

SBORNÍK
ČESKOSLOVENSKÉ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÝCH VĚD

Zemědělská technika

3 ✓

ROČNÍK 6 (XXXIII) – PRAHA, ČERVEN 1960

CENA 10 Kčs

SBORNÍK

Československé akademie zemědělských věd

ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA

Řídí redakční rada: *dopisující člen ČSAZV inž. Jaroslav Šulc (předseda), inž. Stanislav Haš, dopisující člen ČSAZV Jan Květoň, Bohumil Hůrek, inž. Karel Joza, doc. dr. inž. Zdeněk Štefl, inž. Ján Tomovčík, inž. Alois Vávra. — Vedoucí redaktorka Helena Svobodová.*

© Československá akademie zemědělských věd, Praha 1960

Obsah — Содержание — Content — Inhalt

Haš S.: Vývoj elektroenergetických potřeb zemědělského sektoru Конструирование электроэнергетических устройств сельскохозяйственного сектора Entwicklung der elektroenergetischen Bedürfnisse des Landwirtschaftssektors	151
Vávra A.: Rozbor metod pro vyhodnocování grafických záznamů pořízených registračními měřicími přístroji Анализ методов обработки диаграмм, полученных записывающими измерительными приборами Analyse der Methoden zur Auswertung graphischer mittels Registriermeßgeräten vorgenommener Vermerke	167
Koskuba K.: O použití pravděpodobnostní stupnice Применение шкалы вероятности Über die Verwendung von Wahrscheinlichkeitsskala	187
Habarta Fr.: Přenos energie a nové směry v řízení energetických zdrojů v zemědělství Передача энергии и новые направления в руководстве энергетическими источниками в сельском хозяйстве Übertragung der Energie und neue Richtungen bei der Lenkung der Energiequellen in der Landwirtschaft	197
Zemědělská technika v zahraničí	
Zpráva o výzkumu v oboru bioplynu v NDR	211

Z vědeckého života

Odměněné vědeckovýzkumné práce ČSAZV z oboru zemědělské techniky . .	215
--	-----

Vývoj elektroenergetických potřeb zemědělského sektoru

Конструирование электроэнергетических устройств сельскохозяйственного сектора

Entwicklung der elektroenergetischen Bedürfnisse des Landwirtschaftssektors

Inž. Stanislav HAŠ

Výzkumný ústav zemědělské techniky ČSAZV, Řepy u Prahy

Došlo dne 29. XII. 1959

1. Úvod

Vzrůstající výroba ve všech odvětvích našeho národního hospodářství, zvyšování produktivity práce a zvyšující se životní úroveň obyvatelstva — to jsou činitele, kteří určují stále vyšší nároky na dodávku elektrické energie. Pro splnění těchto nároků je nutné znát s dostatečnou přesností nejen předpokládaný růst spotřeby elektrické energie za určité plánovací období, ale také časové rozdělení odběru elektřiny během krátkých časových úseků. Toto časové rozdělení spotřeby energie závisí jednak na faktorech společných pro všechna národohospodářská odvětví i bytovou a komunální spotřebu, jednak na faktorech specifických pro jednotlivá odvětví. Správným zhodnocením vlivu těchto obecných i specifických faktorů je možné určit energetické ukazatele, které jsou rozhodující pro stanovení časového průběhu odběru elektřiny během dne, měsíce, případně roku a pro sestavení bilancí elektrických výkonů.

2. Teoretická část

2.1. Základní pojmy

Teorie bilancí elektrických výkonů vychází z poznatku, že změny spotřeby elektřiny během roku jsou způsobovány jednak neustálým růstem této spotřeby, jednak jejich sezónním kolísáním. Sledují-li se poměry v odvětvích, která nejpodstatněji ovlivňují spotřebu elektřiny, případně v celých energetických systémech, dochází se k zjednodušené představě, že roční průběh spotřeby elektrické energie je dán funkcí, skládající se z lineární a jí superponované kosinusové složky. Lineární složka vystihuje neustálý růst spotřeby energie během roku. Kosinusová složka pak vystihuje každoročně se opakující činitele, kteří mají vliv na kolísání spotřeby elektřiny během roku. Jsou to hlavně dovolené v průmyslu, které v letním období způsobují dočasný pokles materiální výroby v těchto sektorech, a dále roční kolísání doby trvání slunečního svitu, které v letním období způsobuje zmenšení spotřeby elektřiny na osvětlení.

Uvedená zjednodušená představa umožňuje, aby z hlediska zdrojů energie se sestavovaly výkonové bilance ve dvou až čtyřech hodinových průřezích za rok. Nejdůležitější je sestavení bilancí pro dny, kdy dochází k ročnímu maximu nebo minimu potřeb výkonů. Za tyto dny se pokládá „charakteristický“ den v prosinci a v červnu. Vzhledem k vodohospodářským podmínkám je někdy vhodné sestavovat výkonové bilance ještě pro „charakteristický“ jarní a podzimní den. Výrazem „charakteristický“ se tu uvažuje takový den, který charakterizuje odběr v uvažovaném měsíci. Jde-li o tvorbu bilancí pro celou elektrizační soustavu nebo pro průmyslová odvětví, pak charakteristickým dnem je zpravidla některý dohodnutý pracovní den.

Přihlédneme-li k zvláštnostem zemědělské výroby a uvědomíme-li si, že tato výroba se skládá ze dvou technologicky odlišných úseků, z nichž úsek rostlinné výroby je charakteristický celou řadou sezónních prací, jejichž provádění závisí na různých vegetačních poměrech jednotlivých plodin, pak nám musí být jasné, že uvedené zjednodušené představy o průběhu spotřeby elektrické energie nemohou platit pro zemědělský sektor v plné míře. Proto je nutné především stanovit, v kolika časových průřezích se mají sestavovat perspektivní bilance, dále ve kterém období je třeba zvolit tyto časové průřezy, a konečně jak definovat pojem charakteristického dne, v němž se rozebírá průběh spotřeby elektřiny.

Počet časových průřezů je nutno řešit jednak z hlediska bilancí celé elektrizační soustavy, jednak z hlediska zemědělského sektoru. Z toho vyplývá, že je nutné zachovat především uvedené již čtyři časové průřezy v měsících březnu, červnu, září a prosinci a k těmto průřezům zvolit ještě další, který zahrne den, v němž dochází k maximálnímu ročnímu příkonu. Tento den připadá na období sezónních prací. Protože vlivem rostoucí mechanizace všech sezónních prací a vlivem měnící se technologie sklizně některých plodin nelze obecně říci, při které sezónní práci dojde k maximálnímu hodinovému odběru, musí se sestavovat bilance potřeb příkonů pro celé období sezónních prací, tj. kromě již uvedených měsíců června a září ještě pro charakteristické dny měsíce července, srpna a října.

Zbývá ještě definovat pojem „charakteristického“ dne. Pro období, v němž se nekonají sezónní práce, je charakteristickým dnem kterýkoli den měsíce, kromě nedělí a svátků. Tyto dny jsou sice v zemědělství také pracovní, nelze je však označit jako charakteristické, protože se v nich nevykonávají některé práce, jež je možno provést předem ve všední dny (například šrotování). Také v dílnách a STS se zpravidla v neděli nepracuje.

Charakteristický den v období sezónních prací je třeba určit na základě této úvahy:

Určité sezónní práce se konají každoročně v přibližně stejnou dobu, ve stejných měsících. Přitom trvání sezónních prací zabírá v celosektorovém měřítku buď celý nebo větší část měsíce. Je tedy zcela namístě považovat za charakteristický některý den, ve kterém jsou sezónní práce. Je-li v jednom měsíci více sezónních prací, pak je charakteristickým dnem některý z těch, v nichž se konají všechny tyto práce. Odběr elektrické energie v těchto dnech však není stejný. Kolísání závisí časově i příkonově na meteorologických vlivech, jež nelze perspektivně podchytit. Na základě podkladů lze však soudit, jaké nastane v uvažovaném měsíci maximum odběru. Považuje se tedy za výhodné při teoretických výpočtech uvažovat, že charakteristický den v každém měsíci je v zemědělském sektoru den s maximálním měsíčním příkonem.

Na základě toho, co bylo řečeno, se jednotlivé energetické ukazatele definují takto:

Koeficient denní rovnoměrnosti γ_m je dán rovnicí

$$\gamma_m = \frac{S_{md}}{24 P_{md}}, \quad (1)$$

kde je S_{md} — spotřeba elektřiny za den, v němž se dosahuje měsíčního maxima,
 P_{md} — absolutní maximum v měsíci.

Koeficient měsíční rovnoměrnosti σ_m vyjadřuje rovnice

$$\sigma_m = \frac{\bar{S}_m}{S_{md}}, \quad (2)$$

kde je $\bar{S}_m$ — průměrná denní spotřeba elektřiny v uvažovaném měsíci m .

Koeficient roční rovnoměrnosti je definován rovnicí

$$\varrho = \frac{\bar{S}_r}{\bar{S}_{\max}}, \quad (3)$$

kde je $\bar{S}_r$ — průměrná denní spotřeba elektřiny za rok,
 $\bar{S}_{\max}$ — průměrná denní spotřeba v měsíci, v němž se dosahuje absolutního ročního maxima.

Ukazatel využití absolutního ročního maxima je dán rovnicí

$$h = \frac{S_r}{P_{\max}}, \quad (4)$$

kde je S_r — roční spotřeba elektrické energie,
 $P_{\max}$ — absolutní roční maximum;

nebo též rovnicí

$$h = 8760 \cdot \gamma_{\max} \cdot \sigma_{\max} \cdot \varrho, \quad (5)$$

kde je $\gamma_{\max}, \sigma_{\max}$ — koeficienty denní a měsíční rovnoměrnosti pro měsíc, v němž se dosahuje absolutního ročního maxima.

2.2. Metodika výpočtu

2.2.1 Určení agro- a zootechnických podkladů

Vývoj energetických ukazatelů zemědělského sektoru je ovlivňován těmito činiteli:

1. Počtem velkovýrobních socialistických podniků a jejich organizací,
2. změnami počtu jednotlivých druhů zvířat,
3. zvyšováním krmných dávek a z toho vyplývající vyšší výrobou živočišných produktů,
4. změnou technologie krmení, způsobu ustájení a chovu zvířat,
5. zvyšováním úrodnosti,

6. změnami v technologii sklizně obilovin a sklizně sena, případně ve zpracování brambor a cukrovky ke krmení,

7. zaváděním komplexní mechanizace všech výrobních procesů v rostlinné i živočišné výrobě,

8. zaváděním automatizace vnitrostátních výrobních procesů,

9. zvyšováním počtu a vybavení údržbářských dílen,

10. zlepšováním větrání, případně zaváděním klimatizace v objektech pro chov dobytka,

11. zvětšováním potřeby ohřáté vody pro zlepšení hygieny práce a biologických podmínek zvířat,

12. zlepšováním osvětlení zemědělských provozních objektů,

13. rozsáhlým zavlažováním a zaváděním elektrické energie do procesů rostlinné výroby,

14. zkracováním pracovní doby, případně zaváděním více směn v polní výrobě.

Použijeme-li podkladů, v nichž jsou zpracovány změny uvedených činitelů s ohledem na perspektivní vývoj zemědělské výroby (1, 3), pak je možno provést výpočet a rozbor změn jednotlivých ukazatelů spotřeby elektrické energie.

2.2.2 Výpočet spotřeby elektrické energie

Při výpočtu spotřeby elektrické energie se běžně postupuje tak, že celkové množství zpracovávaného materiálu se násobí příslušnou měrnou spotřebou. V době, kdy ještě není ve všech zemědělských podnicích zaveden plný počet mechanizačních prostředků, nelze však u všech produktů stanovit, jaké celkové množství se bude strojně zpracovávat. Proto se při výpočtu spotřeby elektřiny pro celý zemědělský sektor považuje za přesnější určit využití strojů v průměrném zemědělském podniku a na základě této hodnoty a středního příkonu počítat spotřebu elektrické energie jednotlivých strojů. Přitom za průměrný zemědělský podnik se považuje smíšená farma o výměře 500 ha zemědělské půdy. Využití strojů na této farmě je uvedeno ve zprávě VÚZT Z-448 (4). U produktů, které nelze zpracovávat jinak než strojně (např. výmlat obilí) a u strojů, jejichž denní využití kromě množství materiálu závisí ještě na jiných faktorech (např. vlhkosti vzduchu při sušení sena a zrna ohřátým vzduchem), se výpočet děje pomocí ukazatelů měrné spotřeby.

2.2.3 Výpočet ostatních energetických ukazatelů

Potřebné energetické ukazatele se počítají podle dříve uvedených vzorců 1–5, popř. podle dalších vzorců udávaných v literatuře (5). Koeficienty denní rovnoměrnosti se zjišťují z typových denních odběrových diagramů. Tyto diagramy lze pro retrospektivní a současný stav vykonstruovat na základě statistických šetření. Pro stanovení odběrových diagramů v dalších letech je nutné vzít v úvahu rozdělení jednotlivých prací během dne a během roku. Vzhledem ke zcela odlišnému charakteru celoročně vykonávaných prací (v živočišné výrobě) a sezónních prací (v rostlinné výrobě) je výhodné, stanoví-li se zvlášť diagram pro celoročně vykonávané práce a zvlášť pro sezónní práce.

Denní odběrový diagram pro práce v živočišné výrobě se stanoví na základě rozdělení prací během dne. Protože je zjištěno, že tyto práce se konají ve všech

zemědělských podniků na celém území téměř ve stejném časovém období (6), je možno vykonstruovat typové rozdělení prací během dne v jednom průměrném zemědělském podniku a na základě tohoto rozdělení a celkového počtu strojů pak stanovit denní odběrový diagram pro celý zemědělský sektor.

Při stanovení odběrového diagramu pro sezónní práce nelze uvažovat celkový počet strojů, protože průběh nasazení těchto strojů během sezóny není rovnoměrný. To se projeví tím, že hodnoty příkonů pro sezónní práce se den ode dne mění. Aby bylo možno určit maximální příkon pro sezónní práce, který se během jednotlivých měsíců vyskytne a který je směrodatný pro další výpočty energetických ukazatelů, je nutné zjistit průběh sezónních prací v jednotlivých výrobních oblastech během jednotlivých měsíců. Tím získáme příslušné koeficienty soudobosti, s jejichž pomocí můžeme již stanovit potřebné příkony a vykonstruovat denní odběrové diagramy.

Součtem odběrových diagramů pro celoroční a pro sezónní práce dostaneme pak denní odběrové diagramy zemědělského sektoru. Z těchto diagramů odečteme hodnoty maximálních denních příkonů celého sektoru.

3. Rozbor změn elektroenergetických ukazatelů

3.1. Vývoj roční spotřeby elektrické energie

Podrobné rozborů spotřeby elektřiny pro celé naše zemědělství, tj. pro státní, družstevní i soukromý sektor, se u nás prováděly pro rok 1955 a 1957. Rozborů ukázaly, že měrná spotřeba elektřiny pro zemědělský provoz (bez domácností) činila v roce 1955 v celkovém průměru 33,2 kWh/ha, přičemž u podniků socialistického sektoru se spotřebovalo 44,4 kWh/ha a v soukromém sektoru 25,7 kWh/ha (7). V roce 1957 stoupla celková průměrná spotřeba na 35,1 kWh/ha (8). Průměrné roční tempo růstu spotřeby elektřiny bylo velmi nízké. To bylo způsobeno stále ještě velkým množstvím soukromě hospodařících rolníků, kteří prakticky nezaváděli do svých hospodářství nové spotřebiče.

Kdybychom v dalším vývoji uvažovali pouze rovnoměrné tempo zvyšování zemědělské výroby a normální vývoj mechanizace zemědělské výroby, pak by bylo možné usuzovat, že růst spotřeby elektrické energie zemědělského sektoru bude vykazovat ročně stálý přírůstek a bude tedy vcelku probíhat exponenciálně jako v jiných národohospodářských odvětvích. Protože je ale nutné přihlížet k politicko-ekonomickým změnám, které velmi podstatně a revolučním způsobem mění charakter výrobních poměrů v zemědělství, je nutné usuzovat, že vývoj spotřeby energie bude probíhat v souladu s těmito změnami. Důsledkem politicko-ekonomických změn, které přímo působí na výši a vývoj spotřeby elektřiny, je rychlá výstavba nebo přestavba stájí a prostorů, popřípadě celých skupin objektů pro hromadné ustájení zvířat. Tyto objekty jsou postupně vybavovány stále větším množstvím mechanizačních prostředků, zaváděných zcela plánovitě tak, aby vzájemnou vazbou všech těchto prostředků bylo v konečné fázi dosaženo komplexní mechanizace.

V současné době nejsou zatím ještě vyráběny všechny mechanizační prostředky potřebné pro zavedení komplexní mechanizace. Mnohé z těchto strojů, které se vyrábějí, nejsou vzhledem k omezeným možnostem závodů na výrobu strojů, a vzhledem k stále ještě plně nerozvinuté mezinárodní koordinaci výroby zemědělských strojů vyráběny v dostatečných sériích. To vede k tomu, že tempo zavádění strojních investic je omezeno. Důsledkem toho je, že tempo růstu spotřeby elektřiny je zatím ještě pomalejší. Dosahuje asi takového stupně jako ve vyspělých západ-

ních státech s průměrnou úrovní elektrizace zemědělství, kde roční přírůstek činí 10–14 %.

Pokročení a postupné dokončování výstavby velkého množství mechanizovaných stájí, předpokládané v několika nejbližších letech a zahájení výroby všech potřebných mechanizačních prostředků, které má být provedeno do roku 1962 až

1963, bude znamenat rychlejší růst spotřeby elektrické energie. Tento stav bude u nás zabírat zhruba období třetí pětiletky. Průměrný roční přírůstek bude činit asi 21,5 %. To je hodnota, která dosud nebyla nikde zaznamenána. Má-li jí být dosaženo, bude nutné dbát na důslednou a plánovitou koordinaci mezi zemědělskými, strojírenskými a energetickými podniky při výrobě a dodávkách elektrického zařízení.

Po roce 1965 poklesne výroba mechanizovaných objektů, protože převážná část dobytka bude už společně ustájena. To se projeví ve zmírnění tempa růstu spotřeby elektřiny. V období 1965 až 1970 bude průměrný roční přírůstek asi 8 %. Kolem roku 1970 se předpokládá, že bude dodán plný stav většiny mechanizačních prostředků. To způsobí ještě větší zmírnění tempa růstu elektrické energie v dalším období. Ani používání energeticky náročných horkovzdušných sušáren a velkých zavodňovacích zařízení nijak podstatněji ne-

1. Vývoj spotřeby elektrické energie pro zemědělství.

ovlivní toto zpomalení tempa růstu. Protože se nepředpokládá, že by se v té době v širším měřítku začalo používat elektrické energie pro polní práce nebo pro jiné účely než k pohonu, osvětlování, pro ohřívání vody a ozařování mladých zvířat, uvažuje se, že v roce 1975 bude průměrný roční přírůstek spotřeby elektrické energie činit asi 7 %.

Celkový vývoj spotřeby elektřiny pro zemědělství je uveden na obr. 1. V tabulce I je pak uvedeno rozdělení a růst spotřeby elektřiny v jednotlivých výrobních oblastech.

I. Vývoj měrné spotřeby elektrické energie v jednotlivých výrobních oblastech

Oblast \ kWh/ha	1960	1965	1970	1975
kukuřičná	83,8	199	303	419
řepařská	77,6	186	270	372
bramborářská	60,6	135	190	256
horská	77,8	174	246	330

3.2. Nerovnoměrnost odběru elektrické energie

3.2.1. Roční nerovnoměrnost spotřeby elektřiny

V roce 1957 se spotřebovalo více než 30 % elektrické energie na práce v rostlinné výrobě, z toho největší množství na výmlat. To znamená, že asi 30 % energie se spotřebovalo během 3 měsíců, z čehož více než polovina připadla na srpen. Z toho vyplývá, že hodnota koeficientu roční rovnoměrnosti musela být hodně nízká. V roce 1957 činila 0,5.

Zaváděním komplexní mechanizace se mění poměr spotřeby elektrické energie mezi rostlinnou a živočišnou výrobou. Spotřeba elektřiny pro živočišnou výrobu roste zpočátku mnohem rychleji než spotřeba pro rostlinnou výrobu. Tato skutečnost se projeví již v letošním roce 1960, kdy poměr spotřeby elektřiny pro rostlinnou výrobu klesne asi na 17 %. Protože ale z tohoto množství se stále ještě převážná část energie spotřebovuje jen pro žňové práce, zvýší se koeficient roční rovnoměrnosti jen na hodnotu 0,6.

V období do roku 1965, kdy se bude rychle zvyšovat spotřeba elektrické energie, se projeví ještě větší poměrné snížení spotřeby elektřiny pro rostlinnou výrobu. Mimoto se změní rozdělení spotřeby na procesy rostlinné výroby: sníží se spotřeba pro žňové práce a začne se podstatněji uplatňovat spotřeba pro sušení píce, chmele, brambor a jiných produktů. To způsobí, že celá spotřeba elektřiny pro rostlinnou výrobu se rozdělí na delší časové období, což relativně sníží maximální měsíční spotřebu. Důsledkem takového stavu bude značné zvýšení hodnoty koeficientu roční rovnoměrnosti. Předpokládá se, že v roce 1965 bude tento koeficient 0,8.

Další zvyšování stupně mechanizace přinese ještě podstatnější změny v rozdělení spotřeby elektrické energie pro rostlinnou výrobu. Stále větší rozšiřování horkovzdušných sušáren píce bude znamenat neustálé stoupání spotřeby energie pro pohon pracovních orgánů těchto zařízení. Spotřeba pro žňové práce, která bude do roku 1970 stále klesat, nebude už působit ve směru zhoršování koeficientu roční rovnoměrnosti. V živočišné výrobě se vlivem zvyšování hladiny osvětlení stájových objektů a umělým prodlužováním dne v drůbežárnách značně zvětší letní prohlubeň v odběru elektřiny. Rozšiřování přidružené výroby, zvláště v oblastech výše položených, kde jsou vhodné suroviny pro zpracování, způsobí zvýšení spotřeby elektřiny v mimosezónním, tj. hlavně v zimním období. Také pěstování rané zeleniny ve sklenících, kde se bude používat ozařování viditelným světlem, zvětší odběr elektřiny v zimních měsících. To všechno rovněž bude působit na relativní zvětšení letní prohlubně. Protože ale právě do tohoto období zapadne převážná část sezónních prací, nastane kolem roku 1970 stav velmi vyrovnaného odběru elektřiny během roku, takže koeficient roční rovnoměrnosti dosáhne vysoké hodnoty. Bude pravděpodobně vyšší než 0,9.

Zvyšování spotřeby elektřiny pro umělé sušení píce, chmele a jiných produktů a budování rozsáhlých zavlažovacích systémů způsobí, že spotřeba elektřiny v rostlinné výrobě po roce 1970 poroste opět relativně rychleji než spotřeba v živočišné výrobě. Bude-li se používat předpokládaného počtu horkovzdušných sušáren, pak v poměrném rozdělení spotřeby na rostlinnou a živočišnou výrobu dojde přibližně v roce 1975 k takovému stavu jako v roce 1960. To bude ovšem nepříznivě působit na hodnotu koeficientu roční rovnoměrnosti. Hodnota tohoto koeficientu bude do jisté míry závislá na využití horkovzdušných sušáren. Bude-li se všech sušáren používat též k sušení brambor, semen a řepného chrástu, pak koeficient roční rovnoměrnosti se bude koncem páté pětiletky pohybovat v mezích 0,8–0,85.

3.2.2. Měsíční nerovnoměrnost spotřeby elektřiny

Máme-li hodnotit nerovnoměrnost odběru elektřiny během jednotlivých měsíců, je vhodné rozdělit zemědělskou výrobu opět na její základní složky: na výrobu živočišnou a rostlinnou.

Živočišná výroba je charakteristická tím, že téměř všechny její pracovní procesy se konají pravidelně každý den, a že tedy všechny dny v měsíci lze charakterizovat jako pracovní. Kromě procesů vykonávaných každodenně se však v živočišné výrobě vyskytují ještě jiné práce, jež se opakují po určitých časových obdobích. To je především šrotování. Spotřeba elektřiny pro šrotování je vzhledem k ostatním pracím hodně vysoká. Například pro rok 1955 se odhaduje (7), že na šrotování se spotřebovalo za rok 23 % z celkové spotřeby elektřiny pro živočišnou výrobu. Protože nelze předpokládat, že tato spotřeba se v celosektorovém měřítku rozdělí rovnoměrně na všechny dny v týdnu, neboť v sobotu, v neděli a ve mnoha případech ani v pondělí se zpravidla nešrotuje, má koeficient měsíční rovnoměrnosti hodnotu dosti vzdálenou od jedničky. Přitom v zimním krmeném období je tato hodnota nižší, protože se šrotuje více materiálu. K nižší hodnotě přispívá také vliv nedělí, projevující se ve spotřebě elektřiny pro opravářské dílny, pro dílny přidružené výroby a STS. Negativní vlivy se poněkud zmenšují v lednu a hlavně v únoru a v březnu, popř. v dubnu, kdy se líhnou a odchovávají kuřata, k čemuž se používá zařízení s nepřetržitým celosezónním provozem. Ještě většího zmírnění negativních vlivů se dosahuje v letním období. Méně se uplatňuje vliv nedělí, a to jednak proto, že ve mnohých dílnách a STS se pracuje i v neděli, jednak v důsledku nižší spotřeby pro osvětlení. Také vliv šrotování je v letním období nižší. Rovněž rovnoměrná každodenní spotřeba pro řezání píce působí příznivě na zlepšení rovnoměrnosti měsíčního odběru a koeficient měsíční rovnoměrnosti dosahuje vyšších hodnot.

Zaváděním komplexní mechanizace celé řady prací, které jsou nutné denně, automatizací některých výrobních procesů, např. šrotování a přípravy jadrných krmiv, zvyšováním spotřeby elektrické energie pro ohřev a osvětlení pracovišť, popř. pro ozařování zvířat a rostlin, se bude neustále snižovat vliv prací, konaných jen v některé dny měsíce. Rozhodující váhu bude nabývat spotřeba elektrické energie na technologické operace s přibližně stálou denní spotřebou. To způsobí, že nerovnoměrnost pro živočišnou výrobu se bude neustále zmenšovat.

Sezónní práce někdy zvětšují nerovnoměrný odběr elektřiny. Různé klimatické a vegetační podmínky jednotlivých výrobních oblastí působí nerovnoměrnost odběru elektřiny i tehdy, konají-li se sezónní práce trvale po celý měsíc. Pouze zavlažování může působit na zlepšení rovnoměrnosti.

II. Změny koeficientů měsíční rovnoměrnosti odběru elektrické energie δ_m

Rok \ Měsíc	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1960	0,81	0,85	0,86	0,82	0,87	0,87	0,66	0,72	0,69	0,78	0,80	0,81
1965	0,87	0,88	0,89	0,91	0,88	0,89	0,75	0,76	0,72	0,80	0,83	0,87
1970	0,91	0,91	0,92	0,93	0,89	0,93	0,89	0,88	0,76	0,82	0,80	0,91
1975	0,92	0,92	0,94	0,97	0,89	0,95	0,86	0,86	0,73	0,76	0,74	0,91

Celkový vývoj nerovnoměrnosti spotřeby elektřiny v jednotlivých měsících, v nichž se konají sezónní práce, můžeme nejlépe sledovat na tab. II. Začátek sezónních prací v rostlinné výrobě bývá zpravidla v květnu. V té době se začíná s umělým zavlažováním půdy a koncem měsíce se sklízí a sušením sena. Spotřeba pro zavlažování a zvláště pro sklizeň sena je v současné době zanedbatelná, a proto příliš mnoho neovlivňuje koeficient rovnoměrnosti. V příštích patnácti letech se spotřeba pro tyto práce velmi podstatně zvýší. To bude mít značný vliv na koeficient měsíční rovnoměrnosti. Zvláště zavlažování, které bude od května do září prakticky rovnoměrné během celých měsíců, zvýší měsíční rovnoměrnost v odběru elektřiny. To se projeví již v květnu, kdy se právě vlivem zavlažování odstraní nepříznivý vliv vzrůstající spotřeby elektřiny na sušení sena, které se objeví v několika málo posledních dnech měsíce a které by zvětšovalo nerovnoměrnost.

V červnu má vliv na rovnoměrnost průběh sušení a sklizně sena. Průběh sklizně je sice nerovnoměrný, ale protože sklizeň trvá po celý měsíc, může být koeficient rovnoměrnosti vyšší než v květnu. Se zaváděním horkovzdušných sušáren s nepřetržitým provozem se bude relativně zvyšovat podíl průměrné měsíční spotřeby proti maximální denní spotřebě, což bude do jisté míry napomáhat zvyšování měsíční rovnoměrnosti.

Nejnižší hodnoty dosahuje v dnešní době koeficient rovnoměrnosti v červenci, kdy v druhé polovině měsíce prudce vzrůstá spotřeba elektřiny pro výmlat. Tím, že spotřeba pro výmlat a ostatní žňové práce bude v dalších letech klesat a zároveň tím, že začátkem července se bude zvyšovat spotřeba pro sušení a sklizeň sena, bude hodnota koeficientu rovnoměrnosti dosti značně stoupat.

V srpnu, kdy žňové práce probíhají celý měsíc, se koeficient rovnoměrnosti proti červenci poněkud zvýší. V dalších letech bude tento koeficient ovlivňovat opět zvýšený odběr elektřiny pro zavlažování, sušení píce, případně též zavedení sušení chmele elektrickými infrazářiči. Hodnota koeficientu rovnoměrnosti bude v každém případě stoupat, protože sušáren chmele by se používalo ve druhé polovině měsíce, kdy bude klesat spotřeba energie pro žňové práce. Přitom, bude-li se používat infrasušáren chmele (případně jiného elektrického způsobu sušení, např. vysokou frekvencí), může být vzrůst koeficientu rovnoměrnosti pomalejší. To závisí na počtu těchto sušáren.

Značněji než v srpnu by sušárny chmele ovlivnily rovnoměrnost v září. Zavedením plného počtu sušáren by se proti dnešku nerovnoměrnost odběru zvětšila. Největší nerovnoměrnosti by se dosáhlo v roce 1964, kdy se předpokládá dokončení výstavby sušáren. Od tohoto roku pak vlivem sušení píce se koeficient rovnoměrnosti bude zvyšovat. V případě, že se nebude používat infrasušáren chmele, neprojeví se do roku 1964 zvětšení nerovnoměrnosti a koeficient měsíční rovnoměrnosti bude trvale stoupat.

V říjnu se v současné době již jen málo uplatňuje vliv sezónních prací. Zcela malá spotřeba pro dokončování žňových prací v horských oblastech a používání zařízení pro skladování brambor nijak podstatně nezvětší nerovnoměrnost, danou průběhem spotřeby pro živočišnou výrobu. Perspektivně se uvažuje o používání horkovzdušných sušáren pro sušení řepného chrástu, brambor a cukrovky ke krmení. Kdyby se používalo všech sušáren, které budou k dispozici, je možné, že se nerovnoměrnost odběru během měsíce bude zvětšovat, protože sušáren by se používalo hlavně ve druhé polovině října.

3.2.3. Denní nerovnoměrnost spotřeby elektrické energie

Uvažujeme-li o nerovnoměrnosti spotřeby elektřiny pro živočišnou výrobu, pak lze usoudit, že postupným zaváděním komplexní mechanizace se bude nerovnoměrnost zvětšovat. To lze vysvětlit na základě této úvahy:

Zavedením komplexní mechanizace se vzájemně sváží četné práce jednotlivých technologických operací, např. všechny práce při přípravě krmiv. Tyto práce se v současné době provádějí odděleně a mnohé z nich nejsou mechanizovány (např. vybírání siláže, doprava hmot aj.). Vytvořením komplexních celků strojů se samozřejmě značně zvýší spotřeba elektrické energie. Protože všechny stroje v živočišné výrobě mají nízké denní využití, soustředí se tato spotřeba převážně do dvou až tří časových intervalů, určených způsobem a organizací přípravy krmiv, krmení a dojení. Tím ovšem bude stoupat hodinová spotřeba v těchto intervalech rychleji než průměrná denní hodinová spotřeba. Důsledkem bude snižování hodnoty koeficientu denní rovnoměrnosti.

Pro období od května do října, kdy jsou sezónní práce, je samozřejmě koeficient denní rovnoměrnosti ovlivňován spotřebou elektřiny pro tyto práce. Protože jednotlivé sezónní práce se v celosektorovém měřítku různě překrývají, mění se v některém měsíci koeficient rovnoměrnosti dosti značně den ode dne.

III. Změny koeficientů denní rovnoměrnosti odběru elektrické energie γ_m

Rok \ Měsíc	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1960	0,74	0,74	0,74	0,75	0,83	0,77	0,64	0,60	0,68	0,67	0,71	0,71
1965	0,72	0,72	0,72	0,72	0,64	0,66	0,72	0,73	0,73	0,70	0,69	0,68
1970	0,64	0,64	0,64	0,64	0,61	0,63	0,64	0,64	0,62	0,67	0,69	0,64
1975	0,61	0,61	0,61	0,61	0,67	0,67	0,69	0,67	0,68	0,68	0,70	0,61

Na tab. III je uveden vývoj koeficientu denní rovnoměrnosti ve dnech, kdy se předpokládá dosažení maximálního měsíčního příkonu. Z tabulky je velmi dobře vidět, jak podstatně, zvláště v nejbližší době, je koeficient ovlivňován sezónními pracemi. Tyto práce spotřebují denně velké množství energie. (Ve dnech srpnového maxima bude v roce 1960 denní spotřeba pro sezónní práce asi 2,5krát větší než pro celoročně vykonávané práce.) Protože se ale většinou tyto práce vykonávají jen v denních hodinách, stoupne progresivněji maximální hodinová spotřeba než průměrná denní spotřeba. (Pro uvedený případ bude maximum pro sezónní práce 3,7krát větší než pro celoročně vykonávané práce.) Tím se ovšem sníží koeficient denní rovnoměrnosti.

Zaváděním nepřetržitých celodenních prací, ať už při sušení píce, obilí, chmele či jiných produktů, se koeficient rovnoměrnosti odběru pro tyto práce bude zvyšovat. Toto zvýšení dosáhne v některých měsících pravděpodobně takových hodnot, že zcela potlačí perspektivní zvětšování nerovnoměrnosti odběru elektřiny pro živočišnou výrobu, takže výsledný koeficient bude dosahovat stále vyšších hodnot. Důsledkem bude, že denní nerovnoměrnost v letních měsících bude přibližně stejná

nebo ještě menší než v zimním období. Nižších hodnot koeficientu denní rovnoměrnosti se bude v letním období dosahovat pouze v měsících, kdy se bude používat v malé míře nepřetržitě pracujících sušáren. To může nastat v srpnu nebo v září, nebude-li se provádět infrasušení chmele. V případě, že se chmel bude sušit elektrickými sušárnami, může být naopak ve dnech sušení chmele v září dosaženo nejvyšší roční hodnoty koeficientu rovnoměrnosti.

3.3. Průběh odběru elektrické energie

3.3.1. Diagram ročního odběru

Máme-li provést rozbor ročního odběrového diagramu, je výhodné uvažovat opět odděleně spotřebu pro živočišnou výrobu a pro ostatní celoročně vykonávané práce a odděleně spotřebu pro jednotlivé sezónní práce.

Složka spotřeby pro živočišnou výrobu má téměř klasický kosinusový průběh s minimem v červnu až červenci a s maximem v prosinci. Průběh křivky je ovlivňován jednak rovnoměrným zvyšováním spotřeby elektřiny během roku, jednak velikostí spotřeby pro osvětlování v jednotlivých měsících. Jistý vliv má i spotřeba pro líhnutí a odchov kuřat v lednu až v dubnu. Tato spotřeba způsobuje, že pořadnice křivky pro živočišnou výrobu jsou v místech odpovídajících uvedeným měsícům vyšší než předpokládá kosinusový průběh.

Průběhu spotřeby elektřiny pro živočišnou výrobu se superponuje průběh spotřeby elektřiny pro sezónní práce v rostlinné výrobě. Tento průběh má pak vliv na značné změny charakteru ročního odběrového diagramu.

V současné době se projevuje převážně jen vliv žňových prací, hlavně výmlatu. Růst spotřeby elektřiny pro výmlat začíná počátkem července. Maximální spotřeby se dosahuje v prvních dnech srpna. Průměrná spotřeba pro výmlat v září činí již jen asi $\frac{1}{3}$ srpnové spotřeby a průměrná spotřeba v říjnu je již zanedbatelně malá.

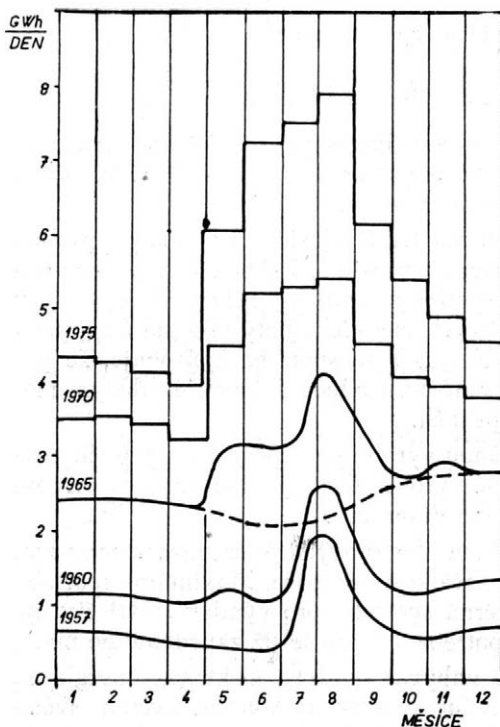
Po roce 1960 bude stále většího vlivu nabývat spotřeba elektrické energie na sušení a sklizeň sena. Tato spotřeba se začne projevovat koncem května, svého maxima dosáhne v červnu, v červenci poklesne průměrná spotřeba asi na 40 až 45 % maximální červnové hodnoty, jen velmi nepatrně se projeví v srpnu a poněkud výrazněji vystoupí opět v září. Takovýto průběh spotřeby je dán množstvím sušeného a sklizeného sena. Protože největší množství sena se sklízí v první seči, dosahuje i spotřeba na sušení v této době svých maximálních hodnot. Velmi malá spotřeba v srpnu je dána sušením malého množství sena v těch oblastech, kde se sklízí ve třech sečích.

V roce 1965 nebude vliv sušení a sklizeň sena ještě tak velký, do roku 1970 však bude vybudováno velké množství sušáren, takže potřeba elektřiny pro sušení bude velmi výrazně působit na průběh odběrového diagramu. Současně se zvyšováním spotřeby elektrické energie pro sušení píce horkovzdušnými sušárnami se začne projevovat vliv spotřeby energie pro tyto sušárny v podzimních měsících. Vzhledem k vysoké soudobosti podzimních prací dojde tím k vytvoření značné podzimní špičky.

Kdybychom neuvažovali, že v průběhu příštích let bude silně stoupat spotřeba elektřiny pro zavlažování, mohl by nastat případ, že podzimní špička v době sušení technických plodin by se stala absolutním ročním maximem. Spotřeba elektřiny pro zavlažování ale relativně potlačí tuto špičku, a to tím, že zvýší všechny hodnoty odběru elektřiny v květnu až v září, kdy se bude projevovat jako stálý při-

růstek k celkové spotřebě elektrické energie. Absolutní roční maximum zůstane v letních měsících.

Průběh odběrového diagramu v lednu až v dubnu ovlivní též spotřeba elektřiny pro pěstování rané zeleniny. Zatím není dostatečně znám rozsah používání elektřiny při těchto pracích. Vzhledem k poměrně malým plochám však lze soudit, že ovlivnění průběhu odběrového diagramu používáním elektřiny v zelinářství nebude podstatné.



2. Průběh ročního odběrového diagramu.

Vývoj ročního odběrového diagramu (bez spotřeby elektřiny v zelinářství) je znázorněn na obr. 2.

3.3.2. Diagram denního odběru

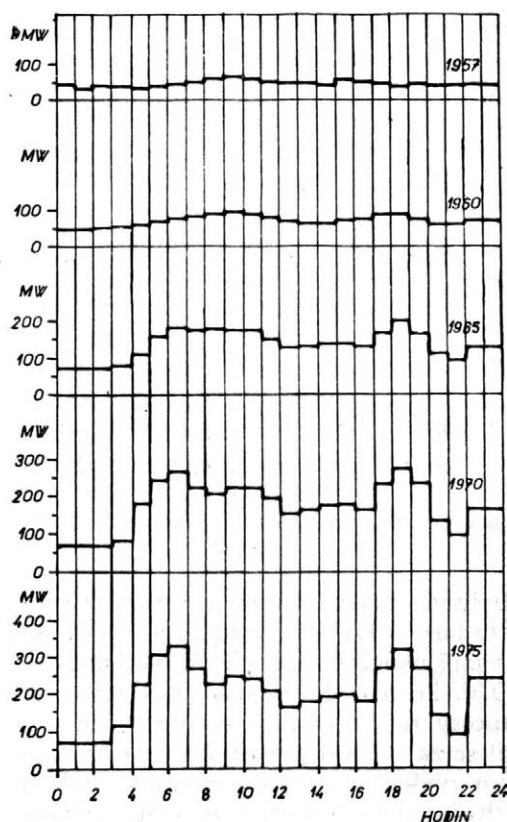
Průběh denního zatížení v zimních měsících je ovlivňován jen spotřebou elektrické energie pro živočišnou výrobu. Při současném nízkém stavu mechanizačních prostředků, zvláště při nedostatku transportních zařízení, vázících navzájem jednotlivé pracovní operace, je nutné, aby se všechna krmiva přepravovala během dne. Ve většině případů se to dělá v dopoledních hodinách po ranním krmení a úklidu stájí. Proto nastává maximum odběru mezi devátou a desátou hodinou. Před dvanáctou hodinou se udržuje ještě spotřeba elektřiny na vyšší hladině, což je vliv poledního dojení a krmení, které je zavedeno v některých podnicích. Zvýšení spotřeby nastává opět ve večerních hodinách, kdy je druhé, popřípadě třetí krmení, dojení a úklid stájí.

Zavádění komplexní mechanizace, která pevně spojí jednotlivé technologické operace, způsobí rozhodně změnu odběrového diagramu. Některá krmiva nebude zapotřebí připravovat a dopravovat v dopoledních hodinách. Bude možné je připravit až před použitím. Z tohoto důvodu se bude snižovat spotřeba elektřiny v dopoledních hodinách a bude se zvyšovat spotřeba mezi čtvrtou a sedmou hodinou ranní a ve večerních hodinách mezi sedmáctou a dvacátou hodinou. Zvyšování intenzity osvětlení ve všech provozních objektech rovněž bude působit zvýšení odběru elektřiny v ranních a večerních hodinách. Výrazněji než je tomu nyní se projeví také polední špička mezi desátou a dvanáctou hodinou, protože vzhledem ke zvýšené doživnosti bude nutno ve mnoha podnicích dojit a krmit třikrát denně.

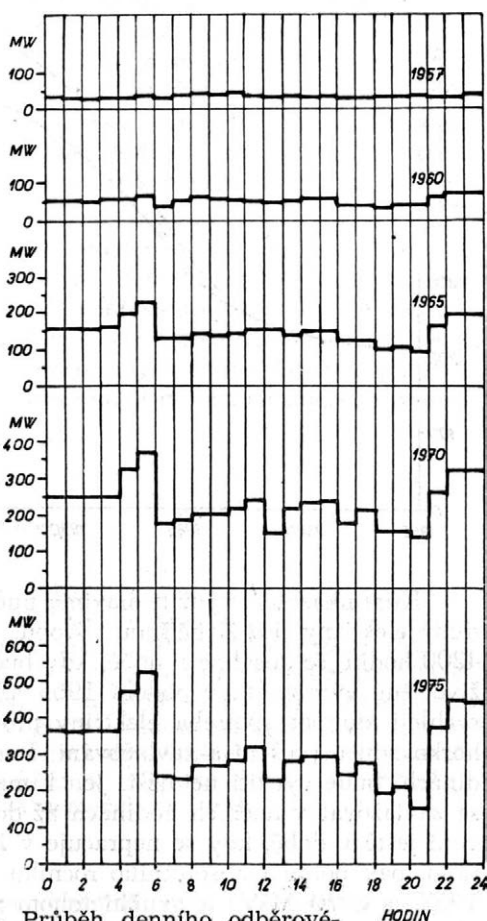
Předpokládaný vývoj odběrového diagramu, jak je zde popsán, je nakreslen na obr. 3, kde je uveden jako prosincový diagram.

Odběrové diagramy v letním období, kdy jsou různé sezónní práce, mají jiný charakter než v zimním období. Jako příklad je na obr. 4 uveden vývoj denního odběrového diagramu v červnových dnech.

Diagramy se vyznačují poměrně málo proměnlivým odběrem v denní době, způsobeným rovnoměrným odběrem pro sezónní práce. Tento rovnoměrný odběr může být v ranní a zvláště v odpolední době ohraničen stoupajícím nebo klesajícím odběrem, daným nestejným začátkem a skončením jednotlivých prací. V poledních hodinách se v každém případě projeví jistý pokles spotřeby, daný polední přestávkou, popřípadě střídáním směn. Relativní velikost tohoto poklesu se však bude zmenšovat, protože bude stoupat poměr spotřeby pro nepřetržité práce, u nichž se neprojevuje polední přestávka.



3. Průběh denního odběrového diagramu v zimním období (prosinec).



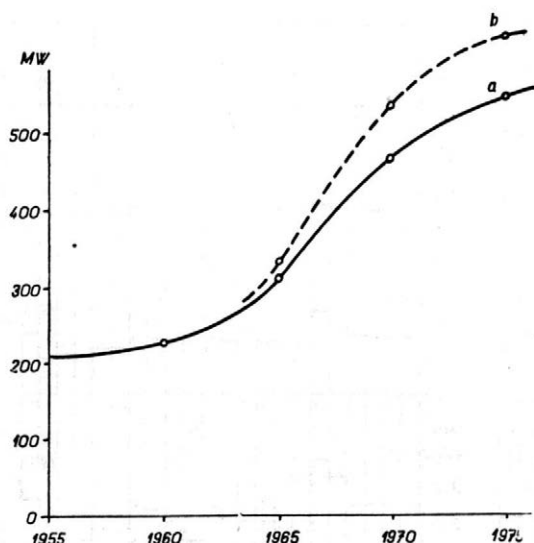
4. Průběh denního odběrového diagramu v letním období (červen).

Velikost zatížení v noční době se v jednotlivých měsících mění podle příkonu pro práce s nepřetržitým provozem. Obecně lze říci, že ve všech uvažovaných měsících se zatížení proti dennímu příkonu bude perspektivně neustále relativně zvyšovat. Bude-li se zavlažovat v noční době, pak noční zatížení bude vyšší než v denních hodinách.

Kromě uvedeného budou všechny odběrové diagramy vykazovat dvě různé výrazné špičky, a to v době denního a večerního krmení. Mimo to nastane několikahodinové zvýšení odběru po 22. hodině, kdy se budou šrotovat a připravovat jadrná krmiva.

3.3.3. Absolutní roční maximum a jeho využití

Z úvah o nerovnoměrnosti odběru elektřiny během dne a měsíce a na základě uvedeného ročního odběrového diagramu lze vypočítat maximální denní příkony v jednotlivých měsících a stanovit hodnotu absolutního ročního maxima. Předpokládaný vývoj tohoto maxima je nakreslen na obr. 5. Z obrázku je zřejmé, že hodnota absolutního ročního maxima bude stoupat podstatně pomaleji než roční spotřeba elektřiny. Tím se bude zvětšovat využití maxima.



5. Růst absolutního ročního maxima

a) při zavlažování v nočních hodinách (do 5 hod),

b) při zavlažování v denních hodinách.

Růst ukazatele využití maxima bude ovlivněn hlavně prudkým vzrůstem spotřeby elektřiny pro živočišnou výrobu. Proto také nejvyššího využití, asi 4000 až 4200 hodin, se dosáhne v době, kdy bude téměř ukončena komplexní mechanizace živočišné výroby, tj. v období 1965 až 1970. Po této době začne opět relativně rychleji stoupat spotřeba elektřiny pro procesy rostlinné výroby, především pro horkovzdušné sušení a zavlažování. Bude-li se zavlažovat převážně v denních hodinách, bude využití nejnižší. Jen k malému zvýšení využití dojde tehdy, bude-li se zavlažovat v nočních hodinách až do 6 hodin ráno. Skončí-li se však zavlažování ještě v době, kdy se nepracuje v živočišné výrobě, tj. nejpozději do 5 hodin ráno, pak potřeba absolutního ročního maxima se sníží alespoň o 15 % (v roce 1957 ca o 70 MW) a využití tohoto maxima nebude od roku 1965 klesat, ale zůstane nejméně na uvedené již hodnotě 4000—4200 hodin.

Souhrn

V práci jsou uvedeny úvahy o rozvoji spotřeby elektřiny a jejího časového rozdělení. S přihlédnutím k charakteristickým zvláštnostem zemědělské výroby jsou stanoveny základní pojmy a vzorce pro výpočet denní, měsíční a roční nerovnoměrnosti odběru elektřiny. Na základě předpokládaného rozvoje mechanizace čs. zemědělství je pak proveden rozbor směru jednotlivých elektroenergetických ukazatelů: roční spotřeby elektřiny, tempo růstu spotřeby, ukazatelů rovnoměrnosti,

průběhu odběru během roku i během charakteristických dní, absolutního ročního maxima a ukazatele jeho využití. Všechny popisované elektroenergetické ukazatelé jsou sestaveny v tabulkách, případně v grafech.

Jeich platnost je vymezena jednak vlivy, které lze předem předpokládat (investiční možnosti, změny technologií, zvyšování produkce), jednak vlivy, které předpokládat nelze. To jsou hlavně meteorologické poměry. Ty mohou do jisté míry působit na nerovnoměrnost spotřeby elektrické energie v některých měsících, na velikost celkové spotřeby elektrické energie v některých měsících, na velikost celkové spotřeby energie pro sezónní práce a na změny ročního odběrového diagramu. Nepříznivé meteorologické poměry mohou zvýšit spotřebu elektřiny pro sušení píce, pro sušení obilí a pro výmlat. Tato zvýšená spotřeba se projeví v prodloužení doby konání sezónních prací. Tím může nastat větší překrytí jednotlivých prací. Rovněž počátek jednotlivých prací se změní, takže roční diagram bude mít poněkud jiný průběh. Hodnoty maximálních příkonů se nebudou příliš měnit. Je možné, že v některých případech se poněkud sníží a o několik dnů se posunou směrem ke konci roku.

Všechny uvedené změny nebudou ale tak podstatné, aby změnily charakter energetických ukazatelů. Odhadem se dá zjistit, že např. zvýšení celkové spotřeby elektrické energie by v nepříznivém roce 1975 nepřestoupilo 10 %. Na základě toho lze říci, že platnost uvedených výpočtů je vymezena především vlivy, které se dají předem předpokládat a které jsou vždy vyjádřeny v hospodářských plánech. Na základě těchto plánů je možné výsledky pro jednotlivá kratší období zpřesňovat a přiblížit se tak co nejvíce skutečnosti.

Literatura

1. Materiály komisi a skupin ČSAZV pro zpracování perspektivního plánu rozvoje zemědělské výroby, 1959. — 2. Materiály ministerstva zemědělství o rozvoji zavlažování v letech 1960-1975. — 3. Výzkumná zpráva VÚZT Z-468, Řepy 1958. — 4. Výzkumná zpráva VÚZT Z-448, Řepy 1957. — 5. R. Freiburger dr. inž.: Tvorba výkonových bilancí elektrizačních soustav, Praha 1958. — 6. J. H. Friedrich dipl. inž.: Stav a vývoj elektrizace zemědělství NDR - referát na symposiu o zásobování zemědělství energií - Berlín 1959. — Horáček inž.: Spotřeba elektřiny v zemědělství - materiály EGÚ, Brno - 1957. — 8. Změny v bilancích paliv a energie ministerstva zemědělství - materiály ministerstva zemědělství - 1958.

Конструирование электроэнергетических устройств сельскохозяйственного сектора

В работе приведены данные о развитии потребления электроэнергии и ее распределении по времени. С учетом характерных свойств сельскохозяйственного производства установлены основные понятия и формулы для расчета суточной, месячной и годовой неравномерности потребления электроэнергии. На основе предполагаемого развития механизации чехословацкого сельского хозяйства был проведен анализ направления отдельных электроэнергетических показателей: годового потребления электроэнергии, темпа роста потребления, показателей равномерности, процесса потребления в течение года и в течение характерных дней, абсолютного годового максимума и показателя его использования. Все вышеописанные электроэнергетические показатели составлены в таблицах или в графиках. Однако их действие ограничено как влияниями, которые можно заранее предусматривать (возможности капитальных вложений, изменения технологий, повы-

шение продукции), так и влияниями, которые невозможно предвидеть. Это, главным образом, метеорологические условия, которые в известной степени могут влиять на неравномерность потребления электроэнергии в некоторые месяцы, на размер общего потребления энергии для сезонных работ и на изменения годовой диаграммы потребления. Неблагоприятные метеорологические условия могут повысить затрату электроэнергии для сушки кормовых трав, для сушки зерна и для обмолота. Эта повышенная затрата проявится в удлинении срока проведения сезонных работ. Таким образом может возникнуть большее скрепление отдельных работ. Меняется также и начало отдельных работ, так что годовая диаграмма на рис. 2 будет иметь несколько другой вид. Данные максимального потребления энергии не будут слишком меняться. Возможно, что в некоторых случаях они немного снизятся и подвинутся на несколько дней по направлению к концу года.

Все приведенные изменения не будут, однако, настолько существенны, чтобы менять характер энергетических показателей. Путем оценки можно установить, что, например, повышение общего потребления электроэнергии в неблагоприятный 1975 год не превысит 10 %. На основании этого можно сказать, что действительность приведенных расчетов зависит, прежде всего, от влияний, которые можно заранее предусматривать и которые всегда отражаются в хозяйственных планах. На основании этих планов можно корректировать результаты для отдельных более коротких периодов и таким образом как можно больше приблизиться к действительности.

Entwicklung der elektroenergetischen Bedürfnisse des Landwirtschaftssektors

In der vorliegenden Arbeit sind Erwägungen über die Entfaltung des Verbrauchs der elektrischen Energie und deren zeitmäßigen Verteilung angeführt. Mit Berücksichtigung der charakteristischen Eigenheiten der landwirtschaftlichen Produktion sind die Grundbegriffe und Formeln für die Errechnung der täglichen, monatlichen und jährlichen Ungleichmäßigkeiten der Elektrizitätsabnahme bestimmt. Auf Grund der vorausgesetzten Entwicklung der Mechanisierung der tschechoslowakischen Landwirtschaft ist sodann die Analyse der Richtung von einzelnen elektroenergetischen Kennziffern durchgeführt, und zwar: des Jahresverbrauchs der Elektrizität, das Tempo des Anwachsens des Verbrauchs, der Kennziffern der Gleichmäßigkeit, des Verlaufs der Abnahme während des Jahres und auch der charakteristischen Tage, des absoluten Jahresmaximums und die Kennziffern seiner Ausnützung. Alle beschriebenen elektroenergetischen Kennziffern sind in Tabellen, bzw. in Graphen aufgestellt worden. Ihre Gültigkeit wird einmal durch Einflüsse bestimmt, die im Vorhinein vorausgesetzt werden können (Investitionsmöglichkeiten, Veränderung der Technologie, Steigerung der Produktion), zum anderen Mal durch Einwirkungen, die nicht vorausgesehen werden können. Dies sind vor allem die meteorologischen Verhältnisse. Diese können in gewissem Maße eine Unregelmäßigkeit des Verbrauchs an elektrischer Energie in einigen Monaten, die Höhe des gesamten Energieverbrauchs bei der Durchführung der Saisonarbeiten und Veränderungen des jährlichen Abnahmediagrammes verursachen. Ungünstige meteorologische Verhältnisse können den Stromverbrauch bei der Trocknung von Futterpflanzen, von Getreide und beim Drusch erhöhen. Dieser erhöhte Verbrauch macht sich in einer verlängerten Dauer der Durchführung der Saisonarbeiten geltend. So kann es geschehen, daß sich die einzelnen Arbeiten sehr stark überschneiden. Auch der Beginn der einzelnen Arbeiten verändert sich, so daß das Jahresdiagramm einen etwas anderen Verlauf aufweisen wird. Die Werte des maximalen Energiebedarfs werden sich nicht allzusehr verändern. Es ist möglich, daß sie in einigen Fällen absinken und sich um einige Tage in der Richtung zum Jahresende verschieben werden.

Alle genannten Veränderungen werden jedoch nicht so wesentlich sein, daß sie den Charakter der energetischen Kennzahlen verändern würden. Durch Schätzung kann ermittelt werden, daß z. B. die Erhöhung des Gesamtverbrauches an Elektroenergie in einem ungünstigen Jahre 1975 nicht 10 % übersteigen würde. Auf Grund dieser Feststellung kann gesagt werden, daß die Gültigkeit der genannten Berechnungen vor allem von den Einflüssen bestimmt wird, die im Vorhinein vorausgesetzt werden können und die in den Wirtschaftsplänen stets veranschaulicht sind. Auf Grund dieser Pläne ist es möglich, allfällige Ergebnisse für einzelne kürzere Zeitabschnitte zu berichten und sich auf diese Weise der Wirklichkeit möglichst anzunähern.

Rozbor metod pro vyhodnocování grafických záznamů pořízených registračními měřicími přístroji

**Анализ методов обработки диаграмм, полученных записывающими
измерительными приборами**

**Analyse der Methoden zur Auswertung graphischer mittels Registriermeßgeräten
vorgenommener Vermerke**

Inž. Alois VÁVRA

Výzkumný ústav zemědělské techniky CSAZV, Řepy u Prahy

Došlo dne 19. II. 1960

1. Úvod

1.1. Měření při vědeckém výzkumu v oboru zemědělské techniky

Jednou z nejodpovědnějších prací, na níž závisí z větší části zdar vědeckovýzkumné práce, je měření. Při organizaci pokusů v oboru zemědělské techniky připadají pro měření v úvahu nejrůznější fyzikální, chemické a jiné veličiny, jako například síly, kroutící momenty, tlaky, délkové rozměry, úhly, rychlosti, zrychlení, úseky času, teploty, elektrická napětí, počty jevů, obsah různých látek ve zkoumané hmotě aj. Některé a přitom nemnohé z těchto veličin lze měřit přímo (délkové rozměry, úhly, počty jevů), většinu však jenom nepřímo pomocí zprostředkujících veličin.

Moderní měřicí metody v oboru zemědělské techniky se vyznačují možností proniknout do hloubky jevů a procesů, bohatostí poskytovaných informací a vysokou přesností. Tyto někdy obtížné a nákladně získané vlastnosti jsou z větší části zmařeny, nevěnuje-li se stejná pozornost i zpracování naměřených výsledků. Zejména při vyhodnocování grafických záznamů průběhu měřených veličin ve funkci času, dráhy apod., pořízených registračními měřicími přístroji, se v tomto směru často chybí.

1.2. Náhodné veličiny a jejich charakteristika

Měřené veličiny, a to i ty, jejichž hodnoty mají být podle úmyslu experimentátorova během pokusu udržovány stálými, nejsou zpravidla ani v mezích jednoho pokusu přesně stálé, nýbrž kolísají náhodně v určitých rozpětích kolem příslušných středních hodnot. Pro objektivní zhodnocení velikosti a přesnosti naměřených či vypočtených hodnot těchto náhodných veličin je tedy třeba znát kromě jejich střed-

ních hodnot i určitá rozpětí, v nichž se mohou vyskytovat jednotlivé hodnoty těchto veličin s určitou pravděpodobností. To se vztahuje jak na samotné veličiny měřené přímo, tak i na veličiny, které jsou samy ve funkčních nebo korelačních závislostech na jiných veličinách, a tedy i na veličiny měřené nepřímou, které jsou vlastně funkcemi zprostředkujících veličin.

Vyčerpávající charakteristikou každé náhodné veličiny je zákon rozdělení pravděpodobnosti výskytu jejích hodnot v závislosti na velikosti těchto hodnot. Pro zhodnocení velikosti a přesnosti nejtypičtější hodnoty náhodné veličiny není však zpravidla nutno znát tento zákon rozdělení, a proto prakticky postačuje pouze znalost některých číselných charakteristik tohoto zákona. Nejužívanějšími charakteristikami zákona rozdělení pravděpodobnosti, blízkého k normálnímu, jsou: 1. počáteční moment prvního řádu (střední hodnota) a 2. centrální moment druhého řádu (rozptyl). Avšak i stanovení těchto charakteristik zákona rozdělení pravděpodobnosti je dosti obtížné.

1.3. Zobrazení stacionárního pravděpodobnostního procesu v závislosti na čase

Jde-li však o stochastický stacionární proces, tj. o takový náhodný proces, jehož podmínky realizace se nemění v čase, anebo jehož podmínky realizace se prakticky mění jenom během časových intervalů, které jsou vzhledem k době trvání pokusu dostatečně dlouhé, lze podle ergodické věty Chinčina nahradit střední hodnotu náhodné veličiny vzhledem k pravděpodobnosti její střední hodnotou vzhledem k času, a stejně tak i rozptyl této veličiny vzhledem k pravděpodobnosti jejím rozptylem vzhledem k času. Proto lze stacionární pravděpodobnostní proces zobrazit časovou řadou hodnot, jichž postupně nabývá měřená náhodná veličina, a charakteristiky této veličiny lze stanovit příslušným zpracováním této řady.

1.4. Způsoby registrace hodnot

Ergodická věta Chinčina je v podstatě teoretickým zdůvodněním oprávněnosti metody opakovaných měření a tedy i použití registračních měřicích přístrojů, které je limitním případem opakovaných měření při počtu opakování, rostoucím do nekonečna, a intervalech mezi opakováními, blížících se neomezeně k nule. Dále z ergodické věty Chinčina plyne, že grafický záznam průběhu měřené veličiny lze považovat za statický soubor a jako takový jej dále zpracovávat. Přitom je nutno mít na zřeteli, že tento soubor je pouze jedním z nekonečně mnoha možných výběrových souborů, a že cílem měření je nestranný odhad charakteristik základního souboru, z něhož pochází uvažovaný výběrový soubor, na základě znalosti jeho charakteristik.

Řadu hodnot, jichž postupně nabývá stacionární náhodná veličina během pokusu, lze tedy získat různými způsoby:

1. Opakovaným měřením hodnoty této veličiny během pokusu při použití stále stejných měřicích přístrojů s ručním záznamem naměřených hodnot.

2. Použitím klasifikačních měřicích přístrojů, sečítajících četnosti výskytu jednotlivých hodnot této veličiny po určitých intervalech času, dráhy apod.

3. Použitím registračních měřicích přístrojů s plynulým nebo přerušovaným automatickým záznamem hodnoty této veličiny na pohyblivý registrační pás (kotouč aj.), tj. ve funkci času, dráhy apod.

Každý z těchto způsobů má své oprávnění a volba některého z nich se musí

řídít požadavky, kladenými na měření, právě tak jako technickými možnostmi jeho použití s ohledem na jeho přednosti a nedostatky.

V této práci se budeme zabývat především posledním z uvedených způsobů.

2. Vyhodnocování grafických záznamů, pořízených registračními měřicími přístroji

2.1. Grafické záznamy

Přes možnou rozdílnost jednotlivých záznamových pásů podle povahy měření lze uvést obecně pouze dva možné prvky, jimiž může být každá veličina alternativně znázorněna:

1. délky úseček (ve směru rovnoběžném s posuvem pásu),
2. délky pořadnic (ve směru příčném k posuvu pásu).

Délkami úseček jsou zaznamenávány vesměs monotónní veličiny, tj. veličiny monotónně stoupající (event. klesající) s posuvem registračního pásu, jako např. čas, doba trvání pokusu, počet otáček měřeného ústrojí, ujetá dráha apod. Všechny tyto záznamy představují obecně stupnice funkcí těchto veličin, přičemž záznam časové základny, tj. stupnice času, se zpravidla přijímá za měřítko. Vyhodnocování těchto záznamů spočívá pak buď

1. v určení délek každé z těchto úseček anebo
2. ve stanovení jejich počtu v určitém počtu modulů měřítka, zpravidla rovném době trvání pokusu, podle úkolu vyhodnocování pořízených záznamů.

Nemonotónní veličiny jsou zobrazovány vesměs délkami pořadnic. Tak např. záznam se děje jednotlivými smyčkami oscilografu amplitudovou metodou. Takovými veličinami jsou například síly, kroutící momenty, tlaky, zrychlení apod., právě tak jako záznamy jejich cechovných amplitud. Všechny tyto záznamy představují obecně grafické zobrazení funkcí těchto veličin v závislosti na čase nebo ujeté dráze apod. Vyhodnocování těchto záznamů spočívá pak buď:

1. v určení délek těchto pořadnic, přičemž za modul měřítka pro každou veličinu se obvykle přijímá délka pořadnice příslušné cechovní amplitudy, anebo
2. v určení ploch, omezených grafickým obrazem funkce příslušné veličiny, její základní nulovou čarou a pořadnicemi, zpravidla počátku a konce trvání pokusu, podle úkolu vyhodnocování pořízených záznamů.

2.2. Úkoly vyhodnocování grafických záznamů

Podle účelu, pro který byl organizován pokus, lze záznam, pořízený registračním měřicím přístrojem, vyhodnotit z různých hledisek, z nichž každé poskytuje jiné ukazatele.

Záznamy libovolných monotónních i nemonotónních veličin mohou být vyhodnoceny, aby byly stanoveny:

1. absolutní hodnoty těchto veličin ve vhodných okamžicích času nebo dráhy (např. při studiu korelačních vztahů mezi určitými veličinami apod.),
2. maximální a minimální hodnoty, kterých nabyla zkoumaná veličina během pokusu v kterémkoliv okamžiku času (např. pro stanovení namáhání součástí s ohledem na jejich pevnost apod.),

3. střední hodnoty, popř. jiné statistické charakteristiky těchto veličin (např. pro charakterizování režimu pokusu, pro stanovení odolnosti součásti proti opotřebení apod.),

4. periodičnost kolísání hodnot zkoumané veličiny (např. při studiu normálních pracovních procesů periodicky pracujících orgánů, jako žacíh, řezacích a jiných ústrojí, nebo při zkoumání nenormálních jevů v práci ústrojí, jako špatných záběrů ozubených a řetězových kol, rezonančních jevů apod.).

2.3. Metody vyhodnocování grafických záznamů

Každé z těchto čtyř hledisek vede k jiným metodám vyhodnocování záznamů:

1. Absolutní hodnoty a tedy i maximální a minimální hodnoty zkoumané veličiny se stanoví určením délky zobrazujících je úseček v příslušném měřítku o známém modulu. Tato metoda je všeobecně známa a není tedy třeba se jí v této práci podrobně zabývat.

2. Střední hodnota, popř. jiné statistické charakteristiky zkoumané veličiny se stanoví speciálním zpracováním grafického záznamu této veličiny, popřípadě s použitím metod matematické statistiky. Protože tyto charakteristiky podávají nejúplnější obraz o zkoumané veličině, jsou nejčastěji používány při vědeckovýzkumné práci. Avšak způsoby, jimiž se stanovují, jsou jednak značně pracné a zdlouhavé, jednak připouštějí mnoho obměn při praktickém použití. Je tedy namísto zabývat se podrobně především těmito způsoby a jejich obměnami, aby ze všech možných způsobů zpracování mohl být zvolen pro každý případ nejvýhodnější z nich.

3. Rozbor periodických kolísání hodnot zkoumané veličiny se provádí metodami harmonické analýzy buď výpočtem podle určitých schémat nebo použitím speciálních přístrojů, tzv. harmonických analyzátorů. Touto metodou se prozatím nebudeme zabývat, neboť potřeba takové analýzy zkoumané veličiny je poměrně řídká.

V dalším bude tedy podrobněji rozebírána pouze metoda stanovení statistických charakteristik zkoumané veličiny a popsány některé způsoby jejího konkretizování.

2.4. Stručný popis některých způsobů vyhodnocování

2.41 Planimetrování

Ke stanovení plochy, omezené grafickým obrazem průběhu měřené veličiny, základní nulovou čarou a krajními pořadnicemi, lze použít matematických přístrojů, nazývaných planimetry, integrimetry a integrafy. Použití těchto přístrojů předpokládá lineární úměrnost rozměrů grafických obrazů měřených veličin těmto veličinám, což je splněno pouze tehdy, je-li zobrazovací měřítko konstantní v celém rozsahu měření.

Konstrukce planimetrů jsou založeny na několika rozdílných principech, jejichž teoretické základy jsou uvedeny v odborné literatuře (1).

Nejnámější jsou: planimetr Prytzův v H. von Sandenově úpravě, planimetr polární, planimetr lineární, planimetry polární a lineární kompenzační, integrimetr Ottův, integrál Abdank-Abakonowiczův aj.

Práce s těmito přístroji spočívá v tom, že po vhodném sestavení přístroje se k tomu určeným hrotem objede čára, uzavírající měřenou plochu. U dvou posledních jmenovaných přístrojů odpadá nutnost objíždění čar, rovnoběžných s osami pravoúhlé soustavy souřadnic. Z rozdílu údajů přístroje před měřením a po něm

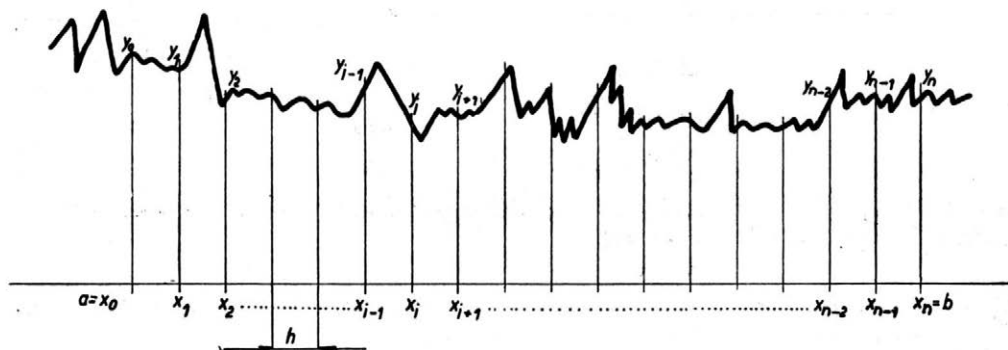
se stanoví plocha, omezená grafickým obrazem průběhu měřené veličiny, základní nulovou čarou a krajními pořadnicemi. Ze známé plochy F_a^b grafického záznamu a jeho délky $b - a$ lze stanovit průměrnou délku pořadnice grafického záznamu

$$y = \frac{F_a^b}{b - a}, \quad (1)$$

která v určitém měřítku zobrazuje střední hodnotu měřené veličiny.

2.42 Použití kvadraturních vzorců

Ke stanovení plochy, omezené grafickým obrazem průběhu měřené veličiny, základní nulovou čarou a krajními pořadnicemi, lze použít přibližných vzorců pro výpočet kvadratur. Kvadraturní vzorce jsou založeny na nahrazení integrálního součtu nekonečně malých plošek $y \, dx$ součtem plošek konečné velikosti $y \, \Delta x = y \, h$. Všeobecně platí, že se zmenšováním intervalu h se přesnost vzorce zvyšuje, neboť při $\lim h = \lim \Delta x = dx$ přechází konečný přírůstek Δx v diferenciál dx a přibližný vzorec v přesný integrální výraz.



1. Schéma postupu při stanovení plochy grafického záznamu s užitím kvadraturních vzorců

Měřený grafický záznam (viz obr. 1) o délce $b - a$ od $a = x_0$ do $b = x_n$ se dělí s výhodou na sudý počet n stejných dílů šířky $h = \frac{b - a}{n}$ a v dělicích

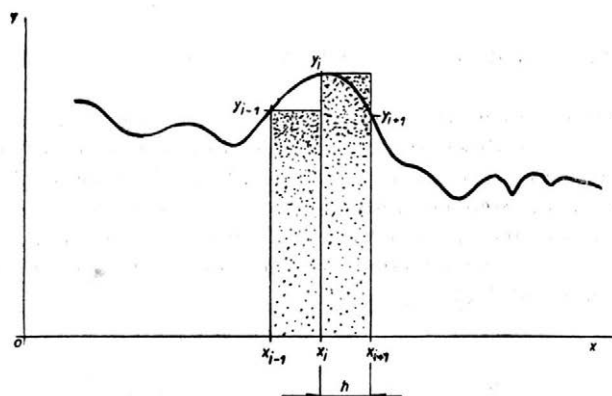
bodech se vedou pořadnice, rovnoběžné s osou y . Dále se stanoví délka každé pořadnice y_i , příslušné dělicímu bodu x_i . Při použití měřítek s příslušnými funkčními stupnicemi lze vyhodnocovat i záznamy, v nichž není zachována lineární úměrnost rozměrů grafických obrazů měřených veličin těmto veličinám.

Místo dělení délky záznamu podle měřítko a následujícího rýsování pořadnic lze práci usnadnit tak, že se na záznam pouze přiloží list z průhledného materiálu, například z celoidu, s vyrytými pořadnicemi ve stálé vzdálenosti h tak, aby pořadnice byly kolmé k základní nulové čáře grafického záznamu a první pořadnice y_0 procházela bodem a , odpovídajícím počátku měření. Pro kratší záznamy lze použít i nitkového planimetru, představujícího obdélníkový rám, v němž jsou napnuty ve stálých vzdálenostech nitky, rovnoběžné s kratší stranou rámu. Deformací tohoto rámu jako kloubového paralelogramu lze měnit vzdálenost h nitek, představujících pořadnice.

Jednotlivé kvadraturní vzorce se liší navzájem podle toho, jakým geometrickým prvkem nahrazují oblouk čáry zobrazující průběh měřené veličiny, v intervalu mezi dvěma sousedními pořadnicemi.

2.421 Pravidlo obdélníkové

Oblouky v intervalech h mezi dvěma sousedními pořadnicemi jsou nahrazeny úsečkami, rovnoběžnými s osou x (viz obr. 2).



2. Schéma k pravidlu obdélníkovému

Plocha se stanoví přibližně podle vzorce:

$$F_a^b \doteq h (y_0 + y_1 + \dots + y_{n-1}) \quad (2)$$

a ze známé plochy se stanoví průměrná délka pořadnice grafického záznamu podle vzorce (1), přičemž $b - a = h n$,

kde:

F_a^b — plocha, omezená grafickým obrazem průběhu měřené veličiny, základní nulovou čarou a krajními pořadnicemi y_0 a y_n ,

a — souřadnice bodu grafického záznamu, odpovídajícího počátku měření $a = x_0$,

b — souřadnice bodu grafického záznamu, odpovídajícího konci měření $b = x_n$,

h — interval mezi dvěma sousedními pořadnicemi $h = x_i - x_{i-1} = \frac{b-a}{n}$,

n — počet stejných intervalů, s výhodou sudý, na něž je rozdělena délka $b-a$ měřeného záznamu,

y_i — pořadnice bodu na čáře, zobrazující průběh měřené veličiny, o souřadnici x_i ,

y — průměrná délka pořadnice měřeného záznamu;

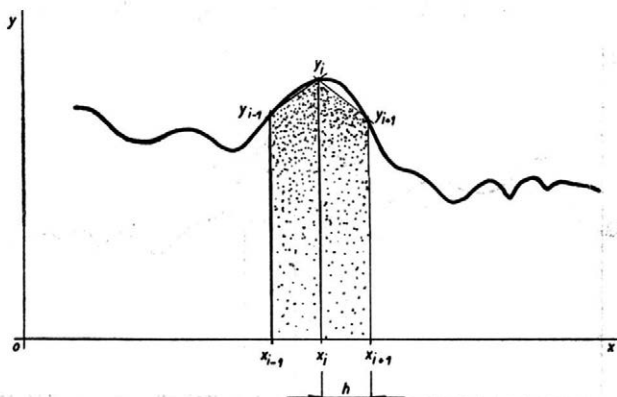
Tohoto pravidla se při vyhodnocování grafických záznamů, pořízených registračními měřicími přístroji, používá nejčastěji, protože je nejjednodušší ze všech uvedených kvadraturních vzorců a umožňuje vsazovat hodnoty pořadnic y_i odečítané z grafického záznamu, přímo do počítačového stroje. Je však třeba poznamenat, že toto pravidlo je současně ze všech uvedených kvadraturních vzorců při stejných ostatních podmínkách (stejném h) nejméně přesné.

2.422 První pravidlo lichoběžníkové

Oblouky v intervalech h mezi dvěma sousedními pořadnicemi jsou nahrazeny sečnami (viz obr. 3). Plocha se stanoví přibližně podle vzorce:

$$F_a^b \doteq \frac{h}{2} (y_0 + 2y_2 + \dots + 2y_{n-1} + y_n); \quad (3)$$

Při stejných ostatních podmínkách stojí toto pravidlo co do přesnosti uprostřed mezi pravidlem obdélníkovým (viz odstavec 2.421) a pravidlem parabol (viz odstavec 2.424).



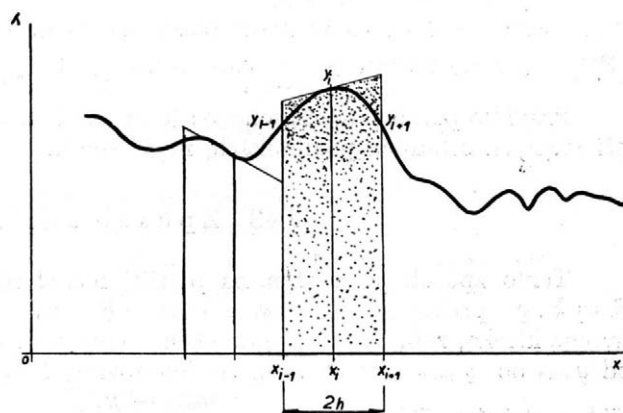
3. Schéma k prvnímu pravidlu lichoběžníkovému

2.423 Druhé pravidlo lichoběžníkové

Oblouky v intervalech $2h$ mezi sudými pořadnicemi jsou nahrazeny tečnami, vedenými k obloukům v jejich průsečících se středními lichými pořadnicemi (viz obr. 4). Počet intervalů n , na něž je rozdělena délka $b - a$ měřeného záznamu, musí být nezbytně sudý. Plocha se stanoví přibližně podle vzorce:

$$F_a^b \approx 2h (y_1 + y_3 + y_5 + \dots + y_{n-1}); \quad (4)$$

Při stejných ostatních podmínkách činí absolutní chyba tohoto vzorce pouze polovinu absolutní chyby prvního pravidla lichoběžníkového (viz odstavec 2.422).



4. Schéma k druhému pravidlu lichoběžníkovému

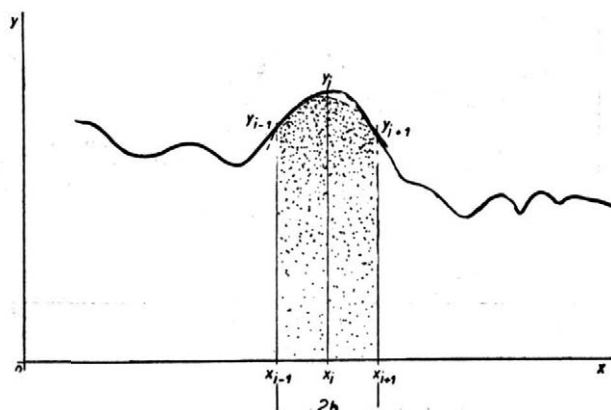
2.424 Pravidlo parabol (Simpsonovo)

Oblouky v intervalech $2h$ mezi sudými pořadnicemi jsou nahrazeny parabolami (viz obr. 5). Počet intervalů n , na něž je rozdělena délka $b - a$ měřeného záznamu, musí být nezbytně sudý. Plocha se stanoví přibližně podle vzorce:

$$F_a^b \approx \frac{h}{8} (y_0 + 4y_1 + 2y_2 + 4y_3 + 2y_4 + \dots + 2y_{n-2} + 4y_{n-1} + y_n); \quad (5)$$

Absolutní chybu při výpočtu plochy podle tohoto vzorce lze ocenit použitím pomocného součtu

$$D = \frac{2h}{3} (y_0 + 4y_2 + 2y_4 + 4y_6 + 2y_8 + \dots + 2y_{n-4} + 4y_{n-2} + y_n); \quad (6)$$



5. Schéma k pravidlu parabol (Simpsonovu)

Absolutní chyba má pak hodnotu

$$\Delta F_a^b = \frac{F_a^b - D}{15}, \quad (7)$$

takže přesnější přiblížení skutečné hodnotě velikosti plochy poskytuje výraz

$$(F_a^b)_p = F_a^b + \Delta F_a^b, \quad (8)$$

kde:

D — pomocný součet k výpočtu absolutní chyby velikosti plochy podle pravidla parabol (Simpsonova),

ΔF_a^b — absolutní chyba velikosti plochy podle pravidla parabol (Simpsonova),

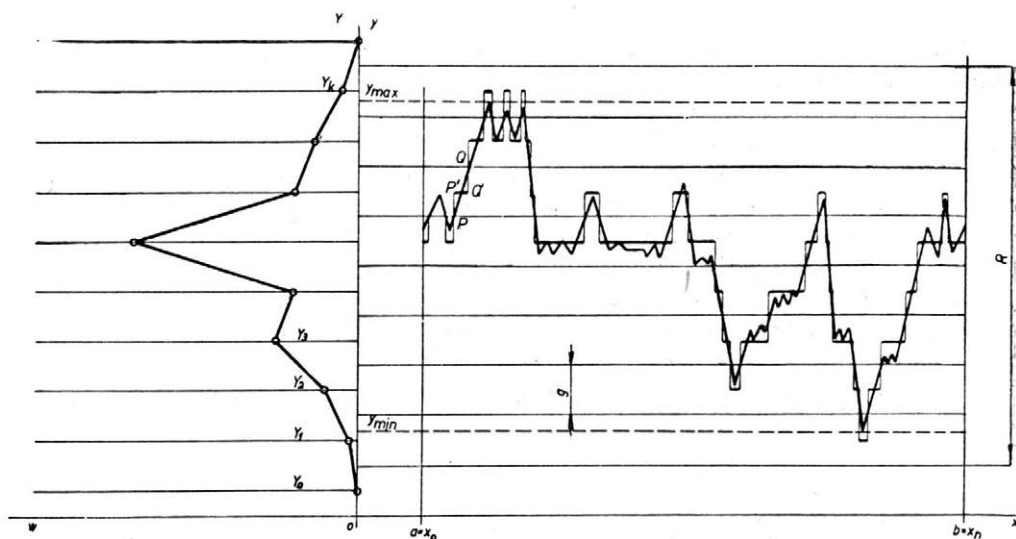
$(F_a^b)_p$ — přesnější výraz pro velikost plochy podle pravidla parabol (Simpsonova);

Pravidlo parabol (Simpsonovo) je ze všech uvedených kvadraturních vzorců, při stejných ostatních podmínkách, nejpřesnější.

2.43 Způsob adiční

Tento způsob je založen na použití metod matematické statistiky. Rozpětí $R = k \cdot g$, přičemž $y_{\max} - y_{\min} + 2g > R > y_{\max} - y_{\min}$, uvnitř něhož se pohybuje křivka, zobrazující na grafickém záznamu průběh měřené veličiny v mezích od $y_{\min}$ do $y_{\max}$ (viz obr. 6), se dělí rovnoběžkami s osou x na určitý počet k tříd o stejném třídovém intervalu $\frac{y_{\max} - y_{\min}}{k - 2} > g > \frac{y_{\max} - y_{\min}}{k}$. Třídový interval

$g = \bar{Y}_i - \bar{Y}_{i-1}$ se volí zpravidla o vhodné okrouhlé hodnotě, vyhovující uvedené nerovnosti. Všeobecně platí, že se zmenšováním třídového intervalu g , tj. se zvětšováním počtu tříd k , se přesnost výsledků zvětšuje, neboť při $\lim g = 0$ přechází frekvenční polygon ve frekvenční křivku. Zvětšování počtu tříd je však prakticky omezeno z hlediska rozsahu výpočtů na 8–23 tříd. Při použití měřítek s příslušnými funkčními stupnicemi lze vyhodnocovat i záznamy, v nichž není zachována lineární úměrnost rozměrů grafických obrazů měřených veličin těmto veličinám.



6. Schéma k adičnímu způsobu

Místo dělení rozpětí R , v němž se pohybuje křivka, podle měřítka a následujícího rýsování rovnoběžek s osou x lze práci usnadnit tak, že se na záznam pouze přiloží list z průhledného materiálu, na příklad z celuloidu, s vyrytými rovnoběžkami ve stálé vzdálenosti g tak, aby tyto rovnoběžky byly rovnoběžné se základní nulovou čarou grafického záznamu a první rovnoběžka s výhodou splývala se základní nulovou čarou grafického záznamu.

Dále se úseky PQ křivek mezi dvěma sousedními průsečíky P a Q s hranicemi tříd promítají ve směru osy y na osu x pro každou třídu odděleně. Délky těchto průmětů $P'Q'$ se v každé třídě sčítají a jejich součty se považují za váhy w_i , přisuzované hodnotám příslušných středů tříd $\bar{Y}_i$. Zákon rozdělení naměřených hodnot, který plně charakterizuje proměnnou náhodnou veličinu y , je tedy dán touto tabulkou rozdělení ($w_i; \bar{Y}_i$) a může být graficky zobrazen frekvenčním polygonem, jak je znázorněno i na obr. 6.

Další zpracování tabulky rozdělení se dělá pomocí známých metod matematické statistiky (4). Tímto zpracováním může být stanoven nejen nestranný odhad průměru délek pořadnic grafického záznamu a tedy i střední hodnoty měřené veličiny, nýbrž i nestranný odhad jejího rozptylu a dalších číselných charakteristik zákona rozdělení, zvoleného jako model k popisu zákona rozdělení naměřených hodnot veličiny y .

Přijátá označení jsou patrna z textu a z obr. 6.

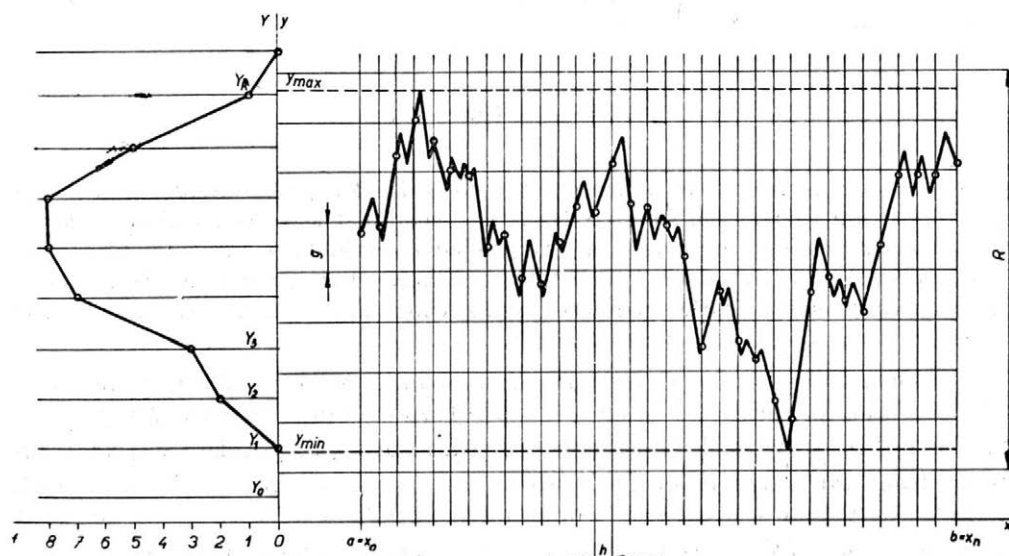
2.44 Způsob ekvidistantních pořadnic

Tento způsob je rovněž založen na použití metod matematické statistiky, avšak na rozdíl od způsobu adičního (viz odstavec 2.43) uvažuje pouze konečný počet diskretních bodů na křivce grafického záznamu průběhu měřené veličiny.

Rozpětí R , uvnitř něhož se pohybuje křivka, zobrazující na grafickém záznamu průběh měřené veličiny, se dělí rovnoběžkami s osou x na k tříd s intervalem g

tak, jak bylo uvedeno pro způsob adiční (viz odstavec 2.43). Dále se grafický záznam o délce $b - a$ od $a = x_0$ do $b = x_n$ dělí na n dílů pořadnicemi, vedenými rovnoběžně s osou y v intervalech h , analogicky jako pro způsoby s užitím kvadratických vzorců (viz odstavec 2.42). Dále se stanoví četnost výskytu příslušných délek jednotlivých pořadnic v každé třídě (viz obr. 7). Tímto způsobem se řada jednotlivých hodnot, kterých nabývala měřená náhodná veličina chronologicky v určitých intervalech času či dráhy, přeskupí (redukuje) do variační řady četnosti výskytu jednotlivých hodnot ve stanovených třídách. Výsledkem této klasifikace je tabulka rozdělení $(f_i; Y_i)$, která charakterizuje zákon rozdělení naměřených hodnot náhodné veličiny. Další zpracování této tabulky je shodné s postupem, který byl naznačen u adičního způsobu (viz odstavec 2.43).

Vlastní zpracování grafického záznamu spočívá tedy v jeho klasifikaci. Tuto klasifikaci lze konat různým způsobem.



7. Schéma ke způsobu ekvidistantních pořadnic

2.441 Ruční klasifikace

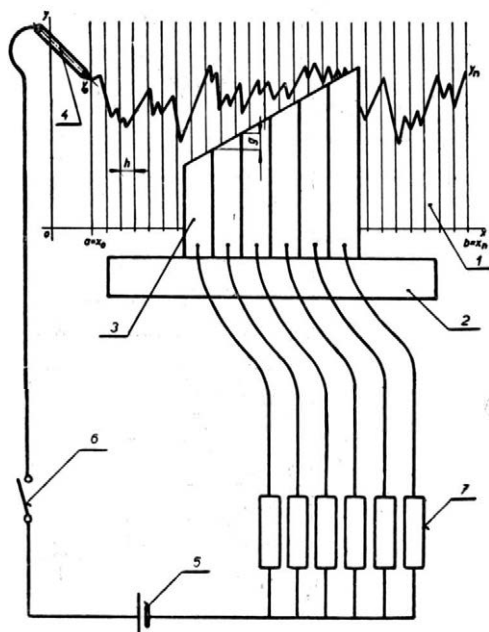
Nejjednodušší a nejprimitivnější je ruční klasifikace. Grafický záznam se dělí soustavou rovnoběžek s osou x na třídy s intervalem g a soustavou rovnoběžek s osou y na díly s intervalem h . Místo dělení podle měřítka a následujícího rýsování sítě lze práci usnadnit tak, že se na záznam pouze přiloží list z průhledného materiálu, například z celoidu, s vyrytou sítí, podobně jak bylo popsáno v odstavcích 2.42 a 2.43. Dále se pořadnice klasifikují podle délky v pořadí, jak jsou naneseny na záznamu, počínaje první pořadnicí v bodě $a = x_0$ a konče poslední pořadnicí v bodě $b = x_n$. Při praktickém provádění tohoto způsobu je výhodné, aby spolupracovali dva pracovníci, jeden odečítá z grafického záznamu číslo třídy, v níž se nachází průsečík dané pořadnice s křivkou, zobrazující průběh měřené veličiny (viz obr. 7), druhý zaznamenává četnosti výskytu těchto bodů v každé třídě, např. čárkovací metodou, na jiném listu papíru.

2.442 Jednoduchá poloautomatická klasifikace

Dokonalejší je poloautomatická klasifikace, při níž se vlastní zpracování grafického záznamu koná ručně, avšak zápis četnosti výskytu délek pořadnic v jednotlivých třídách je automatizován. V porovnání s ruční klasifikací znamená poloautomatická klasifikace úsporu jednoho pracovníka.

Nejvýhoději lze automatizovat zaznamenávání četností pomocí elektrických počítadel impulsů (8).

Jednoduché zařízení pro poloautomatickou klasifikaci grafických záznamů libovolné délky lze sestavit např. takto: měřený grafický záznam 1 (viz obr. 8), pevně fixovaný na nákresně, se dělí pořadnicemi, rovnoběžnými s osou y , na díly s intervalem h . Dělení lze provést buď narýsováním soustavy rovnoběžek přímo na grafický záznam nebo pouze přiložením listu z průhledného materiálu s vyznačenými rovnoběžkami, podobně jak bylo popsáno v odstavci 2.441. Rovnoběžně s osou x grafického záznamu se na nákresně upevňuje pravítko 2, podél něhož lze posunovat soupravu třídních kontaktů 3, které jsou navzájem izolovány. Kontakty jsou upraveny tak, že při posouvání celé soupravy 3 podél pravítka 2 zasahuje každý kontakt příslušné pásmo, rovnoběžně s osou x , o šířce třídního intervalu g . Odpadá tedy nutnost dělení záznamu soustavou rovnoběžek s osou x na třídy s intervalem g , neboť toto dělení obstarává automaticky posuvná souprava třídních kontaktů 3. Grafický záznam se zpracovává tím způsobem, že se tužkový hrot 4, tvořící druhý kontakt, ručně staví postupně do jednotlivých průsečíků pořadnic, počínaje y_0 a konče y_n s křivkou, zobrazující průběh měřené veličiny, a souprava třídních kontaktů 3 se k němu vždy přisunuje po pravítku 2 na dotek. Tím se uzavírá elektrický obvod, sestávající z baterie 5, vypínače 6, tužkového hrotu 4, jednoho z kontaktů ze soupravy 3 a příslušného elektroimpulsního počítadla; v tomto elektrickém obvodu vznikne proudový impuls. Každý impuls je zaznamenán vždy jedním z počítadel 7, jehož kontakt v soupravě 3 se právě dotýká tužkového hrotu 4. Přírůstky stavů počítadel 7 po zpracování celého grafického záznamu poskytují četnosti výskytu délek pořadnic v každé třídě, tj. tabulku rozdělení četností (f_i ; $\bar{Y}_i$), připravenou k dalšímu zpracování.

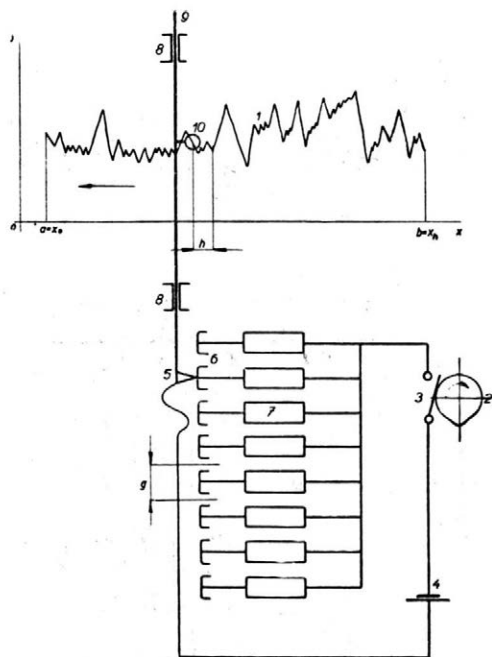


8. Schéma ke způsobu ekvidistantních pořadnic s jednoduchou poloautomatickou klasifikací

2.443 Dokonalejší poloautomatická klasifikace

Jiné, dokonalejší, avšak poněkud složitější zařízení pro poloautomatickou klasifikaci grafických záznamů na pásech libovolné délky lze sestavit na základě následujícího principu (viz obr. 9): měřený grafický záznam 1 se uvádí do přímoča-

rého rovnoběžného pohybu ve směru osy x , tj. základní nulové čáry. S tímto pohybem je spojen otáčivý pohyb vačky 2, která ovládá spínací kontakt 3 tak, že po posunutí grafického záznamu 1 o délku h se vačka 2 jednou otočí a tedy jednou sepneme kontakt 3. V tomto okamžiku se elektrický obvod, sestávající ze spínače 3, baterie 4, kluzného kontaktu 5, jednoho ze třídních kontaktů 6 a příslušného elektroimpulsního počítadla 7, uzavře, čímž vznikne proudový impuls, trvající po dobu sepnutí kontaktu 3. Takovým způsobem jsou na grafickém záznamu pomyslně vyznačeny ekvidistantní pořadnice ve vzdálenosti h , takže odpadá jejich vyznačování na grafickém záznamu. Délka pořadnic se klasifikuje do tříd přímo tímto způsobem: kolmo ke směru pohybu grafického záznamu 1 se ve vodičkách 8 pohybuje tuhá tyč 9, opatřená hrotem 10. Tímto hrotem 10 se ručně sleduje křivka pohybujícího se grafického záznamu 1. S tyčí 9 a tedy i s hrotem 10 je pevně spojen kluzný kontakt 5, klouzající při pohybu tyče 9 po soupravě nepohyblivých třídních kontaktů 6. Je zřejmé, že proudový impuls, vznikající v určitých intervalech h sepnutím spínacího kontaktu 3, projde pouze tím elektroimpulsním počítadlem 7, na jehož kontaktu 6 spočívá v daném okamžiku kluzný kontakt 5, takže toto počítadlo tedy zaznamená přírůstek jedné jednotky. Přitom se může kontakt 5 nacházet zřejmě v kterékoli poloze na této lamelě 6 v mezích její šířky g , čemuž odpovídá určitý interval délek pořadnic. Pokud se budou délky pořadnic pohybovat v tomto třídním intervalu g , budou jejich četnosti stále zaznamenávány týmž elektroimpulsním počítadlem 7. V důsledku toho bude tedy celé spojitě rozpětí, v němž se pohybují délky pořadnic, rozděleno automaticky na určitý počet k tříd o známém intervalu g a v každé třídě zaznamenána četnost výskytu příslušných hodnot délky pořadnic. Odpadá tedy i nutnost dělení záznamu soustavou rovnoběžek s osou x na třídy s intervalem g , neboť toto dělení automaticky obstarává souprava třídních kontaktů 6 s kluzným kontaktem 5. Přírůstky stavů počítadla 7 po zpracování celého grafického záznamu poskytnou tedy automaticky rozdělení četností v jednotlivých třídách, plně připravené pro další zpracování.



9. Schéma ke způsobu ekvidistantních pořadnic s dokonalejší poloautomatickou klasifikací

9. Schéma ke způsobu ekvidistantních pořadnic s dokonalejší poloautomatickou klasifikací

troimpulsním počítadlem 7. V důsledku toho bude tedy celé spojitě rozpětí, v němž se pohybují délky pořadnic, rozděleno automaticky na určitý počet k tříd o známém intervalu g a v každé třídě zaznamenána četnost výskytu příslušných hodnot délky pořadnic. Odpadá tedy i nutnost dělení záznamu soustavou rovnoběžek s osou x na třídy s intervalem g , neboť toto dělení automaticky obstarává souprava třídních kontaktů 6 s kluzným kontaktem 5. Přírůstky stavů počítadla 7 po zpracování celého grafického záznamu poskytnou tedy automaticky rozdělení četností v jednotlivých třídách, plně připravené pro další zpracování.

2.444 Automatická klasifikace

Nejdokonalejší je automatická klasifikace, při níž se jak vlastní zpracování grafického záznamu, tak i zápis četností výskytu délek pořadnic v jednotlivých třídách koná automaticky. Automatický klasifikátor by bylo možno získat úpravou popsaného poloautomatického přístroje (viz obr. 9) tak, že by se ruční sledování křivky hrotem 10 na pohybujícím se grafickém záznamu 1 nahradilo automatickým sledováním této křivky, např. pomocí fotoelektrického sledovače křivek. Ob-

sluha přístroje by pak nevyžadovala soustředěného sledování pohybující se křivky školeným pracovníkem. Nevýhodou tohoto přístroje by však bylo, že pro dobrou funkci sledovače je zapotřebí dostatečně kontrastní obraz křivky, který nelze současnými měřicími přístroji vždy zaručit. Další nevýhodou je, že na grafickém záznamu může být z důvodů jistoty sledování vždy jen jediná křivka, což v zásadě odporuje moderním požadavkům výzkumu, že se má současně měřit několik různých veličin. Existuje sice možnost současného záznamu několika křivek různými barvami, která by mohla překonat uvedené obtíže, avšak technické vyřešení přístroje by tak jako tak zůstávalo značně složitým.

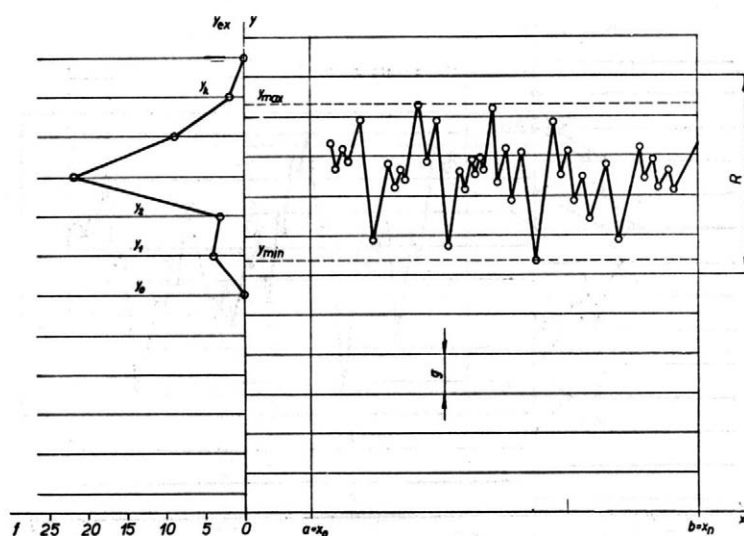
V této souvislosti je třeba uvést, že některé podnětné myšlenky, obsažené v odstavcích 2.442/444 o poloautomatické a automatické klasifikaci, převzal autor této práce z oponentského posudku prof. dr. Václava Myslivce, dopisujícího člena ČSAZV, k dílčí zprávě autora a spolupracovníků (9). Připomínky, jimiž byla autorova práce se svolením oponenta doplněna, byly velmi cenné a podpořily autorem navrhovanou koncepci vyhodnocovacího přístroje (viz odstavec 3.2).

2.45 Způsob minim a maxim

Při tomto způsobu jsou intervaly mezi jednotlivými pořadnicemi diskretních bodů na křivce grafického záznamu průběhu měřené veličiny nestejně široké, neboť jako diskretní body se uvažují body minim a maxim této křivky (10).

2.451 Společně pro minima i maxima

Rozpětí R , uvnitř něhož se pohybuje křivka zobrazující na grafickém záznamu průběh měřené veličiny, se dělí rovnoběžkami s osou x na k tříd s intervalem g tak, jak bylo uvedeno pro způsob adiční (viz odstavec 2.43), a způsob ekvidistantních pořadnic (viz odstavec 2.44). Dále se na grafickém záznamu vyznačí vhodným způsobem body minim a maxim. Bylo-li rozdělení rozpětí R na třídy prove-



10. Schéma ke způsobu minim a maxim společně pro minima i maxima

děno pouhým přiložením listu z průhledného materiálu, např. pauzovacího papíru, s vyznačenými rovnoběžkami, jež označují hranice tříd, lze body minim a maxim vyznačit přímo na této průsvítce. Dále se stanoví četnosti výskytu jednotlivých bodů v každé třídě (viz obr. 10). Výsledkem této klasifikace je rovněž tabulka rozdělení četností (f_i ; $\overline{Y}_{ex i}$), připravená k dalšímu zpracování.

2.452 Odděleně pro minima a maxima

Pro zpřesnění a zároveň zjednodušení výpočtu lze způsob obměnit tak, že se zpracovává odděleně pro body minim a pro body maxim. Proto se na grafickém záznamu nebo průsvitce, přiložené na tento záznam, body minim a maxim označují odlišným způsobem, například barevně (viz obr. 11). Četnost výskytu jednotlivých bodů v každé třídě se rovněž stanoví odděleně, takže výsledkem jsou dvě tabulky rozdělení četností: jedna pro body minim ($f_i; \overline{Y}_{\min i}$) a druhá pro body maxim ($f_i; \overline{Y}_{\max i}$). Výpočet charakteristik měřené veličiny se pak provádí podle těchto vzorců:

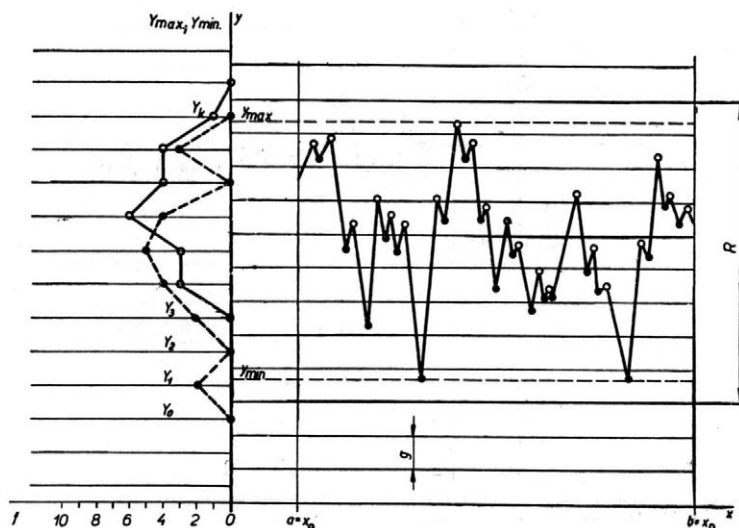
$$\bar{Y} = \frac{\bar{Y}_{\max} + \bar{Y}_{\min}}{2}, \quad (9)$$

$$\delta = \frac{\bar{Y}_{\max} - \bar{Y}_{\min}}{\bar{Y}} 100 [\%], \quad (10)$$

kde:

$$\overline{Y} = \text{průměrná délka pořadnice měřeného záznamu,}$$
 $\bar{Y}_{\max}$ = průměrná délka maximálních pořadnic měřeného záznamu,
$$\bar{Y}_{\min} = \text{průměrná délka minimálních pořadnic měřeného záznamu,}$$
$$\delta = \text{nerovnoměrnost měřené náhodné veličiny [\%]}.$$

Obou variací způsobů minim a maxim je nutno používat jen s krajní opatrností. Hlavní podmínkou jejich použitelnosti je, aby křivka, zobrazující průběh měřené náhodné veličiny, nebyla zkreslena superpozicí jiných grafických obrazů,

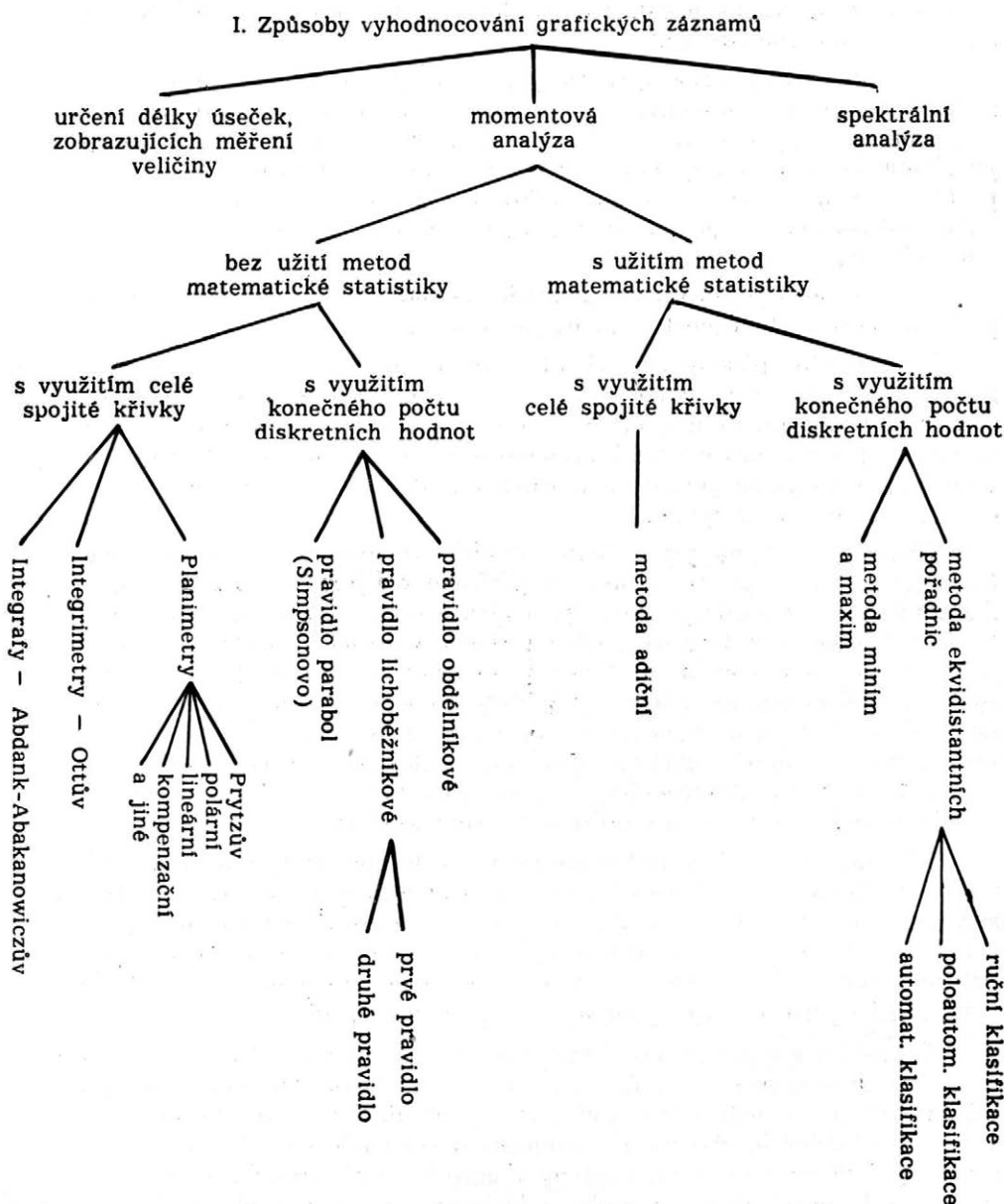


11. Schéma ke způsobu minim a maxim odděleně pro minima
a maxima

například rezonančních kmitů vlastního siloměrného článku atd. Proto nelze používání tohoto způsobu doporučit.

2.5. Klasifikace způsobů vyhodnocování grafických záznamů

Na základě studia nejběžněji používaných způsobů vyhodnocování grafických záznamů byla námi navržena tato jejich klasifikace (viz tab. I). Uvedená klasi-



fikace, jako každá systemizace materiálu podle společných vlastností, umožňuje správnou orientaci při volbě nejvhodnějšího způsobu pro vyhodnocení daného záznamu nebo jako pracovního principu vyhodnocovacího přístroje.

2.6. Zhodnocení způsobů vyhodnocování grafických záznamů

V naší práci je věnována pozornost výhradně tzv. momentové analýze, protože tato analýza přichází nejčastěji v úvahu při vyhodnocování grafických záznamů. Momentovou analýzu lze konat buď bez užití metod matematické statistiky nebo naopak s užitím těchto metod. Toto rozdělení je zásadní, neboť obě skupiny jsou od sebe kvalitativně odlišné.

Charakteristickým rysem, společným všem způsobům vyhodnocování bez užití metod matematické statistiky, je to, že nevyžadují předběžnou úpravu grafického záznamu, nýbrž zpracovávají jej tak, jak byl pořízen registračním měřicím přístrojem. Zpracování spočívá zpravidla ve stanovení plochy, omezené grafickým obrazem průběhu měřené veličiny, základní nulovou čarou a krajními pořadnicemi, odpovídajícími počátku a konci měření. Ze známé plochy se stanoví střední hodnota měřené veličiny.

Tyto způsoby poskytují pouze střední hodnotu měřené náhodné veličiny, což je nutno považovat za jejich závažný nedostatek.

I když tyto způsoby nepodávají vyčerpávající charakteristiku zaznamenané náhodné veličiny, je jejich používání v praxi značně rozšířeno z několika příčin. Hlavními příčinami jsou: poměrná snadnost a tedy i nenáročnost na kvalifikaci pracovníka; mechanizace úkonů vyhodnocování použitím různých matematických přístrojů; málo jasná představa pracovníků, kteří se spokojují těmito způsoby, o tom, jak jsou nedostatečné.

Charakteristickým rysem všech způsobů vyhodnocování s užitím metod matematické statistiky je, že vyžadují předběžnou redukci časové řady jednotlivých hodnot do řady četností výskytu jednotlivých hodnot v několika, zpravidla 8 až 25 třídách. Přitom jsou všechny možné hodnoty v rozmezí každé třídy nahrazeny vždy stejnou hodnotou, a to středem této třídy. Takovým způsobem je spojitá funkce rozdělení četností výskytu jednotlivých hodnot měřené veličiny v závislosti na jejich velikosti nahrazena řadou diskretních bodů, odpovídajících středům jednotlivých tříd. Takto vzniklá variační řada se dále zpracovává podle vzorců matematické statistiky. Pro usnadnění výpočtu existují různá schémata, která výpočet velmi zjednodušují a činí nenáročným na zpracovatele.

Hlavním nedostatkem těchto způsobů je tedy obtížnost, náročnost a zdoluhavost vlastního přeskupení časové řady jednotlivých hodnot do řady četností, tj. klasifikace, v níž vlastně spočívá vlastní zpracování grafického záznamu. Tento nedostatek může být prakticky odstraněn, použijí-li se pro tuto operaci speciální přístroje, zvané klasifikátory, které by tuto operaci mechanizovaly obdobně jako matematické přístroje typu planimetrů v prvním případě.

Způsobům s využitím metod matematické statistiky je třeba dát přednost před ostatními, protože pouze tyto způsoby umožňují stanovit statistické charakteristiky měřené veličiny, a tedy i její výstižnější vyjádření. Pouze tyto způsoby umožňují vytěžit z nákladných, obtížných a technicky dokonalých měření všechny informace o měřené veličině, které jsou obsaženy v grafických záznamech, a které přicházejí nazmar při použití jiných způsobů vyhodnocování, jako je planimetrování nebo užití kvadraturních vzorců.

3. Závěr

3.1. Požadavky na vyhodnocovací přístroj

Na základě teoretického rozboru a studia literatury byly sestaveny požadavky na přístroj pro vyhodnocování grafických záznamů, pořízených registračními měřicími přístroji, pro potřebu VÚZT. Podle těchto požadavků má přístroj umožňovat:

1. Vyhodnocování grafických záznamů, pořízených registračními měřicími přístroji na pásech normalizovaného perforovaného kinofilmu o šířce 35 mm, a rovněž na papírových pásech do šířky 120 mm včetně. Grafické záznamy obsahují zpravidla současně několik různých křivek různých veličin, registrovaných synchronně vícekanálovou měřicí aparaturou;

2. určení délek úseček a pořadnic, zobrazujících okamžité hodnoty měřené veličiny;

3. stanovení počtu určitých prvků v grafickém záznamu (například počtu značek, odpovídajících otáčkám kol, hřídele, atd.);

4. vyhodnocování grafických záznamů momentovou analýzou s užitím metod matematické statistiky, tj. klasifikací časové řady hodnot do řady četností s možností získat buď frekvenční nebo kumulované řady četností;

5. stanovení střední hodnoty měřené veličiny s přesností $P = 0,5 [\%]$ při délce záznamu na kinofilmu $L_f = 800 [\text{mm}]$ a na papíru $L_p = 1600 [\text{mm}]$, při hodnotě koeficientu variability $v = 20 [\%]$ a pravděpodobnosti $p = 0,638$;

6. pokud možno poloautomatický nebo automatický provoz;

7. snadnou a nenáročnou obsluhu jedním pracovníkem;

8. rychlé zpracování.

3.2. Volba principu vyhodnocovacího přístroje

Na základě těchto požadavků a zhodnocení různých způsobů vyhodnocování grafických záznamů, systematizovaných podle tab. I, a s ohledem na jednoduchost byl zvolen jako princip přístroje způsob ekvidistantních pořadnic s poloautomatickou třídní klasifikací (viz odstavec 2.443).

V literatuře (7, 8, 10) jsou popisovány podobné přístroje pro vyhodnocování grafických záznamů, pracující rovněž na principu třídní klasifikace. V těchto přístrojích je použito ke klasifikaci rovněž elektrického zařízení. Nevyřešeným problémem u nich zpravidla zůstává nejistota klasifikace na rozhraní tříd, tj. při poloze kluzného kontaktu v mezeře mezi dvěma sousedními lamelami. Pro nově konstruovaný přístroj se proto předpokládá použití složitějšího elektrického zapojení, které odstraní nejistotu klasifikace na rozhraní třídních lamel a dále umožní zaznamenávat alternativně variační četnosti f_i , nebo kumulované četnosti od první $\sum_{i=1}^k f_i$ nebo poslední $\sum_i f_i$ třídy.

V současné době se přístroj dohotovuje ve VÚZT. Po jeho dohotovení a vyzkoušení přineseme jeho popis, charakteristiky a výsledky jeho zkoušek opět v našem sborníku.

3.3. Klasifikační měřicí přístroje

Současně s návrhem přístroje pro vyhodnocování grafických záznamů lze však vyzdvihnout jiný směr v konstrukci samotných měřicích přístrojů, který je sice znám (8, 10), avšak dosud nezaslouženě opomíjen. V těch případech, kdy totiž

není třeba grafického záznamu jako dokumentu o měření nebo k dalšímu podrobnému rozboru (například způsoby spektrální analýzy), lze registrační zařízení vypustit a tento poslední článek měřicí cesty nahradit přímo klasifikačním zařízením, pracujícím na analogickém principu jako klasifikátor popisovaného vyhodnocovacího přístroje (viz odstavec 2.443 a 3.2). To by zřejmě umožnilo podstatně zrychlit a zlevnit měření. Je však nutno výslovně upozornit, že tím nezastáváme názor, že by klasifikační měřicí přístroje měly postupně vytlačit registrační přístroje. Podle našeho názoru je nutné, aby se tyto přístroje navzájem doplňovaly a oba typy vedle sebe obohatily arzenál výzkumného pracovníka, který pak v každém jednotlivém případě zvolí z nich vhodnější podle svých konkrétních požadavků.

Souhrn

Měřené veličiny při výzkumu v oboru zemědělské techniky jsou ve většině případů stacionárními náhodnými veličinami. Je proto logické popisovat je statistickými charakteristikami jejich zákonů rozdělení podle pravděpodobnosti, nebo — v důsledku ergodické věty Činčina — podle času. To je teoretickým zdůvodněním jednak oprávněnosti metody opakovaných měření a tedy i použití registračních měřicích přístrojů, jednak použití metod matematické statistiky při vyhodnocování grafických záznamů.

Dále je stručně uveden popis některých způsobů vyhodnocování grafických záznamů. Větší pozornost je věnována méně známým způsobům. Je navržena klasifikace způsobů vyhodnocování grafických záznamů. Ze zhodnocení všech způsobů vyplývá, že způsobům s využitím metod matematické statistiky je třeba dát přednost před ostatními, protože pouze tyto způsoby umožňují stanovit statistické charakteristiky měřené veličiny beze ztrát podstatných informací o měřené veličině.

Na základě rozboru všech uvažovaných metod byl navržen přístroj pro poloautomatickou klasifikaci grafických záznamů, založený na principu ekvidistantních pořadnic. Přístroj je zhotovován pro potřebu VÚZT.

Je uvedena možnost zkonstruování klasifikačních měřicích přístrojů, které by spolu s registračními měřicími přístroji obohatily vybavení vědeckovýzkumných pracovišť.

Literatura

1. Hruška V., prof. dr.: Počet grafický a grafickomechanický, Praha, 1952.
- 2. Kaševarov E. N., inž.: O priměnění teorii slučajnych funkcij dlja analiza nekotorych eksperimentalnyh krivyh (Mechanizacija i elektrifikacija socialističeskogo selskogo chozjajstva 6), Moskva, 1958.
- 3. Lichačev V. S. kand. techn. nauk: Ispytanija traktorov, Moskva, 1955.
- 4. Myslivec V., prof. dr.: Statistické metody zemědělského a lesního výzkumnictví, Praha, 1957.
- 5. Myslivec V., prof. dr.: Použití statistických metod v teorii měření a v měřicí technice (Sborník ČSAZV - Mechanizace a elektrifikace zemědělství 5-6), Praha, 1958.
- 6. Myslivec V., prof. dr.: Analýza grafických záznamů měřicích přístrojů s registračním zařízením a její význam v mechanisaci zemědělství. (Sborník ČSAZV - Mechanizace a elektrifikace zemědělství 5-6) Praha, 1958.
- 7. Tschaaage, inž.: Vyhodnocovací přístroj (diskusní příspěvek) (Sborník ČSAZV - Mechanizace a elektrifikace zemědělství 5-6), Praha, 1958.
- 8. Vasiljev K. I., prof.: K voprosu o metodike i technike masso-

vych nabljudenij (Teorija, konstrukcija i proizvodstvo selskochozjajstvennych mašin, Tom II), Moskva-Leningrad, 1936. — 9. Vávra A. inž., Skřivánek V.: Rozbor metod pro vyhodnocení naměřených výsledků registračními přístroji (Výzkumná zpráva VÚZT Z-471), Řepy u Prahy, 1959. — 10. Vysockij A. A., inž.: Dinamometrirovaniye selskochozjajstvennych mašin, Moskva, 1954.

Анализ методов обработки диаграмм, полученных записывающими измерительными приборами

Величины, измеряемые при исследованиях в области сельскохозяйственной техники, являются в большинстве случаев стационарными случайными величинами. Поэтому вполне закономерно описывать их статистическими характеристиками законов их распределения по вероятности, или, вследствие эргодической теоремы Хинчина, по времени. Это является теоретическим обоснованием, с одной стороны, обоснованности метода повторных измерений и, следовательно, также применения записывающих измерительных приборов и, с другой стороны, применения методов математической статистики при обработке диаграмм.

Далее дано короткое описание некоторых способов обработки диаграмм, причем большее внимание уделяется менее известным способам. Предложена классификация способов обработки диаграмм. Оценка всех способов показывает, что способам с использованием методов математической статистики следует отдать предпочтение перед остальными, так как лишь эти способы дают возможность установления статистических характеристик измеряемой величины без потери существенной информации об измеряемой величине.

На основании анализа всех рассматриваемых способов был спроектирован прибор для полуавтоматической классификации диаграмм. Прибор работает по принципу эквидистантных ординат. Прибор изготавливается для нужд Научно-исследовательского института сельскохозяйственной техники ЧСАСХН.

В работе указывается возможность конструкции классифицирующих измерительных приборов, которые могут наряду с записывающими измерительными приборами обогатить оборудование научно-исследовательских институтов и лабораторий.

Analyse der Methoden zur Auswertung graphischer mittels Registriermeßgeräten vorgenommener Vermerke

Die bei der Forschungsarbeit auf dem Gebiete der Landtechnik gemessenen Größen sind in der Mehrzahl der Fälle stationäre zufällige Größen. Es ist daher logisch, wenn sie durch statistische Charakteristiken ihrer Gesetze der Verteilung nach der Wahrscheinlichkeit oder infolge des ergodischen Satzes Chintschin's, nach der Zeit beschrieben werden. Dies ist eine theoretische Begründung einmal der Be-
rechtigung der Methode der wiederholten Messung und daher auch der Anwendung der Registriermeßgeräte, zum anderen Mal der Anwendung der Methoden der mathematischen Statistik bei der Auswertung graphischer Vermerke.

Ferner wird eine kurze Beschreibung einiger Verfahren der Auswertung graphischer Vermerke aufgeführt. Eine größere Aufmerksamkeit wird den weniger bekannten Verfahren gewidmet. Es wird eine Klassifikation der Verfahren der Auswertung graphischer Vermerke vorgeschlagen. Aus der Bewertung aller Verfahren geht hervor, daß den Verfahren unter Anwendung der Methoden der mathematischen Statistik vor den übrigen der Vorzug eingeräumt werden muß, denn nur diese Verfahren ermöglichen es, die statistischen Charakteristiken der gemessenen Größe ohne Verlust wesentlicher Informationen über die gemessene Größe aufzustellen.

Auf Grund einer Analyse aller in Erwägung gezogenen Methoden wurde ein Gerät zur halbautomatischen Klassifikation der graphischer Vermerke vorgeschlagen, das auf dem Prinzip equidistanter Ordinaten aufgebaut ist. Das Gerät wurde für den Bedarf des Forschungsinstitutes für Landtechnik hergestellt.

Es wird die Möglichkeit erwogen, Klassifikationsmeßgeräte zu konstruieren, die zusammen mit den Registriermeßgeräten die Ausrüstung der wissenschaftlichen Forschungsstellen bereichern würden.

O použití pravděpodobnostní stupnice

Применение шкалы вероятности

Über die Verwendung von Wahrscheinlichkeitsskala

Karel KOSKUBA, vědecký aspirant

Výzkumný ústav zemědělské techniky ČSAZV, odd. zeměd. mechaniky, Řepy
u Prahy

Došlo dne 21. 1. 1960

Rozvoj moderních měřicích metod by nepřinesl výsledky, kdyby nešel ruku v ruce s odpovídajícími metodami zpracování naměřených výsledků.

Základní úlohou kvantitativního experimentu — měření — je přímým nebo nepřímým způsobem zjistit tzv. „skutečnou“ nebo „nejspřávnější“ hodnotu měřené veličiny; je proto naší snahou zdokonalováním měřicích metod a zpracováním výsledků měření se přiblížit skutečné hodnotě.

Přesnost (pravděpodobnost), s jakou se dovedeme přiblížit k dané hodnotě, obvykle naprosto postačuje pro další technické využití naměřených výsledků.

V této práci je popsána konstrukce pravítka opatřeného pravděpodobnostní stupnicí a jeho používání při statistické analýze naměřených údajů v oddělení zemědělské mechaniky ve Výzkumném ústavu zemědělské techniky v Řepích u Prahy.

Úvod

Při experimentální práci máme obvykle co činit s „náhodnými veličinami“, tj. s takovými, které se mění působením náhodných vlivů a jejichž hodnotu nedovedeme stanovit s konečnou platností.

K úplnému charakterizování náhodné veličiny musíme znát:

obor všech možných hodnot této veličiny

a pravděpodobnost výskytu každé z těchto hodnot,

tj. musíme znát zákon rozdělení této náhodné veličiny.

Na každou skupinu opakovaných měření se díváme jako na výběr náhodných jevů a předpokládáme, že výsledky jednotlivých měření jsou náhodné veličiny, jejichž rozložení je dáno nějakou distribuční funkcí.

Distribuční funkce a charakteristiky náhodného výběru (průměr, rozptyl, směrodatná odchylka, rozpětí apod.) jsou odvozeny z modelu nějakého předpokládaného rozdělení a odpovídají tedy skutečnosti pouze s nějakou pravděpodobností.

To však praktickou cenu těchto modelů nezmenšuje, aspoň pokud přibližně známe pravděpodobnost souhlasu našeho empirického výběru s jeho teoretickým modelem.

Pro většinu empirických rozdělení, s kterými se setkáváme v naší experimentální práci, může být modelem rozdělení Gaussovo, které se nazývá také normálním rozdělením.

Stanovení charakteristik náhodného výběru je obtížné a velmi pracné. Proto se snažíme zavádět zjednodušení, pokud nám podstatně nenarušují požadovanou přesnost výsledku a z řady metod zpracování souboru měření vybíráme ty, které vedou k výsledku nejrychleji.

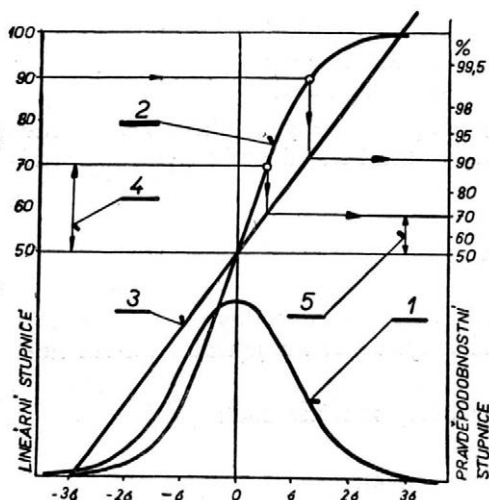
Jednou z cest, které vedou k zjednodušení těchto metod, je použití pravděpodobnostní stupnice.

Teorie pravděpodobnostní stupnice je obecně známá z odborné literatury, zabývající se teorií pravděpodobnosti a zpracováním naměřených údajů, z které byla převzata (viz např. [1] a [2]).

Anamorfóza distribuční křivky normálního rozdělení v přímku

Křivku skutečného rozdělení pravděpodobností (četností) hodnot měřené veličiny můžeme často v aplikacích nahradit křivkou normálního rozdělení, jehož parametry μ (střední hodnota) a σ (směrodatná odchylka) považujeme za odhad parametrů našeho empirického rozdělení.

Distribuční funkce normálního rozdělení je pak integrální funkcí křivky normálního rozdělení.



Na obr. 1 jsou zakresleny obě křivky

- 1 — hustota pravděpodobnosti normálního rozdělení,
- 2 — distribuční funkce normálního rozdělení.*)

1. Anamorfóza distribuční křivky normálního rozdělení v přímku

Jak je zřejmé z obrázku, může distribuční funkce nabývat hodnot od nuly do jedné, uvedených v aritmetické stupnici po levé straně obrázku z praktických důvodů v procentech.

*) Distribuční funkce se také nazývá součtovou křivkou nebo také ogivou (...ogivní [gotická] křivka... termín, který zavedl F. Galton pro tuto křivku kolem r. 1875).

Jestliže aritmetickou (rovnoměrnou) stupnici nahradíme vhodnou funkcionální (nerovnoměrnou) stupnicí, pak v nových souřadnicích se nám distribuční křivka bude jevit jako přímka 3 (viz obr. 1). Můžeme tak učinit, neboť jde o křivku monotónní (tj. takovou, která vyjadřuje pouze stoupající funkci).

Je známo (viz např. [3]), že je-li dána libovolná funkce

$$y = f(x),$$

lze sestrojit grafický papír o takových stupnicích na osách

$$\xi = \varphi(x)$$

$$\eta = \psi(y),$$

aby se daná funkce na něm zobrazila přímkou. Transformaci roviny, v níž polohu bodu určujeme souřadnicemi (x, y) , v rovinu o souřadnicích (ξ, η) , provedenou za tím účelem, abychom funkci $y = f(x)$ zobrazili přímkou místo křivkou, nazýváme anamorfózou.

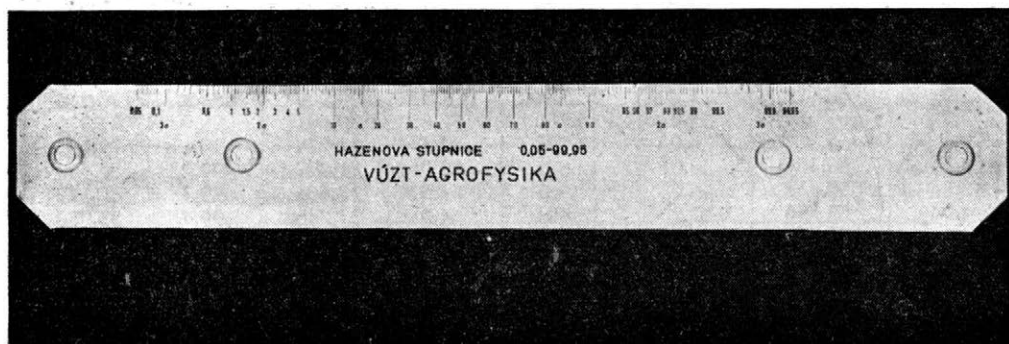
Je-li funkce dána grafem, můžeme transformaci provést geometricky (bez výpočtu), i kdybychom neznali analytický výraz funkce (geometrická anamorfóza).

Grafický způsob transformace souřadnice 4 aritmetické stupnice v souřadnici 5 funkcionální stupnice je zřejmý z obrázku.

Abychom získali dostatečně přesné hodnoty funkcionální stupnice, kterou budeme nazývat pravděpodobnostní stupnicí,*) zjišťovali jsme tyto nikoli grafickým způsobem, nýbrž lineární interpolací argumentů u distribuční funkce pro vhodně zaokrouhlené hodnoty této funkce $\Phi(u)$,

$$\text{viz tabulky pro } \Phi(u) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^u e^{-\frac{x^2}{2}} dx \dots [4]$$

Hodnoty pravděpodobnostní stupnice jsou uvedeny v tab. I. Byly vyčísleny tak, aby délka stupnice pro rozsah 0,05 % – 99,95 % činila 22,00 cm, což je nejvýhodnější rozměr pro grafické práce na formátu papíru A3, resp. A4.



2. Pravděpodobnostní pravítko (pro použití v rýsovacím přístroji)

*) Myšlenka anamorfózy distribuční křivky v přímku patří Galtonovi (1889). Byla uskutečněna sestrojením speciální funkcionální sítě až v roce 1921–22 američanem Allanem Hazenem k hydrotechnickým účelům. Nezávisle na Hazenovi sestrojil obdobnou funkční síť asi v téže době v SSSR V. M. Turbin. Funkční stupnice nebo síť se po nich v literatuře někdy označuje (Hazenova stupnice, „variacionáje sětka“ Turbina).

I. Hodnoty pravděpodobnostní stupnice

Čtení ‰	Vzdálenost od středu mm	Čtení ‰	Vzdálenost od středu mm	Čtení ‰	Vzdále- nost od středu mm	Čtení ‰	Vzdále- nost od středu mm
0,05	110,002	10,0	42,842	50,0	0,000	91,0	44,821
0,06	108,276	10,5	41,907	51,0	0,838	91,5	45,872
0,07	106,799	11,0	41,003	52,0	1,676	92,0	46,972
0,08	105,503	11,5	40,128	53,0	2,516	92,5	48,123
0,09	104,349	12,0	39,280	54,0	3,357	93,0	49,337
0,1	103,309	12,5	38,456	55,0	4,201	93,5	50,617
3,8	100,29	13,0	37,656	56,0	5,047	94,0	51,977
0,15	99,212	13,5	36,876	57,0	5,897	94,5	53,428
0,2	96,216	14,0	36,115	58,0	6,749	95,0	54,988
0,25	93,840	14,5	35,373	59,0	7,607	95,2	55,648
0,3	91,860	15,0	34,648	60,0	8,469	95,4	56,328
0,4	88,660	15,5	33,939	61,0	9,338	95,6	57,034
0,5	86,111	σ	33,43	62,0	10,212	95,8	57,767
0,6	83,982	16,0	33,246	63,0	11,094	96,0	58,526
0,7	82,147	16,5	32,565	64,0	11,983	96,2	59,318
0,8	80,530	17,0	31,899	65,0	12,881	96,4	60,145
0,9	79,083	17,5	31,244	66,0	13,788	96,6	61,010
1,0	77,770	18,0	30,601	67,0	14,706	96,8	61,920
1,1	76,566	18,5	29,969	68,0	15,636	97,0	62,873
1,2	75,455	19,0	29,348	69,0	16,577	97,2	63,888
1,3	74,421	19,5	28,736	70,0	17,531	97,4	64,960
1,4	73,453	20,0	28,135	71,0	18,500	97,6	66,103
1,5	72,543	21,0	26,959	72,0	19,485	2 σ	66,86
1,6	71,691	22,0	25,815	73,0	20,486	97,8	67,333
1,7	70,872	23,0	24,700	74,0	21,508	98,0	68,657
1,8	70,099	24,0	23,612	75,0	22,548	98,1	69,364
1,9	69,364	25,0	22,548	76,0	23,612	98,2	70,099
2,0	68,660	26,0	21,508	77,0	24,700	98,3	70,872
2,2	67,333	27,0	20,486	78,0	25,815	98,4	71,691
2 σ	66,86	28,0	19,486	79,0	26,959	98,5	72,543
2,4	66,103	29,0	18,500	80,0	28,135	98,6	73,453
2,6	64,960	30,0	17,531	80,5	28,736	98,7	74,421
2,8	63,888	31,0	16,577	81,0	29,348	98,8	75,455
3,0	62,873	32,0	15,636	81,5	29,969	98,9	76,566
3,2	61,920	33,0	14,706	82,0	30,601	99,0	77,770
3,4	61,010	34,0	13,788	82,5	31,244	99,1	79,083
3,6	60,144	35,0	12,881	83,0	31,897	99,2	80,530
3,8	59,318	36,0	11,983	83,5	32,565	99,3	82,147
4,0	58,526	37,0	11,094	84,0	33,246	99,4	83,982
4,2	57,767	38,0	10,212	σ	33,43	99,5	86,111
4,4	57,034	39,0	9,338	84,5	33,939	99,6	88,660
4,6	56,328	40,0	8,469	85,0	34,648	99,7	91,860
4,8	55,648	41,0	7,607	85,5	35,373	99,75	93,840
5,0	54,988	42,0	6,749	86,0	36,115	99,80	96,216
5,5	53,428	43,0	5,897	86,5	36,876	99,85	99,212
6,0	51,977	44,0	5,047	87,0	37,656	3 σ	100,29
6,5	50,617	45,0	4,201	87,5	38,456	99,90	103,309
7,0	49,337	46,0	3,357	88,0	39,280	99,91	104,349
7,5	48,123	47,0	2,516	88,5	40,128	99,92	105,503
8,0	46,972	48,0	1,676	89,0	41,003	99,93	106,798
8,5	45,872	49,0	0,838	89,5	41,907	99,94	108,276
9,0	44,821	50,0	0,000	90,0	42,842	99,95	110,002
9,5	43,813			90,5	43,813		

Na obr. 2 je pravítko opatřené provděpodobnostní stupnicí. Dělení počíná u hodnoty 0,05 a končí u hodnoty 99,95 %. Protože distribuční funkce pokračuje v obou směrech úsečky do nekonečna, nemá pravděpodobnostní stupnice hodnoty 0 a 100. Intervaly mezi díly stupnice jsou nerovnoměrné, přičemž horní polovina stupnice je souměrná s dolní.

Na stupnici jsou vyznačeny zvlášť hodnoty násobků směrodatné odchylky (σ , 2σ a 3σ).

Použití pravděpodobnostní stupnice

Obvykle se setkáváme s dvěma obecnými typy souborů naměřených údajů:

a) soubor čísel $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ —, která jsou výsledky měření (pozorování) téhož znaku na n předmětech nebo téhož jevu (výška strniště, tažná síla apod.); přitom může jít o znak spojitý nebo nespojitý (dikretní) a obvykle ani nemusíme rozlišovat, zda jde o proces stacionární (výška strniště) nebo o proces v čase (tažná síla), protože v praxi postačí, aby podmínky, při kterých se proces děje, se neměnily během časových intervalů dostatečně dlouhých vzhledem ke konanému pozorování;

b) soubor čísel $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ —, která jsou výsledky měření (pozorování) téhož znaku na jednom předmětu (opakovaná vážení, měření vlhkosti apod.).

Soubor naměřených hodnot obvykle zpracujeme do tabulky rozdělení četností, a to tak, že naměřené hodnoty roztrídíme do jednotlivých vhodně zvolených tříd. Počet prvků v třídě je třídní četnost (absolutní četnost).

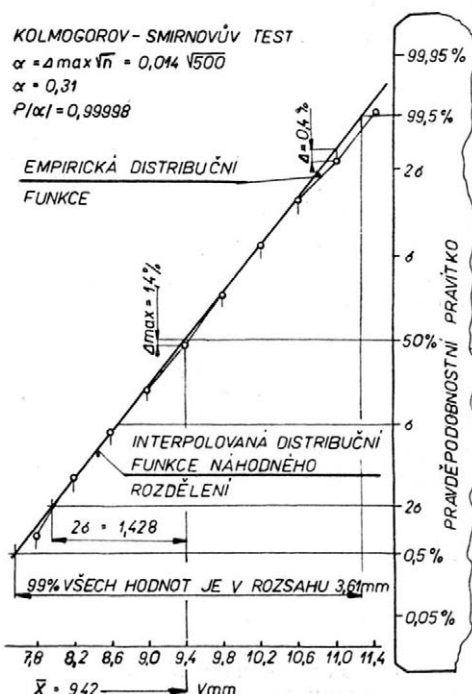
Kumulativní (součtová) četnost udává počet prvků, který nepřevyšuje v daném souboru hranici určitého třídního intervalu. Četnosti můžeme vyjádřit v relativních číslech dělením celkovým počtem prvků a vyjádřit v procentech.

Je dobře si před začátkem měření ujasnit metodu zpracování výsledků (zejména při hromadných a opakovaných měřeních) a původní záznamy zanášet již do vhodně upravené tabulky četností. Rovněž přesnost není nutno obvykle volit větší než takovou, která zabezpečí požadované roztrídění. Počet tříd volíme podle potřeby, obvykle 10—20. Na poloze (hranici) třídního intervalu tolik nezáleží, ale obvykle stanovíme interval tak, aby střed intervalu i hranice byla celá čísla (zaokrouhlená). Hranice intervalu musí být určeny jednoznačně a musí vylučovat duplicitní započítávání jednotek souboru.

II.

Střed třídy	Absolutní četnost	Relativní četnost	Kumulativní relativní četnost v %
7,6	5	0,010	1,0
8,0	21	0,042	5,2
8,4	43	0,086	13,8
8,8	71	0,142	28,0
9,2	103	0,206	48,6
9,6	111	0,222	70,8
10,0	83	0,166	87,4
10,4	39	0,078	95,2
10,8	15	0,030	98,2
11,2	7	0,014	99,6
11,6	2	0,004	100,0
	500	1,000	

Při grafickém znázornění distribuční funkce pomocí pravděpodobnostní stupnice vynášíme relativní kumulativní četnosti jako pořadnice bodů, jejíž úsečka je příslušná horní hranice třídního intervalu. Na obr. 3 je znázorněna distribuční funkce rozdělení délek 500 zrn ječmene (příklad vzat z [5]). Výsledky měření délek ječmene jsou uvedeny v tab. II.



3. Příklad použití pravděpodobnostního pravítka při zpracování souboru délek ječmene (viz tab. II)

proměnná veličina spadat do zvoleného intervalu.

V daném případě získáme:

Charakteristika	Graficky	Výpočtem
průměr $\bar{x}$	9,42 mm	9,41 mm
směrodatná odchylka s	0,71 mm	0,73 mm

Průsečík čáry kóty 50 (střed sítě) s empirickou distribuční křivkou rozdělení je medián. Obdobně průsečíky čáry kót 25 a 75 nám určí kvartily zkoumaného rozdělení. Pásmo mezi kótami 25 a 75 zahrnuje tedy polovinu všech prvků rozdělení a pásma od 50 do 25 a od 50 do 75 znázorňují tzv. pravděpodobnou odchylku.

Plynulým spojením vynesných bodů vznikne křivka empirické distribuční funkce rozdělení délek zrn ječmene. Čím více se empirické rozdělení bude blížit normálnímu rozdělení, tím více se empirická distribuční křivka bude blížit přímce. Naším úkolem je aproximovat přímku normálního rozdělení, která má charakteristiky shodné s empirickou distribuční funkcí.

Při aproximaci musíme dbát některých pravidel: distribuční přímku vyrovnáme (např. pomocí průsvitného pravítka) tak, aby zejména v intervalu pořadnice 20 % až 80 % přimykala co nejtěsněji k bodům empirické distribuční funkce. Nemůžeme totiž použít obvyklých metod vyrovnávání, neboť grafický interval stupnice má největší číselnou hodnotu uprostřed grafu (poblíž hodnoty pro 50 %) a jeho hodnota zejména na okraji stupnice silně klesá. K rozptylu krajních hodnot tedy nepřihlížíme.

Z přímky normálního rozdělení pak můžeme stanovit (viz obr. 3):

1. úsečku, která přísluší pořadnici 50 % = průměr,
2. úsečku, která přísluší hodnotě σ = směrodatná odchylka,
3. pravděpodobnost, s kterou bude

Tvar empirické distribuční funkce sám o sobě nás informuje o charakteru rozdělení zkoumané veličiny: zakřivení okrajové větve křivky ukazuje na asymetrii rozdělení, zakřivení střední části svědčí o excesu. Úhel, který křivka svírá s osou úseček, charakterizuje rozptýl rozdělení. Čím více se empirická distribuční křivka blíží přímce, tím lépe odpovídá rozdělení odchylek naměřených hodnot od průměru normálnímu rozdělení.

Diferenci mezi empirickou a teoretickou distribuční funkcí můžeme použít k testování významnosti shody obou rozdělení, např. pomocí metody Kolmogorov - Smirnovovy (viz [5]), při které stanovíme supremum difference obou funkcí $\Delta_{\max}$.

Odtud pak určíme hodnotu veličiny

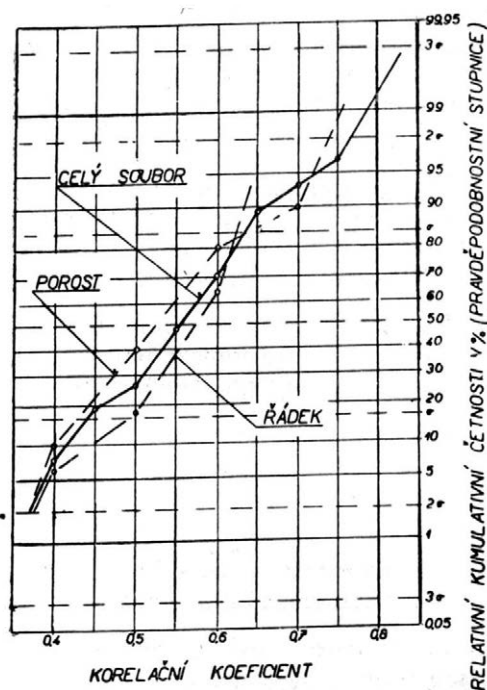
$$\lambda = \Delta_{\max} \cdot \sqrt{n}$$

kde n je počet prvků v souboru.

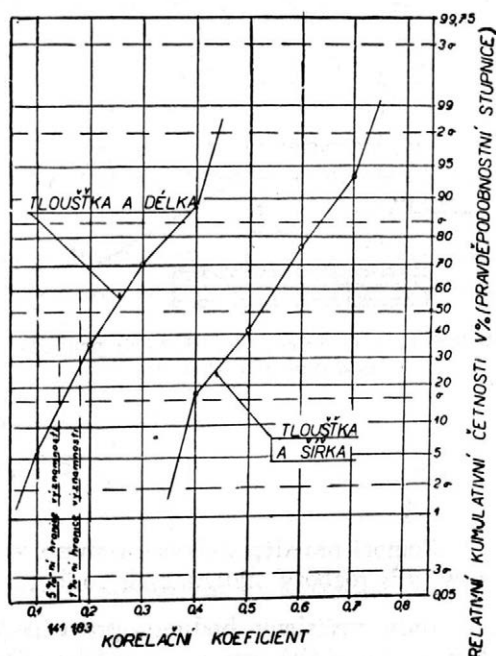
Pravděpodobnost $P(\lambda)$, které používáme k testování, stanovíme z tabulek pro dané λ . Jestliže pravděpodobnost $P(\lambda)$ bude velmi malá, pak odchylku obou distribučních funkcí nelze považovat za náhodnou.

Velmi výhodně lze empirické distribuční funkce, znázorněné pomocí pravděpodobnostní stupnice, použít k posouzení homogenity nebo významnosti rozdílů dvou (nebo i více) empirických souborů (příklady na obr. 4 a 5).

Pravděpodobnostní stupnice můžeme také použít ke znázornění korelačního pole (viz např. [6]).



4. Závislost mezi tloušťkou a délkou u pšenice v průběhu dozrání na řádku a v porostu



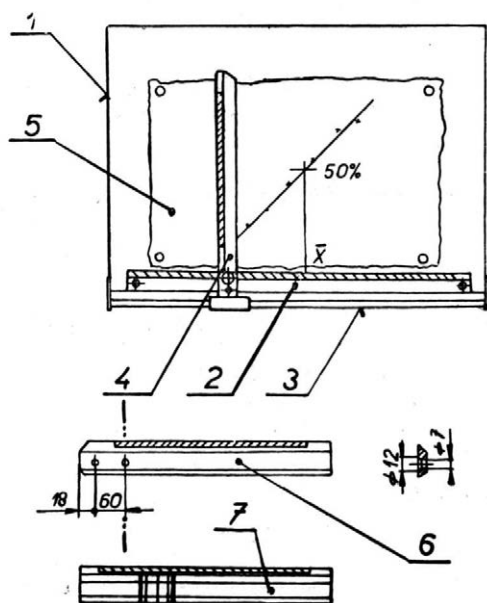
5. Závislosti mezi rozměry zrna při dozrání ječmene

Přístroj a pomůcky k vyhodnocování statických souborů pomocí pravděpodobnostní stupnice

Pravděpodobnostní stupnice může, jak je zřejmé z předchozích kapitol, velmi usnadnit především orientační rozbor souboru naměřených výsledků, protože grafické znázornění distribuční funkce empirického souboru je snadné.

V zahraničí se vyrábějí speciální grafické papíry s pravoúhlou pravděpodobnostní sítí. Pro asymetrická rozdělení (s vrcholem položeným vlevo) jsou vhodné sítě s vodorovnou stupnicí logaritmickou. Na takovém grafickém papíru se nám distribuční křivka asymetrického rozdělení (tzv. rozdělení logaritmicko-normální) bude opět jevit jako přímka.

Grafické papíry jsou však drahé a většině pracovníků nepřístupné. Proto je mnohem výhodnější pracovat s pravděpodobnostní stupnicí nanesenou na pravítku.



6. Příklady pomůcek, opatřených pravděpodobnostní stupnicí

Na obr. 6 je několik alternativ pomůcek s pravděpodobnostní stupnicí. Je možno např. upravit rýsovací prkno 1 (viz obr. 6) tak, aby mohlo být opatřeno svislým pravítkem 4 s pravděpodobnostní stupnicí, které lze posouvat po tvči 3.

Přitom vodorovné pravítko 2 může být opatřeno výměnnou stupnicí (např. o různých modulech, logaritmickou apod.) podle potřeby. U některých souborů obdržíme distribuční funkci ve tvaru přímky pouze tehdy, použijeme-li funkční stupnice i u úsečky.

Nejjednodušší řešení je nanesení pravděpodobnostní stupnice na měrnou hranu svislého pravítka rýsovacího přístroje 6 (viz obr. 6 nebo obr. 2).

Pravděpodobnostní stupnici lze také opatřit např. logaritmické pravítko 7 (v obr. 6) nebo obyčejný trojúhelník.

Southern

Pomocí pravděpodobnostní stupnice lze velmi zjednodušit a urychlit základní výpočty a rozborů statistických souborů získaných v experimentální práci.

Byly vyčísleny hodnoty pravděpodobnostní stupnice, vhodné pro aplikaci stupnice na různé pomůcky, z nichž některé jsou v práci popsány.

Z příkladů použití, uvedených ve stati, je zřejmé, že pomocí pravděpodobnostní stupnice lze v závislosti na normálnosti rozdělení (tj. při dostatečném roz-

sahu souboru) ve většině případů stanovit odhady některých parametrů a provádět různé testy.

Popsaná metoda použití pravděpodobnostní stupnice je aplikovatelná i v jiných oborech, např. ve statistické kontrole jakosti, při statistických rozborech apod.

Literatura

1. Worthing, Geffner: Treatment of Experimental Data New York - London, 1943, ruský překlad vydaný v Moskvě v r. 1953. — 2. Dunin, Barkovskij, Smirnov: Teoriya věrojatnostej i matem. stat. v téchnike, Moskva, 1955. — 3. Hruška V., prof.: Počet grafický a graficko-mechanický. Přír. vyd., 1952. — 4. Janko J., prof.: Statistické tabulky, ČSAV, 1958. — 5. Myslivec V., prof.: Statistické metody zemědělského a lesnického výzkumnictví, ČSAZV, 1957. — 6. Byzov: Grafické metody ve statistice, plánování a početnictví, Praha, 1950.

Применение шкалы вероятности

При помощи шкалы вероятности можно весьма упростить и ускорить основные расчеты и анализы статистических совокупностей, полученных при экспериментальной работе.

Далее были вычислены величины координат при помощи шкалы вероятности, подходящие для применения шкалы к разным пособиям; некоторые из них описываются в настоящей работе.

Из приведенных в работе способов применения видно, что при помощи шкалы вероятности в зависимости от правильного разделения (т. е. при достаточном объеме совокупности) в большинстве случаев можно провести оценку некоторых параметров и разных тестов.

Описанный метод использования шкалы вероятности применим и в других областях, например, при статистическом контроле качества, при статистических анализах и под.

Über die Verwendung von Wahrscheinlichkeitsskala

Mit Hilfe der Wahrscheinlichkeitsskala können die Grundberechnungen sowie die Analysen der in der experimentalen Arbeit gewonnenen statistischen Gesamtheiten beträchtlich vereinfacht und beschleunigt werden.

Es wurden die Koordinatenwerte der Wahrscheinlichkeitsskala berechnet, die sich zur Applikation derselben an verschiedene Behelfe eignen, wobei manche von ihnen in vorliegender Arbeit beschrieben sind.

Aus den in der Abhandlung angeführten Anwendungsbeispielen geht hervor, daß mit Hilfe der Wahrscheinlichkeitsskala in der Abhängigkeit von Verteilungsnor-

malität (d. h. bei genügendem Gesamtheitsumfang) die Schätzungen einiger Parameter festgesetzt und verschiedene Tests durchgeführt werden können.

Die angeführte Methode der Verwendung von Wahrscheinlichkeitsskala kann auch in sonstigen Fachgebieten, wie z. B. bei der statistischen Qualitätskontrolle, bei den statistischen Analysen, usw. angewandt werden.

Přenos energie a nové směry v řízení energetických zdrojů v zemědělství

**Передача энергии и новые направления в руководстве энергетическими
источниками в сельском хозяйстве**

**Übertragung der Energie und neue Richtungen bei der Lenkung der Energiequellen
in der Landwirtschaft**

František HABARTA

Výzkumný ústav zemědělských strojů, Praha

Došlo dne 4. I. 1960

Předpokladem pro vytvoření určitého systému energetických zdrojů, používaných v zemědělství, je soustava zemědělských strojů, vypracovaná širokým kolektivem specialistů tohoto oboru v ČSR. Uvedená soustava plně odpovídá požadavkům československého národního hospodářství a je v souladu s potřebami států LD a SSSR.

Na soustavu energetických zdrojů pro československé zemědělství je nutno se dívat jako na základ, ke kterému je třeba vypracovávat v etapách určité nadstavby, vyplývající ze stálého zvyšování technické úrovně a požadavků zemědělské praxe, z titulu dosažení vyšší provozní ekonomiky, zvýšení výkonů při snížení námahy řidičů a zlepšení jejich zdravotních podmínek. Tudíž nelze na soustavu energetických zdrojů pohlížet jako na něco neměnného, naopak je žádoucí, aby soustava byla stále zdokonalována a tak předčila světový stav techniky.

Již dnes je autorům této soustavy známo, že soustava nezahrnuje poslední technické novinky, zejména v přenosu energie a ovládání energetických zdrojů v zemědělství. Účelem tohoto článku je rozbor těchto směrů s návrhem na perspektivní zaměření.

Rozbor současného stavu přenosu energie v zemědělském strojírenství v ČSR

Přenos energie se může dosáhnout cestou:

- a) mechanickou,
- b) hydraulickou,
- c) pneumatickou,
- d) elektrickou.

a) Mechanický přenos

Pro rozvod energie mechanickou cestou je používáno známých mechanických převodů pro pohyby přímočaré i rotační. Pro potřebné změny převodů se používá levných převodových soukolí, která jsou mechanicky zařazována podle potřeby. Například obilní kombajny, kde je používáno mechanického variátoru, který umožňuje dosáhnout určitého přesahu mezi rychlostními stupni, čímž se dosáhne žádané plynulosti pracovní rychlosti.

Současný stav je, že způsob přenosu energie mechanickou cestou je nedokonalý, činí potíže při zavádění automatizace a řízení funkčních uzlů na dálku vzhledem ke značné komplikovanosti, nespolehlivosti a poruchovosti.

Značné potíže jsou hlavně při přenosu energie na větší vzdálenost od energetického zdroje. S výhodou se používá mechanického přenosu tam, kde jde poměrně o malou vzdálenost od energetického zdroje.

b) Hydraulický přenos

Hydraulického přenosu energie pro rotační pohyby se v zemědělské praxi dosud téměř nepoužívá. Používá se ho však pro pohyby přímočaré. Jako jednoho z prvních hydraulických zařízení v mechanizaci zemědělství se používá již od roku 1946 hydraulického zvedání neseného nářadí na traktorech. Toto poměrně jednoduché zařízení se skládá z hydraulického čerpadla, z rozváděcího šoupátka a pracovního válce; dnes však již nevyhovuje náročnějším požadavkům mechanizace zemědělství.

K širšímu používání hydrauliky v zemědělství dosud nedošlo také proto, že hydraulika vyžaduje pečlivější údržbu, časté odvzdušnění a vyšší technickou úroveň provozního personálu.

c) Pneumatický přenos

Přenos energie pneumatickou cestou se používá v zemědělské praxi jen zřídka. Nejvíce se používá tlakového vzduchu pro ovládání pneumatických brzd u přívěsu traktoru. Vlastní zařízení, které je upevněno na traktoru a přívěsu, je výrobně drahé. Je rozměrné a zaujímá na traktorech prostor, kde znemožňuje montáž jiných zemědělských strojů. Výhoda pneumatického přenosu energie spočívá pouze v jeho pružnosti. Avšak větší vnější rozměry a nepřesnost v regulaci jsou natolik nevýhodné, že se pneumatického zařízení v zemědělském strojírenství nepoužívá v širším měřítku.

d) Elektrický přenos

Elektrického rozvodu energie v zemědělské praxi se u nás používá hlavně u stacionárních strojů a vnitrostrojové mechanizace. Použité elektromotory jsou napájeny z elektrické rozvodné sítě, která je u nás téměř v dosahu na každém zemědělském objektu. Jejich rozšíření nenarazí na žádné potíže. Přesto však jsou u většiny stabilních zemědělských strojů používány elektromotory jako centrální zdroj pohonu a rozvod energie (hnacích momentů) na těchto strojích se děje mechanickou cestou čistě z ekonomických důvodů. Rozvod energie elektrickou cestou u zemědělských strojů mobilních se u nás v praxi dosud nepoužívá. Hlavním důvodem je skutečnost, že zdroj elektrické energie příslušného výkonu je rozměrově i váhově v současné době větší ve srovnání s jiným řešením.

Rozšíření používání elektrické energie nastane dosažením potřebného výkonu při minimálních rozměrech a váze, jak to vyžaduje provoz, tj. při použití elektrického proudu vyšší frekvence.

Rozbor způsobu přenosu energie používané v zemědělském strojírenství v zahraničí

a) Mechanický přenos

Mechanický přenos energie je v zemědělském strojírenství v zahraničí používán ve stejném rozsahu jako u nás.

Lze však očekávat v dohledné době rozvoj v tomto oboru, zvláště u mechanických plynulých převodů, např. Ford USA, Case O Matic drive apod.

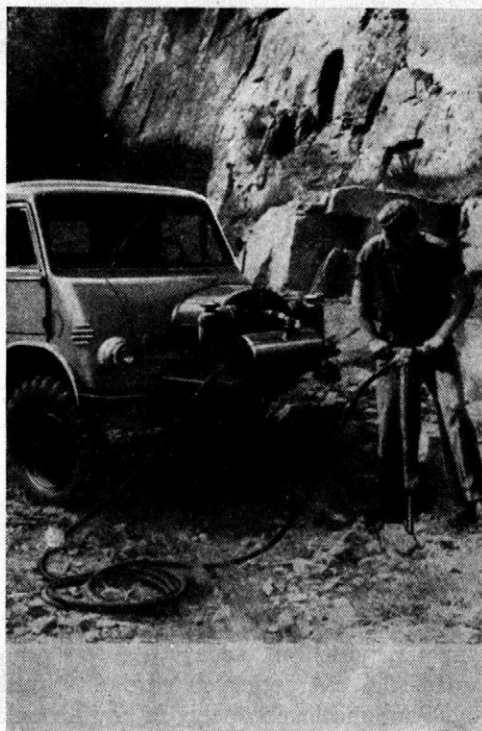
b) Hydraulický přenos

V otázkách přenosu energie hydraulickou cestou je v zahraničí vykonáno již mnoho. Na tomto problému pracují specialisté řadu let a výsledky jejich práce se pomalu objevují v zemědělské praxi, hlavně u trakčních jednotek. Vlastní hydraulický pohon u sériově vyráběného zemědělského stroje je řešen např. u žací lišty, a to použitím hydrostatického pohonu.

Výhodou hydrostatického převodu je snadná regulace otáček a točivého momentu v širokém rozmezí, takže lze nastavit otáčky a točivý moment téměř od nuly plynule do maxima. (V zahraničí jsou používány hydromotory asi do 1500 ot/min.) Reverze chodu dosáhneme změnou toku v přívodu kapaliny. Při přeměně průtoku kapaliny z maxima směrem k minimu celé hydraulické zařízení působí jako brzda. Při nulovém průtoku kapaliny působí zde hydromotor jako blokovací brzda a čerpadlo jako vypnutá spojka.

c) Pneumatický přenos

Přenos energie pneumatickou cestou v zemědělské praxi není v zahraničí téměř používán. Tlakového vzduchu je použito v ojedinělých případech, a to k ovládání neseného nářadí u traktoru (otevřený okruh). Za výhodu snad lze považovat, že při rozvodu tlakového vzduchu a připojování dalších pracovních orgánů nevedí ztráta tlakového

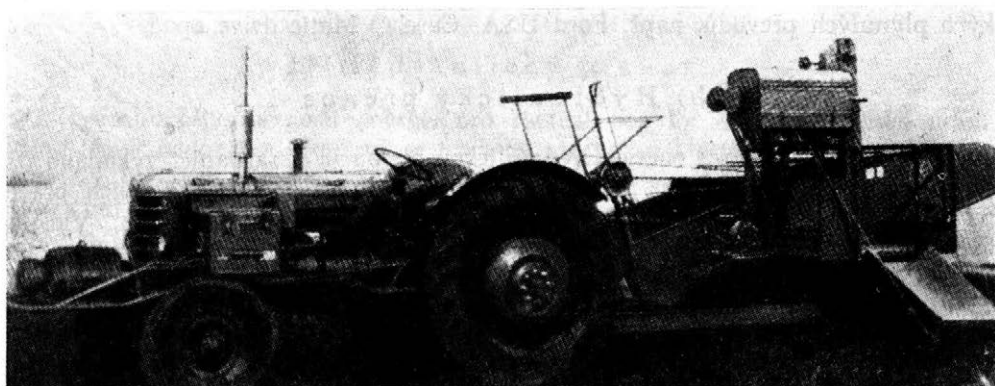


1. Přenos energie pneumatickou cestou

vzduchu, popřípadě i zanesení nečistot do potrubí, neboť použitý tlakový vzduch se vyfukuje do atmosféry a nečistoty nemohou cirkulovat jako u hydraulických okruhů (uzavřených). (Viz obr. 1.)

d) Elektrický přenos

Přenos energie elektrickou cestou v zemědělském provozu je používán jen omezeně. Ze známých elektrických pohonů u přenosných zařízení jsou to pohony elektrických pil, určené pro práci v lese. Na elektrickém přenosu energie pro zemědělské stroje se v zahraničí pracuje zejména ve výzkumu SSSR ve spolupráci s Bulharskem. Nevýhodou použití elektrické energie v současné době je značná váha generátoru a příslušných elektromotorů, což se projeví mimo jiné též ve zvýšených pořizovacích nákladech (viz obr. 2).



2. Přenos energie elektrickou cestou

Pohon stacionární mlátičky i v zahraničí je zejména od elektromotoru, avšak energie na jednotlivé pracovní orgány není ani zde rozváděna elektrickou cestou, nýbrž je používáno známých levných mechanických pohonů.

V SSSR je vyvinut traktor s elektrickým pohonem. Elektrický proud je přiváděn k elektromotorům dvojí cestou:

- a) přívodním kabelem, což podle vyjádření specialistů z SSSR je velmi nákladné (silné opotřebení kabelu, potíže s jeho navíjením a odvíjením),
- b) přívod trolejem — rovněž velmi nákladné (obtížné postavení sítě).

Systémy řízení energetických zdrojů a zemědělského nářadí při práci

Snaha po dosažení zvýšení výkonu energetického zdroje při práci, při vynaložení minimální fyzické námahy řidiče a dosažení vyšší ekonomie provozu úsporou pracovních sil, vede výzkumné pracovníky k tomu, aby se zabývali dálkovým ovládáním energetických zdrojů. V současné době je již v zahraničí několik způsobů automatického nebo dálkového ovládání při provozu, a to:

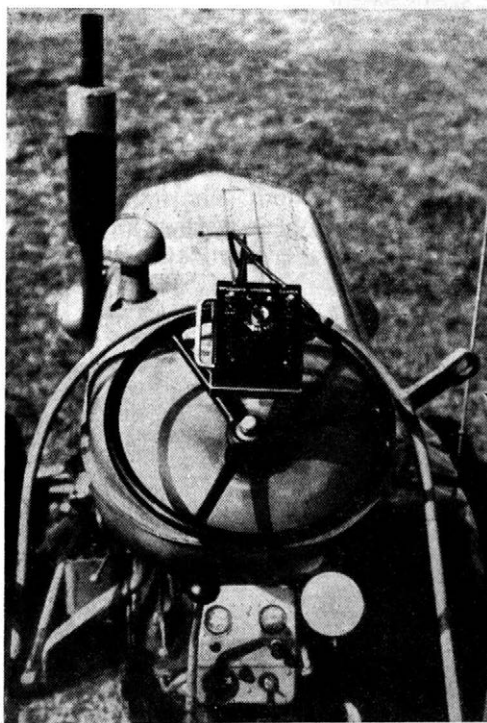
- a) Traktor s orebným nářadím nejdříve vytvoří mateční brázdu, podle níž je pak traktor veden při následujících jízdách. Na úvratích je traktor nastaven řidi-

čem do opačného směru. Tímto způsobem mohou dva pracovníci obsluhovat současně větší počet traktorů. Zvýšení výkonu při zmenšení počtu řidičů (viz obr. 3).

b) Vodicí traktor — obsluhovaný řidičem, který dává při práci pomocí dálkového ovládání příkaz řídícím orgánům následujících traktorů, pracujících v závěsu. Na úvratích traktorista pomocí dálkového ovládání vypne postupně všechny traktory, přemístí do opačného směru jízdy tak, aby poslední traktor byl nastaven



3. Řízení traktoru mateční brázdou pomocí vodičů



4. Příkazní zařízení na vodicím traktoru

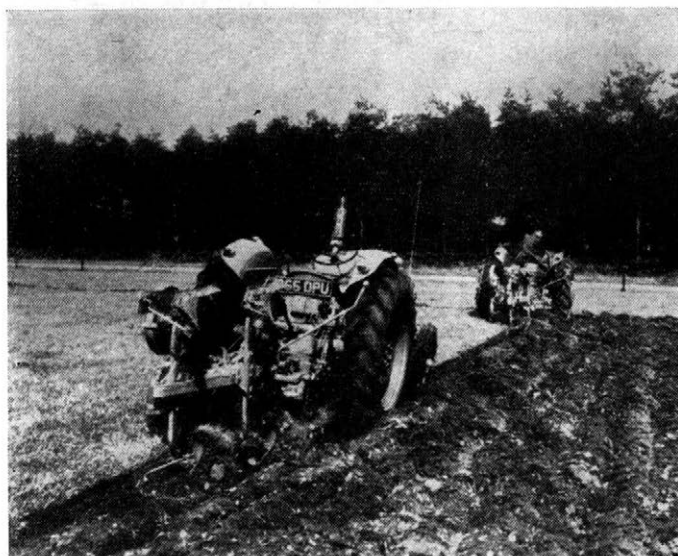
do tohoto směru jízdy, kde již jsou postaveny předcházející traktory, a děj se opakuje. Rovněž tímto dálkovým ovládáním traktorů se zvyšuje výkon (viz obr. 4 a 5).

c) Řízení podle tlačítek umístěných na rukojeti, spojené s traktorem kabelem nebo na dálku rádiovými vlnami s frekvenční modulací. Řízení je vypracováno na principu kombinace elektrických obvodů, spojených s hydraulickým systémem. Podle tlačítek se přerušuje nebo zapíná proud v elektrických obvodech, kde se zapojují příslušná relé, ovládající pomocí hydrauliky řídící páky traktoru. Rádiové dálkové řízení se skládá z vysílače, kde se pomocí tlačítek zapojují generátory nízké frekvence, kterými se moduluje nosná vlna. Pomocí různé frekvenční modulace se udělují rozkazy, které zachycuje anténa přijímače na traktoru, a přijímač uvádí v činnost příslušné elektrické obvody, které ovládají pomocí pomocného hydraulického

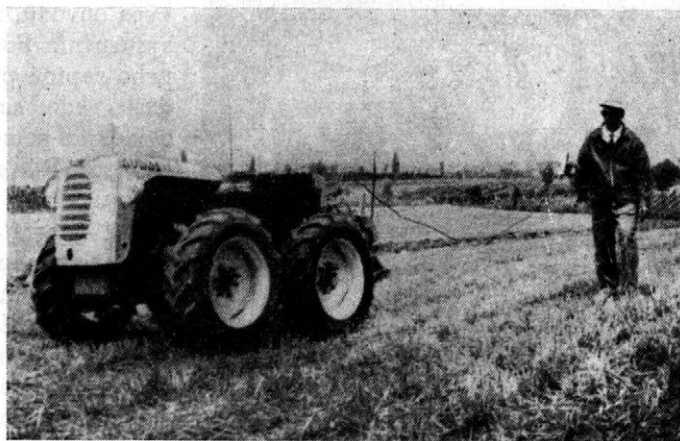
kého zařízení příslušné řídicí páky. Traktor takto vybavený lze řídit i ze sedadla řidiče podobným tlačítkovým systémem, takže námaha je vyloučena (viz obr. 6).

Plynulé převody u energetických zdrojů a zemědělských strojů

V posledním období je stále více požadováno, aby energetický zdroj ve spojení se zemědělským náradím byl schopen konat s úspěchem různorodé úkoly při vynaložení minimální fyzické a duševní námahy ze strany obsluhujícího, přitom ale aby bylo dosaženo vyšších plošných výkonů a současně byla zvýšena hospodárnost provozu a kvalita práce. Toho lze dosáhnout mimo jiné tehdy, pracuje-li energie-



5. Dálkové ovládání energetického zdroje při práci



6. Řízení energetického zdroje pomocí tlačítek na dálku, popřípadě přímo rádiem

tický zdroj vždy v neoptimálnějších oblastech křivky spotřeby paliva. Tomu s úspěchem napomáhá, je-li energetický zdroj vybaven plynulými převody:

- a) mechanickými převody,
- b) hydrostatickými plynulými převody.

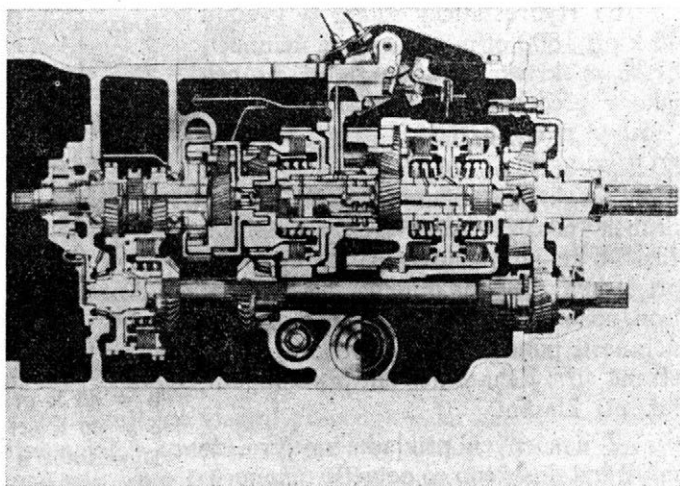
ad a) Mechanické převody

Typickým představitelem určité plynulosti rychlostních stupňů, dosažených mechanickou cestou, je traktor Ford americké výroby. Zde překrývání jednotlivých rychlostních stupňů je dosaženo pracovním rozsahem otáček motoru v oblasti výhodného točivého momentu.

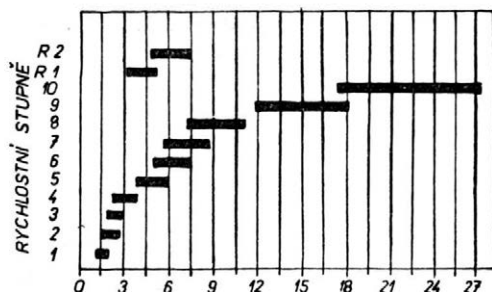
Jde o konstrukci převodovky, kde kola jednotlivých rychlostních stupňů jsou ve stálém záběru. Pomocí lamelových spojek a příslušných pásových brzd jsou jednotlivé rychlostní stupně zapojovány nebo vypínány. Selektor — volič příslušné rychlosti je umístěn přímo pod volantem, který ovládá příslušné lamelové spojky a pásové brzdy pomocí volicí rotační vačky. Rozjíždění, zastavení traktoru nebo změna rychlostních stupňů se děje bez použití pedálu; nožní ovládání spojky u traktoru není.

Hlavní předností této konstrukce je, že převodovka umožňuje bezprostřední změnu pojízdné rychlosti traktoru v okamžiku změny pracovních podmínek — kolísavý pracovní odpor apod.

Vývodový hřídel je spojen s nářadím servomechanismem převodovky. Nezávislé tlačítkové ovládání vývodového hřídele umožňuje zvýšení účinnosti a pracovní otáčky stroje poháněného vývodovým hřídelem. Otáčky lze měnit tak snadno, že řidič traktoru může udržovat zemědělské stroje, poháněné vývodovým hřídelem, po celou dobu při optimální zátěži. Řidič nepřetíží stroj, nenastane ucpání na těžkých půdách a umožní zvýšení pracovní rychlosti na lehkých půdách tím, že udržuje stroj na konstantním zatížení. Vypnutí vývodového hřídele umožní okamžité zvýšení pojezdové rychlosti i docela na krátkých souvratích. Tato koncepce převodovky při použití na poli dává prakticky plynule měnitelný rozsah rychlosti při zachování stejné účinnosti, jako mají klasické převodovky. Je velmi výhodná při nižších pracovních rychlostech, při použití vývodového hřídele pro pohon zemědělských strojů (viz obr. 7 a 8).



7. Mechanická převodová skříň



8. Překrývání jednotlivých rychlostních stupňů u mechanické převodovky. Pracovní rozsah otáček motoru $n = 1400\text{--}2200$ ot/min.

ad b) Plynulé hydrostatické převody

Během posledních tří let vzrůstá zájem o možnost použití hydromotoru jako hnací síly namísto dosavadní klasické rychlostní skříně.

Myšlenka použít čerpadla a hydromotoru k přenosu výkonu není nová, ve skutečnosti sahá až do počátku tohoto století. Přesto však až do nedávna konstrukce nedosáhla takového stavu, že by jednotky, schopné přenášet potřebný výkon, mohly být vyráběny tak, aby pracovaly s přijatelnou účinností v mezích

svých rozměrů, váhy, nákladů a rozsahu pracovních rychlostí.

V současné době jsou v zahraniční literatuře již zveřejňovány nejen technické popisy různých způsobů konstrukčního řešení s technickoekonomickým rozбором, ale jsou publikovány i výsledky měření.

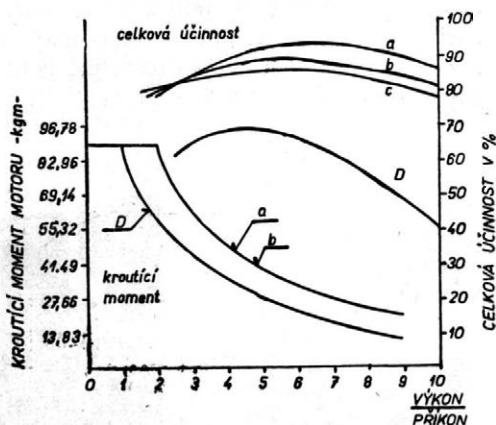
Tak například při srovnávání hydrostatického pohonu s hydrodynamickým pohonem je průběh křivky celkové účinnosti hydrostatického pohonu příznivější, má plošší charakter a dosahuje až 90 %. Křivka hydrodynamického pohonu dosahuje celkové účinnosti 83 % a má již strmější charakter. Podle literárních údajů je hydrostatický pohon pro tyto účely účinnější. Rovněž srovnáme-li obdrženy výkon v procentech z maximálního příkonu, je výhodnější hydrostatický pohon. Dosahuje až 86 % a křivka má příznivý plochý charakter, kdežto hydrodynamický pohon dosahuje jen 80 % a křivka má strmý charakter, tudíž nepoměrně horší průběh. Srovnáme-li hydrostatické motory o různém výkonu a pracovních otáčkách z hlediska účinnosti v závislosti na poměru obdrženy výkonu k danému příkonu, zjistíme, že:

a) Hydrostatický motor o výkonu 30 k při 1000 ot/min dosahuje účinnosti až 92 % a křivka účinnosti má příznivý plochý charakter.

b) Hydrostatický motor o výkonu 45 k při 1800 ot/min dosahuje účinnosti 87 % a křivka má paralelní průběh jako v předcházejícím případě.

c) Hydrostatický motor o výkonu 60 k při 2000 ot/min dosahuje účinnosti 85 % a křivka účinnosti má shodný průběh jako v předchozích příkladech. Jde-li o stejné hodnoty s předcházejícím příkladem, avšak jak motor, tak čerpadlo jsou normálního provedení, je dosaženo účinnosti pouze 68 % a křivka účinnosti má strmý charakter jak při stoupání, tak při klesání.

Z uvedených příkladů vyplývá, že má-li být dosaženo co největší účinnosti,



9. Srovnání hydrostatických motorů o různém výkonu a pracovních otáčkách

a = 30 k při 1000 ot/min.

b = 45 k při 1800 ot/min.

c = 60 k při 2000 ot/min.

D = totéž s běžným čerpadlem a motorem

je nutno věnovat mimořádnou pečlivost provedení čerpadla i motoru. Nejlepší účinnosti je dosaženo při výkonu 30 k a 1000 ot/min (viz obr. 9).

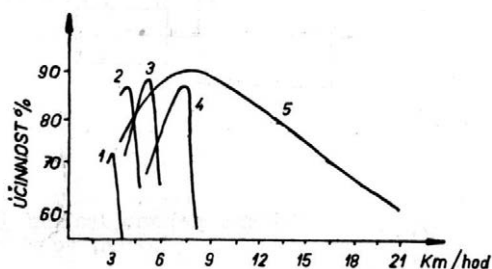
Konečně srovnáme-li celkovou účinnost mechanické převodové skříně traktoru s hydraulickou jednotkou, je průběh účinnosti následující:

Při rychlosti	Mechanická převodovka	Hydrostatická jednotka
3,5 km/hod	87 %	76 %
5 km/hod	89 %	86 %
6,4 km/hod	87 %	90 %
8 km/hod	86 %	92 %

Při dalších rychlostech křivka účinnosti mechanické převodky prudce klesá, kdežto u hydrostatické jednotky mírně klesá tak, že u rychlosti 21 km/hod je 62,5 %. Z uvedených hodnot vyplývá, že hydrostatická jednotka dosahuje vyšší účinnosti asi od 5,8 km/hod proti traktoru, který je vybaven mechanickou převodovkou. Uvážíme-li, že je všeobecný směr posunout pracovní rychlost traktoru s nářadím až do oblasti 8–9 km/hod (zrychlená orba, kultivace apod.) se současným požadavkem jemného odstupňování pracovních rychlostí v tomto pracovním rozsahu, je traktor, vybavený hydrostatickým pohonem, vhodným energetickým zdrojem, splňujícím technickoekonomické požadavky ze strany spotřebitele.

Protože hydrostatická jednotka dovoluje plynulost rychlostí od 0 až do maximální rychlosti, jsou zejména superplazivé plynulé pracovní rychlosti pod 1 km/hod velkou předností této jednotky, i když účinnost je horší než u mechanické převodovky. Dosažení superplazivé rychlosti u mechanické převodovky činí již potíže, neboť se musí zvládnout celkový převod zpravidla více než 1 : 4000 (viz obr. 10).

10. Porovnání účinnosti mezi mechanickou jednotkou a zkušební hydrostatickou jednotkou. Křivka 1 až 4 — mechanická převodovka; 5 — hydrostatická jednotka



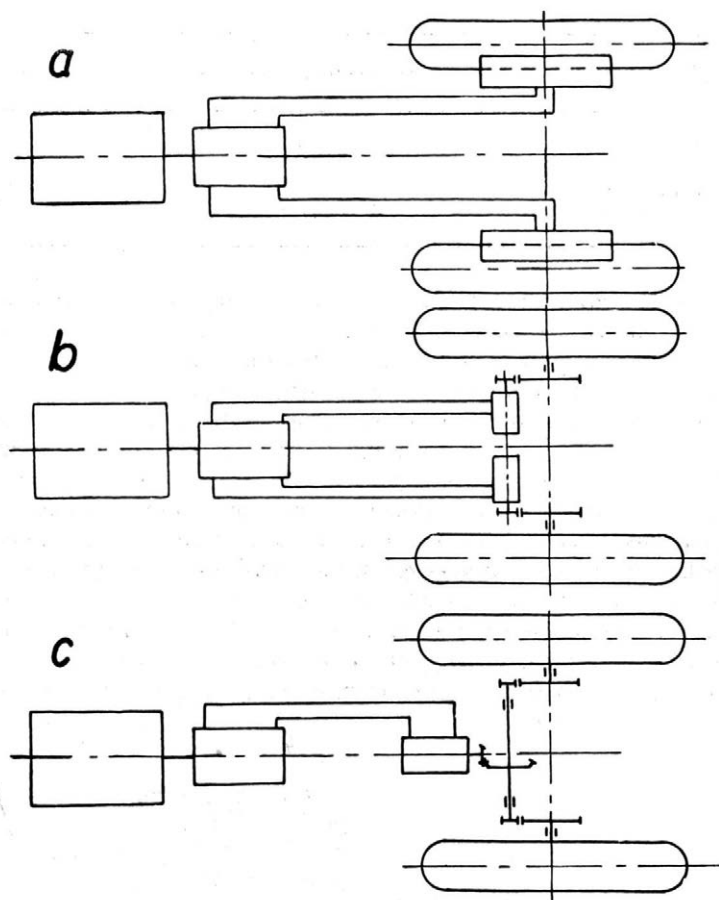
Z hlediska konstrukce jsou v podstatě tři způsoby řešení traktoru s hydrostatickým pohonem:

a) Hydrostatické motory, umístěné přímo v zadních kolech traktoru — nevhodné — neboť v tomto případě musí být hydrostatické motory konstruovány na maximální točivý moment, který se požaduje od traktoru příslušné výkonové třídy.

b) Hydrostatické motory, umístěné přímo na předloze zadních poloos. Konečný převod mezi zadními koly traktoru a hydrostatickými motory je mechanický. Výhoda — hydrostatické motory jsou rozměrově menších výkonů vzhledem k předcházejícímu způsobu řešení.

c) Hydrostatické motory nahrazují jen vlastní převody — stromeček — rychlostní skříně, ponechávají diferenciál a konečné převody v portále, čímž se dosahuje potřebného točivého momentu. Toto řešení má tu výhodu, že hydrostatický

motor vyjde ve značně menších rozměrech v důsledku nižšího potřebného točivého momentu, což nese další výhodu, že jak čerpadlo hydrauliky, tak hydrostatický motor vyjdou ve značně menších rozměrech (viz obr. 11).



11. Schéma pohonu trakční jednotky s hydrostatickým pohonem ve třech modifikacích

Tento způsob řešení může být realizován jako adaptace klasického typu traktoru. Není to však hospodárná konstrukce, neboť pořizovací náklady jsou vyšší ve srovnání se speciálním hydrotraktorem. Je velmi těžké odhadnout náklady hydrostatického převodu bez srovnání dvou kompletních traktorů, z nichž každý by byl konstruován pro optimální použití zvláštních převodovek. Podobně je nesnadné odhadnout hodnotu zlepšeného výkonu, dosaženého na podkladě širokého rozsahu poměrů využití a výkonu. Z hlediska životnosti uvádějí v zahraničí, že traktor s hydrostatickým pohonem odpracoval 5000 pracovních hodin do první generální opravy, aniž by byla vyměněna některá součástka.

Závěrem o plynulých převodech uvádím výhody a nevýhody:

- a) Plynule měnitelný převodový poměr dovoluje plynulé přizpůsobení pracovní rychlosti traktoru různým podmínkám a dává nejlepší využití výkonu motoru.
- b) U traktoru vybaveného závěsnými zemědělskými stroji, poháněnými vývo-

dovým hřídelem traktoru, lze měnit pojezdnou rychlost traktoru nezávisle na otáčkách vývodového hřídele. To je zejména důležité u samohodných kombajnů, kde otáčky bubnů a dopřednou rychlost lze měnit nezávisle na sobě.

c) Je zde velké zlepšení ovládatelnosti traktorů, což umožňuje snazší a rychlejší ovládání nakládačů a ostatních podobných nářadí.

d) Automaticky se získává plynule měnitelná plazivá rychlost, neovlivněná půdními podmínkami pro ty práce, které ji vyžadují.

e) Použití hydrostatických motorů při konstrukci energetického zdroje s pohonem na čtyři kola je velmi výhodné.

f) Vypuštění mechanického způsobu pohonu dává více volnosti konstrukci v celkovém uspořádání, umístění nářadí, pohodlí řidiče, dosažení požadovaných vnějších rozměrů pro speciální účely apod.

Nevýhoda spočívá vlastně jen v tom, že v současné době jsou výrobní náklady o 10–20 % vyšší než u dosavadních traktorů, vybavených mechanickou převodkou. Tyto vyšší náklady jsou však řešitelné, zvláště dojde-li k maximální unifikaci a typizaci jak hydraulických čerpadel, tak hydrostatických motorů pro všechny obory československého národního hospodářství, popřípadě bude-li tato unifikace a typizace v souladu s požadavky států RVHP.

Technickoekonomický rozbor přenosu energie s vytyčením perspektivního směru

Z uvedených rozborů vyplývá, že zavedeme-li u zemědělských mechanizačních prostředků nové elementy pro přenos energie, můžeme získat vhodnější rozmístění pohonných jednotek, a tím možnost nového výhodnějšího uspořádání pracovních orgánů u zemědělských strojů. Provoz se stane bezpečnější, s plynulou regulací maximálních výkonů celkových soustrojí při menší námaze obsluhujícího personálu.

Zavedení nových regulačních a rozvodových elementů dává lepší podmínky pro rozvoj automatizace, neboť tyto mechanismy lze výhodněji dálkově ovládat, než jak tomu bylo u dosud používaných mechanických převodů.

Rozbory však ukazují také nevýhody těchto regulačních a rozvodových elementů, kde zůstává jako nejzávažnější otázka pořizovací cena, která je vyšší proti nákladům, spojeným s dosud používaným mechanickým přenosem. Rovněž jsou náročnější na obsluhu a údržbu proti stávajícím mechanismům, které snášejí těžké provozní podmínky, jež jsou u zemědělských strojů.

V jednotlivých statích byly provedeny rozbor rozvodů energie, z čehož vyplývá:

a) Mechanický přenos

Přenos energie mechanickou cestou je z hlediska výrobce i spotřebitele až dosud nejvýhodnější. Je zde používáno materiálů běžné jakosti, zařízení z hlediska výroby není náročné a nečiní potíže z hlediska údržby v provozu. Celkem lze konstatovat, že přenos energie mechanickou cestou na kratší vzdálenosti je nejvýhodnější. Nevýhoda těchto mechanismů spočívá zejména v obtížném řešení pro některé případy, kde jde o přenos větších výkonů a na větší vzdálenosti.

b) Hydraulický přenos

Přenos energie hydraulickou cestou je z hlediska pořizovací ceny ve srovnání se způsobem mechanickým nákladný. Vyplývá to především z toho, že uvedená zařízení jsou dosud vyráběna ve velmi malých sériích, bez speciálního výrobního zařízení, téměř kusově. Jsou velmi náročná na přesnost výroby. Větší vůle umožňují zvýšení ztrát, což se projevuje na špatné účinnosti a životnosti. Požadovaná přesnost, na níž je založena účinnost čerpadel hydromotorů, nebývá v provozu trvale — zvětšuje se opotřebením součástí. Životnost zařízení dosahuje podle zahraniční literatury až 5000 provozních hodin. Ve srovnání s klikovým mechanismem motoru, kde životnost je maximálně 3000 provozních hodin, je to životnost podstatně vyšší. Provozní tlaky jsou dnes v zahraničí používány až 280 atp., což vzniká z titulu dosažení malých rozměrů a váhy. Tento způsob přenosu energie má velké perspektivy.

c) Pneumatický přenos

Přenos energie pneumatickou cestou se uplatňuje jen tam, kde je bezpodmínečně nutné dosáhnout mžikových pohybů, a kde je společný zdroj tlakového vzduchu pro více pracovních jednotek.

Tento způsob přenosu energie neuspěl pro malou citlivost a nepřesnou stavitelnost neseného nářadí. Uvedené důvody mluví pro nevhodnost používání tlakového vzduchu pro pohon a ovládání zemědělských strojů. Proto nelze předpokládat, že dojde k uplatnění tlakového vzduchu pro účely mechanizace zemědělství, i když výhodou zde zůstává snadná akumulace energie, což však nevyváží pořizovací náklady, zvláště kompresor, který tvoří základní položku investic.

d) Elektrický přenos

U elektrického rozvodu energie se situace poněkud liší proti předešlým způsobům přenosu energie. Rozvod elektrické energie pro stacionární zemědělské stroje je v našem státě téměř zásadně používán. Avšak pohon jednotlivých strojů se děje vždy pouze jedním elektromotorem a vlastní rozvod energie na jednotlivé pracovní orgány je obstaráván mechanickou cestou.

Rozvod energie elektrickou cestou u zemědělských strojů mobilních jako náhrada za dosud používané rozvody energie mechanickou cestou je z hlediska investic proti hydraulickému pohonu příznivější. Je možno zde použít dosavadních sériově vyráběných elektromotorů a generátorů, které mají výhodnější pořizovací cenu, jsou méně náročné na obsluhu a údržbu a jejich poruchovost je téměř nepatrná.

Elektromotory lze snadno připojit a odpojit, aniž by zde hrozilo nebezpečí znečištění nebo jiných závad, které se mohou vyskytovat u hydropohonů. Elektrický rozvod energie lze ovládat sériově vyráběnými vypínači, které jsou opět levnější než rozvody a ovládače hydraulické.

Další výhodou pohonu zemědělských strojů elektrickou cestou je možnost snadného připojení několika elektromotorů na jeden generátor.

Z uvedených rozborů vyplývá, že pro pohon zemědělských strojů mobilních lze považovat rozvod energie elektrickou cestou za výhodnější proti hydraulickému rozvodu a přenosu energie. Pořizovací cena přenosu energie elektrickou cestou bude vyšší než u převodů mechanických, což vyplývá již z váhy celého zařízení, která je vyšší než u mechanických převodů. Rovněž jejich kilogramová cena se neúměrně zvyšuje. Bude-li generátor umístěn přímo na traktoru, bude možno po-

užít ho jako zdroje energie pro pohon různých zemědělských strojů, čímž se zlepší jeho využití vzhledem k vynaloženým investicím.

Přednost elektrického pohonu proti mechanickému pohonu zůstává hlavně ve snížené úrazovosti, která je dosud značná při přenosu energie z traktoru na zemědělský stroj kardanovým hřídelem.

Při přenosu energie elektrickým proudem o vyšším kmitočtu spočívají jeho výhody zejména v menší váze celého zařízení, protože však výroba uvedených generátorů a příslušných motorů není u nás dosud zavedena a stávající generátory i motory jsou váhově k danému přenášenému výkonu příliš neúměrné k jiným způsobům přenosu, zůstává tento způsob přenosu energie v současné době mimo řešení.

Přenosu energie u strojů pracujících v zahradnictví, zejména ve sklenících, je nutno věnovat větší pozornost, než tomu bylo doposud.

Signalizační zařízení

Aby se mohlo spolehlivě a okamžitě zjistit během práce, zda energetický zdroj pracuje ve své nejvýhodnější ekonomické oblasti, je třeba denně kontrolovat průměrné zatížení stroje, neboť tím je dána možnost sledovat celkovou životnost stroje; stávající měřicí zařízení je nutno na energetickém zdroji doplnit:

- a) průtokoměrem paliva, zapojeným na okruh palivového čerpadla motoru;
- b) měřicím přístrojem, zaznamenávajícím průběh pojezdové rychlosti energetického zdroje;
- c) měřicím přístrojem, zaznamenávajícím průběh tažné síly, vyvozeným energetickým zdrojem při práci;
- d) praceměrem, vyvinutým ve VÚZT.

Uvedené měřicí zařízení je třeba za spolupráce odborníků energetických zdrojů vyvinout v příslušných ústavech, které se zabývají měřicí technikou v tomto oboru.

Souhrn

Článek uvádí některé z problémů, které po úspěšném vyřešení umožní nastoupit cestu k zavedení automatizace řízení energetických zdrojů včetně zemědělského nářadí a strojů.

Je však nutno počítat s tím, že pořizovací náklady těchto základních mechanizačních prostředků budou vyšší než u dosavadních prostředků — v zahraničí uvádějí hodnotu asi o 10–20 % vyšší.

Zvýšené pořizovací náklady jsou však vyváženy zvýšením výkonu při práci, zlepšením technických ukazatelů a posléze podstatným všestranným zlepšením péče o pracujícího. A to je jeden z hlavních důvodů, proč se přistupuje k zavádění automatizace. Zlepšení zdravotních podmínek, snížení únavy řidiče při práci, vytvoření příznivých klimatických podmínek při současném zvýšení produktivity práce ve všech technickoekonomických ukazatelích je hlavním cílem, kterým jsou vedeni příslušní pracovníci v oboru zemědělského strojírenství a z výzkumných ústavů.

Ve snaze, abychom v co nejkratší době dosáhli vytčeného cíle, je nutno vynaložit mimořádné úsilí a úzkou spolupráci všech odborníků nejen v ČSR, ale spolupracovat i se specialisty tohoto oboru v zahraničí. Bude-li toto úsilí podporováno vrcholnými hospodářskými orgány, není důvodu, proč bychom tyto velmi těžké úkoly nezvládli v takových termínech, jak to vyžaduje národní hospodářství.

1. A. F. Goluběj, I. G. Loginov: „Avtomatičeskoje voždenije traktora S 80“, Mechanizacija i elektrifikacija soc. selsk. chozajstva, č. 1, 1959. — 2. Robert L. Erwin, C. T. (Mike) O'Harrow: „A New Tractor Transmission“, Tractor and Implement Division Ford Motor Company. — 3. E. H. Bowers, C. N. King: „Hydraulics in Agriculture“, Hydraulics Power Transmission, March 1959. — 4. Pietro Bosi, Luigino Martelli: „La traffice tele-radio-guidata presentata ad Ozzano Emilia“, Machine & Motori Agricoli, č. 9/1959.

Передача энергии и новые направления в руководстве энергетическими источниками в сельском хозяйстве

В статье приводятся некоторые из проблем, успешное решение которых даст возможность стать на путь внедрения автоматизации в руководстве энергетическими источниками, в том числе и сельскохозяйственными орудиями и машинами.

Однако необходимо считать с тем, что расходы по приобретению этих основных средств механизации будут выше существующих — за границей приводится приблизительно на 10—20 % более высокая стоимость.

Повышенные расходы по приобретению машин и орудий, однако, возмещаются повышением производительности работ, улучшением технических показателей и затем существенным улучшением заботы об обслуживающем персонале. Это является одной из основных причин, почему мы приступаем к внедрению автоматизации. Улучшение санитарных условий, снижение усталости водителя при работе, создание благоприятных климатических условий при одновременном повышении производительности труда по всем технико-экономическим показателям являются главной целью, которую преследуют все соответствующие работники в области сельскохозяйственного машиностроения и сотрудники соответствующих сельскохозяйственных научно-исследовательских институтов.

Для того, чтобы в кратчайший срок достичь намеченной цели, необходимо принять все меры и установить тесное сотрудничество всех специалистов не только в пределах ЧСР, но и заграничных специалистов в этой области. Если это стремление будет поддерживаться со стороны вышестоящих хозяйственных органов, нет сомнения в том, что нам удастся справиться с этими трудными заданиями в сроки, требуемые народным хозяйством.

Übertragung der Energie und neue Richtungen bei der Lenkung der Energiequellen in der Landwirtschaft

Der Artikel befaßt sich mit einigen der Probleme, deren erfolgreiche Lösung es gestatten wird, den Weg zur Einführung der Automatisierung der Lenkung der Energiequellen einschließlich landwirtschaftlicher Geräte und Maschinen zu beschreiten.

Es ist jedoch notwendig damit zu rechnen, daß die Anschaffungskosten für diese Grundmittel zur Mechanisierung höher sein werden als für die bestehenden Mittel — im Ausland wird ein Wert genannt, der etwa 10 bis 20 % höher liegt.

Die erhöhten Anschaffungskosten werden jedoch durch die erhöhte Arbeitsleistung, durch die Verbesserung der technischen Kennziffern und schließlich durch eine wesentliche allseitige Verbesserung der Fürsorge um den Werktätigen aufgewogen. Und dies ist eine der Hauptursachen, warum wir an die Einführung der Automatisierung herantreten. Die Verbesserung der hygienischen Bedingungen, die Verringerung der Ermüdung des Lenkers bei der Arbeit, die Schaffung günstiger klimatischer Bedingungen bei gleichzeitiger Erhöhung der Arbeitsproduktivität in allen technisch-ökonomischen Kennziffern bildet das Hauptziel, von dem sich die einschlägigen Mitarbeiter auf dem Gebiete des Landmaschinenbaus und der Forschungsinstitute leiten lassen.

In dem Bestreben, das Ziel, das wir uns gesteckt haben, möglichst schnell zu erreichen, ist es notwendig, außerordentliche Anstrengungen und eine enge Zusammenarbeit aller Fachexperten zu entfalten und zwar nicht nur im Rahmen des tschechoslowakischen Staatsgebietes, sondern auch mit den Spezialisten im Ausland. Wenn diese Bemühungen von den wirtschaftlichen Gipfelorganen unterstützt werden, besteht kein Grund zu der Annahme, daß wir diese sehr schweren Aufgaben nicht in solchen Terminen meistern könnten, wie dies unsere Volkswirtschaft fordert.

ZPRÁVA O VÝZKUMU V OBORU BIOPLYNU V NDR

Výroba metanu v zemědělském provozu je komplexem tří hlavních problémů, a to energetické bilance (produkce plynu, vlastní spotřeba energie stanice apod.), vlivu vykvašeného materiálu na rostlinu a půdu a mechanizace celého komplexu prací s hnojem. Výrobu metanu nelze posuzovat jen z hlediska získání nového zdroje energie, nýbrž ve vzájemné souvislosti všech tří otázek. Rozhodujícím činitelem je ekonomické zhodnocení provozu bioenergetické stanice v souvislosti s využitím hnojiv.

Výroba metanového plynu v zemědělství je výzkumnou otázkou (v zemědělské výrobě souvisí bezprostředně s výrobou živočišnou jako dodavatelem stájových hnojiv a s výrobou rostlinnou jako spotřebitelem), neboť vyžaduje výzkumné řešení dílčích problémů v oboru biologie, výživy rostlin, tepelné techniky, mechanizace, staveb a ekonomiky.

Zprávu o výzkumu v oboru bioplynu v NDR přinášíme z toho důvodu, aby nedocházelo u nás k výstavbě zařízení na výrobu metanového plynu (JZD Oplot a JZD Pasohlávky), neboť výzkumné problémy nejsou dosud vyřešeny a jak ze zahraničních poznatků vyplývá, zůstane tato problematika ještě dlouho otevřená.

V r. 1953 byl na závěr zasedání, svolaného Ústředním úřadem pro výzkum a techniku v Berlíně, vytvořen pracovní kolektiv „Bioplyn“. Iniciativu měla sekce půdoznalství, rostlinné výživy a orby Německé akademie zemědělských věd v Berlíně. Za předsedu byl zvolen prof. dr. Schmalfuss z Ústavu pro rostlinnou výživu a půdoznalství při universitě v Halle. K tomuto grémiu patřili zástupci zemědělské vědy, zemědělské techniky, průmyslu, konstrukčních kanceláří, správy, jakož i Ústředního úřadu pro výzkum a techniku. První schůze pracovního kolektivu „Bioplyn“ se konala dne 10. července 1953. Na této poradě bylo především poukázáno na důležitost a nutnost dobré a rozumné koordinace ve všech otázkách výzkumu v oblasti výroby a využití bioplynu. Na základě vývodů prof. Kertschera, jenž se jako první v NDR zabýval problémem výroby bioplynu a přikročil ke stavbě větší výroby bioply-

nu ve Freienbessingen, byl problém výroby bioplynu uznán za důležitý a doporučeno, aby byl zařazen jako státní úkol. Jako hlavní problém při výzkumu bioplynu bylo uvedeno:

1. získávání a využití plynu a
2. zlepšené získávání a využití mrvy.

V diskusi bylo poukázáno zejména na to, že při obvyklé produkci chlévské mrvy vznikají ztráty hmoty průměrně 30—50 % a ztráty dusíku asi 25—30 %. Výhody výroby bioplynu záleží naproti tomu ve skutečnosti, že nevznikají téměř žádné ztráty na hmotě a dusíku, poněvadž kvašení probíhá bez přístupu vzduchu.

Na další schůzi pracovního kolektivu „Bioplyn“ byly rozděleny hlavní výzkumné projekty na ústavy, jež se zabývají získáváním bioplynu. Podle toho měly oba ústavy pro zemědělskou chemii university v Halle a v Rostocku usilovat o vyjasnění dosud nevyřešených problémů zemědělské chemie.

Zkušební a výzkumný zemědělský ústav v Jeně-Zwätzen měl vyzkoušet, do jaké míry lze zapojit výrobu bioplynu do zemědělského velkopodniku a jaké jsou možnosti nejlepšího využití kvasného kalu. Mělo se vyzkoušet, zda je účelnější kvasný kal kompostovat nebo jej v cisternách vyvážet hned na pole. Zajímavá byla dále otázka, zda se má vyráběného metanu používat v domácnosti nebo jako pohonné látky pro traktory. — Ústav pro zemědělskou techniku v Potsdam-Bornimu a Vysoká škola technická v Drážďanech měly především sestavit energetické bilance, vyzkoušet materiál a odstranit větší technické obtíže. — Výzkumná stanice pro zemědělskou práci v Gundorfu dostala příkaz přezkoušet pracovně hospodářská hlediska. — Rozdělením jednotlivých výzkumných projektů byla vytvořena dobrá a účelná dělba práce. Tím bylo možno přistoupit k řešení celkového problému z nejrůznějších hledisek.

Nedostatkem materiálu vzniklo však velké zpoždění při výstavbě jednotlivých objektů. Mimoto některé důležité problémy získávání a využití bioplynu nebylo možno řešit, poněvadž nebyly k dispozici potřebné přístroje a stroje.

Pracovní kolektiv „Bioplyn“ se od r. 1953 sešel k deseti zasedáním. Na každé schůzi referovali jednotliví zástupci ústavů o dosažených vědeckých poznatcích, o postupu práce a vývoji stavby výroby. Touto výměnou poznatků bylo mnohdy zabráněno dvojí práci a nashromážděny zkušenosti.

V Ústavu pro zemědělskotechnickou nauku o podniku na Vysoké škole technické v Drážďanech byl v rámci výzkumného úkolu „Technologie výroby bioplynu“ zevrubně prozkoumán celkový komplex otázek. Přitom vyplynuly především potíže v energetickém hospodářství a v technice pracovního postupu. V oboru energetického hospodářství bylo možno při výzkumech zjistit toto: Vlastní spotřeba energie u výroby bioplynu, tj. energie potřebná k dosažení správné teploty kvasného materiálu, je příliš vysoká a činí v ročním průměru asi 40–60 % energie

z produkce plynu. Tuto vlastní spotřebu energie nebylo dosud možno snížit použitím energeticky úsporných metod při mezofilním, popř. termofilním kvašení. Podobně nebyly pro použití v kvasných nádržích nalezeny vhodné prostředky s malou vlastní spotřebou energie, jež by podstatně zvyšovaly výkon plynu. — Další výzkumy ukázaly, že potřebu energie zemědělského podniku nelze krýt bioplynem, poněvadž z čerstvého hnoje, jenž je k dispozici, lze vyzískat ve formě bioplynu jen 20–30 % celkové potřeby energie. Tím je vyloučena energetická soběstačnost zemědělských podniků. Velké potíže byly rovněž v oboru techniky pracovního postupu. Pokusy s použitím známých postupů k rozrušení plovoucích příkrovů nevedly k uspokojivým výsledkům. Přes vyvíjení těchto postupů nebylo v závěrečné fázi výzkumné práce do konce r. 1958 možno nalézt vhodný postup s únosnou spotřebou energie a stovebních nákladů. Přesné dodržování předepsané teploty v kvasné nádrži nebylo možné dosáhnout při vytápění uhlím proto, že chybělo vhodné zařízení k cirkulaci obsahu nádrže. Tuto potíž by snad bylo možno odstranit olejovým nebo svítiplynovým topením. K cirkulaci obsahu nádrže bylo nutno použít vyvíjeného zařízení k rozrušování plovoucího příkrovu. — Spalování bioplynu je uspokojivě možné jen v topeništích. Aby se dosáhlo hygienicky vyhovujícího spalování v plynových spotřebičích, bylo by nutno vyrobit speciální hořáky nebo by se musela podstatně zvýšit zápalná rychlost plynu. Obojí je spojeno s velkými technickými obtížemi a velkými náklady. — Na základě vzniklých obtíží byl ústav nucen vypracovat rozsáhlé úvahy o hospodárnosti výroby bioplynu s ohledem na budoucí vývoj, aby bylo zjištěno, zda rozsáhlé práce a náklady, nutné k odstranění těchto obtíží, jsou ještě odůvodněné. Z dosažených výsledků pokusů byly vzaty za základ dalších úvah tyto skutečnosti:

1. Jak bude ještě rozvedeno, ukazují výsledky výzkumných prací Ústavu pro rostlinnou výživu a půdoznalství při universitě v Halle, že anerobním kvašením

ve výrobnách bioplynu nelze v oboru hospodaření s hnojivý dosáhnout žádných výhod proti silům na hnojný kal.

2. Pracovně ekonomických výhod lze u výroben bioplynu dosáhnout pouze zařízením na odplavování hnoje.

Hospodárnost výroben bioplynu by se tedy musila dosáhnout pouze hospodárným využitím vyráběného bioplynu. Z přesných výzkumů, které se konaly v tomto směru, však vyplynulo, že odbyt bioplynu za vypočítanou výrobní cenu bioplynu (12 pf.) není možno zajistit v odpisové době. Odpisová doba by se musela zkrátit. Tím by se cena bioplynu příslušně zvýšila, takže by ani pro příští léta nebyla možná hospodárná výroba plynu. Přitom je ještě třeba mít na zřeteli, že po r. 1963 bude největší část plynu v NDR vyráběna centrálně v kombinátech Böhlen a Schwarze Pumpe z hnědého uhlí při vlastních nákladech asi 4—5 pf. Plyn bude rozváděn dálkovým plynovodem až na pobřeží Baltického moře. Až do r. 1963 je tu tedy mezera v zásobování energií, kterou by bylo možno zajistit bioplynem. K dosažení toho by však byla potřeba práce a především kapitálu příliš vysoká. Po uplynutí této doby nemá již energetické hospodářství zvláštní zájem na výrobě bioplynu, neboť jeho cena je poměrně vysoká a spalovací vlastnosti špatné. Současně lze uvést, že od r. 1963 se již nepočítá ani s přidáváním plynu z čistících stanic ke svítidly.

Na základě těchto výsledků výzkumů zakončil Ústav pro zemědělskou techniku koncem r. 1958 výzkumné práce v oboru výroby bioplynu. Zařízení, plánované jako výrobní bioplynu Ústavu v Potsdamu-Bornimu se staví jako zařízení pro odplavování hnoje. Tento krok je možný bez obtíží, poněvadž v nynějším stadiu stavby nebyly ještě postaveny žádné budovy speciálně pro výrobu bioplynu, jež by stály za zmínku.

Výrobní bioplynu, postavená ve Výzkumné stanici pro zemědělskou práci v Gundorfu měla dát informace o skutečném nákladu při odplavování hnoje při zařazení výrobní bioplynu, jakož i účinek tohoto způsobu odklizení hnoje

a výroby i využití bioplynu v podnicích. Zde byl rovněž průběh stavby výrobní bioplynu brzděn nedostatečným zásobováním materiálem. Slabiny v projektování se ukázaly při zahájení provozu prvních močůvkových jímek, přestavěných na kvasné nádrže. Zatímco vady v odplavovacím systému bylo možno odstranit, nebylo dosaženo nepropustnosti nádrže proti unikajícímu plynu. Proto byly postaveny nové dvě nádrže podle zkušeností s výrobnou Vysoké školy technické v Drážďanech. Foliovým vyložením však nebylo rovněž dosaženo očekávané nepropustnosti nádrže vůči plynu. — O odplavovacím zařízení na odklízování hnoje, vestavěném ve stájích pro volné ustájení pro 85 krav v Gundorfu, jsou k dispozici provozní zkušenosti, jež byly vyhodnoceny též na Vysoké škole technické v Drážďanech a v Ústavu pro zemědělskou techniku Potsdam-Bornim. Aby byla při odplavování hnoje zajištěna bezporuchová činnost čerpadel, bylo nutno rozmělnit veškeré krmivo a podestýlku na řezanku v délce 2—3 cm. Tyto podmínky se v praxi obvykle nedodrží. Spotřeba práce při odklízování hnoje tímto postupem je vyšší než u jiných způsobů odklizení hnoje. Denní vyvážení je z celoročního hlediska stěžejí možné. Je proto nutno vytvořit menší plynoměry nebo jiná opatření, aby bylo zaručeno denní vyprazdňování sběrné jímky. U čerstvého kalu je obsah sušiny s 6—8 % velmi nízký a vyžaduje proto dopravu 3—4násobného množství proti normálnímu čerstvému hnoji s 25 % sušiny. Podle zjištění jmenovaného Výzkumného ústavu v Gundorfu nelze z pracovněekonomického hlediska doporučit odplavování hnoje v kravínech s hrubou podestýlkou. V kravínech a vepřínech bez podestýlky může mít určitý význam. Tento problém se řeší, aby byla vypracována co nejlepší metoda pro praxi.

Hlavním úkolem Ústavu pro rostlinnou výživu a půdoznalství při Universitě v Halle byly zkoušky, které měly přispět k objasnění hnojivého účinku bioplynového kvasného kalu. Zkoušky se týkaly přeměn dusíkatých organických slouče-

nin před kvašením kvasného materiálu a po kvašení a zjišťování hnojivého účinku kvasného kalu. Bylo provedeno 5 kvasných a 3 polní pokusy. Výsledky čtyřletých pokusů ukazují, že bioplynový kvasný kal je bez další úpravy použitelný jako hnojivo. Dále bylo možno zjistit, že výnosnost bioplynového kalu lze posuzovat jako účinek dusíku, jak je tomu u všech druhů hnoje. Této výnosnosti lze podle toho dosáhnout i odpovídajícím hnojením síranem amonným. Co však zasluhuje zvláště povšimnutí, je skutečnost, že bioplynový kal má stejný účinek jako všechny druhy hnoje uložené bez přístupu vzduchu, ačkoliv u těch jsou menší náklady. Existují tedy způsoby přípravy hnoje, u nichž je efekt stejný a které se přesto velmi podstatně liší co do výše nákladů.

Velkovýroba ve Freienbessingen mohla být jen za největšího vypětí poněkud dohotovena. Vznikaly obtíže při opatřování materiálu na běžícím páse. Dodnes nebylo možno opatřit stroje a přístroje, jež by byly bývaly nutné k dalším výzkumům. Mezitím bylo také zjištěno, že nelze vestavět zařízení na od-

plavování hnoje, poněvadž pod dlážděním dvora je ještě $\frac{1}{2}$ m betonové vrstvy. Spotřeba práce a investičních nákladů by byla bývala příliš velká, měla-li být výrobní postavena. Pracovní kolektiv proto navrhl ministerstvu zemědělství a lesnictví, aby bylo zařízení přenecháno Státnímu statku Freienbessingen. Státní statek by mohl ještě velmi dobře použít kvasné nádrže jako sběrné jímky na močůvku a dobře využít motorů v podniku. Nepoužívané součásti by bylo nutno dobře konzervovat.

Na základě výsledků všech výzkumů jednotlivých ústavů a jejich porady na zvláštním zasedání pracovního kolektivu lze konstatovat, že za nynějšího stavu technologie nelze doporučit zavedení výroben bioplynu do zemědělské praxe.

Hlavními obtížemi je nedostatek vhodných metod ke snížení vlastní potřeby energie u výroben bioplynu, ke snížení vlastních nákladů a k rozrušování plovcového příkrovu v kvasných nádržích.

NAZV — Berlin

Sekce 2, Půdoznalství, rostlinná
výživa a orba

ODMĚNĚNÉ VĚDECKOVÝZKUMNÉ PRÁCE ČSAZV Z OBORU ZEMĚDĚLSKÉ TECHNIKY

Na osmém zasedání předsednictva ČSAZV, konaném dne 14. XII. 1959, byly odměněny cenami ČSAZV za vyřešené vědeckovýzkumné úkoly, na základě návrhu předsednictva odboru zemědělské techniky, tyto práce: „Výzkum zvýšení výkonnosti dopravních prostředků v zemědělství“ vzhledem k osvětlení celé problematiky zemědělské dopravy a „Rozbor ukazatelů spotřeby elektrické energie v zemědělství“ s ohledem na objasnění problematiky na úseku elektrizace zemědělství. O těchto dvou odměněných úkolech podáváme výtahy v tomto čísle, o další odměněné práci přineseme informace v některém z příštích čísel letošního ročníku našeho Sborníku.

Výzkum zvýšení výkonnosti dopravních prostředků v zemědělství

Otázky zemědělské dopravy vystupují v současné době stále více do popředí a stávají se nezbytným článkem v celém komplexu mechanizace zemědělské výroby. Uvážíme-li, že na 1 ha půdy nutno v průměru přepravit 30 t hmot a z toho dvě třetiny v podzimní špičce, vidíme, jaké úkoly nutno někdy zvládnout v krátkých agrotechnických lhůtách.

Řešení tohoto úkolu bylo započato studijním rozбором celé problematiky tak, aby byl znám stav výzkumu a vývoje této otázky ve světě. Z dosavadních zkušeností se jevílo nejúčelnější řešit tuto otázku zvláštní nápravou vozu, kterou by byl přenášen částečný kroučící moment motoru traktoru přes přenosový mechanismus na kola vozu. Vlastní výzkumná práce započala teoretickým rozбором hlavních otázek spojených s konstrukcí a využitím traktorového návěsu s hnanou nápravou, na které dosud zahraniční výzkum nedal jasnou odpověď.

Teoretické výpočty jsou číselně a graficky konkretizovány na příkladu kolového traktoru Z-25 K a traktorového ná-

věsu o nosnosti 2500 kg s hnanou nápravou, který byl zkonstruován ve VÚZT jako funkční model pro ověření potřebných údajů. Závěrem rozboru jsou dány již praktické závěry pro konstrukci. Jsou to zejména otázky stanovení maximální nosnosti návěsu k danému traktoru, stanovení rozměru pneumatik, volba převodové konstanty aj.

Dále byly sledovány i otázky spojené s jízdou agregátu v zatáčce. Jako výsledek uvádíme závěry, které je nutno při konstrukci dodržet:

a) Vzdálenost obou kloubů od závěsného bodu musí být taková, aby maximální výchylka byla rozdělena přibližně stejně na oba klouby tak, aby dílčí výchylka jednoho kloubu nepřekročila hodnotu 45° , což je nejvyšší přípustná hodnota vychýlení kloubu pro krátkodobý přenos kroučícího momentu.

b) Nutno brát v úvahu výchylku vývodu hřídele od podélné osy traktoru (u Z-25 K 60 mm), aby i za této okolnosti byly splněny podmínky uvedené v předchozím bodu.

c) Pevnostní výpočet kloubového hřídele musí vycházet z požadavku možnosti přenosu celkového kroutícího momentu motoru (při prokluzu kol).

d) Pro rovnoměrný přenos kroutícího momentu na nápravu návěsu je nutno, aby vidlice kloubů spojovacího hřídele byly v jedné rovině a aby výškový rozdíl hřídelů byl minimální.

e) Teleskopická část kloubového hřídele musí umožnit vzájemný posuv při průjezdu zatáček i při přejíždění terénních nerovností. (V našem případě je tento postup nejméně 120 mm, při délce spojovacího hřídele 220 mm, tj. vzdálenost mezi klouby.) Teleskopickou část nutno vzhledem k uvedeným hodnotám provést až za druhým kloubem.

f) Při tomto uspořádání se bude část kloubového hřídele mezi druhým kloubem a nápravou návěsu kryt s osou závěsu. K jeho určitým výchylkám dojde jen ve svislé rovině. S ústrojím nápravy je možno jej spojit pružnou spojkou.

Při výzkumu otázek hnané nápravy byl kladen důraz na její experimentální ověření v našich podmínkách. Byly měřeny maximální tažné síly, uskutečněny tahové zkoušky na dočasné louce a zasněžené louce, jakož i zkoušky při sklizni cukrovky a při přepravě chlévské mrvy. Zkoušen byl agregát traktoru Z-25 K s traktorovým návěsem s hnanou nápravou (funkční model) a traktor Z-Super kolový spolu s vysokozdvížným návěsem fy Jenz (NSR) s hnanou nápravou typu „Kessler“ o nosnosti 2780 kg, který byl dovezen v průběhu zkoušek ze zahraničí.

Z výsledků zkoušek měření maximálních sil byly učiněny tyto závěry:

a) Hnaná náprava návěsu je nejúčinnějším prostředkem pro zvýšení využití výkonu motoru a zvýšení tažné síly.

b) Hnaná náprava umožňuje realizovat nejen celkový výkon motoru, ale i určitý přebytek výkonu motoru, vzniklý rázovým přetížením a poklesem otáček (větší kroutící moment při nižších otáčkách a využití setrvačnosti rotující hmoty motoru).

c) Zpětný chod u hnané nápravy je nezbytným doplňkem konstrukce.

d) Bezpečnostní spojka, které se používá u některých typů náprav v přenosovém mechanismu, není vhodná z hlediska možného přechodného zvýšení výkonu a jeho uplatnění. Její umístění v převodovém mechanismu není nutné, ani s ohledem na poruchy.

Při tahových zkouškách Z-25 K s návěsem s hnanou nápravou VÚZT na povrchu, který se sice vyznačoval dosti velkým prokluzem, ale poměrně malým odporem valení, byl zjištěn přebytek výkonu. Tento výkon, resp. tažnou sílu, je možno přepočítat na vyšší náklad, vzadu připojený další přívěs nebo průjezd terénem s vyšším odporem valení. Dále bylo zjištěno, že optimální předběh traktoru se jeví v rozmezí 8–12 %.

Tahové zkoušky na zasněžené louce byly prováděny traktorem Z-Super kolovým a s návěsem typu Jenz. Návěs se blíží svými tahovými vlastnostmi více k vlastnostem traktoru, neboť je schopen vyvinout tažnou sílu pouze o 21 % menší než traktor. Tato přednost tohoto návěsu proti návěsu VÚZT spočívá především ve volbě vhodnějších pneumatik.

Při zimních zkouškách na sněhu traktor s návěsem bez zapojené hnané nápravy neprojel úvozovou cestu se stoupáním od 10 do 12°, vrstvou sněhu do 50 cm, ani při použití uzávěrky diferenciálu, kdežto při zapojení hnané nápravy byl tento zkušební úsek zdolán. Stejně pozorování bylo na zledovatělé vozovce, kde se mohl agregát pohybovat pouze při zapojené hnané nápravě. Při jízdě do svahu se stejně osvědčila hnaná náprava při zvýšené průjezdnosti a bezpečnosti řízení.

Při sklizni cukrovky vynikly přednosti hnané nápravy po ekonomické i provozní stránce v porovnání s potahovou dopravou, pomocí pásových traktorů a automobilů T-128.

Při vyklízení hnoje z hluboké stáje bylo použito agregátu Z-Super kolového a vysokozdvížného vozu s hnanou nápravou, který dovozoval připojení dalšího

přívěsu s nákladem 3500 kg; tímto způsobem přepravy byla podstatně zvýšena produktivita práce v porovnání s normálním způsobem odvozu pomocí přívěsů.

Na základě dosažených výsledků výzkumu byly vypracovány agrotechnické požadavky na pět různých návěsů s hnanou nápravou, na dva traktorové přívěsy s hnanou nápravou a na cisternu (přívěs fekální) s hnanou nápravou.

Aby bylo možno okamžitě použít výsledků výzkumu, obsahuje zpráva návod na svépomocné zhotovení hnaných ná-

prav adaptací pro opravný státních statků a STS.

V rámci ekonomického hodnocení, které vychází příznivě, je uveden výpočet ceny návěsu s hnanou nápravou v ČSR, otázky životnosti hnané nápravy a jejich použitelnost vzhledem k úsporám v zemědělském provozu.

Závěrem lze konstatovat, že po stránce technologie zemědělské výroby je otázka použití a využití zemědělských dopravních prostředků v podmínkách našeho zemědělství vyřešena.

Rozbor základních ukazatelů spotřeby elektrické energie v zemědělství

Vytváření velkých socialistických zemědělských podniků vyžaduje, aby bylo úplně přebudováno elektrické rozvodné zařízení včetně elektrických instalací zemědělských podniků. Neustále se zvyšující úkoly zemědělské výroby a zavádění komplexní mechanizace bude mít za následek zvýšení nároku na příkon a spotřebu elektrické energie. Pro plánovitě a hospodárně provedení všeho energetického zařízení, pro zajištění dostatečných elektrárenských výkonů a potřebného množství elektrické energie, je nutné znát energetické ukazatele, jichž budou zemědělské podniky i celý zemědělský sektor dosahovat v průběhu příštích 5–15 let. Aby se dosáhlo těchto vytčených cílů, bylo řešení úkolu rozděleno do tří částí.

V první části úkolu se řešila energetika elektrických spotřebičů, v druhé části energetika zemědělských provozoven a ve třetí části energetika celého zemědělského sektoru. V souhrnu bylo dosaženo těchto výsledků:

a) Vypracován návrh norem spotřeby elektřiny jednotlivých pracovních operací, potřebných pro celostátní a krajské plánování odběru elektřiny.

b) Stanoveny energetické ukazatele zemědělských podniků, potřebné pro plánování odběru elektřiny a pro získání podkladů k projektování elektrického zařízení smíšených farem v základních

výrobních oblastech. Jde především o měrnou spotřebu elektřiny na hektar půdy na dobytčí jednotku a na jednotlivé kusy dobytka. Přitom se došlo k poznatku, že správnější je uvažovat měrnou spotřebu vztahenou na dobytčí jednotku než na výměru půdy. Dále byl stanoven příkon, koeficient soudobosti a velikosti účinníku pro jednotlivé velikostní skupiny farem. Rovněž byly stanoveny ukazatele využití elektrického zařízení, potřebné pro ekonomické hodnocení elektrizace.

c) Stanoven perspektivní vývoj spotřeby elektřiny pro zemědělský sektor, vývoj ročního a denního průběhu elektřiny, vývoj denních, měsíčních a ročních nerovnoměrností v odběru elektřiny pro zemědělství.

Pro uplatnění výsledků výzkumu na KNV, v energetických rozvodných podnicích a v zemědělských projekcích ústavech byly organizovány prostřednictvím ČSAZV instruktáže o zásobování venkova elektřinou. Pro použití výsledků výzkumu na ONV (příp. STS) byly zpracovány příslušné metodické pokyny.

Uplatněním výsledků výzkumu se především řádně zajistí energetická základna pro naše zemědělství, takže v budoucnu nebude docházet k disproporcím mezi potřebou a dodávkou elektřiny. Výstavba zařízení potřebných pro dodávku

elektriny se bude dít hospodárně, což se až dosud nestávalo, protože nebyly žádné projekční podklady. Rovněž projekce přípojek smíšených farem se zjednoduší, protože dimenzování přípojek nebude v mnoha případech nutné složitě vypočítávat. Podstatný význam má stanovení vývoje energetických ukazatelů zemědělského sektoru, které bylo zpracováno v rámci plnění vládního usnesení č. 84 ze dne 22. 1. 1958. Vezmeme-li v úvahu, že při výstavbě elektráren stojí 1 kW instalovaného výkonu 2500—5000 Kčs, pak je jasné, že velmi záleží na tom, aby byla stanovena s co největší přesností výše potřebného výkonu pro jednotlivé národohospodářské sektory, a tedy i pro zemědělství.

Uvedenou částku 2500—5000 Kčs na 1 kW výkonu je nutno respektovat také při zařazování nových spotřebičů do zemědělství. Ve zprávě uvedené hodnoty maximálních příkonů zemědělských provozoven jsou stanoveny tak, aby náklady na výstavbu energetických zařízení byly co nejmenší. Nedodrželi-li se uvedené příkony např. nesprávným využíváním a používáním většího počtu mlátiček, pracujících v době denní špičky, je nutné si uvědomit, že např. zařazováním každé další mláticí soupravy s mlátičkou MAR-90 a řezačkou ŘVM-42 mohou být vyvolány dodatečné investice v částce řádově asi 100.000 Kčs. Dodržováním zásad uvedených ve zprávě se pochopitelně tyto částky ušetří.

Podepsáno k tisku dne 21. V. 1960