnou strechou v 2/3 skriňového priestoru. Takéto riešenie umožňuje nakladanie a vykladanie prídavných závaží na



5. Principiálna schéma hydrostatickej brzdy a pohonu – Principal diagram of hydrostatic brake and drive

1 – regulačné hydrogenerátory – variable-voltage hydrogenerators, 2 – hydromotory – hydromotors, 3 – chladič a pomocné hydraulické obvody – radiator and auxiliary hydraulic circuits

plošinu vozidla nielen vysokozdvížnym vozíkom, ale aj žeriarom z vrchu vozidla.

Palubné meracie zariadenie 3 (obr. 4) so systémom spracovania údajov priebežne meria predvolené parametre v niekoľkých zaťažovacích režimoch brzdy riadenej počítačom (pozícia 1, 2 na obr. 4). Pre meranie jednotlivých parametrov je vozidlo vybavené presnými snímačmi:

- ťahová sila: U2A 2t, U2A 10t, U2A 20t fy HBM,
- dráha, rýchlosť: bezdotykový snímač L-CE fy CORRSYS,
- otáčky kolies: inkrementálny snímač fy CORRSYS,
- otáčky motora: piezoelektrický snímač fy AVL,
- spotreba paliva: prietokomer fy PIERBURG PLU-116,
- teploty médií: bimetalové snímače TEN 331, TEN 431.

Počítač so svojim kalibračným programom umožňuje používať aj ďalšie snímače s inými charakteristikami. Technická a programová vybavenosť vozidla má nadväznosť na zvolený systém vnútropodnikovej i mimopodnikovej pravidelnej kalibrácie snímačov.

Okrem overenia presnosti snímačov bol overený aj celý merací, zaťažovací a vyhodnocovací systém porovnávajúcimi ťahovými skúškami. Výsledky skúšok preukázali ovplyvňovanie meraných údajov len použitými snímačmi. Kvalitné A/D a D/A karty presne konvertovali merané signály. Namerané parametre boli spracúvané pre tlačenie požadovaných údajov alebo priamo protokolov o skúške.

ZÁVER

Voľba automobilového podvozku LIAZ pre dynamometrické vozidlo sa ukázala ako vhodná. Veľkokapacitná kabína vozidla dáva dostatok priestoru nielen

pre merací a riadiaci systém, ale aj pre obsluhu. Programy počítača umožňujú prípravu vstupných údajov, prípravu merania a pravidelnú i jednorazovú kalibráciu, riadia samotné merania (vrátane zaťažovania), spracúvajú namerané údaje (takmer 50), v rôznych formách ich monitorujú a vyhotovujú priamo protokoly zo skúšok. Produktivita merania dynamometrickým vozidlom je v porovnaní s klasickými metódami a prístrojovým vybavením skúšok o rád vyššia.

Literatúra

- GREČENKO, A.: Výzkum urychlené metody tahových zkoušek traktorů. [Výzkumná zpráva.] Praha, Vysoká škola zemědělská 1968. 33 s.
- GREČENKO, A.: Měření tahových vlastností terénních vozidel – měření veličiny. Zeměd. Techn., 24, 1978 (11): 643–660.
- GREČENKO, A.: Urychlená měření tahových vlastností terénních vozidel – techniky měření. Zeměd. Techn., 26, 1980 (11): 643–664.
- KOMÁNDI, G.: The determination of soil properties from slip-pull curves. J. Terramechanics, New York, 5, 1986 (2): 9–23.
- SEMETKO, J.: Technika krátkodobého merania na traktorech a ich súpravách. Zeměd. Techn., 31, 1985 (8): 493–512.
- SEMETKO, J. – PETRANSKÝ, I. – DRABANT, Š.: Racionálne ťahové skúšky traktorov. Zeměd. Techn., 21, 1975 (1): 41–54.
- SEMETKO, J. – JANOŠKO, I. – BARDA, L. – PERNIS, P.: Skúšky traktorov novou technikou. Mechaniz. Zeměd. – Speciál-1/95, III 1995: 38–39.
- ČSN 41 5300. 1986.
- ISO 789-9: Agricultural tractors-test procedures. 1990.
- Normalizačný kód OECD: Úradné skúšanie traktorov. 1986.

Došlo 24. 7. 1995

Kontaktná adresa:

Doc. Ing. Jozef Semetko, DrSc., Vysoká škola poľnohospodárska, Mechanizačná fakulta, Kalvária 3, 949 76 Nitra, Slovenská republika, tel.: 087/513 063, fax: 087/417 003

ZJIŠŤOVÁNÍ PEVNÝCH NEČISTOT V EXPLOATOVANÝCH MOTOROVÝCH OLEJÍCH PROVOZNÍMI DIAGNOSTICKÝMI PŘÍSTROJI

THE INVESTIGATION OF SOLID CONTAMINANTS IN EXPLOITED ENGINE OILS BY DIAGNOSTIC APPARATUSES IN NORMAL PRODUCTION

Z. Bohuslávěk

Czech University of Agriculture, Praha, Czech Republic

ABSTRACT: Simple measuring methods and apparatuses are used to control chosen limits during maintenance and repair. This control was made possible by the following activities: adjustment of the best interval for the change of oil fillings, the check of machine wear, early finding of emergency situations. To examine the validity of measured limits, five different apparatuses, based on photometric method, were chosen for testing. The regressive and comparative analyses were carried out to check the dependence of measured values on input independent value which is determined by Conradson carbon residue of the tested oils. Great differences were shown in particular in acquired regressive relations and dynamic range of measured values. The new developed sensor RAKOR 34 gave the best results, its transfer description follows exponential progress with the index correlation 0.897 and is able to measure oil with Conradson carbon residue above 3%.

tribotechnická diagnostika; pevné nečistoty v motorových olejích; optická propustnost exploatovaného oleje; provozní tribotechnické přístroje

ABSTRAKT: Při servisní a opravárenské činnosti jsou využívány jednodušší měřicí postupy a přístroje, jejichž úkolem je sledovat vybraná kritéria umožňující stanovení optimálního intervalu výměny olejové náplně, kontrolu opotřebení mechanismů a včasné odhalování podmínek havarijních stavů. Za účelem vyšetření reprezentativnosti měřených hodnot bylo testováno pět vybraných přístrojů pracujících na fotometrickém principu. Byla provedena regresní a korelační analýza závislosti měřených hodnot na vstupní nezávislé proměnné dané hodnotou Conradsonova karbonizačního zbytku testovacích vzorků oleje. Ukázaly se velké rozdíly v těsnosti získaných regresních závislostí i v dynamickém rozsahu měřených hodnot. Nejlepších výsledků dosáhl nově navržený senzor RAKOR 34, jehož převodní charakteristika sleduje exponenciální průběh s indexem korelace 0,897 a který je schopen měřit olej s hodnotou Conradsonova karbonizačního zbytku větší než 3 % h. m.

tribotechnická diagnostika; pevné nečistoty v motorových olejích; optická propustnost exploatovaného oleje; provozní tribotechnické přístroje

ÚVOD

Zkoumáním kvantity a kvality nečistot obsažených v exploatovaném mazivu se zabývá tribotechnická diagnostika, která sleduje tři navzájem skloubené cíle:

a. určení životnosti maziva na základě zjištění stupně opotřebení či znehodnocení maziva nečistotami, a to jak nečistotami primárními (oxidací oleje atd.), tak i sekundárními (nečistotami otěrovými a nasátlým prachem zvenčí);

b. sledování opotřebení pohyblivých i nepohyblivých částí stroje, resp. mechanismů, a hlavně možnosti vyjádřit trend opotřebení, konkrétně stanovených limitů otěrových kovů;

c. určení optimálního intervalu výměny maziva (provozního oleje) v motoru, což je přímo závislé na obou předchozích bodech.

Tribotechnická diagnostika našla v současné době ve světě široké pole působnosti v různých průmyslových odvětvích, ve všech druzích dopravy, v armádě, ve stavebnictví a všude tam, kde výpadky strojních zařízení z provozu vyvolají vysoké finanční ztráty. Proto sledováním stavu exploatace maziva můžeme výrazně ovlivnit ekonomiku využívání mazacích náplní a snížit poruchovost, prostoje i náklady na opravy stroje.

Exploatované mazivo (mazivo již využívané v strojním zařízení) podává tu nejpohotovější informaci o opotřebení maziva samého a také o režimu opotřebení strojního zařízení, resp. jeho prvků.

V zemědělské praxi byla tribotechnická diagnostika (T.D.) zavedena již v bývalé ČSFR. Nejširšího uplatnění dosáhla v diagnostice vznětových motorů zemědělských traktorů. V provozu zemědělské techniky se T.D. může realizovat na provozní úrovni v opraváren-

ských dílnách, nebo formou servisních služeb – tzv. první stupeň T.D. Na úrovni servisní a opravárenské činnosti, tj. na stupni T.D.P., mohou být rentabilně využívány nejednodušší rychlé měřicí postupy a přístroje, které nemusí provádět komplexní rozboru exploatovaného oleje. Jejich úkolem je sledovat vybraná kritéria (parametry) umožňující určit optimální interval výměny mazacích náplní, kontrolovat opotřebení mechanismů stroje a včas odhalovat podmínky havarijních stavů (např. vysoký obsah paliva v mazacím oleji při poruše vstřikovacích trysek).

MATERIÁL

Součástí návrhu nového senzoru k fotometrickému zjišťování pevných nečistot v motorových olejích byly testy doposud užívaných přístrojů pro T.D.P. Jde o experimentální vyšetření převodní charakteristiky vybraných přístrojů pracujících na fotometrickém principu.

A. Specifikace nečistot v motorových olejích

Při exploataci mazacích motorových olejů dochází na mazivu ke změnám, které se mimo jiné projevují přírůstkem pevných i kapalných látek v mazivu a jsou označovány jako nečistoty. Jejich vznik je podmíněn, jak uvádějí Metzsch a Müller (1982), Straka (1986), Kovář (1990), Paehr (1992), spalovacími pochody v motoru, mechanickým opotřebením mechanismů motoru i vnikem nečistot zvenčí, tzn. vnikem prachu z nasávaného vzduchu, vody z chladicího systému apod. Z hlediska poměru ke spalovacímu pochodu jsou proto označovány jako primární nečistoty vzniklé oterem strojních částí nebo vniknutím zvenčí. Pro pevné nečistoty je důležité posouzení jejich rozpustnosti v různých rozpouštědlech, které umožňuje rozdělit je do skupin s různou nebezpečností pro provoz motoru. Na obr. 1 je uveden diagram znázorňující rozdělení nečistot v exploatovaném motorovém oleji, zpracovaný podle Kováře (1990).

Ke stanovení nerozpustných nečistot (NRL) jsou na laboratorní úrovni využívány normované laboratorní

zkoušky, přičemž k nejčastěji používaným patří tzv. HEO test a filtrační metoda podle ČSN 65 6219.

HEO test – podle této zkoušky jsou nerozpustnými látkami všechny tuhé částice obsažené ve vzorku, které se nerozpustí ve směsi kyseliny olejové (1 %), etanolu (2 %) a *n*-hexanu (97 %). Principem metody je ředění vzorku oleje uvedenou směsí HEO a následná separace NRL odstředěním. Odstředěné a vysušené nečistoty zahrnují většinu nečistot, včetně tzv. podílu „měkkých“ nečistot (ropné pryskyřice, laky, oxidační produkty paliva a maziva apod.).

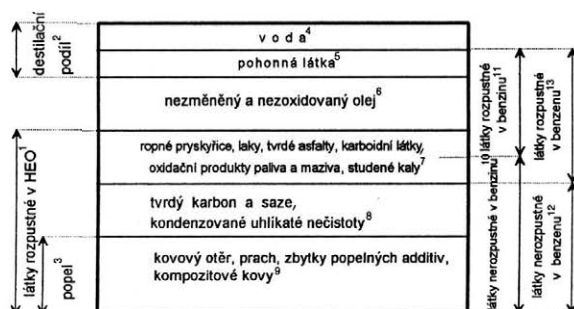
Filtrační metoda – filtrační stanovení nečistot nerozpustných v horkém benzenu, při němž jsou stanovovány tzv. tvrdé nečistoty, tedy celkové pevné nečistoty bez nečistot měkkých.

Uvedené rozpouštěcí metody u současných olejů s vynikajícími D-D aditivy dosti často selhávají, protože se nerozpustné nečistoty právě díky vynikající disperzní činnosti aditiv neodštělují. Proto také bývá ke sledování nárůstu nečistot v olejích používána zkouška stanovení karbonizačního zbytku oleje, původně určená pro posouzení vlastností nepoužitých čistých olejů z hlediska tvorby karbonizačních úsad v motoru. Nejčastěji bývá užívána zkouška podle Conradsona, definovaná normou ČSN 65 6210, která určuje stanovení množství zbytku v hmotnostních procentech (% h. m. CCT). Tento zbytek vznikne termickým rozkladem oleje bez přístupu vzduchu za podmínek předepsaných uvedenou normou.

B. Přístroje pro rychlé stanovení nečistot (NRL) v oleji

Pro účely provozní tribotechnické diagnostiky (T.D.P.) byly vyvinuty a při servisní a opravárenské činnosti využívány přístroje pro měření NRL v olejích. Vzhledem k účelu užití se jedná o přístroje investičně i provozně málo nákladné, měřicí metodami nepřímými, většinou fotometrickými. V stručném přehledu jsou uvedeny charakteristiky vybraných přístrojů:

a) CCT-INFRA, výrobce ZD Modletice (1985) – podle údajů výrobce umožňuje zjišťovat hodnotu znečištění oleje vyjádřenou v % CCT (Conradsonův karbonizační zbytek) v motorových převodových i hydraulických olejích.



1. Diagram rozdělení nečistot v exploatovaném motorovém přístroji – Scheme of solid contaminant distribution of exploited engine oil

¹substances soluble in HEO, ²distillation fraction, ³ash, ⁴water, ⁵fuel, ⁶unchanged and unoxidized oil, ⁷oil resins, varnishes, hard asphalts, carboid substances, oxidizing products, fuels and lubricants, cold sludge, ⁸hard carbon and carbon black, condensed carbon impurities, ⁹metallic abrasion, ash, residues of ash additives, composite metals, ¹⁰gasoline insoluble substances, ¹¹gasoline soluble substances, ¹²benzene insoluble substances, ¹³benzene soluble substances

b) TCM-H, výrobce OZS Dašice (1987) – využívá fotometrické metody měření optické propustnosti vzorku oleje ředěného v poměru 1 : 1 s technickým benzinem a umístěného do skleněné mikrokvetvy. Je uváděna korelace hodnot změřených na obsah nečistot v oleji definovaný jako obsah NRL podle HEO. Maximálně měřitelná hodnota znečištění se uvádí 3 % TS (Total Slurries).

c) TCM-U, výrobce Ultraanalýza Praha (1992) – přístroj je posledním typem řady TCM. Maximálně měřitelná hodnota pro motorové oleje činí 5 % TS. Měřicí rozsahy činí pro přívodové oleje 0 až 0,99 % TS a pro hydraulické oleje 0 až 0,40 % TS.

d) AMKO 89, výrobce ZD Velké Bílovice (1989) – využívá fotometrický princip měření optické propustnosti vrstvy oleje v infračervené oblasti záření. Měří se ponornými sondami, které se vkládají do vzorku benzinem ředěného oleje v poměru 1 : 1. Maximální hodnota znečištění pro motorové oleje je 5 % TS. Je uváděna korelace změřených hodnot na obsah NRL podle HEO.

e) RAKOR 34 – nově vyvinutý fotometrický senzor pro přímé měření optické propustnosti neředěného oleje s obsahem nečistot do 3 % HEO, resp. 4 % CCT. Senzor je součástí diagnostického přístroje pro rychlé stanovení pevných nečistot a vody v exploatovaném motorovém oleji oleji typu MCN-AP.

METODA

Testování vybraných přístrojů pro provozní diagnostiku (T.D.P.) z hlediska charakteru výstupních hodnot

K testování byly vybrány dostupné tuzemské přístroje pracující na fotometrickém principu. U dvou přístrojů jsou měřené hodnoty obsahu NRL uváděny v závislosti na hodnotě CCT měřeného oleje a u tří přístrojů je měřená hodnota uváděna v závislosti na obsahu NRL podle HEO-testu. Pro vybrané přístroje byla provedena regresní analýza pro nezávisle proměnnou, danou obsahem CCT ve zkoumaném vzorku oleje. Použití parametru CCT jako společné nezávislé proměnné umožňovala skutečnost, že parametr CCT vykazuje dosti těsnou lineární závislost na obsahu nečistot stanoveném pomocí HEO-testu, jak to uvádí Paehr (1992). U tří přístrojů by byl vhodnější test na stanovení obsahu NRL metodou HEO, ale stanovení tohoto parametru je u moderních olejů s vysoce účinným obsahem D-D přísad problematické.

Cíl testu

Cílem testu bylo porovnat stupeň znečištění vzorků oleje, udávaný přístroji s laboratorně zjištěnými hodnotami CCT, vyšetřit několik regresních modelů funkční závislosti a stanovit korelační analýzou stupeň těsnosti závislosti.

Přístroje vybrané k testování

K testování byly použity přístroje TCM-H, TCM-U, CCT-INFRA, AMKO 89 a pokusné zařízení s nově navrženým senzorem označené RAKOR 34.

Metoda porovnávání

Regresní analýzou byly vyšetřovány závislosti výstupních hodnot přístrojů jako veličiny závislé proměnné na hodnotě CCT vzorku oleje, tedy na veličině nezávisle proměnné. Za regresní modely byly vzaty tyto funkce:

$$\begin{aligned} y &= a + bx && \text{lineární} \\ y &= e^{(a+bx)} && \text{exponenciální} \\ 1/x &= a + bx && \text{hyperbolická} \\ y &= ax^b && \text{mocninná} \end{aligned}$$

Vzájemná těsnost závislé proměnné veličiny na regresní funkci, tedy korelační analýza, byla u lineárního modelu vyhodnocována korelačním koeficientem r , který pro náhodný výběr proměnných (x_i, y_i) ($i = 1, 2, 3, \dots, n$) z dvourozměrného normálního rozdělení charakterizuje intenzitu lineární závislosti mezi veličinami x a y .

V případě nelineární regrese se za míru těsnosti používá index korelace, který nabývá hodnot v intervalu (0,1). Hodnoty indexu korelace blízké 1 signalizují silnou závislost mezi proměnnými, resp. silnou těsnost závislé proměnné na regresní funkci.

Veškeré výpočty regresní a korelační analýzy byly provedeny programem STATGRAPHICS.

Vzorky olejů a jejich příprava

K testům byly použity vzorky olejů získané z VÚPM Benzina, u kterých byl proveden laboratorní rozbor na obsah vody a na hodnoty CCT a stanoven bod vzplanutí. Ani v jednom vzorku nebyl obsah vody vyšší než 0,1 % a bod vzplanutí nebyl nižší než 216 °C, což vylučuje zvýšený obsah paliva. Ze skupiny bylo vybráno celkem 17 vzorků, které měly obsah karbonizačního zbytku v rozmezí 1,5 až 4,03 % h.m. CCT. Tyto údaje tvoří součást tab. I, obsahující naměřené hodnoty testu.

Vzorky byly před měřením homogenizovány ohřevem na teplotu 65 °C s následným promíslením v třepačce. Další příprava vzorků odpovídala požadavkům návodů jednotlivých přístrojů.

VÝSLEDKY

Výsledky měření uvádí tab. I a naměřené hodnoty jsou rovněž graficky zpracovány do diagramů na obr. 2 až 5. Výsledky regresní a korelační analýzy uvádí tab. II.

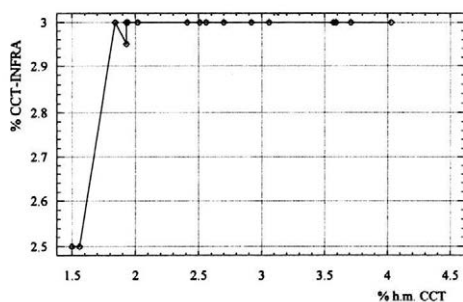
DISKUSE A ZÁVĚR

Ze získaných hodnot vyplývá, že nejvyšší těsnosti výstupních hodnot bylo dosaženo na exponenciálním

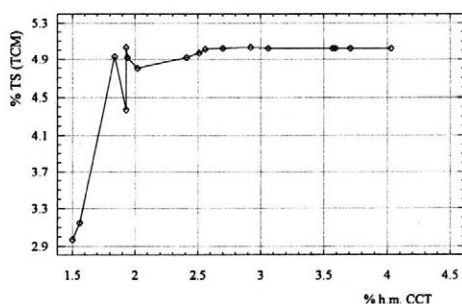
I. Výsledky měření – Results of measurements

Pořadí vzorku ¹	Označení vzorku ²	Laboratoř ³ CCT (%)	Přístroj ⁴				
			CCT-INF (%)	TCMH (%)	TCMU (%)	AMKO (%)	RAKOR 34 (V)
1	17	1,5	2,5	1,75	2,97	2,6	3,08
2	16	1,56	2,5	1,75	3,15	2,9	3,3
3	18	1,84	3	2,95	4,93	4,4	0,44
4	15	1,93	2,95	2,65	4,37		1,22
5	14	1,93	3	2,7	5,03	4,3	0,5
6	11	1,94	3	2,9	4,92	4,2	0,58
7	510b	2,02	3	2,99	4,8	3,9	0,63
8	19	2,41	3	2,99	4,92	4,8	0,17
9	12	2,51	3	2,8	4,97	4,2	0,4
10	755b	2,56	3	2,99	5,01	4,8	0,24
11	20	2,7	3	3	5,02	5,1	0,09
12	756a	2,92	3	2,9	5,03		0,16
13	21	3,06	3	3	5,02		0,05
14	574	3,57	3	3	5,02	5,1	0,04
15	756b	3,59	3	3	5,02		0,04
16	788a	3,71	3	3	5,02	5,1	0,03
17	800	4,03	3	3	5,02		0,01

¹order of sample, ²denotation of sample, ³laboratory, ⁴apparatus

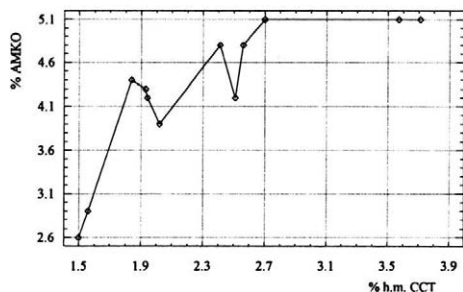


2. Převodní charakteristika přístroje CCT-INFRA – Conversion characteristics of CCT-INFRA apparatus

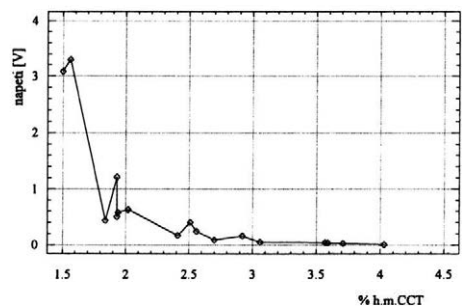


3. Převodní charakteristika přístroje TCM-U – Conversion characteristics of TCM-U apparatus

test přístroje – test of apparatus



4. Převodní charakteristika přístroje AMKO 89 – Conversion characteristics of AMKO 89 apparatus



5. Převodní charakteristika senzoru RAKOR 34 – Conversion characteristics of RAKOR 34 apparatus

II. Výsledky regresní a korelační analýzy – Results of regression and correlation analysis

Přístroj ¹	Regresní funkce ²	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>r</i> / <i>I_{YX}</i>
CCT-INF	$y = a + bx$	2,4914	0,1472	0,574
TCM-H		1,1196	0,5406	0,614
TCM-U		1,9695	0,8855	0,6
AMKO 89		2,865	0,5612	0,57
RAKOR 34		3,736	-1,0453	-0,689
CCT-INF	$y = ax^b$	2,4487	0,1762	0,667
TCM-H		2,1007	0,2883	0,573
TCM-U		3,648	0,2625	0,543
AMKO 89		2,8506	0,442	0,601
RAKOR 34		19,9027	-5,1796	0,512
CCT-INF	$y = e^{(a + bx)}$	0,9042	0,0563	0,549
TCM-H		0,7772	0,0876	0,442
TCM-U		1,3288	0,0787	0,412
AMKO 89		1,0682	0,1457	0,522
RAKOR 34		3,6636	-2,0092	0,897
CCT-INF	$1/y = a + bx$	0,4084	-0,0218	0,495
TCM-H		0,4693	-0,0372	0,462
TCM-U		0,2704	-0,0197	0,435
AMKO 89		0,3421	-0,0392	0,395
RAKOR 34		-96,7481	49,7538	0,433

¹apparatus, ²regression function

modelu funkce, a to s indexem korelace $I_{YX} = 0,86$ u senzoru RAKOR 34. Výsledek odpovídá teoretickému předpokladu, že závislost optické propustnosti oleje na obsahu nečistot rovněž sleduje Lambert-Beerův zákon. Z rozboru provedeného pomocí jednorozměrné regresní a korelační analýzy programem STATGRAPHICS byla zjištěna tato regresní funkce a index korelace:

$$\begin{aligned} \text{regresní funkce} & y = e^{3,79-2,07X} \\ \text{index korelace} & I_{YX} = 0,897 \end{aligned}$$

Naopak velmi nízké indexy korelace pro všechny regresní modely byly zjištěny u přístrojů CCT-INFRA a AMKO 89, což mimo jiné svědčí také o velmi malém dynamickém rozsahu měření těchto přístrojů. Příklad velmi špatné převodní funkce na výrobcem definované výstupní hodnoty, to je % h. m. CCT, dokumentuje charakteristika přístroje CCT-INFRA, uvedená na obr. 2. Vzorky olejů s hodnotou CCT větší než 2,7 % byl schopen měřit pouze nově navržený senzor RAKOR 34.

Z regresní závislosti senzoru RAKOR 34 je zřejmá vyšší těsnost závisle proměnné (napětí) se stoupající hodnotou nezávisle proměnné (hodnota CCT). To je příznivý faktor, který zajišťuje vyšší spolehlivost právě v kritických hodnotách CCT. Naopak nepříznivými faktory jsou: větší rozptyl hodnot pro malá znečištění

a existence výjimečných odchylek při vyšších koncentracích. Vyšetření regresní závislosti, která tyto negativní faktory eliminuje, resp. vyhledání druhu nečistot (NRL), které jsou fotometrickou metodou měřeny, je úkolem dalších experimentálních prací.

Literatura

- KOVÁŘ, J.: Aplikovaná chemie. Praha, VŠZ 1990. 122 s.
 MEINICKE, W.: Neue Verfahren zur Borduntersuchung von Motorölen. Tribologie und Schmierungstechnik, 1993 (3): 160–162.
 METZSCH, B. – MÜLLER, P.: Einige wesentliche Aspekte des Einsatzes von Gebrauchtöl-Schnellprüfgeräten. Schmierungstechnik, Berlin, 13, 1982: 248–252.
 PAEHR, G. H.: Beitrag zur Aussagekraft von Gebrauchtölanalysen bei Nutzfahrzeugdieselmotoren. VDI Verlag 1991. 140 s.
 STRAKA, B.: Motorové oleje a tribotechnická diagnostika naftových motorů, Praha, NDS 1986. 246 s.
 ČSN 65 6219.

Došlo 5. 2. 1996

Kontaktní adresa:

Ing. Zdeněk Bohuslávka, CSc., Česká zemědělská univerzita, Technická fakulta, 165 21 Praha 6-Suchbát, Česká republika, tel.: 02/338 33 00, fax: 02/39 33 03, e-mail: bohuslavec@tech.vsz.cz

Upozornění pro autory vědeckých časopisů

Z důvodu rychlejšího a kvalitnějšího zpracování grafických příloh (grafů, schémat apod.) příspěvků zasílaných do redakce Vás žádáme o jejich dodání kromě tištěné formy i na disketách.

Týká se to samozřejmě těch grafických příloh, které byly vytvořeny v nějakém programu PC (např. CorelCHART, Quatro Pro, Lotus 1-2-3, MS Excel). Vzhledem k tomu, že nejsme schopni upravit a použít pro tisk všechny typy (formáty) grafických souborů, žádáme Vás, abyste nám také kromě originálních souborů (např. z MS Excel typ *.XLS) zasílali grafické předlohy vyexportované jako bodovou grafiku v jednom z těchto formátů:

Bitmap	*.BMP
Encapsulated Postscript	*.EPS
Graphic Interchange Format	*.GIF
Mac paint	*.MAC
MS Paint	*.MSP
Adobe Photoshop	*.PSD
Scitex	*.SCT
Targa	*.TGA
Tag Image File Format	*.TIF

Redakce časopisu

SIMULATIVE MODELLING SYSTEMS OF ANIMAL FARMS

SYSTÉM SIMULAČNÍHO MODELOVÁNÍ ŽIVOČIŠNÝCH FAREM

Z. Pastorek¹, J. Svoboda¹, A. Svoboda², V. Al-Samarraiová²

¹*Research Institute of Agricultural Engineering, Praha-Řepy, Czech Republic*

²*External collaborators*

Results of the research grant solution of the Grant Agency of the Czech Republic, registration number 504/94/0726: Methods of simulative modelling of technical and technological systems of agricultural farms in relation to the economy, production quality and environment.

ABSTRACT: There are many approaches towards the simulative modelling of agricultural animal farms. However, there are very few approaches to the technological processes that give a sufficiently in-depth analysis that includes the effects of multifactorial influence of the operational details, and including the financial flows and their detailed and functionally specified structure. A functioning system of animal farms modelling, was just created with the goal to cover the technological processes in the most detailed possible spectrum and with an effort to maintain the completeness of the business plans analysis. The basis of the system is a self-bearing module of a simulative farm modelling, able to be implanted to any kind of supporting hybrid, operating and checking systems environment, which enables to carry out a versatile analysis of business plans including the analysis and check of the dynamic changes during the lifetime of a business action. A special emphasis is laid on to cover the correlation of economic categories during the implementation of measures for improving the production quality, environmental protection and utilisation of alternative forms of agriculture and forms of permanently sustainable development.

simulative modelling; animal farms; economy; hybrid systems

ABSTRAKT: Existuje samozřejmě mnoho přístupů k simulativnímu modelování zemědělských živočišných farem. Málokterý přístup ovšem analyzuje technologické procesy v dostatečné podrobnosti včetně zahrnutí účinků multifaktoriálních vlivů detailů provozu s dotažením do finančních toků a jejich relativně podrobné a funkčně specifikované struktury. Funkční systém modelování živočišných farem byl vytvořen právě s cílem postihnout technologické procesy v co možná nejpodrobnějším spektru při snaze zachovat celistvost analýzy podnikatelských záměrů. Základem systému je samonosný modul simulačního modelování farem, schopný implantace do libovolného prostředí hybridních podpůrných, realizačních a kontrolních rozhodovacích systémů umožňujících všestrannou analýzu podnikatelských záměrů včetně analýzy a kontroly dynamických změn v průběhu životnosti podnikatelské akce. Zvláštní důraz je kladen na postihnutí korelací ekonomických kategorií při zavedení opatření zlepšujících kvalitu produkce, ochranu životního prostředí a využití alternativních forem zemědělství a forem trvale udržitelného vývoje.

simulační modelování; živočišné farmy; ekonomika; hybridní systémy

INTRODUCTION

The current transformation period in agriculture in the Czech Republic requires tackling and solution of the following questions:

1. How to utilise the available sources and what other sources can be to consider?
2. Whether to invest into new technologies or to repair the existing ones?
3. Which scale, intensity and quality will make the investment rewarding?
4. What is the relevance between a short-term profit and a permanently sustainable form of economic activity?
5. What kind of a credit and under what terms is acceptable?

Agricultural enterprises in this case have a vast choice of both foreign and domestic new technologies and technical means, genetic materials, they are offered new feedstuffs and feedstuffs-processing procedures, new products and so forth. However, they are inexperienced in many cases and they lack the possibility to try and verify the effects of such new arrangements on model cases in their own simulated conditions, in the light of the developing economic environment of the Czech Republic.

There are certainly many approaches towards the simulative modelling of agricultural animal farms. There are but a very few approaches to the technological processes that give a sufficiently in-depth analysis that includes the effects of multifactorial influence of

the operational details, and including the financial flows and their detailed and functionally specified structure.

It is the area of detailed analyses of animal farms where it is possible to trace and observe the economically significant effects of the level of effective use of the machines for variant capacities. It is also possible to observe the influence of the performance and utilisation details of the technical means and constructions on the final quantity and quality of the production as well as the effects of the feedstuffs and other inputs losses, the influence of the servicing level, maintenance and other aspects of carrying out the individual operations and technological processes.

MATERIALS AND METHOD

The used modelling method represents a simulative model defined in the actually existing or designed systems, in which, based upon the changes of input parameters, their impact is being examined. The results are transformed back to the real situation or to the modelled environment.

The projection is based upon the methods of static simulation in relation to a time step one year (by variant with either a different discrete step), which is in further steps with a help of an implemented system of functions dynamized by the method of dynamic simulation.

Regarding the complexity of effects and correlation of individual analysed elements requiring the analyst's verification, everything is interconnected by a significant element – the methods of heuristic simulation emphasising the role of the subjective human element.

It is actually an experiment with a linear static model within the sensibility and parametrization analysis with a transfer of the results and the projected functional relations into the system of cash flow analysis.

RESULTS

HIERARCHY OF THE DATA AND INFORMATION FLOWS SYSTEM

The presented scheme of the simulative modelling system defines twelve basic information flows marked 1 to 12, using fully automated data transfer and functions.

In addition to these consistent gradual steps in the automated data transfer environment, there has also been implemented the transfer of alternative calculations and the transfer of data and functions of specific systemic quality bindings marked as a), b), influencing the addressed items of the consequent gradual steps of the basic information flows.

Regarding the enclosed cycle of effects of some technological procedures and functions, the spe-

cific systemic feed back bindings – marked α , β , γ have been included within the automated data transfer environment, or as the case may be, within other bindings. A typical representative of such operations is, e.g., the farmyard manure, whose resulting value and quality issues from the results of modelling the project of the operational database „Farmyard manure handling equipment“, and these results influence the level and effects of inputs in the whole system.

The gamma information back-flow interferes with the area of superstructural hybrid systems information flows, where the data transfer is realised by only a partially automated form through the clipboard or just by accepting and amending the already previously processed variant, or handwritten.

The hybrid systems in their supporting, operating and checking forms are marked in the scheme only on the general level of information flows, as their hierarchic relations are a subject to a separate project solution part.

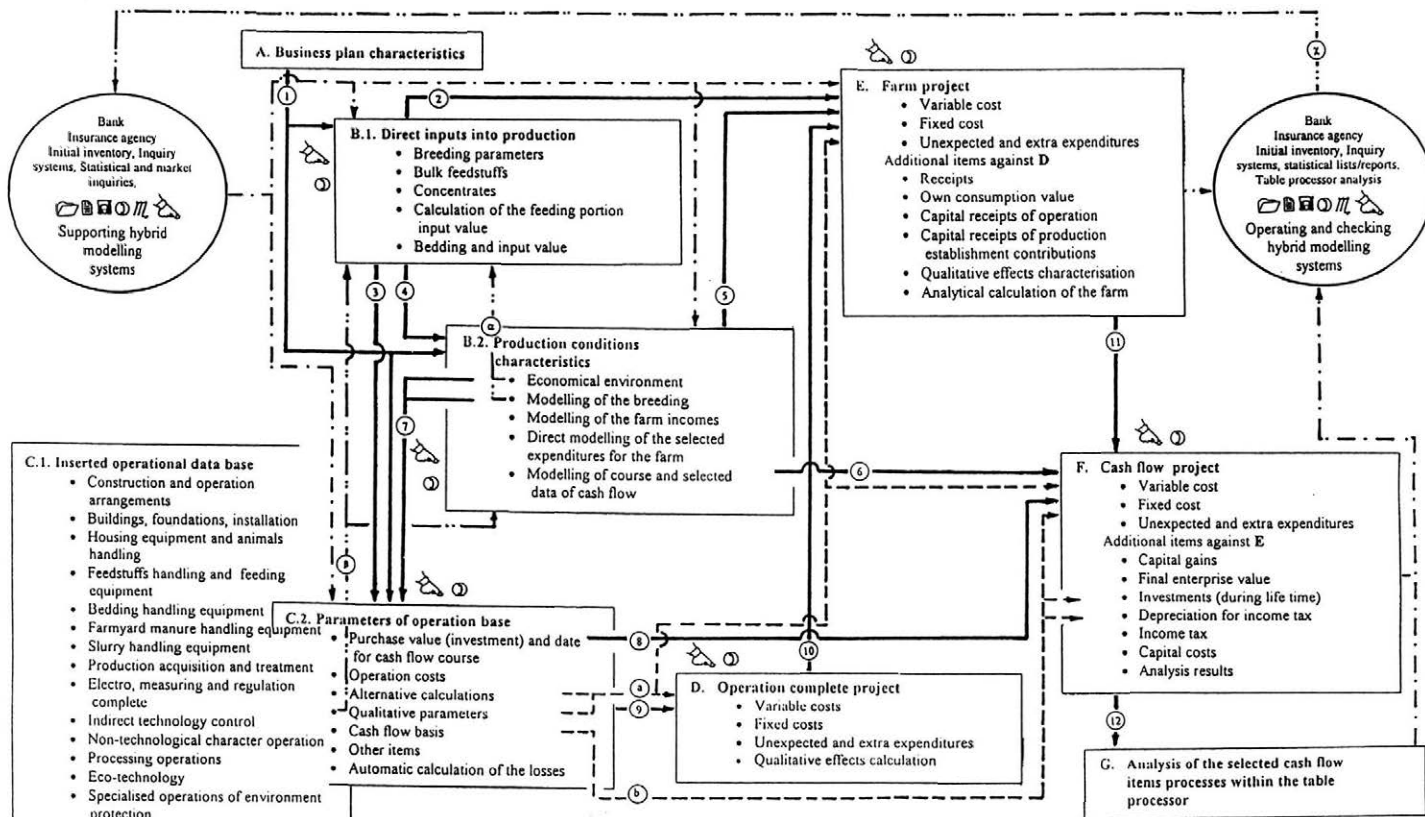
The whole system utilises a vast data base, both the set parameters of direct production inputs and primarily the set parameters of individual operations of operational data base and the construction details including the development and project phases with the complete technology and the construction. These parameters are included in the data base in their optimum and standard exploitation values, and after having been obtained from the database, they will undergo, in the particular steps, a check and modelling carried out by the analyst (marked in the scheme Fig. 1 as Σ) within the heuristic simulation of both the actual environments and constructed actions. By variants it is certainly possible to generate new data bases of direct inputs parameters and parameters of operation base and additional parameters of processed complete data bases.

THE MODULE COMPOSITION AND STRUCTURE OF MATERIAL BINDINGS OF THE SYSTEM

The system of simulative modelling is in its whole hierarchy of hybrid supporting, decisive and statistic external systems and in its module composition depicted in the enclosed scheme. For the variant analyses, the individual modules are interconnected by a number of the above-mentioned bindings of gradual steps and variants returning to the change of the already set values.

Business plan characteristics and direct production inputs (A; B.1)

In the procedure of the basic information flow there is firstly a definition of the direct production inputs, ranging from the breeding parameters, to the feedstuffs



1. Scheme of the animal farms simulative modelling systems

— basic internal in formation flow of the simulating systems

--- alternative and specific bindings of the system

-.-.- variant in formation flows of the hybrid systems

-.-.- special systemic feed back bindings complementing fully the feed back principle of all available analysis steps

consumption and bedding, and so forth, including the detailed calculation of the costs.

Production conditions characteristics (B.2)

The second module defines the parameters of the economical environment and in the conjunction with the previous module it models the capacity and economic effects of the breeding. These effects directly influence the more remote module of the farm projection and other modules at one hand and a particular key module of the whole system enabling the most detailed system analyses. It is the modelling of the inserted operations parameters, or the newly created forms of variants of the inserted operational data bases. This area includes over 150 variants of operational data bases with a capacity to offer up to 40 forms with a capacity to generate new concrete or experimental forms.

Inserted operational data base and operational data base parameters (C.1, 2)

Within the modelling of the operational data base parameters with the possibility of connecting up to 80 items, it is then possible to define the effects of detailed measures basically on all the other parameters of the whole process of the animal farm simulation. In addition to the detailed simulation of the cost items concerning a particular variant of utilisation or amendment of the constructional, technological, technical and organisational element, the dynamic analysis in time has been inserted together with other dynamizing elements in accordance with the service life of the stated elements. A significant element of this module is the part covering the qualitative parameters. This part plays a decisive role within the sensibility of the system analyses (Tab. I).

I. Operational data base parameters (C.2)

Name	Value	
A. Investments		
1. Capacity	pc	0.0000
2. Capacity utilization coefficient	l	0.0000
3. Item utilization for operation coefficient	l	0.0000
4. Item Life (real)	year	0.0000
5. Item cost	th. cur	0.0000
6. Context buildings investment	th. cur	0.0000
7. Electrical power installation	th. cur	0.0000
8. Year of investment	l	0.0000
9. Other installation & equipment cost	th. cur	0.0000
10. Fitting cost	th. cur	0.0000
11. Cost of regulation system	th. cur	0.0000
12. Total investment	th. cur	0.0000
13. Linear depreciation	th. cur/year	0.0000
14. Unit consumption	un./pc. op.	0.0000
B. Operation cost		
15. Repairs item coefficient	l	0.0000
16. Spare parts consuption share	%	0.0000
17. Own material consumption	th. cur/year	0.0000
18. Purchased material consumption	th. cur/year	0.0000
19. Optimal item performance	unit/hour	0.0000
20. Optimal performance utilization coefficient	l	0.0000
21. Units consumption per operation	unit/oper	0.0000
22. Time operation	h	0.0000
23. Number of operation per day	operation	0.0000
24. Engine running coefficient	l	0.0000
25. Installed input	kW	0.0000
26. Installed utilization coefficient	l	0.0000
27. Fuel consuption for installed input	l	0.0000
28. Calculated transport distance	km	0.0000
29. Transpor speed	km/h	0.0000
30. Fuel consumption for transport	l	0.0000
31. Specific consumption of oil (o.e.)	l/ha	0.0000
32. Specific consumption of petrol	l/ha	0.0000

Name	Value	
33. Electrical energy (ST) consumption share	%	0.0000
34. Electrical energy (VT) consumption share	%	0.0000
35. Gas consumption	m ³ /year	0.0000
36. Other energy consumption	kJ/year	0.0000
37. Lubricants consumption	l/year	0.0000
38. Number of operators	pers	0.0000
39. Labour time utilization coefficient	l	0.0000
40. Hour rate	cur/hour	0.0000
41. Repairs & main. with. sp.	% year	0.0000
42. External repairs & maintenance	th. cur/year	0.0000
43. Own transport & HD mechanisation	th. cur/year	0.0000
44. External transport & HD mechanisation	th. cur/year	0.0000
45. Own services	th. cur/year	0.0000
46. External services	th. cur/year	0.0000
47. Total cost per year	th. cur/year	0.0000
48. Unit costs	cur/year	0.0000
C. Alternative calculation		
49. Alternative hire of item	th. cur/year	0.0000
50. Alternative leasing of item	th. cur/year	0.0000
51. Alternative address of investment		0.0000
52. Alternative address of costs		0.0000
53.		0.0000
D. Qualitative parameters		
54. Manipulated input losses	%	0.0000
55. Penalty & fees of environmental protection	cur/year	0.0000
56. Penalty of other risks	cur/year	0.0000
57. Unexpected risks costs	cur/year	0.0000
58. Operation extras	cur/year	0.0000
59. Effects of EU limits comp.	cur/year	0.0000
60. Effects to production costs D1	%	0.0000
61. D2	%	0.0000
62. D3	%	0.0000
63. E1	%	0.0000
64. E2	%	0.0000
65. E3	%	0.0000
66. E4	%	0.0000
67. E5	%	0.0000
68. F1	%	0.0000
69. F2	%	0.0000
E. Cash flow specification		
70. Depreciation rate	l	0.0000
71. Depreciation variety	l	0.0000
72. Time item change variety	l	0.0000
73. Change parameter 1	l	0.0000
74. Change parameter 2	l	0.0000
75. Change parameter 3	l	0.0000
76. For spare parts	l	0.0000
77. For repair & maintance	l	0.0000
78. For fuel consumption	l	0.0000
F. Other items		
79.		
80.		

Operation complete project (D)

The modelling of partial elements is logically followed by an automated modelling of individual selected operation bases with a possibility of operator's correction. In this phase within the check-up of all the individual gradual losses of basic inputs, the effects of equalising such losses are being calculated.

Farm project (E)

The resulting module generated similarly as a combination of an automated modelling and operator's involvement and checking, is a farm project representing a basic evaluating block of the system. The composition of the selected used operational data base gives the picture of the whole farm's operation including the effects of constructional and other solutions and measures related a year. The resulting part of the block marked as *Analytical calculation of the farm* analyses the total and partial revenues of the farm in proportion to the costs, for capacity unit, production, housing place and so forth. The individual and total cost items are also put into relation with the basic revenue types and similarly with production and capacity units, and there is a possibility of further similar analyses.

Cash flow project (F)

These analyses are followed by a dynamic projection of financial cash flow giving an overall view of the economic developments during the service life of the evaluated plan comprising more than 320 following items.

Analyses of the selected items within the table processor (G)

The selected cash flow processes and some other previous analyses results are exported to the user table

processors (EXCEL, QUATRO PRO, LOTUS...) to enable further more detailed analyses (for example see Fig. 2 presenting the effect of maintenance of mixing wagon cutting's elements).

BASIC ANALYSES VARIANTS AND THE SYSTEM UTILISATION

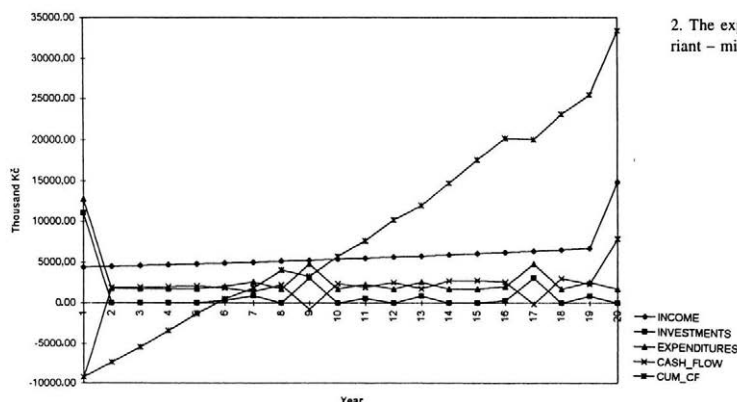
The generated simulative system is sufficiently flexible and basically enables arbitrary analytical work within the research complex. As far as the basic analyses types are concerned, the following mentioned ones are the most significant.

Variant of verification and perspective of the technical-economic parameters of the existing animal farms operations in the surrounding dynamically developing macro- and micro-economic environment

Varieties of improving the technical-economic parameters of the existing operations

– Analysis on utilising the internal reserves in an operation with the help of partial changes in the use of the existing buildings, technologies, technical means, zooveterinary and organisational measures and other partial changes of the operation including the capacities optimization.

The typical example of it, is the above-mentioned already analysed effect of maintenance and sharpening of mixing wagon's cuttings elements providing energy consumption and labour costs expenditures reduction in consequence of measured up to 30 % higher efficiency of the equipment and much more moderate machine running (Fig. 2, Tab. II). That detailed provision brings down these expenditures and lowering the returned time of reconstruction's investment from exactly 6.14 years to 5.72 for analysed case (cowshed for 100 dairy cows).



– Utilisation of the gradual or one-time change of the basic inputs' quality. That means the improvement of the herd's genetic potential, change of feedstuffs and their storage and processing, changes in the organisation of feeding, the use of concentrates, accessory micro-components, use of medical products, upgrading the quality of bedding, drinking and so forth.

– With the help of partial investment changes (modernisation), by selecting the optimum variant of possible constructional, technological, technical organisational and other solutions.

– Analysis of specific current and perspective effects of the measures leading to improvement of quality and absence of defects during production, health protection and welfare of animals with a phenomenon of a sustainable development, to look for an optimum ratio between the socially desirable and entrepreneurially acceptable variant.

In-depth analyses of business plans for the new investment construction

Verification of the lost opportunity

– In the sphere of modernisation comparison with the total change of utilisation of the existing objects and sources.

– In all the investment acts comparing the possibility of the capital evaluation on the capital market with the inclusion of an aspect of maintaining the land's fertility, landscape creation and other factors of a sustainable development.

Perspective of a dynamic control during the time of a business plan

– Regarding the implemented dynamic simulation of the revenues and costs flow, we have laid a basis for the system checking functions for checking the process of modelled effects in time, including the possibility to model variants of changes for the on-going processes in reaction to the actual internal and external situations.

Complex analytical studies

On a basis of created branch standards, that is on different capacity, yield and technological levels, it is

II. Some parameters demonstrating improvement of the maintenance mixing wagon's effect (cowshed for 100 dairy cows)

Variant	Without maintenance	After maintenance
Expenditures in total (thous. Kč)	2 607.2	2 563.1
Income/Expenditure	1.6435	1.6718
Time of return	6.14	5.72

possible to follow the effects of macro-economic measures and market and other changes of the external environment on the effectiveness of the primary production.

– In the existing economic, legislative and social environment, and in its presumed dynamic development, it is possible to follow the development of the suitability of implementing the individual technologies, technical elements, constructions and construction solutions' details and organisational systems.

– It is possible to look for a socially bearable price of the overall measures towards upgrading the quality of population's nutrition by the animal production products, improving the animals' health protection and their welfare, and improving the level of the permanently sustainable development of animal production.

– It is possible to evaluate the impact of the import and export measures, and the consequences of affiliation with the EU on operations of agricultural animal primary production.

REFERENCES

- KOSTLIVÝ, V.: Information systems for decision-making and strategic management of an agricultural enterprise. Prague, The University of Agriculture Prague. The 1994 Final Report: 42.
- ŠVASTA, J. et al.: Construction of hybrid systems. Prague, The University of Agriculture Prague. The Final Report of the OSA department, 1992: 62.
- The Hebrew University of Jerusalem and The Volcani Center Israel: data bases, studies, consultations.

Received on February 7, 1996

Contact Address:

Ing. Zdeněk Pastorek, CSc., Výzkumný ústav zemědělské techniky, K šancím 50, 163 07 Praha 6-Řepy (P. O. Box 16, 163 00 Praha 618), Česká republika, tel.: 02/302 20 48, fax: 02/302 27 63

ÚSTŘEDNÍ ZEMĚDĚLSKÁ A LESNICKÁ KNIHOVNA, PRAHA 2, SLEZSKÁ 7

Ústřední zemědělská a lesnická knihovna v Praze (dále jen ÚZLK), která je jednou z největších zemědělských knihoven na světě, byla založena v roce 1926. Již od počátku šlo o knihovnu veřejnou. Knihovna v současné době obsahuje více než jeden milion svazků knih, cestovních zpráv, dizertací, literatury FAO, svázaných ročníků časopisů z oblasti zemědělství, lesnictví, veterinární medicíny, ekologie a dalších oborů. Knihovna odebírá 750 titulů domácích a zahraničních časopisů. Informační prameny získané do fondu jsou v ÚZLK zpracovávány do systému katalogů – je budován jmenný katalog a předmětový katalog jako základní katalogy knihovny a dále různé speciální katalogy a kartotéky. Počátkem roku 1994 přistoupila ÚZLK k automatizovanému zpracování knihovního fondu v systému CDS/ISIS.

Pro informaci uživatelů o nových informačních pramenech ve fondech ÚZLK zpracovává a vydává knihovna následující publikace: Přehled novinek ve fondu ÚZLK, Seznam časopisů objednaných ÚZLK, Přehled rešerší a tematických bibliografií z oboru zemědělství, lesnictví a potravinářství, AGROFIRM – zpravodaj o přírůstcích firemní literatury (je distribuován na disketách), AGROVIDEO – katalog videokazet ÚZLK.

V oblasti mezinárodní výměny publikací knihovna spolupracuje s 800 partnery ze 45 zemí světa. Knihovna je členem IAALD – mezinárodní asociace zemědělských knihovníků. Od září 1991 je členem mezinárodní sítě zemědělských knihoven AGLINET a od 1. 1. 1994 je depozitní knihovnou materiálů FAO pro Českou republiku.

Knihovna poskytuje svým uživatelům následující služby:

Výpůjční služby

Výpůjční služby jsou poskytovány všem uživatelům po zaplacení ročního registračního poplatku. Mimopražští uživatelé mohou využít možnosti meziknihovní výpůjční služby. Vzácné publikace a časopisy se však půjčují pouze prezenčně.

Reprografické služby

Knihovna zabezpečuje pro své uživatele zhotovování kopií obsahů časopisů a následné kopie vybraných článků. Na pokání jsou zhotovovány kopie na přání uživatelů. Pro pražské a mimopražské uživatele jsou zabezpečovány tzv. individuální reproslužby.

Služby z automatizovaného systému firemní literatury

Jsou poskytovány z databáze firemní literatury, která obsahuje téměř 13 000 záznamů 1 700 firem.

Referenční služby

Knihovna poskytuje referenční služby vlastních databází knižních novinek, odebíraných časopisů, rešerší a tematických bibliografií, vědeckotechnických akcí, firemní literatury, videotéky, dále z databází převzatých – Celostátní evidence zahraničních časopisů, bibliografických databází CAB a Current Contents. Cílem je podat informace nejen o informačních pramenech ve fondech ÚZLK, ale i jiné informace zajímavé zemědělskou veřejností.

Půjčování videokazet

V AGROVIDEU ÚZLK jsou k dispozici videokazety s tematikou zemědělství, ochrany životního prostředí a příbuzných oborů. Videokazety zasílá AGROVIDEO mimopražským zájemcům poštou.

Uživatelům knihovny slouží dvě studovny – všeobecná studovna a studovna časopisů. Obě studovny jsou vybaveny příručkovou literaturou. Čtenáři zde mají volný přístup k novinkám přírůstků knihovního fondu ÚZLK.

Adresa knihovny:

Ústřední zemědělská a lesnická knihovna
Slezská 7
120 56 Praha 2

Výpůjční doba:

pondělí, úterý, čtvrtek:	9.00–16.30
středa	9.00–18.00
pátek	9.00–13.00

Telefonické informace:

vedoucí:	24 25 50 74, e-mail: IHOCH@uzpi.agrec.cz
referenční služby:	24 25 79 39/linka 520
časopisy:	24 25 66 10
výpůjční služby:	24 25 79 39/linka 415
meziknihovní výpůjční služby:	24 25 79 39/linka 304
Fax:	24 25 39 38
E-mail:	ÚZLK@uzpi.agrec.cz

ZÁVISLOST EFEKTIVNÍHO PŘÍKONU ELEKTROMOTORU NA PODTLAKU LOPATKOVÝCH VÝVĚV STROJNÍHO DOJENÍ

DEPENDENCE OF EFFICIENT POWER INPUT OF ELECTROMOTOR ON UNDERPRESSURE OF VANE AIR PUMPS OF MACHINE MILKING

M. Příkryl

Czech University of Agriculture, Praha, Czech Republic

ABSTRACT: This contribution was aimed at examination of dependence of efficient input of electromotor on underpressure in three air pumps of the following types: DVL 209 (Agrostroj Pelhřimov), VP 77 (Alfa Laval) and FR 4 (Fullwood). Testing equipment owned by the Department of Technological Equipment of Structures, Faculty of Technology, Czech Agricultural University, Praha, was used in the research. This equipment includes direct-current dynamometer and equipment for measuring and recording of twisting moment. Thermometers and mercury U-manometers were built-in in inlet and outlet piping of air pumps. Air volumes were detected by float flow meters (rotameters). Underpressure of 30 kPa graded by 5 kPa to the maximal value was measured in each air pump, twisting moment at constant revolutions (angular speed). Efficient input was afterwards calculated from it. Air density (tabular), pressures and temperatures (taken), specific air volumes, polytropic index, volume work, technical work, volume air flow (measured), weight flow, efficient input of air pump (calculated from measured M_k), total polytropic efficiency of air pump were finding for each compared air pump. The dependences of efficient inputs (P_{ef}) on underpressure in inlet (p_{vst}) were assessed in measurements as linear. Equations of linear regression, correlation coefficients were calculated and their significance was tested. In the air pump DVL 209 in the extent of air underpressure in inlet 28 to 90 kPa efficient input raised linearly from 1.15 to 2.9 kW, in air pump FR 4 it was from 1.15 to 3.2 kW and in air pump VP 77 it ranged from 2.98 to 3.5 kW. Results of research confirmed prerequisite that some electromotors fitted to air pumps are oversized (e.g. in air pump DVL 209 by 1.09 kW, in air pump VP 77 by 0.75 kW) what results in worsened effect.

milking machine; underpressure; air pumps; electromotor

ABSTRAKT: Cílem práce bylo vyšetřit závislosti efektivního příkonu elektromotoru na podtlaku u tří vývěv: DVL 209 (Agrostroj Pelhřimov), VP 77 (Alfa Laval) a FR 4 (Fullwood). K výzkumu bylo použito zkušební zařízení, které vlastní katedra technologických zařízení staveb Technické fakulty České zemědělské univerzity v Praze. Toto zařízení zahrnuje stejnosměrný dynamometr a zařízení pro měření a záznam krouticího momentu. Ve vstupním i výstupním potrubí vývěv byly zabudovány teploměry a rtuťové U-manometry. Objemy vzduchu se zjišťovaly plováчковými průtokoměry (rotametry). U každé vývěvy se měřilo od podtlaku 30 kPa po 5 kPa až do hodnoty maximálně dosažitelného podtlaku. Zjišťoval se krouticí moment při konstantních otáčkách (úhlové rychlosti). Z něho se pak vypočítal efektivní příkon. Pro každou porovnávanou vývěvu se zjišťovaly hustota vzduchu (tabulková), tlaky a teploty (změřené), měrné objemy vzduchu, polytropický exponent, objemová práce, technická práce, objemový průtok vzduchu (změřený), hmotnostní průtok, efektivní příkon vývěvy (vypočítaný ze změřeného M_k), celková polytropická účinnost vývěvy. Zjištěné závislosti efektivních příkonů (P_{ef}) na podtlaku na vstupu (p_{vst}) se v rozsahu měření ohodnotily jako lineární. Byly vypočteny rovnice lineární regrese, korelační koeficienty a testovala se jejich významnost. U vývěvy DVL 209 v rozpětí podtlaku vzduchu na vstupu 28 až 90 kPa stoupal efektivní příkon lineárně od 1,15 do 2,9 kW, u vývěvy FR 4 to bylo za stejných podmínek od 1,15 do 3,2 kW a u vývěvy VP 77 od 2,98 do 3,5 kW. Výsledky výzkumu potvrdily výchozí předpoklad, že některé elektromotory přiřazené k vývěvám jsou předimenzovány (např. u vývěvy DVL 209 o 1,09 kW, u vývěvy VP 77 o 0,75 kW), což se projevuje ve zhoršeném účinku.

dojící zařízení; podtlak; vývěvy; elektromotor

ÚVOD

Navrhování elektropohonů pro vývěvy naráží na problém proměnného zatížení závislého na úrovni provozního podtlaku. Často je výkon pohonné jednotky

navrhován podle jeho potřeby pro maximální podtlak dosažitelný vývěvou. Z toho vyplývá, že při nominální úrovni podtlaku nepracuje elektromotor v energeticky optimálním režimu. Přitom je výhodné a možné navrhovat elektromotor vývěv na výkon potřebný pro dosa-

žení nominálního podtlaku v soustavě a soustrojí zabezpečit proti přetížení ventilem zabudovaným do tělesa vývěvy, popřípadě jištěním motoru s tepelnou ochranou.

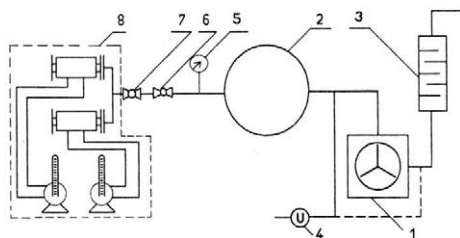
Eletropohony pro vývěvy dojíčích zařízení se obvykle navrhují tak, že výkon přiřazované pohonné jednotky se volí poblíž výkonu maximálně potřebného, který by přicházel v úvahu při dosažení maxima podtlaku u dané vývěvy. Vzhledem k tomu, že tyto dva různé požadavky na výkon se mohou významně lišit, lze odvodit, že při nominálním podtlaku nepracuje takto navržený elektromotor v energeticky příznivém režimu.

Problémem elektropohonů u vývěv strojního dojení se zabýval Vorlíček (1970).

Závislost efektivního příkonu elektromotoru na podtlaku vývěv však dosud nebyla spolehlivě objasněna, a proto se její objasnění stalo cílem této práce.

MATERIÁL A METODY

K výzkumu byly použity vývěvy DVL 209 (Agro-
stroj Pelhřimov), VP 77 (Alfa Laval), FR 4 (Fullwood).



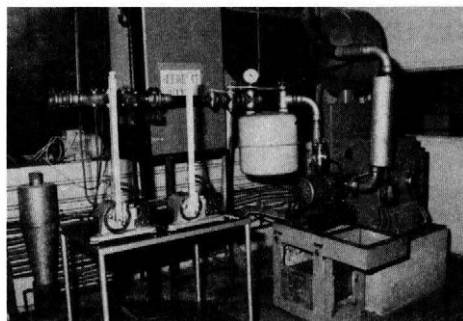
1. Měřicí zařízení s rotační lopatkovou vývěvou – Measuring device with rotary vane air pump

1 – vývěva – air pump, 2 – vzdušník – air chamber, 3 – zachycovač olejových par ve výfukovém potrubí – catcher of oil steams in exhaust piping, 4 – rtuťový U-vakuometr – mercury U-vacuum gauge, 5 – mechanický vakuometr – mechanical vacuum gauge, 6 – kohout Js 2" – Js 2" cock, 7 – kohout JS 1 3/4", Js 1 3/4" cock, 8 – měřič průtoku vzduchu – air flow meter

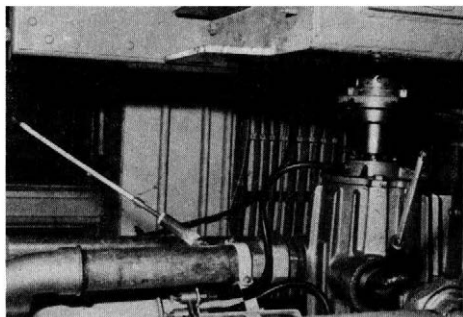
Měřilo se na zkušební zařízení (obr. 1 až 4), které vlastní katedra technologických zařízení staveb. Jde o dynamometrické zkušební stanoviště DS 546-4/V se stejnosměrným dynamometrem a se zařízením pro měření a záznam krouticího momentu. Do vstupního i výstupního potrubí vývěvy jsou zamontovány teploměry k měření teplot T_1 a T_2 (obr. 3). Teploměr pro měření teploty T_2 má rozsah stupnice do 100 °C, neboť teploty na výstupu dosahují hodnot kolem 90 °C. Teploměr pro měření teploty T_1 stačí stupnice podstatně menší, protože teploty T_1 dosahují hodnot pokojové teploty.

Vstupní i výstupní potrubí je upraveno tak, aby k němu bylo možné připojit rtuťový U-manometr, který by měřil tlaky na vstupu a na výstupu (obr. 2).

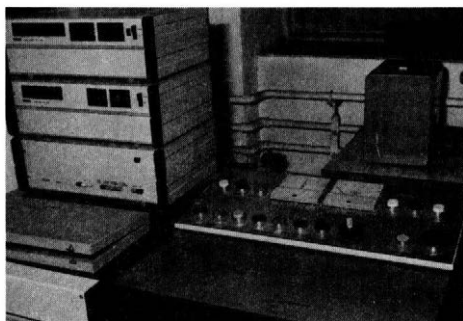
Pro zjištění objemového průtoku vývěvy DVL 209 byl použit plovákový průtokoměr (rotametr), který



2. Celkový pohled na měřicí zařízení – General view of measuring device



3. Detailní pohled na měřenou vývěvu a umístění teploměrů pro měření teplot T_1 a T_2 – Detailed view of measured air pump and location of thermometers for measuring of temperatures T_1 and T_2



4. Pohled na ovládací pracoviště – View of controlling working site

ukazoval výsledky v dílcích. Následným odečtením z cejchovacích křivek příslušejících tomuto přístroji se zjistil objemový průtok vzduchu v jednotkách SI soustavy.

U každé vývěvy se začalo měřit od podtlaku 30 kPa v odstupu po 5 kPa až do hodnoty maximálně dosažitelného podtlaku. Zjišťoval se krouticí moment přenášený na vývěvu při konstantních otáčkách (úhlové rychlosti) udaných výrobcem. Z něho se pak počítal efektivní příkon pro pohon vývěvy. Při podtlaku 50,66 kPa, který se používá při dojení, se dále měřil vstupní tlak, tlak výstupní, objemový průtok vzduchu, teplota na vstupu a teplota na výstupu.

Z naměřených hodnot bylo možné vypočítat některé další parametry.

VÝSLEDKY

ZMĚŘENÉ A VYPOČTENÉ PARAMETRY VÝVĚVY DVL 209

Hustota vzduchu (tabulková)

Teplotě T_1 naměřené na vstupu a atmosférickému tlaku p_b odpovídá v tabulkách nalezená hustota vzduchu $\rho_v = 1,2 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$.

Pro přepočet tlaků naměřených v torrech se použila konstanta: 1 torr = 133,322 Pa.

Tlaky a teploty (změřené)

$$\begin{aligned} p_1 &= p_b + p_{vst} = 747 - 380 = 367 \text{ torr} = 48\,929,17 \text{ Pa} \\ p_2 &= p_b + p_{vyst} = 747 + 6,5 = 753,5 \text{ torr} = 100\,458,13 \text{ Pa} \\ T_1 &= 273,15 + t_1 = 273,15 + 16,3 = 289,45 \text{ }^\circ\text{K} \\ T_2 &= 273,15 + t_2 = 273,15 + 88 = 361,15 \text{ }^\circ\text{K} \end{aligned}$$

kde: p_1 – tlak na vstupu (Pa)
 p_2 – tlak na výstupu (Pa)
 T_1 – teplota na vstupu ($^\circ\text{K}$)
 T_2 – teplota na výstupu ($^\circ\text{K}$)

Měrné objemy vzduchu

$$v_1 = \frac{r \cdot T_1}{p_1} = \frac{287 \cdot 289,45}{48\,929,17} = 1,698 \text{ m}^3 \cdot \text{kg}^{-1}$$

$$v_2 = \frac{r \cdot T_2}{p_2} = \frac{287 \cdot 361,15}{100\,458,13} = 1,032 \text{ m}^3 \cdot \text{kg}^{-1}$$

kde: v_1 – měrný objem na vstupu ($\text{m}^3 \cdot \text{kg}^{-1}$)
 v_2 – měrný objem na výstupu ($\text{m}^3 \cdot \text{kg}^{-1}$)
 r – měrná plynová konstanta vzduchu ($\text{J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$)

Polytropický exponent

$$n = \frac{\log p_1 - \log p_2}{\log v_2 - \log v_1} = \frac{\log 48\,929,17 - \log 100\,458,13}{\log 1,0318 - \log 1,697,8} = 1,4444$$

Objemová práce

$$a_{v12} = p_1 \cdot v_1 \cdot \frac{1}{n-1} \cdot \left[1 - \left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\left(\frac{n-1}{n} \right)} \right]$$

$$\begin{aligned} a_{v1} &= 48\,929,17 \cdot 1,6987 \cdot \frac{1}{1,4444 - 1} \cdot \\ &\cdot \left[1 - \frac{100\,458,13}{48\,929,17} \cdot \frac{0,4444}{1,4444} \right] \end{aligned}$$

$$a_{v12} = -46\,308,88 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$$

kde: a_{v12} – měrná objemová práce ($\text{J} \cdot \text{kg}^{-1}$)

Výsledek vyšel se záporným znaménkem, protože vývěva tuto práci spotřebovává. Při dalších výpočtech se počítá již s hodnotou kladnou (jde o spotřebu energie).

Technická práce

$$a_{t12} = n \cdot a_{v12} = 1,444 \cdot 46\,308,88 = 66\,889,96 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$$

kde: a_{t12} – měrná technická práce ($\text{J} \cdot \text{kg}^{-1}$)

Ověření správnosti výpočtu:

$$\begin{aligned} a_{t12} &= c_v \cdot \frac{n \cdot (1 - \kappa)}{n - 1} \cdot (T_2 - T_1) = \\ &= 717,5 \cdot \frac{1,4444 \cdot (1 - 1,4)}{1,4444 - 1} \cdot (361,15 - 289,45) \end{aligned}$$

$$a_{t12} = -66\,882,81 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$$

kde: c_v – měrná tepelná kapacita při stálém objemu ($\text{J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$)
 n – polytropický exponent (1)
 κ – adiabatický exponent (1)

Podle výsledku lze hodnotit předešlý výpočet jako správný, neboť rozdíl mezi oběma hodnotami je nepodstatný.

Objemový průtok vzduchu (změřený)

$$\begin{aligned} Q_1 &= -72,24 + 53,31x = -72,24 + 53,31 \cdot 22,5 = \\ &= 1\,127,24 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_2 &= 1,372x^2 + 21,56x + 67,144 = 1,372 \cdot 22,5^2 + \\ &+ 21,56 \cdot 22,5 + 67,144 = 1\,246,82 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1} \end{aligned}$$

kde: Q_1 – objemový průtok (přístroj 1) ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)
 Q_2 – objemový průtok (přístroj 2) ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)

$$\begin{aligned} V &= \frac{Q_1 + Q_2}{2} \cdot k = \frac{1\,127,24 + 1\,246,82}{2} \cdot 1,667 \cdot 10^{-5} = \\ &= 0,0198 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \end{aligned}$$

kde: V – celkový objemový průtok ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)
 k – konstanta

Hmotnostní průtok

$$m = 0,0198 \cdot 1,2 = 0,0238 \text{ kg} \cdot \text{s}^{-1}$$

Polytropický příkon vývěvy

$$p_{pol} = a_{112} \cdot m \cdot k = 66\,889,96 \cdot 0,023\,8 \cdot 0,001 = 1,59 \text{ kW}$$

Efektivní příkon vývěvy (vypočítaný ze změřeného M_k)

$$w = \frac{\pi}{30} \cdot n = \frac{1}{30} \cdot 3,14 \cdot 900 = 94,25 \text{ s}^{-1}$$

$$p_{ef} = M_k \cdot w = 20,3 \cdot 94,25 = 1,91 \text{ kW}$$

Celková polytropická účinnost vývěvy

$$\delta_{cpol} = \frac{p_{pol}}{p_{ef}} \cdot 100 = \frac{1,59}{1,91} \cdot 100 = 83,25 \%$$

kde: δ_{cpol} – celková polytropická účinnost (%)

p_{pol} – polytropický příkon (kW)

p_{ef} – efektivní příkon (kW)

Poznámka: Obdobně byly změněny a vypočteny i parametry pro vývěvy Alfa Laval a Fullwood.

Přehled nejdůležitějších výsledků měření vývěv při dojení (provozní tlak) obsahuje tab. I.

Zjištěné závislosti efektivních příkonů (P_{ef}) na podtlaku na vstupu (p_{vt}) byly v rozsahu měření ohodnoceny jako lineární. Byly vypočteny rovnice lineární regrese, korelační koeficienty a testovala se jejich významnost.

Výsledky měření efektivních příkonů u tří sledovaných vývěv jsou graficky znázorněny na obr. 5.

U vývěvy DVL 209 v rozpětí podtlaku vzduchu na vstupu 28 až 90 kPa stoupal efektivní příkon lineárně od 1,15 do 2,9 kW a u vývěvy FR 4 od 1,15 do 3,2 kW.

Vývěva VP 77 má nejmenší závislost efektivního příkonu na podtlaku vzduchu na vstupu. Směrnice její přímkové dosáhla ze všech tří vývěv nejmenší hodnoty. U dalších dvou vývěv je závislost efektivního příkonu na podtlaku vzduchu na vstupu již větší.

Porovnání efektivního příkonu s instalovaným příkonem

Jak vyplývá z měření při hodnotě podtlaku 50,7 kPa, je hodnota efektivního příkonu: DVL 209 1,91 kW, Fullwood 2,01 kW, Alfa Laval 3,25 kW.

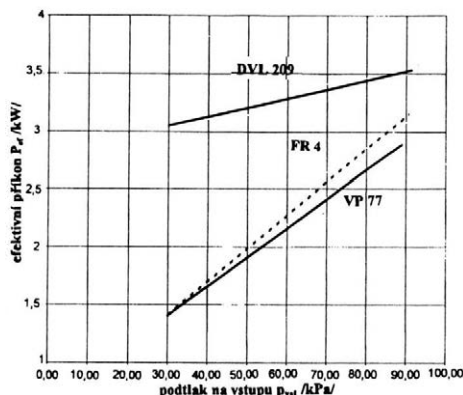
Předimenzování přiřazených elektromotorů k ověřovaným vývěvám: DVL 209 1,09 kW, Alfa Laval 0,75 kW. Předimenzování se projevuje ve zhoršeném účinnosti.

DISKUSE

U porovnávaných tří vývěv byly naměřeny tyto numerické hodnoty: hustota vzduchu, tlaky a teploty vzduchu, měrné objemy vzduchu, polytropický exponent, objemová práce, technická práce, objemový průtok vzduchu, hmotnostní průtok, polytropický příkon vývěvy, efektivní příkon vývěv, celková polytropická účinnost vývěvy.

Nejvyšší celková polytropická účinnost byla zjištěna u vývěvy DVL 209 (83,25 %) a naopak nejnižší u vývěvy FR 4 (61,69 %).

Výsledky výzkumu potvrdily výchozí předpoklad, že některé elektromotory přiřazené k vývěvám jsou předimenzovány (např. u vývěvy DVL 209 o 1,09 kW).



5. Závislost efektivního příkonu na podtlaku na vstupu vývěvy – Dependence of efficient input on underpressure in inlet

$$\text{DLV 209 } y = 0,6544 + 0,0251x \quad r = 0,9991$$

$$\text{VP 77 } y = 2,8267 + 7,6177x \quad r = 0,9727$$

$$\text{FR 4 } y = 0,5588 + 0,0284x \quad r = 0,9995$$

I. Měření vývěv při dojení (provozní tlak) – Measuring of air pumps during milking (operating pressure)

Vývěva ¹	Úhlová rychlost ²	Práce ⁵		Příkon ⁶		Celková polytropická účinnost ⁹
		objemová ⁴	technická ⁵	polytropický ⁷	efektivní ⁸	
		a_v	a_t	p_{pol}	p_{ef}	
	s^{-1}	$\text{J} \cdot \text{kg}^{-1}$		kW		%
DVL 209	94,25	46 308,88	66 889,96	1,59	1,91	83,25
* VP 77	104,72	48 312,23	67 944,53	2,30	3,25	70,89
FR 4	109,96	49 498,07	69 131,06	1,24	2,01	61,69

¹ air pump, ² angular speed, ³ work, ⁴ volume, ⁵ technical, ⁶ power input, ⁷ polytropic, ⁸ efficient, ⁹ total polytropic efficiency

Podle tlaků naměřených ve výstupním potrubí je také možné ohodnotit kvalitu konstrukce výstupního otvoru. Čím vyšší tlak je naměřen, tím větší je úhel mezi hranou vstupního a hranou výstupního otvoru. To zvětšuje hodnotu odebíraného výkonu, který je vynaložen na stlačování vzdušiny v komoře nad hodnotu atmosférického tlaku.

S ohledem na ekologické problémy nabízí se použití vývív jiných konstrukcí. U rotačních lopatkových vývív se uvolňují olejové páry do ovzduší a při práci s olejem, který je zachycován z výstupního potrubí do nádob, často vznikají problémy. Proto se uvažuje o náhradě rotačních lopatkových vývív, které v dojíci tech-

nice převažují, za vývív vodokružní, u nichž používání olejů odpadá, s výjimkou mazání ložisek na hřídeli. Tyto vývív však pracují s nižší účinností než rotační lopatkové vývív.

LITERATURA

VORLÍČEK, J.: Energetická náročnost rotačních křídlových vývív. Zeměd. Techn., 16, 1970 (3): 131–138.

Došlo 4. 10. 1995

Kontaktní adresa:

Doc. Ing. Miroslav Příkrýl, CSc., Česká zemědělská univerzita, Technická fakulta, 165 21 Praha 6-Suchbát, Česká republika, tel.: 02/338 31 99, fax: 02/39 33 03

**Nejčerstvější informace o časopiseckých článcích
poskytuje automatizovaný systém**

Current Contents

na disketách

Ústřední zemědělská a lesnická knihovna odebírá časopis „**Current Contents**“ řadu „**Agriculture, Biology and Environmental Sciences**“ a řadu „**Life Sciences**“ na disketách. Řada „**Agriculture, Biology and Environmental Sciences**“ je od roku 1994 k dispozici i s abstrakty. Obě tyto řady vycházejí 52krát ročně a zahrnují všechny významné časopisy a pokračovací sborníky z uvedených oborů.

Uložení informací z **Current Contents** na disketách umožňuje nejrozmanitější referenční služby z prakticky nejčerstvějších literárních pramenů, neboť báze dat je **doplňována každý týden** a neprodleně expedována odběratelům. V systému si lze nejen prohlížet jednotlivá čísla **Current Contents**, ale po přesném nadefinování sledovaného profilu je možné adresně vyhledávat informace, tisknout je nebo kopírovat na disketu s možností dalšího zpracování na vlastním počítači. Systém umožňuje i tisk žádánek o separát apod. Kumulované vyhledávání v šesti číslech **Current Contents** najednou velice urychluje rešeršní práci.

Přístup k informacím Current Contents je umožněn dvojím způsobem:

- 1) **Zakázkový přístup** – po vyplnění příslušného zakázkového listu (objednávky) je vhodný především pro mimopražské zájemce.

Finanční podmínky: – použití PC – 15 Kč za každou započatou půlhodinu

– odborná obsluha – 10 Kč za 10 minut práce

– vytištění rešerše – 1 Kč za 1 stranu A4

– žádanky o separát – 1 Kč za 1 kus

– poštovné + režijní poplatek 15 %

- 2) **„Self-service“** – samoobslužná práce na osobním počítači v ÚZLK.

Finanční podmínky jsou obdobné. Vzhledem k tomu, že si uživatel zpracovává rešerši sám, je to maximálně úsporné. (Do kalkulace cen nezapočítáváme cenu programu a databáze **Current Contents**.)

V případě Vašeho zájmu o tyto služby se obraťte na adresu:

Ústřední zemědělská a lesnická knihovna

Dr. Bartošová

Slezská 7

120 56 Praha 2

Tel.: 02/24 25 79 39, l. 520, fax: 02/24 25 39 38

Na této adrese obdržíte bližší informace a získáte formuláře pro objednávku zakázkové služby. V případě „self-servisu“ je vhodné se předem telefonicky objednat. V případě zájmu je možné si objednat i průběžné sledování profilu (cena se podle složitosti zadání pohybuje čtvrtletně kolem 100 až 150 Kč).

METODY VYHODNOCOVÁNÍ TRANSFORMACE ENERGIE VĚTRU NA ELEKTRICKOU ENERGII

METHODS OF EVALUATION OF WIND ENERGY TRANSFORMATION ON ELECTRICAL ENERGY

E. Pázral

Research Institute of Agricultural Engineering, Praha-Řepy, Czech Republic

ABSTRACT: The study continues the previous article (Pázral, 1995) and presents some new methods allowing determination and time set up of electrical energy, arisen from wind transformation with a high accuracy. Instead of previous methods based on diameter of wind turbine (areas drawing by ends of rotor blades) and estimate of efficiency of aggregate, it is recommended to start from output of power plants. The next step to generalization of methods used are the so-called normal output characteristics. Their construction is based on similarity of actual characteristics given by the fact that wind aggregates are so perfectly developed to such a degree that energy efficiency, form of characteristics and other properties are practically not dependent on its size (nominal output) but on technical level and purpose for which the power plant is designed. Three types of normal characteristics were derived: for the stall system, for pitch control and for power plants designed to use lower wind speeds. Their use also simplifies all calculations including their computer processing. Electrical energy supply of the future wind power plant in the given locality may be derived. If the readings of measurements are frequent enough, it is possible to construct a diagram of monthly energy supply which represents annual consumption diagrams of small consumers of energy. Results are compared with measurements performed in actual wind power plant. Time patterns of instantaneous wind speeds and corresponding power plant outputs are also compared. They are in good mutual conformity in lower speeds, in high speeds there is a distorting (deforming) effect of curvature of characteristics and electric output is much more uniform. Wind power plants with electrical control and output transformation by converters, allowing smooth variation of speed in dependence on the wind speed, have not only greater energy efficiency in the whole working range, but are also less dynamically stressed, because the part of wind energy is consumed by increase of speed.

statistical methods; histogram of frequencies; substitute time pattern of wind speed and power plant output; output characteristics; normal output characteristics; annual diagram of energy supply

ABSTRAKT: Práce se zabývá metodami, jimiž je možné na základě znalosti rychlosti a energie větru předem stanovit produkci elektrické energie uvažované větrné elektrárny. Metoda vycházející z průměru větrné turbíny (plochy popisované konci rotorových listů) a odhadu účinnosti agregátu byla oprávněna v době, kdy bylo ještě málo známo o vlastnostech větrných elektráren. V současnosti je možné a správně vycházet z výkonových charakteristik. Na základě podobnosti charakteristik lze vytvořit tzv. normálové výkonové charakteristiky ve třech typech – pro systém stall, systém pitch (popř. elektrickou regulací výkonu) a pro agregáty speciálně určené pro využívání nižších průměrných rychlostí větru. Výpočty podle těchto metod jsou porovnatelné se skutečně naměřenými hodnotami při sledování větrné elektrárny.

statistické metody; histogram četností; náhradní časový průběh rychlosti větru a výkonu elektrárny; výkonová charakteristika; normálová výkonová charakteristika; roční diagram dodávky energie

ÚVOD

Článek volně navazuje na předchozí práci (Pázral, 1996), jejímž ústředním tématem bylo objasňování vztahů mezi rychlostí v , průměrnou rychlostí $\bar{v}$ a výkonem větru P_v , který je úměrný třetí mocnině rychlosti (v^3). V důsledku toho jedné a téže průměrné rychlosti větru může obecně odpovídat libovolný počet průměrných výkonů a energie větru podle toho, v jakém po-

měru se na průměru podílejí různé složky rychlosti větru. Tento jev je demonstrován názorným příkladem, kdy vítr o průměrné rychlosti $7,19 \text{ m.s}^{-1}$ obsahuje více energie (téměř o 6 %) než jiný o rychlosti $7,37 \text{ m.s}^{-1}$, jejíž průběh je rovnoměrnější. Tato navazující práce obsahuje metody a postupy, jakými lze stanovit efekt transformace větrné energie na energii elektrickou ve vztahu k různým charakteristickým vlastnostem větrných elektráren.

METODA ENERGETICKÝCH VÝPOČTŮ POMOCÍ VÝKONOVÉ CHARAKTERISTIKY

Většina dosavadní literatury uvádí při úvahách o převodu větrné energie na prakticky využitelný elektrický ekvivalent nejrůznější tabulky s účinnostními koeficienty (Rychetník, 1987; Pá z r a l, 1995) vycházejícími z teoreticky odvozených vlastností různých druhů větrných motorů, s jejichž pomocí lze konstruovat různé odhady. Tento přístup měl své oprávnění v době, kdy větrná energetika byla v počátcích, úroveň větrných elektráren byla nevyrovnaná a jejich pracovní charakteristiky (výkonové křivky) byly málo známe a málo přesné (mj. pro obtížnost jejich získávání). V posledních letech je však již situace taková, že díky vybudování mnoha zkušebních polygonů, automatizaci měření a jejich počítačovému zpracování jsou charakteristiky měřitelné a existují nebo se připravují i mezinárodní normy na zkoušení větrných agregátů. Přední světové firmy publicitou výkonových charakteristik a údajů o roční produkci energie dokládají provozně-technickou úroveň svých výrobků. Proto je správné i možné vyhodnocovat transformaci větrné energie na elektrickou pomocí charakteristik.

Na obr. 1 (Miessler, 1994) je několik příkladů výkonových charakteristik větrných elektráren. Jejich další typy jsou uvedeny na obr. 2. Navzájem se liší nábehovou rychlostí (takovou, při níž elektrárna začíná odevzdávat výkon), strmostí stoupání s rostoucí rychlostí větru, maximálním výkonem, rychlostí větru odpovídající maximálnímu výkonu a posléze průběhem charakteristiky od maximálního výkonu směrem k vyšším rychlostem větru. Charakteristiky lze uvádět také formou tabulky, popř. výkonovou charakteristikou i tabulkou současně (obr. 2C).

Způsob výpočtu průměrného výkonu a energie větrné elektrárny při daném rozložení rychlosti větru je obdobou výpočtu průměrné rychlosti a energie větru. Elektrická energie A_e je dána výrazem

$$A_e = \sum P_{ei} \cdot t_i \quad (1)$$

kde: t_i – časové intervaly odpovídající jednotlivým rychlostem větru v_i

P_{ei} – jim odpovídající elektrické výkony odečtené z výkonové charakteristiky větrné elektrárny

Průměrný elektrický výkon $\bar{P}_e$ je pak dán jako

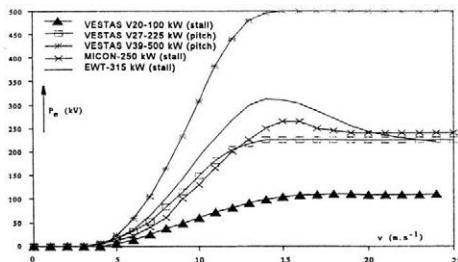
$$\bar{P}_e = \frac{1}{T} \cdot A_e \quad (2)$$

a měrný výkon $\bar{p}_e$, který je číselně roven průměrnému využití maximálního výkonu, je

$$\bar{p}_e = \frac{\bar{P}_e}{P_m} \cdot 100 \quad (\%) \quad (3)$$

kde: P_m – maximální výkon na charakteristice elektrárny

Časový průběh rychlosti větru a odpovídajícího výkonu větrné elektrárny o jmenovitém výkonu 100 kW a se systémem regulace stall je uveden na obr. 3. Je to další dopracování naměřených hodnot uvedených



1. Výkonové charakteristiky některých větrných elektráren – Output characteristics of some wind power plants

v předchozí práci (Pá z r a l, 1996) na obr. 6 jako čára (2). Z porovnání rychlosti a výkonu vyplývá: elektrárna by dodávala výkon jen asi 76 % z celkového času měření, ve zbývajícím čase je rychlost větru nedostatečná, se stoupající rychlostí větru výkon elektrárny progresivně stoupá, při nejvyšších rychlostech se nárůst zmírňuje a posléze klesá vlivem tvaru výkonové charakteristiky. Při práci v nejvyšším bodě charakteristiky je výkon elektrárny 110 kW (110 %). Také při zobrazování výkonu je náhradní časový průběh (Pá z r a l, 1996) mnohem názornější, než by byl odpovídající histogram četností. Je účelné vepsat do obrázku i další informace, konkrétně průměrnou rychlost větru $\bar{v}$, průměrné využití maximálního výkonu $\bar{p}_e$, dobu (délku) měření, elektrickou energii A_e , odpovídající provedenému měření, popř. elektrickou energii extrapolovanou $\bar{A}_e$, udávající produkci energie elektrárny za delší časové období, např. za rok, pokud lze předpokládat, že naměřená průměrná rychlost $\bar{v}$ odpovídá svou hodnotou, ale i charakterem celému uvažovanému období (roční průměrné rychlosti větru $\bar{v}_r$). Extrapolace provedená na základě příliš krátkých měření by mohla být zavádějící, protože existují velké rozdíly mezi létem a zimou, mezi jednotlivými měsíci téhož roku, mezi shodnými měsíci či týdny různých let atd.

Není-li při vyhodnocování měření nic známo o výkonu budoucí elektrárny, je výhodné zvolit výkon 100 kW. Údaje v kW jsou pak číselně shodné s údaji v procentech a lze je velice snadno přepočítávat na libovolné jiné jmenovité výkony.

ZOBECEVNÍ ÚDAJŮ O ROČNÍ PRODUKCI ENERGIE

Postup výpočtu energie průměrných a měrných výkonů, popř. dalších veličin podle rovnic 1–3 a obr. 3 je pro daný charakter větru velice přesný, ale pracný. Pracnost lze obejít automatizací jak ve fázi měření, tak ve fázi vyhodnocování naměřených hodnot. Nelze však odvlivnit zdlouhavost měření, které má probíhat dva roky.

Výrobci větrných elektráren mají pochopitelně snahu přiblížit jejich vlastnosti údajem o dosažitelné roční

A

WIND WORLD W-2500/220 kW,

 $n = 41,5 \text{ min}^{-1}$ Výkonová charakteristika¹

Průměrná rychlost větru ² (m.s^{-1})	Roční produkce energie ³ (kWh.r^{-1})
8	713 000
7	557 000
6	394 000
5	237 000

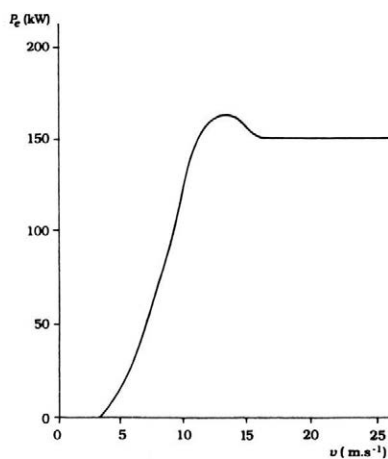
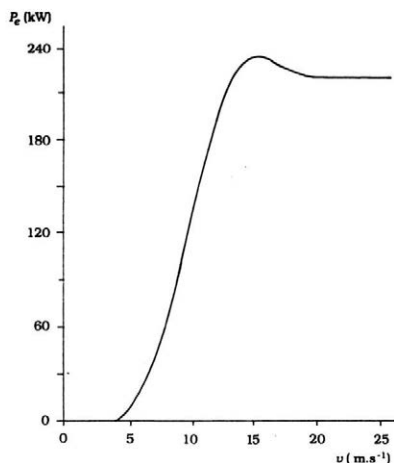
B

WIND WORLD W-2700/150 kW,

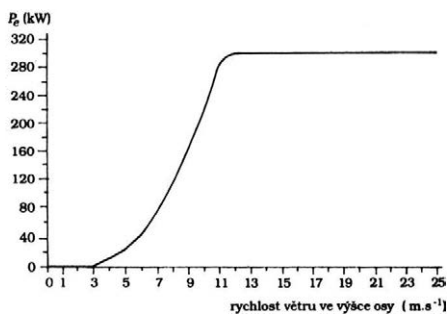
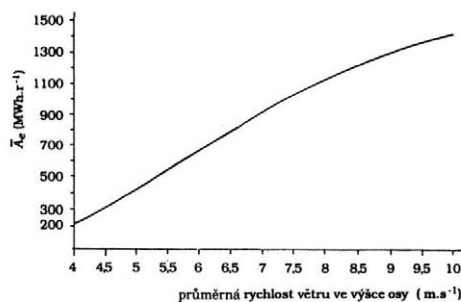
 $n = 35,5 \text{ min}^{-1}$

Výkonová charakteristika

Průměrná rychlost větru (m.s^{-1})	Roční produkce energie (kWh.r^{-1})
8	631 000
7	524 000
6	400 000
5	265 000

Výpočty vycházející z Weibullova rozdělení⁴

$v \text{ (m.s}^{-1}\text{)}$	<3	3	4	5	6	7	8	9	10	11	11,5	12-25	>25
$P_e \text{ (kW)}$	0	2	11	23	44	74	113	164	222	285	295	300	0

CVýkonová charakteristika
E-33/300 kWPrůměrná roční produkce⁵
E-33/300 kW

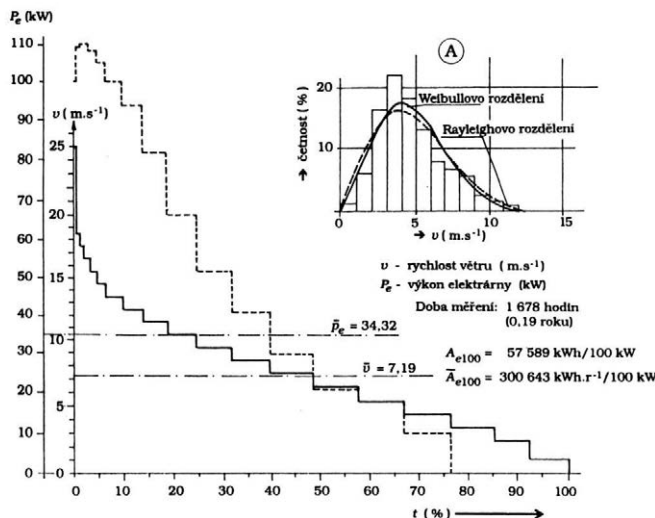
2. Výkonové charakteristiky dalších větrných elektráren a údaje o roční produkci energie – Output characteristics of other wind power plants and data on annual energy production

rychlost větru ve výšce osy – wind speed at the height of axis

průměrná rychlost větru ve výšce osy – average wind speed at the height of axis

rozdělení rychlosti větru – distribution of wind speed

¹output characteristics, ²average wind speed, ³annual energy production, ⁴calculations are based on Weibull distribution, ⁵average annual production



produkci elektrické energie bez toho, že by bylo známo konkrétní rozložení rychlosti větru v lokalitě uživatele. K tomu se používá metody, při níž se histogram četností rychlosti větru nahrazuje tzv. Weibullovým nebo Rayleighovým rozdělením. Příklad vzájemných vztahů mezi naměřenými hodnotami (vyjádřenými histogramem – sloupkovým diagramem) a oběma typy rozdělení zobrazuje část A na obr. 3 (ukázka odpovídá průměrná rychlost cca $4,8 \text{ m.s}^{-1}$). Každé průměrné rychlosti větru odpovídá jiná charakteristika rozdělení četností rychlosti větru. Z něho se pak postupem obdobným rovnici (1) stanoví přibližná roční produkce elektrické energie, která se udává ve formě tabulky (obr. 2A, B), nebo energetické charakteristiky (obr. 2C, pravá část).

Český hydrometeorologický ústav postupně zpracovává distribuční charakteristiky, které by byly platné pro poměry v ČR a mají stejný význam a smysl jako Weibullovo či Rayleighovo rozdělení. V každém případě se však vždy jedná jen o pomůcku umožňující určitý odhad, který však není rovnocennou náhradou za měření přímo na lokalitě, a to zejména tam, kde se počítá s výstavbou větrné farmy. Každá nepřesnost ve stanovení rychlostí a energií větru může mít značný dopad na soulad předpokládané (projektované) a skutečně dosažované produkce energie a ekonomické efektivity po uvedení do provozu.

NORMÁLOVÉ VÝKONOVÉ CHARAKTERISTIKY VĚTRNÝCH ELEKTRÁREN

Je zřejmé, že zobecněné poznatky o charakteru větru by měly mít svůj odpovídající protějšek ve zobecněných poznatcích o vlastnostech větrných elektráren. Zatímco meteorologie a fyzika atmosféry jsou disciplíny s dlouholetou tradicí, je historie moderního využití vě-

trné energie nepoměrně kratší, škála velikostí a typových odlišností větrných motorů je nesmírně bohatá atd. Jde o to, zda vůbec, popř. za jakých podmínek a jakým způsobem je možné zobecnit jejich vlastnosti. K tomu směřuje následující řešení.

Studiem a porovnáváním velkého počtu výkonových charakteristik větrných elektráren lze zjistit, že jsou si navzájem podobné. To umožňuje jejich přehledné a vzájemně srovnatelné vynášení v procentech výkonu v závislosti na reálné rychlosti větru v m.s^{-1} (obr. 4). Charakteristiky lze rozdělit do tří základních typů. Čára 1 představuje zprůměrovanou křivku většího počtu elektráren s pevně nastaveným náklonem listů a pracujících na principu omezení výkonu pomocí ztráty vzlaku při vysokých rychlostech větru (systém stall). Tvar křivky č. 2 je typický pro agregáty s regulací, tj. pro natáčecí listů za chodu (systém pitch) anebo s regulací výkonu pomocí výkonového měniče. Tento systém zpravidla spočívá v použití vícefázového alternátoru zapojeného přes usměrňovač na výkonový elektronický měnič, který zabezpečuje konstantní napětí a frekvenci při různých vstupních parametrech a umožňuje tak plynulou změnu otáček větrné turbíny v závislosti na rychlosti větru tak, aby energetická účinnost byla největší.

Třetí křivka přísluší agregátům speciálně konstruovaným pro využívání nižších rychlostí větru systému stall. U nízkorychlostních elektráren systému pitch je ve vzestupné části průběh obdobný a v rozsahu vysokých rychlostí větru se udržuje na konstantní hodnotě 100 %.

Za základ výkonu 100 % je věcně správné brát maximální výkon P_m větrného motoru, který je na výkonové charakteristice jednoznačně definován. Naproti tomu jmenovitý výkon elektrárny se zpravidla určuje podle jmenovitého výkonu generátoru. U regulovaných

3. Statistické rozdělení četnosti a náhradní časový průběh rychlosti větru a výkonu elektrárny – Statistical distribution of frequency and substitute time pattern of wind speed and power plant output

četnost – frequency

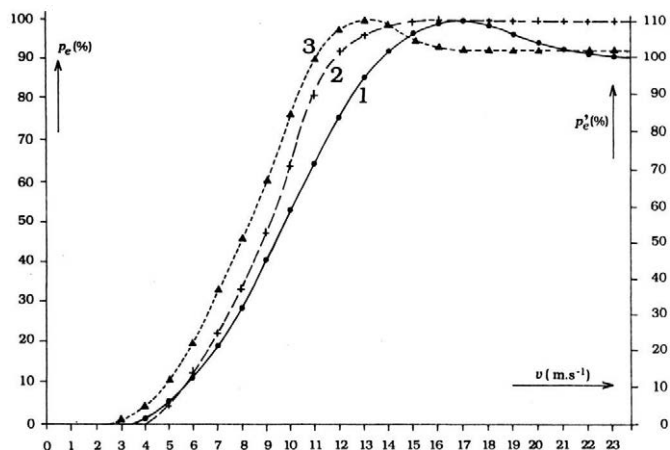
Weibullovo rozdělení – Weibull distribution

Rayleighovo rozdělení – Rayleigh distribution

rychlost větru – wind speed

výkon elektrárny – power plant output

dobu měření: 1 678 hodin (0,19 roku) – time of measurement: 1,678 hours (0,19 of year)



4. Normálové výkonové charakteristiky větrných elektráren – Normal output characteristics of wind power plants

1 – systém stall – stall system, 2 – systém pitch – pitch system, 3 – agregáty speciálně konstruované pro využívání nižších rychlostí větru systému stall – aggregates specially constructed for exploitation of lower wind speeds of the stall system

systémů (pitch, měnič frekvence) je jmenovitý výkon P_n většinou totožný s maximálním výkonem P_m , protože je oprávněný předpoklad, že elektrárna bude takto skutečně pracovat dlouhodobě a v širokém rozmezí vysokých rychlostí větru.

U elektráren systému stall je někdy jmenovitý výkon rovněž ztotožněn s maximálním, dá-li se předpokládat dlouhodobý provoz při rychlosti větru v blízkosti maxima výkonu. Častěji se však počítá s krátkodobou přetížitelností generátoru a jmenovitý výkon se situuje do nižší části charakteristiky, zpravidla cca o 5 až 15 % pod maximum. Pro tyto případy je na obr. 4 vpravo vynesena ještě jedna orientační stupnice P'_e , jejímž základem je jmenovitý výkon ($P_m = 1,1 P_n$). Ojedinelé je jmenovitý výkon až o 30 % menší než maximální (ale to už svědčí spíše o nesladčnosti možností větrného motoru a generátoru) a takto „podhodnocené“ agregáty jsou pak v relativní výhodě při porovnávání ukazatelů (zdanlivě větší produkce energie na jeden instalovaný kW). Ze všech těchto důvodů lze za objektivně srovnatelnou veličinu pokládat maximální výkon agregátu P_m .

Při vzájemném porovnání všech tří typů charakteristik (obr. 4) je zjevné, že energeticky je jednoznačně nejvýhodnější tvar křivky č. 3 v provedení pitch. Přesto se tento typ v praktickém provozu vyskytuje méně než ostatní. Důvody jsou ekonomické. Příznivější charakteristiky je dosahováno za cenu zvýšení nákladů (větší průměr rotoru, jiný profil i náklon listů, nižší otáčky, větší převod dorychla). Z porovnání údajů na obr. 2A a 2B vyplývá, že agregát pro nižší rychlost větru navzdory nižšímu jmenovitému výkonu odevzdává při průměrné roční rychlosti větru 5 m.s^{-1} více energie, při rychlosti 6 m.s^{-1} je efekt téměř stejný a teprve při vyšších rychlostech je výhodnější agregát běžného provedení. Přitom jsou oba skoro stejně velké (průměry rotorů 25 a 27 m), a tím i přibližně stejně nákladné.

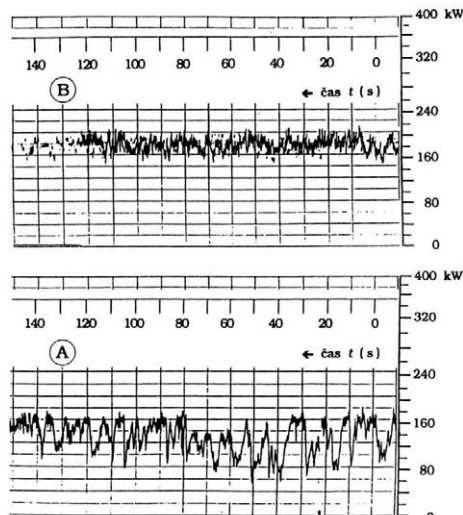
Charakteristiky č. 2 – systém pitch – se dosahuje za cenu použití zařízení na natáčení rotorových listů,

v němž je nutno vidět prvek navíc nejen z hlediska pořizovacích nákladů, ale i možnosti výskytu provozních poruch. Obdobně je tomu u systémů s regulací výkonu – obr. 2C vlevo. U těch byla zejména v začátcích jako hlavní protiargument uváděna poruchovost výkonové elektronické části, která má za následek ztrátu části energie získané navíc díky příznivějšímu průběhu charakteristiky. I když počet lépe technicky vybavených větrných elektráren stále stoupá, existují na druhé straně zastánci jednoduchých, spolehlivých a levnějších řešení i za cenu nižší účinnosti (čára 1 na obr. 4). Rozhodující je ekonomická efektivnost, a proto má přednost hledisko co nejvyšších výrobních nákladů před hlediskem maximální produkce energie. Její eventuelní zvýšení nemusí být vždy úměrné vyšším nákladům na dokonalejší techniku.

MĚŘENÍ VLASTNOSTÍ REÁLNÉ VĚTRNÉ ELEKTRÁRNY

Zbývá porovnat výsledky výpočtů podle uvedených metod s výsledky měření na reálné větrné elektrárně. Výkonová charakteristika větrné elektrárny sleduje v oblasti malých rychlostí větru poměrně dobře hyperbolický průběh výkonu větru $P_v = f(v^3)$, protože u elektráren s téměř konstantními otáčkami (a těch je většina) se skoro neuplatňuje setrvačnost rotoru. Odchyly nastávají až při přiblížení k maximálnímu výkonu P_m a eventuelním následným poklesu výkonu při nejvyšších rychlostech větru. Zde má vzájemná závislost veličin záporné znaménko, tzn. s rostoucí rychlostí větru klesá výkon.

Uvedenou zákonitost lze názorně vyčíst z ukázky na obr. 5. Elektrárna má jmenovitý výkon 150 kW a je v provedení stall. Na průběhu zápisu v části A jsou velmi dobře rozvinuté výkonové špičky směrem dolů a zdeformovány, popř. potlačený jsou ty, které by měly



5. Liniový zápis výkonu větrné elektrárny 150 kW – Line record of wind power plant output of 150 kW

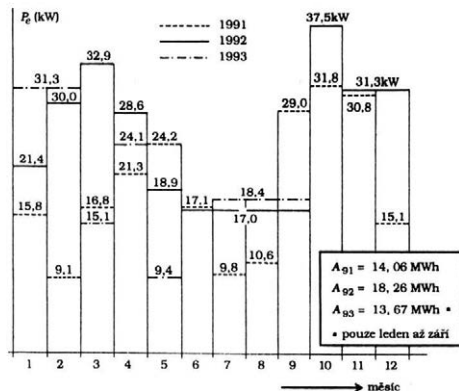
čas – time

překračovat maximální výkon. Na průběhu zápisu v části B vzrostla rychlost větru natolik, že potlačující funkce tvaru charakteristiky se projevuje v obou směrech a průběh výkonu je daleko rovnoměrnější v porovnání s průběhem A.

Sledovaná elektrárna byla dlouhou dobu jedinou větší elektrárnou v ČR. Její výkonová charakteristika není dostatečně přesně známa ani neprobíhalo paralelní sledování charakteru větru. Proto není možné exaktně porovnat okamžité průběhy rychlosti v a elektrického výkonu P_e . Lze si však vytvořit názor o mechanismech a vlivech jejich vzájemného působení. Ke komplexnímu vědecko-výzkumnému sledování je určena demonstrační elektrárna ČEZ na Dlouhé Louce v Krušných Horách a uskutečňuje je Ústav fyziky atmosféry AVČR Praha.

V energetice je obvyklé konstruovat roční odběrové diagramy významných spotřebitelů po jednotlivých měsících. Jejich obdobou je diagram dodávky energie větrné elektrárny. Ten je možný „předpovědět“ s použitím výpočtů podle rovnic (1) až (3) a reálných nebo normálových výkonových charakteristik za předpokladu, že jsou k dispozici odpovídající měsíční měření statistického rozložení rychlosti větru.

Skutečně naměřený diagram dodávky energie je uveden na obr. 6. V každém sloupku je vyznačen průměrný měsíční výkon elektrárny pro tři po sobě následující roky, který je zpětně odvozen od měsíčních dodávek energie odečítaných na palubním počítači elektrárny a kontrolovaných elektroměrem Rozvodných závodů. Měsíční či roční dodávka energie odpovídá ploše pod odpovídajícími čarami. Měření se nedělala zcela důsledně,



6. Průměrné výkony větrné elektrárny 150 kW v jednotlivých měsících – Average outputs of wind power plant of 150 kW in different months

pouze leden až září – January to September only
měsíc – month

takže na třech místech grafu jsou k dispozici jen průměrné údaje za tři až čtyři měsíce. Odpovídající roční dodávky energie jsou uvedeny v obr. 6.

Čáry zhruba vyjadřují obecně známé zákonitosti o energetické vydatnosti větru (větší v zimních a menší v letních měsících), ale jiné zákonitosti chování větru lze vysledovat jen těžko. Charakteristické jsou velké rozdíly sousedních měsíců, střídání prvenství různých let v jednotlivých měsících ap. Rovněž jsou poněkud zkráceny eventuálními výpadky v provozu u jednotlivé elektrárny (u větrných farem je lze korigovat podle výsledků měření ostatních agregátů). V daném případě je příčinou nižší dodávky energie v prvním roce sledování poměrně dlouhý zkušební provoz a dořizování řídicích algoritmů elektrárny.

V letním období je třeba počítat s tím, že elektrárny bývají z nejrůznějších důvodů 1 až 2 % celkového času mimo provoz. V zimním období stoupá tento podíl až na 5 % (námrza, zejména na čidlech řídicí automatiky) (Miessler, 1995).

DISKUSE

Myšlenka normálových charakteristik, jejich konstrukce i aplikace vycházejí ze skutečnosti jejich vzájemné podobnosti. V současné podobě jsou větrné elektrárny již do té míry konstruktivně propracovány, že není rozdílu v účinnosti a dalších vlastnostech mezi malými a velkými elektrárnami (pro účely tohoto pojednání se tím méně rozptýlí jmenovitých výkonů cca 100 až 800 kW). Existují však i elektrárny o výkonu 30 kW, vybavené regulací pitch a s vynikající účinností. Srovnatelnost parametrů, a tím i použitelnost normálových charakteristik není otázkou velikosti, ale technické

úrovně agregátů. Normálové charakteristiky také značně zjednodušují zpracování dat počítačem.

Systém transformace elektrické energie pomocí měniče používá hlavně německá firma ENERCON (obr. 2C). Elektrárny se vyrábějí ve výkonové řadě 55, 80, 300 a 500 kW a ač jejich větší výskyt je záležitostí teprve několika posledních let, přesto již bylo od každé velikosti instalováno mnoho desítek kusů (celkem již asi 500 elektráren s převahou obou velkých typů). Jiný systém spočívá v asynchronní kaskádě, tj. použití asynchronního kroužkového stroje, jehož energie přes stator jde přímo do sítě a pouze rotorová energie (asi polovina z energie celkové) má nezaručené parametry a je třeba ji transformovat pomocí měniče. Oba systémy umožňují proměnlivé otáčky větrné turbíny, což je vedle energetického přínosu příznivé i z hlediska dynamického namáhání všech částí elektrárny (Pá z r a l, 1991). Na zvýšení otáček připadá asi 1/3 energie větru, takže na zvýšení namáhání ostatních konstrukčních částí připadají jen asi 2/3 energie v porovnání s elektrárnou na konstantní otáčky.

ZÁVĚR

V obou pracích o charakteristických vlastnostech větru byla věnována hlavní pozornost metodám zaměřeným na to, jak měřit, jak zpracovávat výsledky, jak konstruovat a hodnotit odvozené veličiny a co z toho

vyplývá pro prohloubení teoretických poznatků i praktických znalostí. Některá z příštích prací bude věnována výsledkům konkrétních měření a jejich rozborům.

Literatura

- FIALA, V.: Větrné elektrárny. In: Sbor. Obnovitelné zdroje energie, část 6. Praha, FCC Public 1994.
- MIESSLER, M.: Výstavba větrných farem. Větrná energie, časopis České společnosti pro větrnou energii, 1994 (1).
- MIESSLER, M.: Poruchovost větrných elektráren. Větrná energie, časopis České společnosti pro větrnou energii, 1995 (1).
- PÁZRAL, E.: Příspěvek k hodnocení dynamických vlastností větrných agregátů. In: Sbor. mezinár. konf. Renewable Energy Sources 91. Praha, ČVUT 1991.
- PÁZRAL, E.: Metody objektivního porovnávání charakteristických vlastností větrných elektráren. In: Sbor. V. Konf. Obnovitelné zdroje energie Brno 95. Brno, VUT 1995.
- PÁZRAL, E.: Dlouhodobá měření charakteristických vlastností větru. Zeměd. Techn., 42, 1996 (2): 65–72.
- RYCHETNÍK, V.: Možnosti využití větrné energie v zemědělství. [Výzkumná zpráva.] Praha, Výzk. ústav zeměd. techniky 1987.
- ŠEFTĚR, J. I.: Využití energie větru. Praha, SNTL 1991.
- Statistické metody v průmyslové praxi – všeobecné základy. Komentář k ČSN 01250. Praha, Vyd. ÚNM 1973.

Došlo 24. 5. 1995

Pro příspěvek byly využity výsledky grantového projektu GAČR č. 504/94/0910 Ověření a upřesnění metod, postupů a techniky pro měření a vyhodnocování charakteristických vlastností větru a provozu větrných elektráren, řešitel Ing. E. Pá z r a l, CSc., VÚZT Praha.

Kontaktní adresa:

Ing. Emil Pá z r a l, CSc., Výzkumný ústav zemědělské techniky, K šancím 50, 163 07 Praha 6-Řepy (P. O. Box 16, 163 00 Praha 618), tel.: 02/302 12 51–9, fax: 02/302 27 63



ÚSTAV ZEMĚDĚLSKÝCH A POTRAVINÁŘSKÝCH INFORMACÍ

(Slezská 7, 120 56 Praha 2, fax: 02/24 25 39 38)

vydává v roce 1996 v edici **STUDIJNÍ INFORMACE** tyto publikace:

Řada **ROSTLINNÁ VÝROBA**

Kulturní rostliny jako plevel následných plodin (*Kohout V.*)
Ochrana proti chorobám a škůdcům slunečnice (*Jirátko J. a kol.*)
Význam hořčiku pro výživu rostlin, zvířat a člověka (*Baier J. a kol.*)
Důsledky nedostatečného hnojení (*Flohrová A.*)
Síra a její význam pro výživu rostlin (*Zelený F.*)
Hospodaření na nevyužívané zemědělské půdě (*Kapitola P.*)
Biologická ochrana proti houbovým chorobám rostlin (*Prokinová E.*)
Vliv závlah odpadními vodami na životní prostředí (*Šálek J.*)

Řada **ŽIVOČIŠNÁ VÝROBA**

Vitaminy ve výživě hospodářských zvířat (*Schneiderová P.*)
Moderní výživové látky (*Janiček J.*)
Pastevní odchov a výkrm mladého skotu (*Doležal O.*)
Nový systém hodnocení N-látek ve výživě přežvýkavců (*Homolka P.*)

Řada **ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA A STAVBY**

Stavby a technologie pro ŽV a omezování emisí (*Konopásek V.*)
Nové typy žacíh strojů (*Kumhála F. – Roh J.*)
Úprava vzduchu v zemědělských objektech (*Kic P.*)
Technika a kvalita zavlažování (*Růžička M.*)

Adamovský R.: Vliv zpětného využívání tepla větracího vzduchu ze stájí na měrné spotřeby energie The effect of heat reutilization of ventilated air from stables on energy consumption	115
Bartolomějev A., Souček J.: Vliv fideleté nápravy na velikost tahového odporu při zatáčení traktorového návěsu The effect of dirigible axle on the size of tensile resistance in turning of tractor semi-trailer	121
Bohuslávka Z.: Zjišťování pevných nečistot v exploatovaných motorových olejích provozními diagnostickými přístroji The investigation of solid contaminants in exploited engine oils by diagnostic apparatuses in normal production	131
Brozman D.: Modelling deformation state of tractor engine by hybrid method Určenie deformácií motora traktora hybridnou metódou	81
Janoško I.: Snímanie a monitorovanie spotreby paliva Fuel consumption measuring and monitoring	93
Kochan J.: Úbytky tržní produkce cukrovky ve vazbě na početní stavy sklizečů Losses of market production of sugar beet on connection with the numbers of harvesters	13
Kochan J.: Stanovení ekonomicky zdůvodněné potřeby sklizečů mlátiček v podniku Determination of economically justified needs of harvester thresher at an enterprise	53
Kubík L., Brozman D.: Fraktální analýza půdy Fractal soil analysis	41
Malenovský E., Loprais A.: Kinetostatická analýza vázaných mechanických soustav u zemědělských strojů Kinetostatic analysis of bound mechanical systems in farm machinery	27
Malenovský E., Sedlák P., Seknička M.: Kinetostatická analýza shrnovače píce SB-4H Kinetostatic analysis of herbage rake SB-4H	99
Mikleš M.: Aplikácia interaktívneho výpočtového systému mechaniky kontinua pri pevnostnej analýze odvetvovacej hlavice Interactive calculation system of continuum mechanics applications to strength analysis of a delimbing head	31
Mikleš M.: Computation method of load-size for the logging tractor tree-length log skidding Metóda výpočtu veľkosti nákladu pre lesný kolesový ťahač	87
Misener G. C.: Effect of tuber temperature and lapsed time between vine killing and potatoe harvesting on the susceptibility of potatoe to serious injury Vliv teploty hlíz brambor a časového rozpětí od postřiku desikačním přípravkem po sběr na náchylnost brambor k těžkému poškození	37
Pastorek Z., Svoboda J., Svoboda A., Al-Samarraiová V.: Simulative modelling systems of animal farms Systém simulačního modelování živočišných farem	137
Pázral E.: Dlouhodobá měření charakteristických vlastností větru Long-term measurements of wind characteristics	65
Pázral E.: Metody vyhodnocování transformace energie větru na elektrickou energii Methods of evaluation of wind energy transformation on electrical energy	151
Přikryl M.: Závislost efektivního příkonu elektromotoru na podtlaku lopatkových vývěv strojního dojení Dependence of efficient power input of electromotor on underpressure of vane air pumps of machine milking	145
Rifai M. N., Žikla T., Mojžiš M.: Flame and mechanical cultivation for weed control Ničenie buriny mechanickou kultiváciou a účinkom plameňa	109

Roh J.:	
Třídění směsi ve vzduchovém proudu	
Sorting of the mixture of air flow	5
Sedlák P., Bauer F.:	
Vyhodnocení energetických a výkonnostních parametrů souprav na zpracování půdy	
Evaluation of energy and performance parameters of aggregates for soil cultivation	103
Semetko J., Janoško I., Barda L., Pernis P.:	
Dynamometrické vozidlo pre skúšanie traktorov	
Dynamometric vehicle for tractor testing	127
Svatoš J., Šabatka J.:	
Měrná spotřeba energie traktoru v agregaci s kombinovaným secím strojem	
Specific consumption of tractor power in aggregate with composite sowing machine	45
Vitliemov V. G., Ivanov I. V., Tanov R. R.:	
Particles flight modelling and optimisation for technological processes in mechanised agriculture: flight simulation –	
Modelování letu částic a optimalizace technologických prvků při mechanizaci zemědělství: simulace letu	1
AKTUALITY – ACTUALITIES	
Otto G., Bendull K., Scherping E.:	
Krmná řepa ve výživě skotu a prasat	
Fodder beet in cattle and pig feeding	73
INFORMACE	
Jakubec V.:	
Informace o kolokviu pořádaném Nadací Alexandra von Humboldta v Praze	120
RECENZE – REVIEW	
Kic P.:	
F.-J. Bockisch, S. Braun, S. Fritzsche et al.: Umwelt- und tieregerechte Mast Schweinehaltung. Auswertung des Bundeswettbewerbs Landwirtschaftliches Bauen 1993/94	26
Z VĚDECKÉHO ŽIVOTA – SCIENTIFIC LIFE	
Pastorek Z.:	
45 let Výzkumného ústavu zemědělské techniky v Praze-Řepích	
45 years of Research Institute of Agriculture Engineering – VÚZT Praha	79

POKyny PRO AUTORY

Časopis uveřejňuje původní vědecké práce, krátká sdělení a výběrově i přehledné referáty, tzn. práce, jejichž podkladem je studium literatury a které shrnují nejnovější poznatky v dané oblasti. Práce jsou uveřejňovány v češtině, slovenštině nebo angličtině. Rukopisy musí být doplněny krátkým a rozšířeným souhrnem (včetně klíčových slov).

Autor je plně odpovědný za původnost práce a za její věcnou i formální správnost. K práci musí být přiloženo prohlášení autora o tom, že práce nebyla publikována jinde.

O uveřejnění práce rozhoduje redakční rada časopisu, a to se zřetelem k lektorským posudkům, vědeckému významu a přínosu a kvalitě práce.

Rozsah vědeckých prací nemá přesáhnout 15 stran psaných na stroji včetně tabulek, obrázků a grafů. V práci je nutné používat jednotky odpovídající soustavě měrových jednotek SI (ČSN 01 1300).

Vlastní úprava rukopisu má odpovídat státní normě ČSN 88 0220 (formát A4, 30 řádek na stránku, 60 úhozů na řádku, mezi řádky dvojité mezery), k rukopisu je vhodné přiložit disketu s prací pořízenou na PC v některém textovém editoru, nejlépe v T602, a s grafickou dokumentací. Tabulky, grafy a fotografie se dodávají zvlášť, nepodlepují se. Na všechny přílohy musí být odkazy v textu.

Pokud autor používá v práci zkratky jakéhokoliv druhu, je nutné, aby byly alespoň jednou vysvětleny (vypsány), aby se předešlo omylům. V názvu práce a v souhrnu je vhodné zkratky nepoužívat.

Název práce (titul) nemá přesáhnout 85 úhozů. Jsou vyloučeny podtitulky článků.

Krátký souhrn (Abstrakt) je informačním výběrem obsahu a závěru článku, nikoliv však jeho pouhým popisem. Musí vyjádřit všechno podstatné, co je obsaženo ve vědecké práci, a má obsahovat základní číselné údaje včetně statistických hodnot. Musí obsahovat klíčová slova. Nemá překročit rozsah 170 slov. Je třeba, aby byl napsán celými větami, nikoliv heslovitě. Je uveřejňován a měl by být dodán ve stejném jazyce jako vědecká práce.

Rozšířený souhrn (Abstract) je uveřejňován v angličtině, měly by v něm být v rozsahu cca 1–2 strojopisných stran komentovány výsledky práce a uvedeny odkazy na tabulky a obrázky, popř. na nejdůležitější literární citace. Je vhodné jej (včetně názvu práce a klíčových slov) dodat v angličtině, popř. v češtině či slovenštině jako podklad pro překlad do angličtiny.

Úvod má obsahovat hlavní důvody, proč byla práce realizována a velmi stručnou formou má být popsán stav studované otázky. **Literární přehled** má být krátký, je třeba uvádět pouze citace mající úzký vztah k problému.

Metoda se popisuje pouze tehdy, je-li původní, jinak postačuje citovat autora metody a uvádět jen případné odchylky. Ve stejné kapitole se popisuje také pokusný materiál.

Výsledky – při jejich popisu se k vyjádření kvantitativních hodnot dává přednost grafům před tabulkami. V tabulkách je třeba shrnout statistické hodnocení naměřených hodnot. Tato část by neměla obsahovat teoretické závěry ani dedukce, ale pouze faktické nálezy.

Diskuse obsahuje zhodnocení práce, diskutuje se o možných nedostatecích a práce se konfrontuje s výsledky dříve publikovanými (požaduje se citovat jen ty autory, jejichž práce mají k publikované práci bližší vztah). Je přípustné spojení v jednu kapitolu spolu s výsledky.

Literatura musí odpovídat státní normě ČSN 01 0197. Citace se řadí abecedně podle jména prvních autorů. Odkazy na literaturu v textu uvádějí jméno autora a rok vydání. Do seznamu se zařadí jen práce citované v textu. Na práce v seznamu literatury musí být odkaz v textu.

Na zvláštním listě uvádí autor plné jméno (i spoluautorů), akademické, vědecké a pedagogické tituly a podrobnou adresu pracoviště s PSC, číslo telefonu a faxu, popř. e-mail.

INSTRUCTIONS FOR AUTHORS

Original scientific papers, short communications, and selectively reviews, that means papers based on the study of technical literature and reviewing recent knowledge in the given field, are published in this journal. Published papers are in Czech, Slovak or English. Each manuscript must contain a short and a longer summary (including the key words).

The author is fully responsible for the originality of his paper, for its subject and formal correctness. The author shall make a written declaration that his paper has not been published in any other information source.

The board of editors of this journal will decide on paper publication, with respect to expert opinions, scientific importance, contribution and quality of the paper.

The paper extent shall not exceed 15 typescript pages, including tables, figures and graphs.

Manuscript layout shall correspond to the State Standard ČSN 88 0220 (quarto, 30 lines per page, 60 strokes per line, double-spaced typescript). A PC diskette should be provided with the paper, written in an editor program, preferably T602, and with graphical documentation. Tables, figures and photos shall be enclosed separately. The text must contain references to all these annexes.

The **title** of the paper shall not exceed 85 strokes. Subtitles of the papers are not allowed either.

Abstract is an information selection of the contents and conclusions of the paper, it is not a mere description of the paper. It must present all substantial information contained in the paper. It shall not exceed 170 words. It shall be written in full sentences, not in form of keynotes, and comprise base numerical data including statistical data. It must contain key words. It should be submitted in English and if possible also in Czech or Slovak.

Introduction has to present the main reasons why the study was conducted, and the circumstances of the studied problems should be described in a very brief form.

Review of literature should be a short section, containing only literary citations with close relation to the treated problem.

Only original method shall be described, in other cases it is sufficient enough to cite the author of the used method and to mention modifications of this method. This section shall also contain a description of experimental material.

In the section **Results** figures and graphs should be used rather than tables for presentation of quantitative values. A statistical analysis of recorded values should be summarized in tables. This section should not contain either theoretical conclusions or deductions, but only factual data should be presented here.

Discussion contains an evaluation of the study, potential shortcomings are discussed, and the results of the study are confronted with previously published results (only those authors whose studies are in closer relation with the published paper should be cited). The sections Results and Discussion may be presented as one section only.

The citations are arranged alphabetically according to the surname of the first author. References in the text to these citations comprise the author's name and year of publication. Only the papers cited in the text of the study shall be included in the list of references. All citations shall be referred to in the text of the paper.

If any abbreviation is used in the paper, it is necessary to mention its full form at least once to avoid misunderstanding. The abbreviations should not be used in the title of the paper nor in the summary.

The author shall give his full name (and the names of other collaborators), academic, scientific and pedagogic titles, full address of his workplace and postal code, telefon and fax number or e-mail.

OBSAH – CONTENT

Bartolomějev A., Souček J.: Vliv řiditelné nápravy na velikost tahového odporu při zatáčení traktorového návěsu – The effect of dirigible axle on the size of tensile resistance in turning of tractor semi-trailer.....	121
Semetko J., Janoško I., Barda L., Pernis P.: Dynamometrické vozidlo pre skúšanie traktorov – Dynamometric vehicle for tractor testing.....	127
Bohuslávka Z.: Zjišťování pevných nečistot v exploatovaných motorových olejích provozními diagnostickými přístroji – The investigation of solid contaminants in exploited engine oils by diagnostic apparatuses in normal production.....	131
Pastorek Z., Svoboda J., Svoboda A., Al-Samarraiová V.: Simulative modelling systems of animal farms – Systém simulačního modelování živočišných farem.....	137
Příkryl M.: Závislost efektivního příkonu elektromotoru na podtlaku lopatkových vývěv strojního dojení – Dependence of efficient power input of electromotor on underpressure of vane air pumps of machine milking	145
Pázral E.: Metody vyhodnocování transformace energie větru na elektrickou energii – Methods of evaluation of wind energy transformation on electrical energy	151