

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ V LIBERCI  
NOSITELKA ŘÁDU PRÁCE

fakulta strojní

obor 23-21-8

Stroje a zařízení pro chemický, potravinářský  
a spotřební průmysl

zaměření:

Textilní a oděvní stroje

Katedra textilních a oděvních strojů

Název tématu : Zhodnocení soukací jednotky z hlediska  
energetické náročnosti

Jméno: Alena Liptáková

Vedoucí práce: Ing. Jaroslav Beran CSc.

Konzultant: Josef Viták

Rozsah práce a přílohy:

Počet stran	52
Počet příloh	1
Počet tabulek	20
Počet obrázků	17
Počet grafů	11

Vysoká škola: strojn<sup>í</sup> a textiln<sup>í</sup> v Liberci Fakulta: strojn<sup>í</sup>  
Katedra: textiln<sup>í</sup>ch a oděvn<sup>í</sup>ch strojů Školn<sup>í</sup> rok: 1985/86

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE (PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

pro Alenu Liptákovou  
obor 23 - 21 - 8 Strojní zařízení pro chemický, potravinářský  
a spotřební průmysl

Vedoucí katedry Vám ve smyslu nařízení vlády ČSSR č. 90/1980 Sb., o státních závěrečných zkouškách a státních rigorozních zkouškách, určuje tuto diplomovou práci:

Název tématu: Zhodnocení soukací jednotky z hlediska energetické  
náročnosti

### Zásady pro vypracování:

1. Charakterizujte jednotlivé uzly soukací jednotky.
2. Na základě měření elektrického výkonu porovnejte jednotlivé uzly soukací jednotky stroje AUTOSUK.
3. Porovnání z hlediska energetické náročnosti proveďte mezi soukací jednotkou stroje AUTOSUK a obdobnou jednotkou firmy Mayer.
4. Stanovte teoretické závislosti energetické náročnosti soukací techniky v závislosti na rychlosti soukání.

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ  
Ústřední knihovna  
LIBEREC 1, STUDENTSKÁ 8  
PSČ 461 17

Rozsah grafických prací: tabulky naměřených hodnot, grafické závislosti energetické náročnosti  
Rozsah průvodní zprávy: 15 stran strojopisu formátu A4

Seznam odborné literatury:

Nosek, S.: Fyzikální závislosti energetické náročnosti tkací techniky. Textil č. 9, 10. 1984  
Firemní podklady KVÚ Elitex


Vedoucí diplomové práce: Ing. Jaroslav Beran, CSc.

Datum zadání diplomové práce: 27. 9. 1985

Termín odevzdání diplomové práce: 23. 5. 1986

L. S.

Prof. Ing. Vladimír Prášil, DrSc.  
Vedoucí katedry

  
Doc. Ing. Ján Alaxin, CSc.  
Děkan

v ..... Liberci ..... dne ..... 23. 9. ..... 1985

" Místopřísežně prohlašuji, že jsem diplomovou  
práci vypracovala samostatně s použitím uvedené  
literatury."

V Liberci dne 20.5.1986

*Liptáková Alena*  
Liptáková Alena

V úvodu této práce bych ráda poděkovala za pomoc vedoucímu práce s. Ing.J.Beranovi CSc. a konzultantovi s. J.Vitákovi. Současně děkuji za umožnění měření na soukacích jednotkách v KVÚ Elitex.

## OBSAH

- 1.1. Úvod
- 1.2. Teorie soukání, soukací stroje
- 1.3. Autosuk 2008
- 1.4. Měření elektrického výkonu a elektrické práce u střídavého proudu
  
2. Měření elektrického výkonu a energie u Autosuku 2008
  - 2.1. Měření příkonu jednotlivých uzlů
    - 2.1.1. Popis měření a zapojení
    - 2.1.2. Závěr měření
  - 2.2. Vliv přitlaku na příkon stroje
    - 2.2.1. Přitlak křížové cívky
    - 2.2.2. Měření přitlaku a příkonu
    - 2.2.3. Závěr měření
  - 2.3. Měření příkonu na dalších jednotkách Autosuku 2008
    - 2.3.1. Vlastní měření
    - 2.3.2. Závěr měření
  - 2.4. Měření energie
  
3. Měření elektrického výkonu a energie na jednotce Mayer RC6
  - 3.1. Měření jednotlivých uzlů
    - 3.1.1. Popis měření a zapojení
    - 3.1.2. Závěr měření
  - 3.2. Měření energie
  
4. Určování hmotných momentů setrvačnosti
  - 4.1. Určení hmotného momentu setrvačnosti rozvaděče
    - 4.1.1. Metoda padajícího tělesa
    - 4.1.2. Vlastní měření
  - 4.2. Určení hmotného momentu setrvačnosti cívky

5. Měření rychlosti soukání a časových změn

5.1. Popis měření a zapojení

5.2. Závěr měření

6. Teoretické závislosti energetické náročnosti soukací jednotky

6.1. Měrná spotřeba energie

6.2. Výkon soukací jednotky

6.3. Elektrický příkon, elektrická energie a měrná spotřeba energie

6.3.1. Ustálený příkon soukací jednotky

6.3.2. Energie na rozběh cívky

6.3.3. Vliv přetrhů a navazování na spotřebu energie

6.3.4. Vliv rušení pásmového vinutí na spotřebu energie

7. Závěr

## Seznam použitých zkratek a symbolů

$a$	- zrychlení břemene
$\cos \varphi$	- účinník
$e$	- energetická náročnost
$f_{\check{c}}$	- koeficient čepového tření
$F$	- přítlak cívky
$g$	- tíhové zrychlení
$G_i$	- tíha
$h$	- proběhnutá dráha
$i$	- počet cyklů přetrhů
$I_o, I_R, I_c$	- hmotný moment setrvačnosti
$I_{red}$	- redukovaný hmotný moment setrvačnosti
$k_1, k_2$	- konstrukční konstanty
$M_k$	- kroutící moment
$M_{\check{c}i}$	- moment čepového tření
$P$	- elektrický výkon, příkon
$r$	- poloměr cívky v bodě valení
$r_{\check{c}i}$	- poloměr čepu
$R$	- poloměr rozvaděče
$R_x, R'_x, R'_y, R_y$	- reakce v uložení
$T$	- tečná reakce
$T_i, t_i$	- čas
$U$	- výkon soukací jednotky
$v$	- obvodová rychlost rozvaděče
$\Delta W$	- změna elektrické energie
$\Delta W_k$	- změna kinetické energie
$\Delta W_p$	- změna energie vlivem pasivních odporů
$\varepsilon$	- úhlové zrychlení
$\eta_E$	- energetická účinnost
$\rho$	- měrná hustota návinu
$\varphi$	- fázový posuv
$\omega$	- kruhová frekvence, úhlová rychlost



## 1.1. ÚVOD

Na XVII. sjezdu Komunistické strany Československa v politické zprávě ÚV KSČ, kterou přednesl generální tajemník s. Gustav Husák, byla zhodnocena oblast palivoenergetické situace slovy:

" Mimořádnou pozornost budeme i nadále věnovat palivoenergetickému zabezpečení národního hospodářství. Je to vážný, prvořadý úkol, v němž nemůžeme nic zanedbat. V palivoenergetické oblasti hlavním článkem naší politiky je orientace na úsporu paliv a energií ve všech oblastech výroby a spotřeby a na získání nových zdrojů energie."

Složitá energetická situace klade zvýšené nároky a požadavky na úsporu energie, paliv a dalších surovin, a to nejen na spotřebitele, ale i na výrobce strojních zařízení t. j. především konstruktéry a technology.

Na jedné straně je požadováno zvýšení výkonu strojního zařízení, jeho spolehlivosti, životnosti, univerzálnosti nebo speciálního použití, odstranění vlivu lidského faktoru a ještě jiná kritéria a požadavky, což bývá většinou na druhé straně spojeno se zvýšením odběru elektrické energie tohoto zařízení.

Jedním z ukazatelů energetické náročnosti stroje bývá měrná spotřeba energie, která představuje podíl elektrického příkonu stroje na jeho dosahovaném výkonu.

Při zvyšování požadovaného výkonu stroje dochází k většímu zvýšení elektrického příkonu stroje, protože současně dojde k zvýšení odporů proti zvýšenému odčerpání přírodních zdrojů při zachování stejné technické úrovně zařízení t. j. zejména jeho konstrukčních parametrů.

Z ekonomického a společenského hlediska je nutné najít určité pásmo, kdy má význam zvyšovat výkon stroje, u kterého

by ještě nedocházelo k podstatnějším energetickým ztrátám.

Zjišťování energetické náročnosti u strojních zařízení, zejména pak její snižování s využitím moderních poznatků vědy a techniky má značný vliv na rozvoj našeho národního hospodářství.

## 1.2. TEORIE SOUKÁNÍ, SOUKACÍ STROJE

Soukáním označujeme operaci, kdy se příze převíjí na vhodná cívková tělesa pro další zpracování. Současně dochází k čištění převíjené příze nebo i k její úpravě (parafinování). Příze může být soukána z potáčů, z křížových cívek nebo zbytků křížových cívek. K tomuto účelu slouží soukací jednotky v různých typech a variantách.

Automatické křížem soukací stroje jsou vybaveny zařízením pro samočinné navázání konců příze při přetrhu nebo výměně předlohy.

Dnes dodávané automatické křížem soukací stroje dosahují maximálně pěti stupňů automatizace:

- a) Po přetrhu nebo přestřižení příze čističem nebo po spotřebování předlohy je automaticky na křížové cívce vyhledán horní konec příze, který je pak společně s dolním koncem zaveden do vazače uzlů. Po vytvoření uzlů je automaticky soukací jednotka uvedena do chodu.
- b) Po spotřebování předlohy je automaticky vysunuta prázdná dutinka a na její místo se přemístí nová předloha.
- c) Automatická příprava předloh se zatím uplatňuje hlavně při použití potáčů, které jsou na jednom konci soukacího stroje volně nasypány do zásobníku potáčů. Automatizační zařízení nejprve potáč orientuje, potom vyhledá konec příze, připraví potáč k soukací jednotce, umístí jej do zásobní polohy a zachytí konec příze.

- d) Operace automatického snímání navinuté křížové cívky, nasazení nové dutinky a spuštění soukací jednotky.
- e) Přeprava navinutých křížových cívek do paletizačního zařízení na konci stroje, kde se cívky automaticky ukládají do palet vhodných pro další zpracování.

Dle počtu soukacích jednotek a počtu obsluhujících vazačů uzlů se soukací stroje s nepravidelným soukáním dělí:

1) stroje s vazačem u každé jednotky

výrobce	ELITEX (ČSSR)	typ	AUTOSUK
	SAVIO (ITÁLIE)		RSA
	LEESONA (USA)		UNICONER

výhoda: Automatizační zařízení ihned naváže přetrženou přízi nebo při výměně potáče, takže dochází k minimálním časovým ztrátám.

2) stroje, kde vazač obsluhuje více soukacích jednotek

- existují dva typy provedení:

a) stabilní soukací jednotky a pojízdná soukací hlava

výrobce	SCHLAFHORST (NSR)	typ	AUTOCONER
---------	-------------------	-----	-----------

nevýhoda: Větší časové ztráty, protože k navazování příze dochází až po setkání vazače se soukací jednotkou.

b) stabilní navazovací hlava a pojízdné jednotky

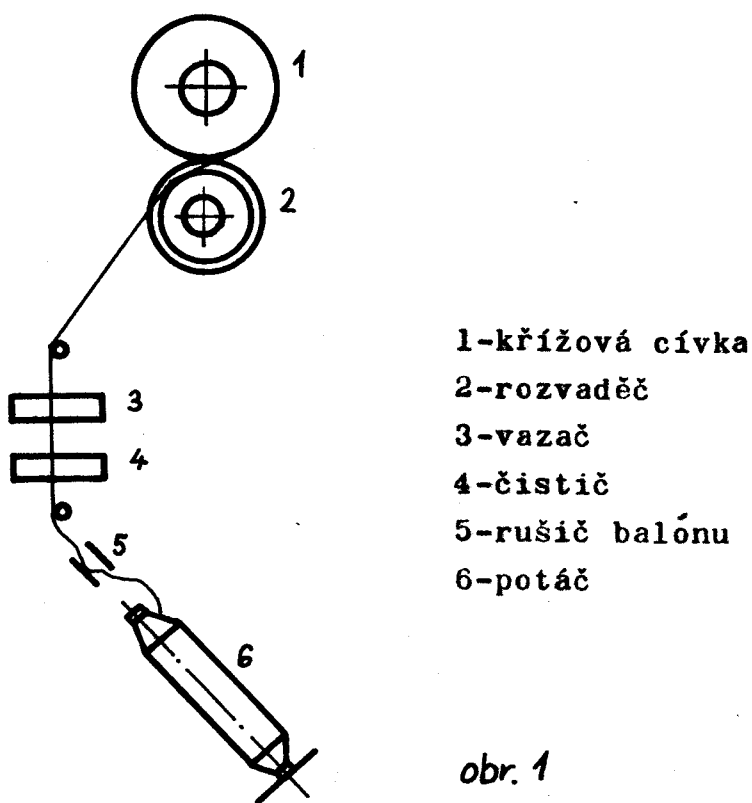
výrobce	SCHWEITER (ŠVÝCARSKO)	typ	CA - 11
	GILBOS (BELGIE)		CONEMATIC
	SACM (FRANCIE)		BH - 13

nevýhoda: Na všech jednotkách je nutno soukat stejnou přízi, protože mají společný zásobník předloh.

### 1.3. SOUKACÍ JEDNOTKA AUTOSUK 2008 - ELITEX

Soukací jednotky v počtu 32 nebo 48 jsou uspořádány v řadě a oboustranně. Každá soukací jednotka tvoří samostatný funkční celek s vlastním náhonem. Jednotky jsou zasazeny do společného rámu a napojeny na centrální vzduchotechnické zařízení.

V rámu stroje mezi oběma řadami jsou umístěny dopravní pásy pro odsun křížových cívek a dopravní pás pro odsun prázdných dutinek předloh.



obr. 1

Soukací jednotka zajišťuje tyto funkce při likvidaci přetrhů:

- zapojení brzdícího ústrojí rozvaděče a křížové cívky, která je současně odklopena od povrchu rozvaděče

- zkontroluje přítomnost konce příze od potáče, popřípadě zapojí ústrojí pro výměnu potáče (shození prázdné dutinky a přísun nového potáče na trn)
- vyhledá konec příze na křížové cívce při zpětném chodu křížové cívky a současném odsávání
- zavedení obou konců příze k vazači, kde se provede svázání příze
- po svázání příze znovu zapojí proces navíjení při současné kontrole navázání příze
- při úspěšném navázání příze vynuluje ústrojí pro řízení počtu vazacích cyklů do výchozí polohy; při neúspěšném navázání znovu zapojí celý vazací cyklus, po případě dojde k vypnutí elektromotoru po posledním nastaveném počtu pokusů navazování

#### NÁHON SOUKACÍ JEDNOTKY

- obr.2

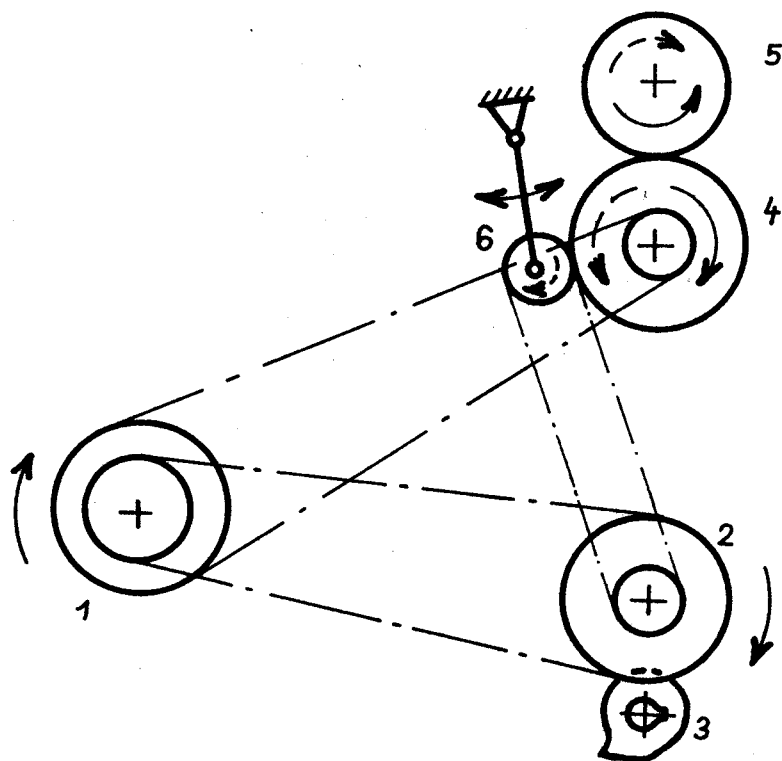
Základem náhonu soukací jednotky je elektromotor AP63-4 o jmenovitém výkonu 180 W a jmenovitých otáčkách 1350 za minutu. Řemenice elektromotoru umožňuje 5 stupňů rychlostí. Ke každé jednotce jsou dány 2 pětistupňové řemenice ve dvou rozsazích:

1. rozsah : 500, 600, 700, 800, 900      m min<sup>-1</sup>
2. rozsah : 750, 875, 1000, 1100, 1200    -"-

Tyto hodnoty představují teoretické obvodové rychlosti rozváděcího bubnu.

Elektromotor pohání při soukání rozvaděč, a to přes řemenici a talířovou spojku. Dále elektromotor bez přerušení pohání předlohový hřídel. V případě přetrhu dojde k rezeprnutí

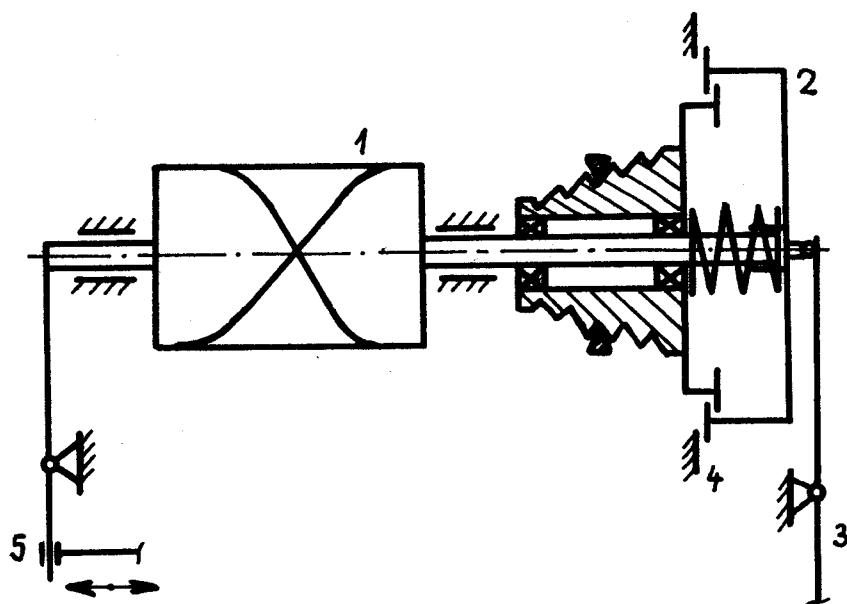
talířové spojky, zabrzdění rozváděcího bubnu a nastává jeho zpětný chod, který je odvozen od vačkového hřídele přes kladku zpětného chodu.



- 1-řemenice elektromotoru
- 2-řemenice předlohového hřídele
- 3-vačkový hřídel
- 4-rozvaděč
- 5-křížová cívka
- 6-kladka zpětného chodu

obr.2

HŘÍDEL ROZVADĚČE - obr.3



- 1-rozvaděč
- 2-talířová spojka
- 3-páka k ovládání spojky
- 4-brzda
- 5-páka k ovládání axiálního pohybu rozvaděče

obr.3

Rozvaděč zajišťuje navíjení a rozvádění příze na křížovou cívku. Rotační pohyb je odvozen od elektromotoru přes řemenici rozvaděče a talířovou spojku.

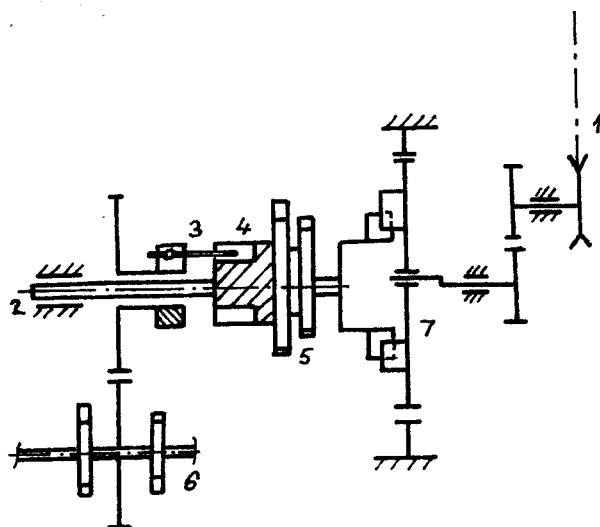
Talířová spojka s brzdou plní tyto funkce:

- a) spojení náhonové řemenice s hřídelem rozvaděče
- b) periodické vypínání spojky během soukání, aby bylo zajištěno rušení pásmového vinutí na křížové cívce
- c) brzda je v činnosti při zabrzdění rozvaděče a cívky t.j. při navazování příze

Součástí rozvaděče je zařízení pro jeho axiální posuv, který slouží k překrývání příze v úvratích ( šanžirování ), a tím k tvoření menší hustoty návinu na čele křížové cívky.

Rozvaděč je na hřídeli uložen posuvně pomocí pera, jeho axiální posuv se zajišťuje pomocí pouzdra a kolíku. Kombinovaný talíř spojky a brzdy je posuvně uložen na drážkovaném konci hřídele rozvaděče. Spojka je s talířem spojována tlakem pružiny.

PŘEDLOHOVÝ HŘÍDEL obr.4



- 1-náhon z elektromotoru
- 2-předlohový hřídel
- 3-západka
- 4-rohatka
- 5-vačky
- 6-vačkový hřídel
- 7-převodovka

obr.4



Pohyb hřídele je odvozen řemenovým převodem od elektromotoru a otáčky jsou upraveny převodovkou na 1 otáčku za 9 sekund. Převodovka má dva stupně převodů- kola s čelním ozubením, určených pro změnu smyslu otáčení a druhý stupeň planetový se speciálním ozubením a převodovým poměrem 1 : 79.

Předlohový hřídel zajišťuje nepřetržité otáčení vačky, od které je odvozen pohyb kontrolní páky přítomnosti příze, dále vačky ovládající spojku rozvaděče, vačky na šanzírování a rohatky.

Při přetrhu či výměně potáče zapadne západka do výřezu rohatky. Západka je součástí ozubeného kola, které převodem 1:1 spojuje předlohový a vačkový hřídel. Západka pak s sebou unáší ozubené kolo a s ním celý vačkový hřídel. Po jedné otáčce a při úspěšném navázání příze je západka příslušnou pákou vypnuta ze záběru s rohatkou.

### VAČKOVÝ HŘÍDEL

Vačkový hřídel obstarává pomocí soustavy vaček všechny funkční pohyby mechanismů při výměně potáčů a navazování příze.

Vačkový hřídel pohání ozubený převod předlohového hřídele. Při přetrhu dojde k záběru obou kol a během jedné otáčky vačkového hřídele proběhnou všechny funkční pohyby za pomoci ovládacích pák.

### PÁKY VAČKOVÉHO HŘÍDELE

Páky vačkového hřídele tvoří skupinu pák, které jsou ovládány vačkami a jsou zavěšeny na ose před vačkovým hřídelem.

Zabezpečují tyto funkce:

- pohyb uzlovače při navazování příze
- otevírání osy elektronického čističe
- ovládání zarážky (kontrola nitě)
- otevírání zadní vzduchové clony pro vyhledání konce příze na křížové cívce a otevírání odsávacího potrubí pro odstranění prachu a odletu příze
- otevírání kyvné brzdové čelisti
- ovládání výkyvně uložené odsávací trubky, která zachycenou přízi zavádí do uzlovače

#### VÝMĚNA POTÁČE

Při přetrhu příze dojde k navázání příze z téhož potáče, který je v pracovní poloze. Při dosoukání nebo přetrhu před kontrolní zónou je současně zapojena i výměna potáče. Trn se sklopí pod horní hranu skluzu, uvolní prázdnou dutinku a shodí ji na dopravník za pomoci vyhazovače. Při zpětném pohybu se trn vysune do polohy pro příjem nového potáče. Dojde k otočení karuselového zásobníku o rozteč. Trn s novým potáčem se přesune do pracovní polohy.

#### VŘETENO A PŘÍSLUŠENSTVÍ VŘETENE

Vřeteno slouží k upnutí dutinky křížové cívky a zajištění její správné polohy vzhledem k rozvaděči během soukání. Současně zajišťuje zvednutí a zabrzdění křížové cívky v průběhu vazacího cyklu.

Velikost přítlaku křížové cívky na rozvaděč řídí přítlačný mechanismus ovládaný pružinami. Klidný běh křížové cívky zajišťuje hydraulický tlumič.

Zvedání cívkového rámu je realizováno pomocí pákového mechanismu a impuls k zvednutí vyvolává změna polohy vačky.

Po navázání dojde k uvolnění cívkového rámu a křížová cívka klesne na rozvaděč. Při rozběhu cívky je zvýšen přítlak, který vyvolává pružina, jež je rovněž součástí zvedacího mechanismu cívkového rámu.

Od vačky je i odvozeno brzdění křížové cívky při přetruhu příze opět přes pákový mechanismus. Brzdění probíhá u obou upínacích trnů křížové cívky.

### KONTROLNÍ ÚSTROJÍ

Sleduje přízi při jejím průběhu od předlohové cívky ke křížové cívce a je sestaveno z těchto prvků:

- hřebenová brzda příze a zařízení pro kontrolu přítomnosti příze v době vazacího cyklu
- nůžky
- elektronický nebo mechanický čistič příze
- zarážka, která trvale kontroluje přítomnost příze při soukání

### ELEKTRICKÁ ZAŘÍZENÍ

Každá jednotka má svou ovládací skříňku s mikrospínači, upevněnou na kostře jednotky a napájenou z ústředního kanálu pomocí jedné kabelové přípojky ukončené konektorem.

Součástí vzduchotechnického zařízení je motor ventilátoru. Pro provedení 32 jednotek je instalován motor F160 MK02 s výkonem 11 kW.

Mezi další příslušenství stroje patří náhon dopravníku křížových cívek-motor 4AP71-4s s výkonem 0,25 kW. Dále motor

4AP71-4s s výkonem 0,25kW pro dopravník dutinek a motor ventilátoru ofuku 4AP71-2 o výkonu 0,55 kW a motor náhonu ofuku 4AP63-4s o výkonu 0,125 kW.

VZDUCHOTECHNIKA

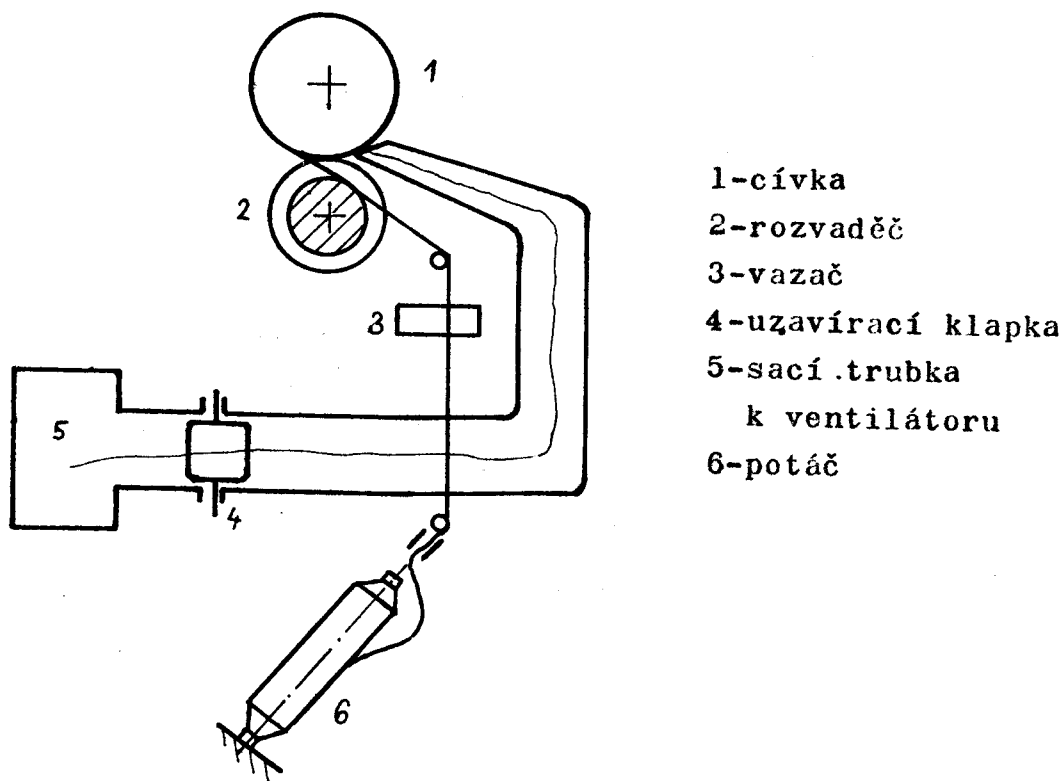
obr.5

Zařízení vzduchotechniky slouží pro přivedení příze k uzlovači.

sací nástavce:

- sací nástavec pro uchycení konců příze ze zásobníku potáčů
- pohyblivý sací nástavec, který uchopí dolní konec příze a přenesse ho k vazači
- sací trubka pro vyhledání konce příze na křížové cívce při zpětném chodu rozváděcího bubnu

Nástavce jsou napojeny na průběžnou sací trubku ventilátoru, který je umístěn ve skříni stroje.



obr.5

Vyhledání horního konce příze:

- při zpětném chodu rozváděcího bubnu a při otevřené klapce je sáním vztažen konec příze z křížové cívky do sací trubky. Sací trubka má po celé délce na vnitřní straně štěrbinu pro výstup příze, která je při hledání zacloněná a otvírá se v okamžiku, kdy musí být jak dolní, tak horní konec příze přiveden do vazače. Po otevření clony proudem vzduchu vyvozený tah se snaží nasátou přízi napřímít do pracovní polohy.

#### ROZDĚLENÍ UZLŮ Z HLEDISKA ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI:

1. pohon - elektromotor
2. rozváděcí hřídel
3. převodovka + předlohový hřídel
4. zpětný chod rozvaděče
5. vačkový hřídel + ovládací páky

#### 1.4. MĚŘENÍ ELEKTRICKÉHO VÝKONU A ELEKTRICKÉ PRÁCE U STŘÍDAVÉHO PROUDU

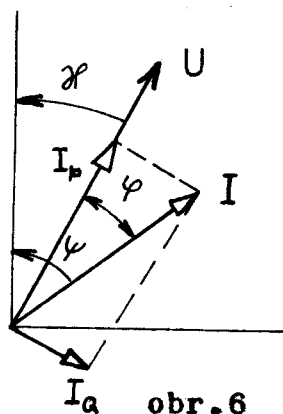
##### JEDNOFÁZOVÁ SOUSTAVA

Spotřebičem, který je připojen na střídavé napětí sinusového průběhu

$$u = U_m \cos(\omega t - \alpha) = U_m \sin \omega t$$

prochází okamžitý proud

$$i = I_m \cos(\omega t - \psi) = I_m \sin(\omega t - \varphi)$$



- $u$  - okamžité napětí
- $i$  - okamžitý proud
- $\omega$  - úhlový kmitočet
- $U_m$  - amplituda napětí
- $I_m$  - amplituda proudu
- $\varphi$  - fázový posuv mezi napětím a proudem

pro efektivní hodnoty napětí  $U$  a proudu  $I$  platí

$$U = \frac{1}{\sqrt{2}} U_m \quad I = \frac{1}{\sqrt{2}} I_m$$

hodnotu okamžitého výkonu pak lze vyjádřit

$$\begin{aligned} p &= u \cdot i = U \sin \omega t \cdot I \sin(\omega t - \varphi) = \\ &= U_m I_m \cdot (\cos(\omega t - \omega t + \varphi) - \cos(\omega t + \omega t - \varphi)) = \\ &= U \cdot I \cos \varphi - U I \cos(2\omega t - \varphi) \end{aligned}$$

kde

$P = UI \cos \varphi$	představuje činný výkon v jedné fázi
$S = UI$	zdánlivý -"- -"- -"-
$Q = UI \sin \varphi$	jalový -"- -"- -"-
$\cos \varphi$	účinník

Činný výkon fyzikálně představuje práci za jednotku času, který se mění na jiný druh energie například tepelnou, mechanickou, a to nevratně.

Jalový výkon představuje energii hromaděnou v magnetickém a elektrickém poli spotřebiče. Tuto energii zdroj do spotřebiče sice dodává, avšak spotřebič ji vrací zdroji zpět.

Spotřebu elektrické energie za dobu  $T$  lze vyjádřit

$$A = \int_0^T P \cdot dt$$

### TROJFÁZOVÁ SOUSTAVA

Přenos elektrické energie a její využití u elektrických strojů je podstatně výhodnější při použití vícefázové soustavy. Využívá se nejvíce trojfázová soustava, a to od vynálezu asynchronního motoru jako pohonu.

Nejvýhodnější trojfázovou soustavu představuje soustava souměrná, kde všechny tři harmonická napětí o stejné amplitudě a kmitočtu mají stejný a stálý fázový posuv vůči sobě.

$$\left. \begin{aligned} u_A &= U_m \sin \omega t \\ u_B &= U_m \sin(\omega t - 2/3\pi) \\ u_C &= U_m \sin(\omega t + 2/3\pi) \end{aligned} \right\} \Rightarrow u_A + u_B + u_C = 0$$

TROJFÁZOVÁ SOUSTAVA ZAPOJENÁ DO HVĚZDY obr.7

$U_{AB}, U_{BC}, U_{CA} = U_s$  napětí sdružená (síťová)

$U_A, U_B, U_C = U_f$  napětí fázová

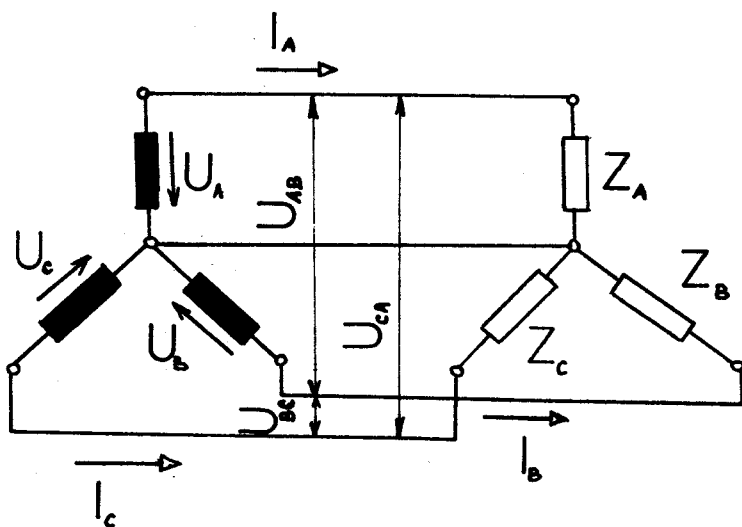
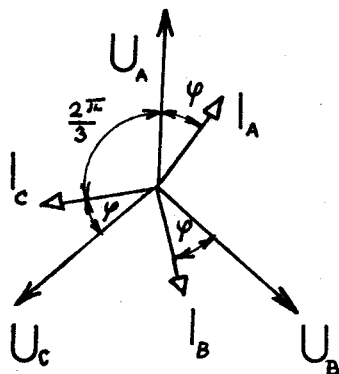
$$U_{AB} = U_A - U_B = U_A - U_{Ae}$$

$$U_{AB} = U_A \cos 30^\circ$$

$$U_{AB} = \sqrt{3} U_A$$

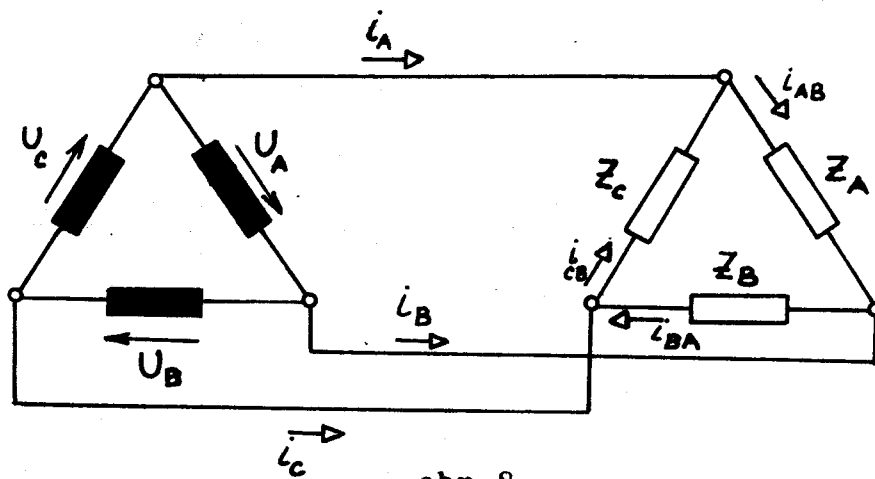
$$U_s = \sqrt{3} U_f$$

$$I_s = I_f$$



TROJFÁZOVÁ SOUSTAVA ZAPOJENÁ DO TROJÚHELNÍKU obr.8

Obdobně jako u zapojení do hvězdy lze odvodit vztah mezi sdruženým proudem a fázovým proudem  $I_s = \sqrt{3} I_f$



obr. 8

a pro napětí platí :  $U_A = U_B = U_C = U_f = U_s$

### VÝKON V TROJFÁZOVÉ SOUSTAVĚ

$$P = U_A I_A \cos \varphi_A + U_B I_B \cos \varphi_B + U_C I_C \cos \varphi_C$$

pro souměrné zatížení platí  $\varphi_A = \varphi_B = \varphi_C = \varphi$

$$U_A = U_B = U_C = U_f \quad \text{a} \quad I_A = I_B = I_C = I_f$$

potom výkon lze vyjádřit

$$P = 3U_f I_f \cos \varphi \quad \text{nebo} \quad P = \sqrt{3} U_s I_s \cos \varphi$$

### MĚŘENÍ ČINNÉHO VÝKONU TROJFÁZOVÉHO PROUDU

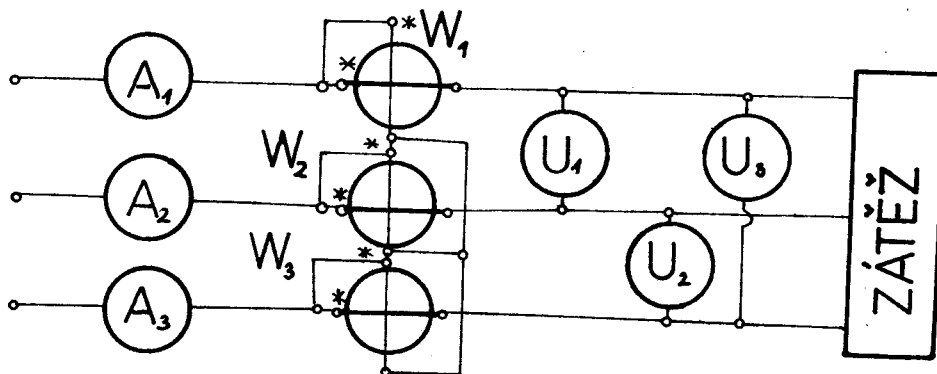
Činný výkon trojfázového proudu lze měřit třemi, dvěma nebo jedním wattmetrem. Výkon proudu je dán součtem výkonů jednotlivých fází.

#### Měření výkonu třemi wattmetry

V čtyřvodičové soustavě, u níž je vyveden nulový vodič, zapojíme proudové cívky wattmetrů do fázových vodičů tak, aby jejich vstupní svorky byly na straně zdroje, napětové cívky připojíme vstupními svorkami na ty vodiče, ve kterých jsou zapojeny proudové cívky. Je splněna podmínka, že napětová cívka je připojena na fázové napětí.



V soustavě trojvodičové obr.9, kde není vyveden nulový vodič, musíme získat fázové napětí pro napěťové cívky spojením konců napěťových cívek do uzlu.



obr.9

Výkon trojfázového proudu u metody 3 wattmetrů je dán součtem výkonů všech tří wattmetrů.

$$P = k_w (\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3)$$

kde  $k_w$  představuje konstantu wattmetrů (při použití stejných typů)

$\alpha$  -"- výchylku wattmetru

Wattmetry v měřicích kufrech, mají-li měřit výkon touto metodou, musí mít tři měřicí ústrojí vzájemně mechanicky spojená, takže výchylka ručky je úměrná celkovému výkonu. Tato metoda je vhodná při měření činného výkonu v souměrné trojfázové soustavě s malým účínkem, kdy měření dvěma wattmetry není spolehlivé.

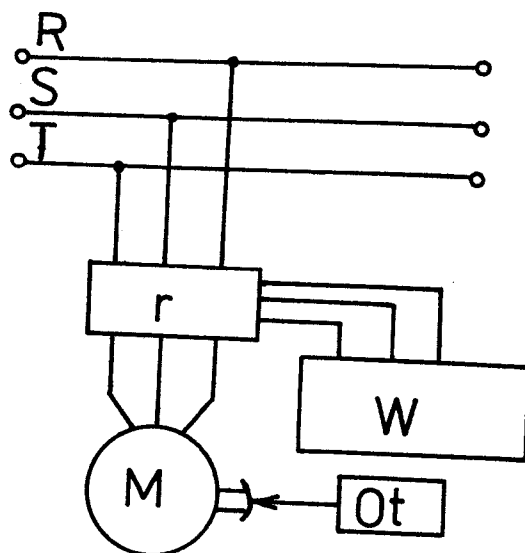
## 2. MĚŘENÍ ELEKTRICKÉHO VÝKONU A ENERGIE U AUTOSUKU 2008

### 2.1. MĚŘENÍ PŘÍKONU JEDNOTLIVÝCH UZLŮ

#### 2.1.1. POPIS MĚŘENÍ A ZAPOJENÍ

Pomocí měřicího kufru, který byl zapojen dle obr. 10, byly zjištěny jednotlivé příkony, které odebírají příslušné uzly soukací jednotky a naměřené hodnoty jsou zaznamenány do tab.1,2 a znázorněny graficky-graf č.1.

Nejprve byl proměřen motor při běhu naprázdno. Poté samostatný náhon na předlokový hřídel, dále samostatný náhon na rozvaděč při zapnuté spojce rozvaděče (v tab.1 označeno M+R+R.S.). Potom byl změřen příkon rozvaděče při sepnuté spojce (v tab.1 označen M+R+S.S.). Nakonec byly proměřeny příkony při soukání za současného rušení pásmového vinutí (viz tab.2), a to při jednotlivých soukacích rychlostech. Toto měření bylo prováděno při blokování vazacího cyklu a pro cívky s minimálním návinem (v tab.1,2 označeno  $\emptyset$ ) a přibližně maximálním návinem (v tab.1,2 označeno P).



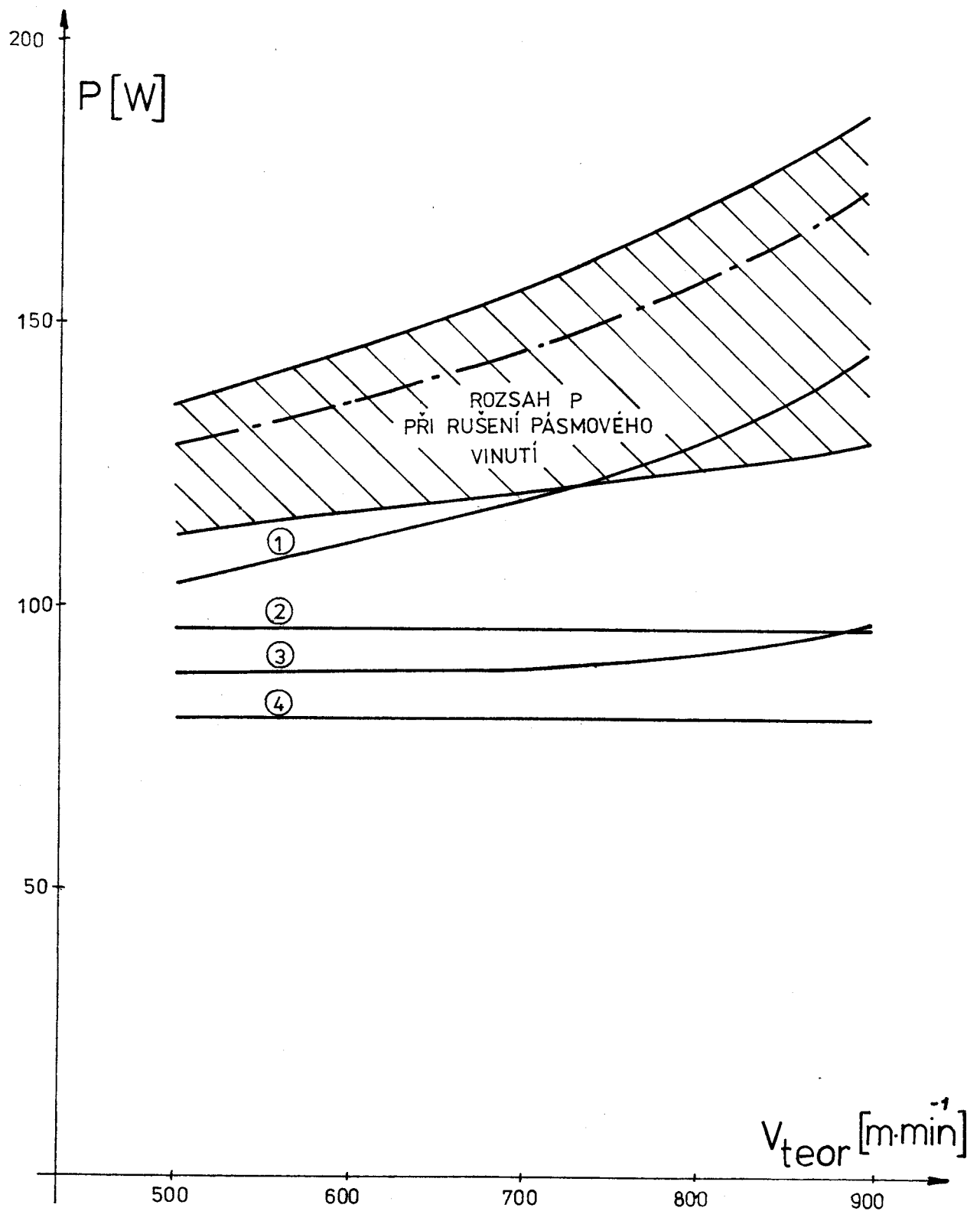
M-elektromotor  
r-rozvaděč elektrických obvodů  
soukací jednotky  
W-měřicí kufr  
Ot-otáčkoměr  
obr.10

REŽIM				PŘÍKON P[W]	PROUD $I_S$ [A]	NAPĚTÍ $U_S$ [V]	otáč- kyn [min <sup>-1</sup> ]	cos $\varphi$
č. m.	režim	$V_{teor.}$ [mm <sup>3</sup> min <sup>-1</sup> ]	X cívka					
1	Motor naprázdno			80	0,52	390	1483	0,23
2	Motor +převodovka (bez navazování)			96	0,53	390	1471	0,27
3	M + R + R.S.	500		88	0,54	390	1478	0,24
4	-"-	600		88	0,54	390	1476	0,24
5	-"-	700		88	0,54	390	1476	0,24
6	-"-	800		92	0,54	390	1475	0,24
7	-"-	900		96	0,54	390	1475	0,24
8	M + R + S.S.	500	Ø	104	0,53	393	1469	0,29
9	-"-	500	P	104	0,53	393	1469	0,29
10	-"-	600	Ø	112	0,53	393	1464	0,31
11	-"-	600	P	112	0,53	393	1465	0,31
12	-"-	700	Ø	120	0,53	393	1459	0,33
13	-"-	700	P	120	0,53	393	1460	0,33
14	-"-	800	Ø	128	0,53	393	1457	0,35
15	-"-	800	P	128	0,53	393	1457	0,35
16	-"-	900	Ø	152	0,53	393	1444	0,42
17	-"-	900	P	144	0,53	393	1445	0,40

tab. 1

č. m.	x cívka	v <sub>teor.</sub> [m·min <sup>-1</sup> ]	příkony P [W]			otáčky elm.	
			min.	max.	ustáleno	n <sub>min</sub> [min <sup>-1</sup> ]	n <sub>max</sub> [min <sup>-1</sup> ]
1	∅	500	112	136	128	1452	1461
2	P	500	112	136	128	1452	1461
3	∅	600	116	144	136	1444	1457
4	P	600	116	144	136	1445	1460
5	∅	700	120	156	144	1444	1459
6	P	700	120	152	144	1441	1457
7	∅	800	120	168	152	1440	1457
8	P	800	120	168	152	1440	1456
9	∅	900	128	184	176	1438	1454
10	P	900	128	184	176	1439	1452

tab 2.



- 1 - motor + rozvaděč + sepnutá spojka
- 2 - motor + převodovka
- 3 - motor + rozvaděč + rozepnutá spojka
- 4 - motor naprázdno

graf č. 1

### Měřicí přístroje:

měřicí kufr - výrobce Metra Blansko, napěťový rozsah 380V

použité konstanty-výkonu  $k_p = 8 \text{ W}$

napětí  $k_U = 3 \text{ V}$

proudu  $K_I = 0,2 \text{ A}$

třída přesnosti 1, inv.č. 325 KVÚ ELITEX

otáčkoměr - výrobce Polmatik Metra-Piat Polsko

třída přesnosti 0,1, měřicí systémy-dotykový,

indukční a optický

při měření použit dotykový systém

### 2.1.2. ZÁVĚR Z MĚŘENÍ

Měření bylo provedeno na nezaběhaném stroji s řemenicí elektromotoru umožňující teoretické rychlosti 500-900 m.miň.

Při soukání bez rušení pásmového vinutí jsou stále hodnoty příkonu při jednotlivých rychlostech. Při rušení pásmového vinutí dojde vlivem rozepnutí spojky k určitému poklesu příkonu a při jejím zapnutí opět k nárůstu a poté se příkon ustálí na určité hladině.

Protože k vypínání a znovu k zapnutí spojky dochází za 0,5 sekundy a tento cyklus se opakuje za 2,8 sekundy (tyto časy jsou změřeny později), jsou údaje z wattmetru přibližné, a to i s ~~ohledem~~ na mechanický princip wattmetru, kdy je nutno jeho ručičku tlumit.

Měření dále ukázalo, že zvětšení návinu na cívce nemá při stálém soukání podstatný vliv na změnu příkonu.

Motor je poměrně málo zatížen během soukání, protože příkony jsou nižší než jmenovitý příkon motoru (180W) a otáčky jsou rovněž vyšší než jmenovité (1350 miň).

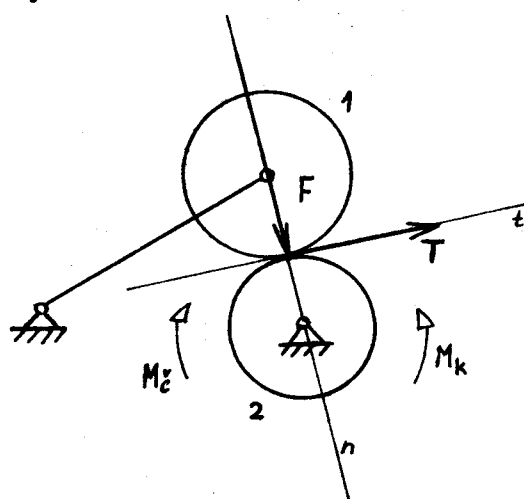
K přetížení motoru dochází při jeho zapínání a při roztáčení rozvaděče a cívky resp. po navazování příze (řešeno v dalších bodech).

## 2.2. VLIV PŘÍTLAKU NA PŘÍKON STROJE

### 2.2.1. PŘÍTLAK KŘÍŽOVÉ CÍVKY - obr.11

Velikost přítlaku mezi křížovou cívkou a rozvaděčem má vliv na měrnou hmotnost návinu křížové cívky, a tedy na její tvrdost. Proto by měl být přítlak po celou dobu soukání přibližně konstantní. Dodržení tohoto požadavku závisí na dokonalosti vyvažovacího mechanismu.

Velikost přítlaku křížové cívky je možno nastavit pákovým mechanismem s pružinami.



- 1 - rozvaděč
- 2 - křížová cívka
- T - tečná reakce
- $T \approx F \cdot f$
- F - přítlak
- $M_k$  - kroučící moment od elektromotoru
- $M_c$  - moment čepového tření

obr.11

Pohybovou rovnicí pro rozvaděč lze vyjádřit

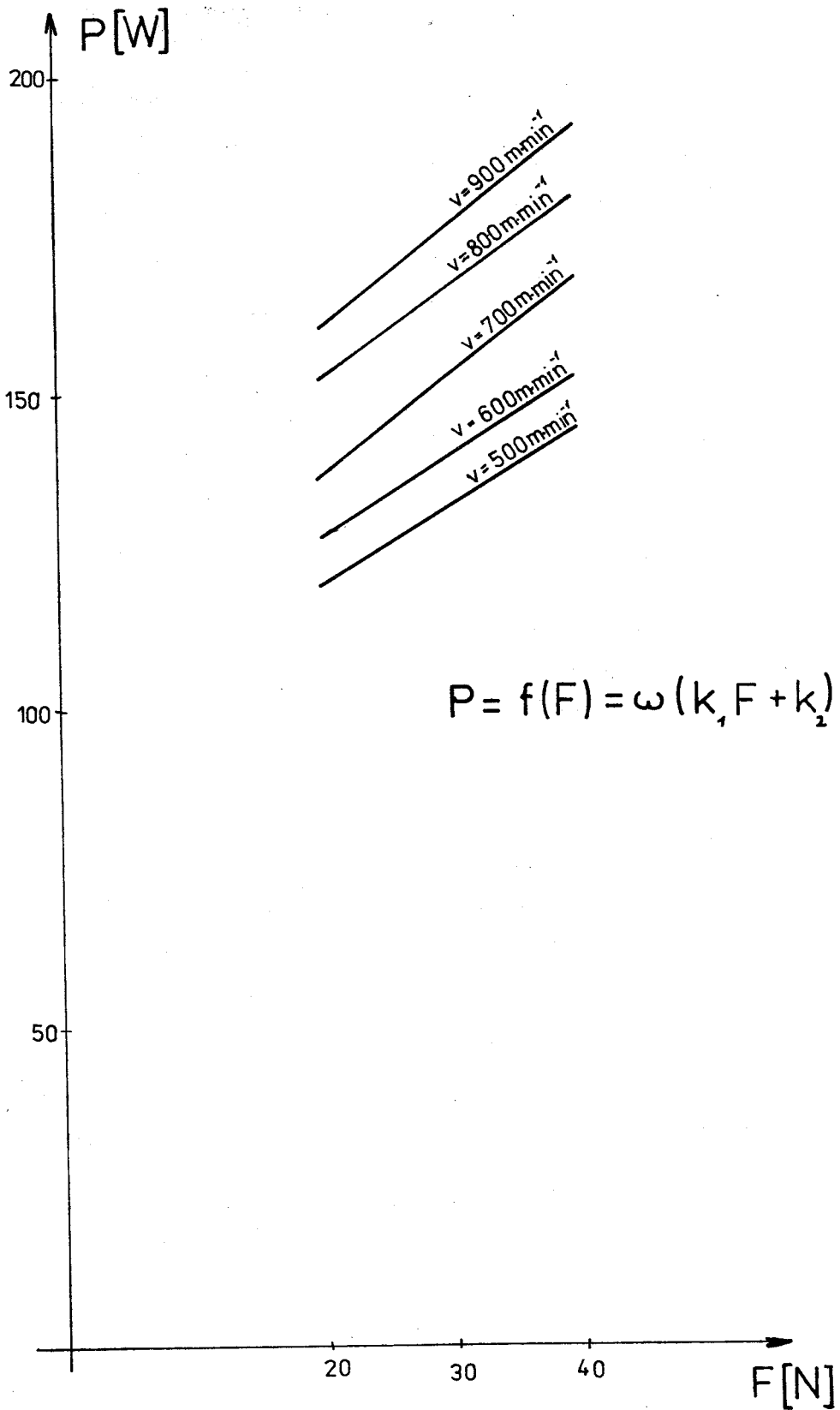
$$I_o \cdot \varepsilon = M_k - T - M_c$$

pro  $v = \text{konst.}$  a po dosazení za  $M = \frac{P}{\omega}$  lze vyjádřit příkon P

$$P = \omega (T + M_c)$$

kde tečná reakce závisí na velikosti návinu křížové cívky a pasivních odporech v uložení cívky (viz odstavec 6.3.1.), ale její velikost je ve skutečnosti zanedbatelná.

Velikost momentu čepového tření  $M_c$  závisí na stavu ložisek rozvaděče.



graf č. 2



Úpravou a zavedením konstrukčních konstant (viz odstavec 6.3.1) lze vyjádřit při soukání příze na konstantním poloměru  $r$  vztah

$$P = k_1 F + k_2$$

Poznámka: Příkon  $P$  je při soukání ve skutečnosti větší o příkon odebíraným předlohovým hřídelem, který lze považovat za konstantní, tedy ho lze zahrnout do konstanty  $k_2$ .

### 2.2.2. MĚŘENÍ PŘÍTLAKU A PŘÍKONU

Při zapojení dle obr.10 byly proměřeny hodnoty okamžitých příkonů při třech hodnotách přítlaku a pro různé soukací rychlosti. Změny přítlaku bylo dosaženo změnou napětí přítlačných tažných pružin a velikost přítlaku byla určena pomocí siloměru.

Příkon byl měřen při náhonu na rozvaděč a sepnuté spojení. Hodnoty jsou zapsány do tab.3 a zakresleny do grafu č.2.

TEORETICKÁ RYCHLOST $v$ [m·min <sup>-1</sup> ]	500			600			700		
PŘÍTLAK $F$ [N]	20	30	40	20	30	40	20	30	40
PŘÍKON $P$ [W]	120	132	144	128	140	152	136	156	168
TEORETICKÁ RYCHLOST $v$ [m·min <sup>-1</sup> ]	800			900					
PŘÍTLAK $F$ [N]	20	30	40	20	30	40			
PŘÍKON $P$ [W]	152	168	180	160	176	192			

tab.3

### 2.2.3. ZÁVĚR MĚŘENÍ

V daném rozsahu velikosti přítlaku byla závislost příkonu elektromotoru na přítlaku lineární.

### 2.3. MĚŘENÍ PŘÍKONU NA DALŠÍCH JEDNOTKÁCH AUTOSUKU 2008

#### 2.3.1. VLASTNÍ MĚŘENÍ

Předchozí podrobnější měření bylo provedeno na nové dosud nezaběhané jednotce. Další měření na rovněž nové a nezaběhané jednotce a dvou již zaběhaných jednotkách slouží k porovnání všech získaných hodnot.

Postup měření a zapojení viz odstavec 2.1.1.

označení jednotek :

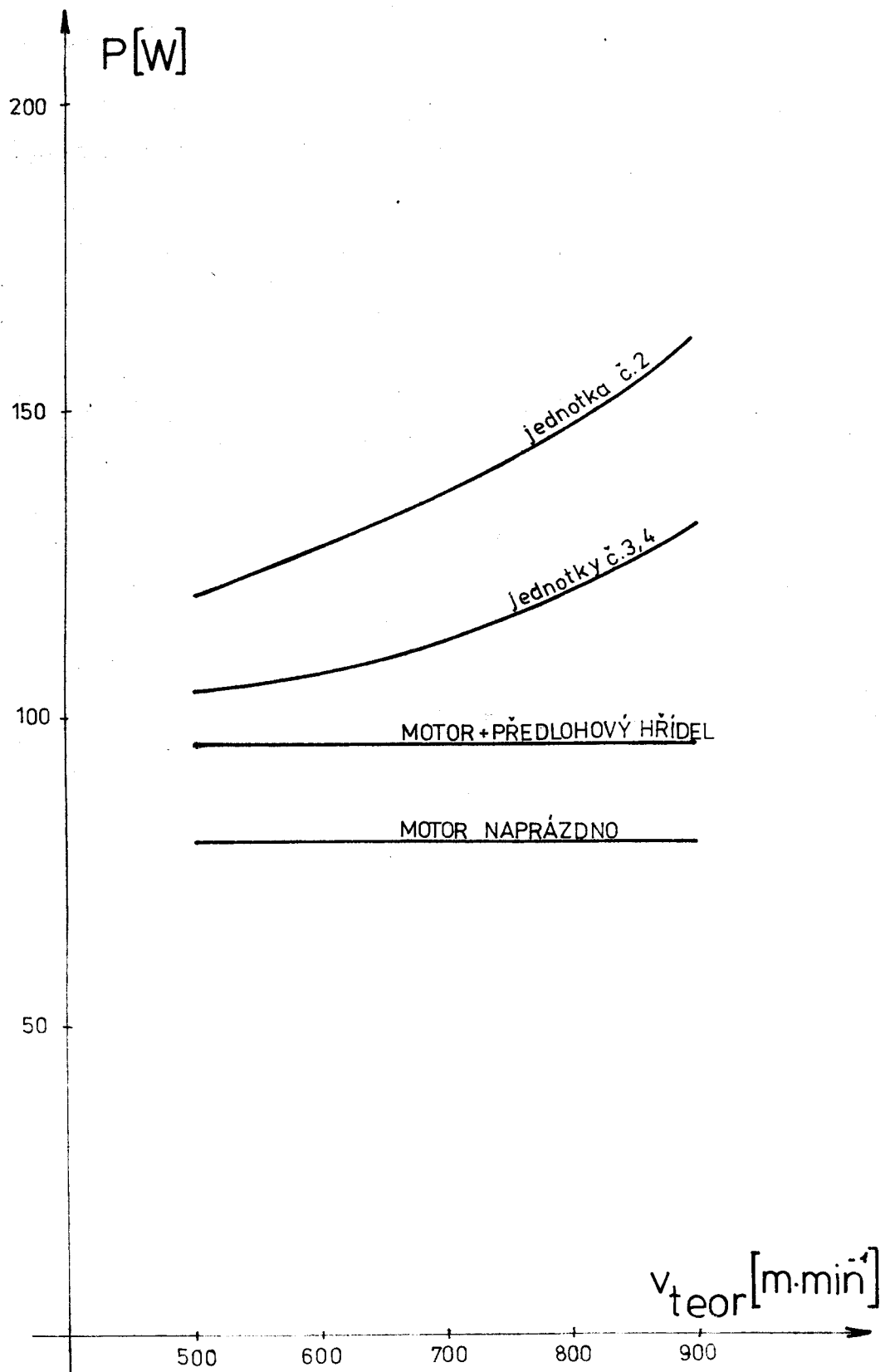
nezaběhaná jednotka      č. 2

zaběhané jednotky      č. 3,4

Získané hodnoty měření jsou zaznamenány v tab.4 a znázorněny v grafu č.3.

		PŘÍKON P [W]	PŘÍKON P [W]	PŘÍKON P [W]
ČÍSLO JEDNOTKY		2	3	4
MOTOR NAPRÁZDNO		80	80	80
MOTOR + PŘEDLOHOVÝ HRÍDEL		96	96	96
MOTOR + ROZVADEČ ( SEPNUTÁ SPOJKA )	500	116	104	104
	600	128	108	108
	700	136	112	112
	800	148	120	120
	900	160	128	132

tab.4



graf č. 3

noty okamžitých příkonů ve srovnání s nezaběhanými jednotka-

Poznámka: Na nezaběhaných jednotkách byl namontován rozvaděč s rozváděcí délkou 125 mm a na zaběhaných s rozváděcí délkou 150 mm.

### 2.3.2. ZÁVĚR MĚŘENÍ

Příkon elektromotoru naprázdno se shodoval u všech jednotek (80W). Rovněž předlokový hřídel odebíral u všech jednotek stejný příkon (16W).

Poměry při soukání bez rušení pásmového vinutí se liší. Jednotka č.2 byla proměřena při přítlaku 20N a naměřené hodnoty odpovídají hodnotám předchozí proměřené soukací jednotky. Obě zaběhané jednotky mají stejné ale nižší naměřené hodnoty okamžitých příkonů ve srovnání s nezaběhanými jednotkami.

Příkony při soukání jsou ovlivněny nejen přítlakem, ale i stavem jednotlivých částí rozvaděče např. mazání ložisek, stavem spojky, převodem klínovými řemeny. K oběma novým nezaběhaným jednotkám byl vyměněn nový klínový řemen opotřebovaným u náhonu na předlokový hřídel, ale změna příkonu nebyla znatelná.

#### 2.4. MĚŘENÍ ENERGIE U AUTOSUKU 2008

Účelem měření bylo zjistit hodinovou spotřebu elektrické energie na jedné jednotce. Pro měření byla zvolena nová nezaběhaná jednotka.

Měření bylo provedeno pro tři stupně rychlostí s pomocí elektroměru. Při zablokovaném hledači příze se otáčela cívka s průměrným návinem a navazování bylo prováděno každé 3 minuty bez přísunu příze. Přítlak byl nastaven na 20 N. Naměřené hodnoty jsou uvedeny v tab.5.

$V_{\text{teor}}$ [m·min <sup>-1</sup> ]	STAV NA ELEKTROMĚRU		W [kWhod]
	0	1	
500	0,000	0,114	0,114
700	0,114	0,230	0,116
900	0,230	0,382	0,152

tab.5

Poznámka: Při měření rychlosti 900 m·min<sup>-1</sup> byl zvětšen přítlak, protože se cívka zastavovala.

### 3. MĚŘENÍ ELEKTRICKÉHO VÝKONU A ENERGIE U JEDNOTKY MAYER RC 6

#### 3.1. MĚŘENÍ JEDNOTLIVÝCH UZLŮ

Jednotka Mayer má stejné uspořádání jednotlivých uzlů jako jednotka Autosuk. Pohon tvoří asynchronní motor o jmenovitém příkonu 0,25kW a jmenovitých otáčkách 1380 min<sup>-1</sup>.

Rozvaděč pohání od elektromotoru třístupňová řemenice, která umožňuje volbu těchto teoretických obvodových rychlostí rozvaděče:

600, 700, 800m.min<sup>-1</sup>

#### 3.1.1. POPIS MĚŘENÍ A ZAPOJENÍ

Postup měření byl obdobný jako u jednotky Autosuk 2008 viz 2.1.1. a zapojení dle obr.10.

Otáčky elektromotoru nebyly měřeny.

Příslušné hodnoty elektrických příkonů jsou uvedeny v tab. 6 a znázorněny v grafu č.4.

#### 3.1.2. ZÁVĚR MĚŘENÍ

Příkon elektromotoru naprázdno je o polovinu nižší než u Autosuku, ale předlokový hřídel, přestože oba stroje mají stejně konstrukčně řešenou převodovku, odebírá čtyřikrát více ve srovnání s Autosukem.

Příkon při soukání ve srovnání s Autosukem je o trochu vyšší. Ale měření bylo provedeno pouze na jedné jednotce, protože jich více není k dispozici.

Na rozdíl od Autosuku byl určitý rozdíl příkonů při minimálním a maximálním návinu. Při soukání cívek s menšími návinu jsou horší poměry.

REŽIM		P [W]	$I_S$ [A]	$U_S$ [V]	$\cos \varphi$	
MOTOR NAPRÁZDNO		48	0,42	393	0,17	
MOTOR +PŘEDLOH. HR.		112	0,44	390	0,38	
MOTOR+PŘEDLOH. HR.+ZPĚTNÝ CHOD		112-128	0,44	390	0,38 ÷0,43	
MOTOR + ROZVADEČ (SEPNUTÁ SPOJKA)	$V_{teor}$ 800	$\emptyset$	104	0,44	384	0,36
		P	88	0,44	384	0,30
	$V_{teor}$ 700	$\emptyset$	92	0,44	384	0,31
		P	80	0,43	384	0,28
	$V_{teor}$ 600	$\emptyset$	80	0,43	384	0,28
		P	72	0,43	384	0,25
SOUKÁNÍ S RUŠENÍM PÁSMOVÉHO VINUTÍ - USTÁLENÉ HODNOTY	$V_{teor}$ 800	$\emptyset$	176	0,46	384	0,53
		P	160	0,45	384	0,48
	$V_{teor}$ 700	$\emptyset$	164	0,45	384	0,49
		P	156	0,45	384	0,47
	$V_{teor}$ 600	$\emptyset$	152	0,45	384	0,46
		P	144	0,45	384	0,43

tab. 6





### 3.2. MĚŘENÍ ENERGIE

Postup měření na této jednotce je stejný jako u jednotky Autosuk 2008.

Měření bylo provedeno pro všechny tři stupně rychlostí při soukání cívky se středním návinem.

Hodnoty jsou zapsány do tab.7.

$V_{\text{teor}}$ [m.min <sup>-1</sup> ]	STAV NA ELEKTROMĚRU		W [kWhod]
	0	1	
600	0,000	0,114	0,114
700	0,114	0,235	0,121
800	0,235	0,365	0,130

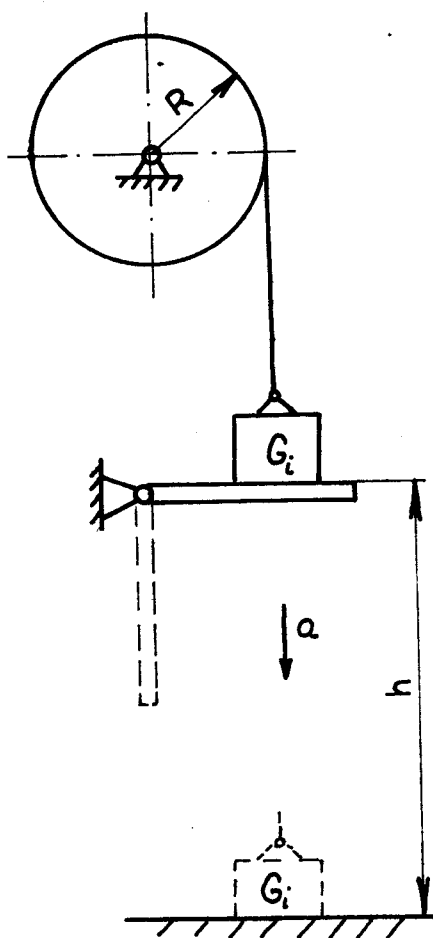
tab.7

#### 4. URČOVÁNÍ HMOTNÝCH MOMENTU SETRVAČNOSTI

##### 4.1. URČENÍ HMOTNÉHO MOMENTU SETRVAČNOSTI

Vzhledem k tomu, že rozvaděč má poměrně složitý tvar a určení momentu setrvačnosti počítařským způsobem je pracné a rovněž přibližné, k určení momentu setrvačnosti bylo použita experimentální metoda - metoda padajícího tělesa.

##### 4.1.1. METODA PADAJÍCÍHO TĚLESA - obr.12



obr.12

Tato metoda se využívá zejména k určení osových momentů setrvačnosti válcových rotačních těles přímo na stroji, a to bez demontáže.

Na válec se navine vlákno, jehož konec je zatížen břemenem  $G_i$ . Při napnutém vláknu se podepře břemeno podpěrou. V okamžiku uvolnění podpory se začne měřit čas, který je potřebný k proběhnutí dráhy  $h$ .

Při této metodě se předpokládá z odporů pouze stálý moment čepového tření  $M_{\zeta}$ , a tedy i konstantní zrychlení břemene. Vychází se z pohybové rovnice

$$\left( \frac{G_i}{g} + \frac{I_o}{R^2} \right) a = G_i - \frac{M_{\zeta i}}{R}$$

kde se za  $a$  dosadí

$$a = \frac{2h}{T_i^2}$$

a vyjádří se moment čepového tření

$$M_{\zeta i} = G_i \cdot R - \frac{2hR}{T_i^2} \left( \frac{G_i}{g} + \frac{I_o}{R^2} \right)$$

Při této metodě se proměří čas  $T_i$  pro dvě hodnoty břemene  $G_i$ , takže lze získat dva vztahy pro moment čepového tření odpovídající danému závaží, z kterých pak lze vyjádřit moment setrvačnosti k ose rotace v závislosti na  $G_i$  a  $T_i$ .

$$I_o = R^2 \frac{\frac{1}{2h} (G_1 - G_2) - \frac{1}{g} \left( \frac{1}{T_1^2} - \frac{1}{T_2^2} \right)}{\frac{1}{T_1^2} - \frac{1}{T_2^2}}$$

#### 4.1.2. VLASTNÍ MĚŘENÍ

Metodou padajícího tělesa byly určeny hmotné momenty setrvačnosti k ose rotace rozvaděčů Autosuku pro zdvihy 125 a 150 mm a rozvaděč jednotky Mayer o zdvihu 150 mm.

ČAS NA STOPKÁCH				$\tau_i$	$\Delta$	ČAS NA STOPKÁCH				$\tau_i$	$\Delta$
$t_i$	[s]	$t_i$	[s]			$t_i$	[s]	$t_i$	[s]		
$t_0$	3,0	$t_{10}$	29,4	26,4	-0,05	$t_0$	4,2	$t_{10}$	45,0	40,8	-0,2
$t_1$	5,6	$t_{11}$	32,1	26,5	0,05	$t_1$	7,8	$t_{11}$	49,2	41,4	0,4
$t_2$	8,3	$t_{12}$	34,7	26,4	-0,05	$t_2$	11,9	$t_{12}$	53,1	41,2	0,2
$t_3$	11,0	$t_{13}$	37,4	26,4	-0,05	$t_3$	19,5	$t_{13}$	57,3	41,4	0,4
$t_4$	13,5	$t_{14}$	40,0	26,5	0,05	$t_4$	20,1	$t_{14}$	61,4	41,3	0,3
$t_5$	16,2	$t_{15}$	42,6	26,4	-0,05	$t_5$	24,8	$t_{15}$	65,7	40,9	-0,1
$t_6$	18,6	$t_{16}$	45,4	26,8	0,35	$t_6$	28,8	$t_{16}$	69,6	40,8	-0,2
$t_7$	21,5	$t_{17}$	48,0	26,5	0,05	$t_7$	33,0	$t_{17}$	73,8	40,8	-0,2
$t_8$	24,3	$t_{18}$	50,7	26,4	-0,05	$t_8$	37,1	$t_{18}$	77,7	40,6	-0,4
$t_9$	26,9	$t_{19}$	53,1	26,2	-0,25	$t_9$	41,3	$t_{19}$	82,1	40,8	-0,2
m= 50g h= 0,88m				$\sum \tau_i = 264,5$	$\sum \Delta = -0,5$	m= 30g h= 0,88m				$\sum \tau_i = 410$	$\sum \Delta = 1,3$
T= 2,65 ± 0,03						T= 4,10 ± 0,07					

tab.8 - Autosuk - rozvaděč 125 mm

ČAS NA STOPKÁCH				$\tau_i$	$\Delta$	ČAS NA STOPKÁCH				$\tau_i$	$\Delta$
$t_i$	[s]	$t_i$	[s]			$t_i$	[s]	$t_i$	[s]		
$t_0$	3,0	$t_{10}$	33,7	30,7	-0,2	$t_0$	4,9	$t_{10}$	57,9	53,0	1,5
$t_1$	6,1	$t_{11}$	36,9	30,8	-0,1	$t_1$	10,1	$t_{11}$	62,4	52,3	0,8
$t_2$	9,1	$t_{12}$	39,8	30,7	-0,2	$t_2$	15,3	$t_{12}$	67,3	52,0	0,5
$t_3$	12,3	$t_{13}$	43,1	31,2	0,3	$t_3$	20,5	$t_{13}$	72,1	51,6	0,1
$t_4$	15,3	$t_{14}$	46,3	31,0	0,1	$t_4$	25,7	$t_{14}$	77,1	51,4	-0,2
$t_5$	18,3	$t_{15}$	49,4	31,1	0,2	$t_5$	31,2	$t_{15}$	82,2	51,0	-0,5
$t_6$	21,3	$t_{16}$	52,4	31,1	0,2	$t_6$	36,3	$t_{16}$	87,2	50,9	-0,6
$t_7$	24,3	$t_{17}$	55,5	31,2	0,3	$t_7$	41,7	$t_{17}$	92,7	51,0	-0,5
$t_8$	28,1	$t_{18}$	58,5	30,4	-0,5	$t_8$	47,1	$t_{18}$	97,9	50,8	-0,7
$t_9$	30,7	$t_{19}$	61,8	31,1	0,2	$t_9$	52,4	$t_{19}$	103,7	51,3	-0,2
m= 50g h= 0,88m				$\sum \tau_i = 309$	$\sum \Delta = 1,3$	m= 20g h= 0,88m				$\sum \tau_i = 515$	$\sum \Delta = 1,9$
T= 3,09 ± 0,07						T= 5,15 ± 0,11					

tab.9 - Mayer - rozvaděč 150 mm

TYP	$I_0$ [kg m <sup>2</sup> ]
Autosuk - rozvaděč 125 mm	$7,7 \cdot 10^{-3}$
Autosuk - rozvaděč 150 mm	$8,5 \cdot 10^{-3}$
Mayer - rozvaděč 150 mm	$15,5 \cdot 10^{-3}$

tab.11

ČAS NA STOPKÁCH				$\tau_i$	$\Delta$	ČAS NA STOPKÁCH				$\tau_i$	$\Delta$
$t_i$	[s]	$t_i$	[s]			$t_i$	[s]	$t_i$	[s]		
$t_0$	2,5	$t_{10}$	25,8	23,3	1,1	$t_0$	1,7	$t_{10}$	18,8	17,1	0,1
$t_1$	5,3	$t_{11}$	27,7	22,4	0,2	$t_1$	3,3	$t_{11}$	20,3	17,0	0,0
$t_2$	7,5	$t_{12}$	29,9	22,4	0,2	$t_2$	5,1	$t_{12}$	22,2	17,1	0,1
$t_3$	9,9	$t_{13}$	31,9	22,0	-0,2	$t_3$	6,9	$t_{13}$	23,8	16,9	-0,1
$t_4$	12,7	$t_{14}$	35,6	22,9	0,7	$t_4$	8,8	$t_{14}$	25,6	16,8	-0,2
$t_5$	15,1	$t_{15}$	37,3	22,2	0,0	$t_5$	10,5	$t_{15}$	27,4	16,9	-0,1
$t_6$	17,4	$t_{16}$	39,5	22,1	-0,1	$t_6$	12,3	$t_{16}$	29,5	17,2	0,2
$t_7$	19,5	$t_{17}$	41,4	21,9	-0,3	$t_7$	14,0	$t_{17}$	31,1	17,1	-0,1
$t_8$	21,7	$t_{18}$	43,3	21,6	-0,6	$t_8$	15,7	$t_{18}$	32,6	16,9	-0,1
$t_9$	24,0	$t_{19}$	45,1	21,1	-1,1	$t_9$	17,3	$t_{19}$	34,6	17,3	0,3
m=200g h=1,05m				$\Sigma \tau_i = 222$	$\Sigma \Delta = 2,2$	m=250g h=1,05m				$\Sigma \tau_i = 170$	$\Sigma \Delta = 0,8$
T = 2,22 ± 0,12						T = 1,7 ± 0,04					

tab.10 - Autosuk - rozvaděč 150 mm

Pro stanovení času proběhnuté dráhy byla použita postupná metoda při měření se stopkami. Měření bylo provedeno pro několik závaží (20, 30, 50, 100 gramů) a pro stanovení hodnoty  $I_0$  byly vybrány hodnoty s nejmenší chybou měření.

Doba proběhnuté dráhy  $h$  byla měřena  $(n+1)$ -krát za sebou bez vynulování stopek. Naměřené hodnoty byly rozděleny na dvě skupiny o počtu  $k$  měření, kde  $k = \frac{n+1}{2}$ .

Potom byly stanoveny rozdíly  $\tau_i$  prvních až posledních hodnot v každé skupině, které udávají  $k$ -násobnou hodnotu času  $T$ . Čas  $T$  pro proběhnutí dráhy  $h$  je dán vztahem

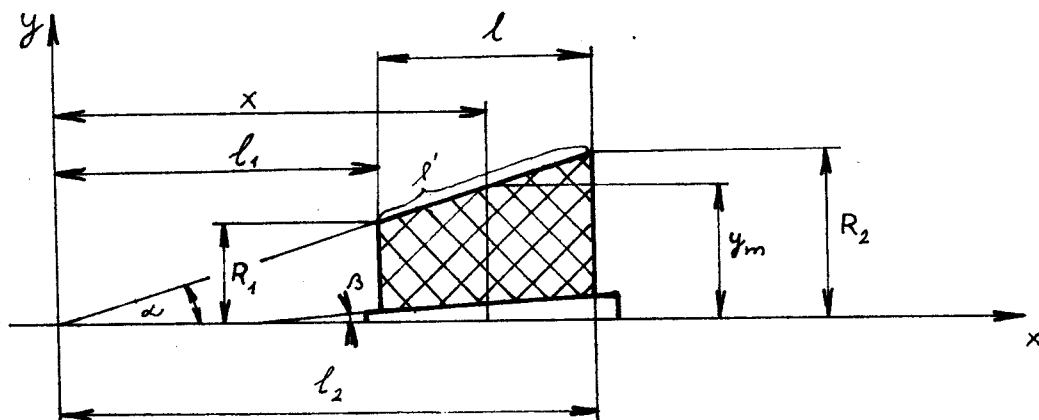
$$T = \frac{1}{k} \tau_s = \frac{1}{k^2} \sum_{i=1}^k \tau_i$$

a pravděpodobná chyba  $\bar{\nu}$  aritmetického průměru

$$\bar{\nu} = \frac{5}{3} \frac{\sum \Delta_+}{n\sqrt{n-1}}$$

Hodnoty měření času  $T$  pro jednotlivé typy rozvaděčů jsou zaznamenány v tab. 8, 9, 10 a hodnoty  $I_0$  v tab. 11.

#### 4.2. URČENÍ HMOTNÉHO MOMENTU SETRVAČNOSTI CÍVKY - obr. 13



obr. 13

Moment setrvačnosti k ose  $x$  lze vyjádřit integrálem

$$I_x = \rho \frac{\pi}{2} \int_{l_1}^{l_2} y_m^4 dx$$

kde za  $y_m$  lze dosadit

$$y_m = \frac{R_1}{l_1} x$$

Úpravou lze získat vztah

$$I_x' = \rho \frac{\pi}{10} \cdot \frac{R_1^4}{l_1^4} (l_2^5 - l_1^5)$$

kde  $\rho$  je měrná hustota návinu křížové cívky.

V momentu setrvačnosti  $I_x$  je zahrnut i moment setrvačnosti  $I_x''$ , který zaujímá dutinka

$$I_x'' = \rho \frac{\pi}{10} \cdot \frac{R_3^4}{l_3^4} (l_4^5 - l_3^5)$$

Pokud zanedbáme moment setrvačnosti vlastní dutinky, lze  $I_c$  vyjádřit

$$I_c = I_x = I_x' - I_x'' = \rho \frac{\pi}{10} \left[ \frac{R_1^4}{l_1^4} (l_2^5 - l_1^5) - \frac{R_3^4}{l_3^4} (l_4^5 - l_3^5) \right]$$

Vztahy potřebné pro výpočet  $I_c$ :

$$\omega = \arcsin \frac{R_2 - R_1}{l'}$$

$$l_1 = \frac{R_1}{\operatorname{tg} \alpha}$$

$$l_2 = \frac{R_2}{\operatorname{tg} \alpha}$$

$$\beta = \arcsin \operatorname{tg} \frac{R_4 - R_3}{l_2 - l_1}$$

$$l_3 = \frac{R_3}{\operatorname{tg} \beta}$$

$$l_4 = \frac{R_4}{\operatorname{tg} \beta}$$

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$V = \frac{1}{3} \pi (l_2 - l_1) (R_1^2 + R_1 R_2 + R_2^2 - R_3^2 - R_3 R_4 - R_4^2)$$

$$r = \sqrt{\frac{R_1^2 + R_2^2}{2}}$$

$$l' = 125 \text{ mm}$$

$$\alpha = 3^\circ$$

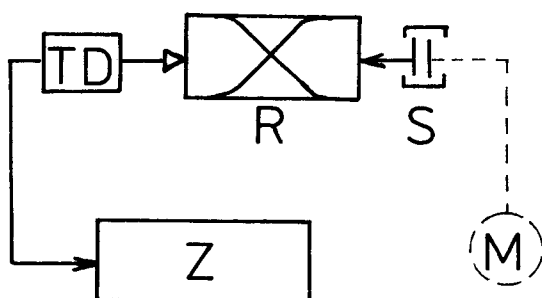
$$R_3 = 20 \text{ mm}$$

$$R_4 = 29 \text{ mm}$$

## 5. MĚŘENÍ RYCHLOSTI SOUKÁNÍ A ČASOVÝCH ZMĚN

Účelem měření bylo zjistit změny rychlosti při rušení pásmového vinutí a změny v důsledku přetrhu a navazování příze.

### 5.1. POPIS MĚŘENÍ A ZAPOJENÍ - obr.14



- R - rozvaděč soukací jednotky
- S - spojka rozvaděče
- M - elektromotor
- TD- tachodynamo
- Z - zapisovač

obr.14

Dotek tachodynamu snímá úhlovou rychlost rozvaděče soukací jednotky a měřicí signál zpracovává zapisovač, na jehož výstupu je záznam o průběhu úhlových a obvodových rychlostí rozvaděče podle ocejchování stupnice.

Při měření byl zvolen posuv pisátka zapisovače, který odpovídal 4mm za 0,1s. Měření bylo provedeno u obou jednotek (Autosuk i Mayer).

Naměřené soukací rychlosti a pokles rychlosti při rušení pásmového vinutí jsou zapsány do tab.12 pro Autosuk a pro jednotku Mayer do tab.13. Z grafického záznamu jsou dále změ-



řeny časové intervaly změn, které jsou zaznamenány v tab.14.  
Příklad grafického záznamu ze zapisovače, a to pro rychlost soukání 700 m.min, je dán v příloze diplomové práce. Grafické záznamy jsou zpracovány do grafu č.5÷10:

graf č.5 znázorňuje pokles rychlosti při rušení pásmového vinutí u jednotky Autosuk

graf č.6 znázorňuje pokles rychlosti při rušení pásmového vinutí u jednotky Mayer

graf č.7 znázorňuje rozběhové křivky rozvaděče Autosuku

graf č.8 znázorňuje rozběhové křivky rozvaděče jednotky Mayer

graf č.9 znázorňuje doběhové křivky rozvaděče Autosuku

graf č.10 znázorňuje doběhové křivky rozvaděče jednotky Mayer

Přístroje:

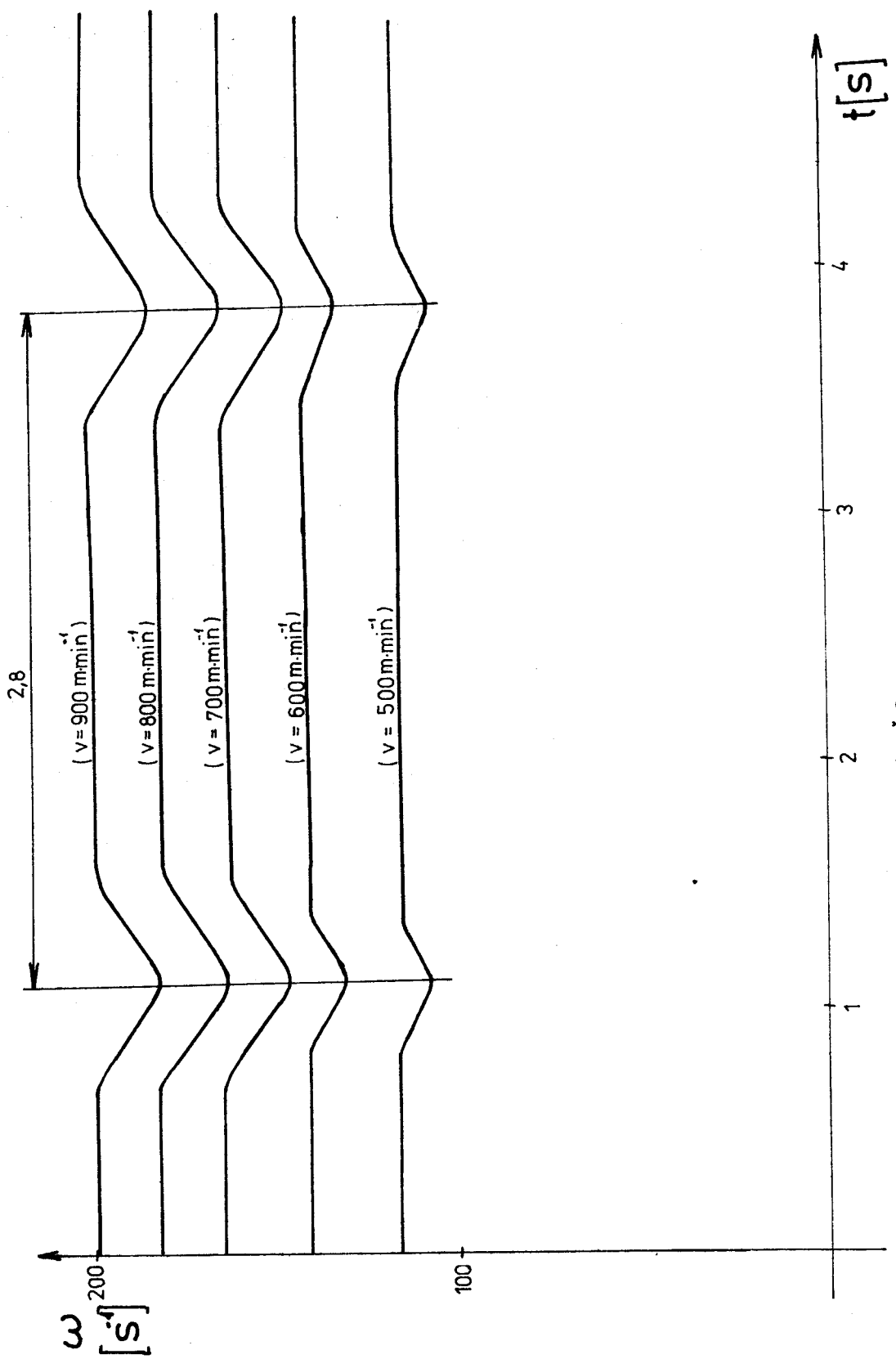
tachodynamo K5 A1 výrobce MEZ Náchod inv.č.796

zapisovač Bryans southern (Anglie) inv.č.1144

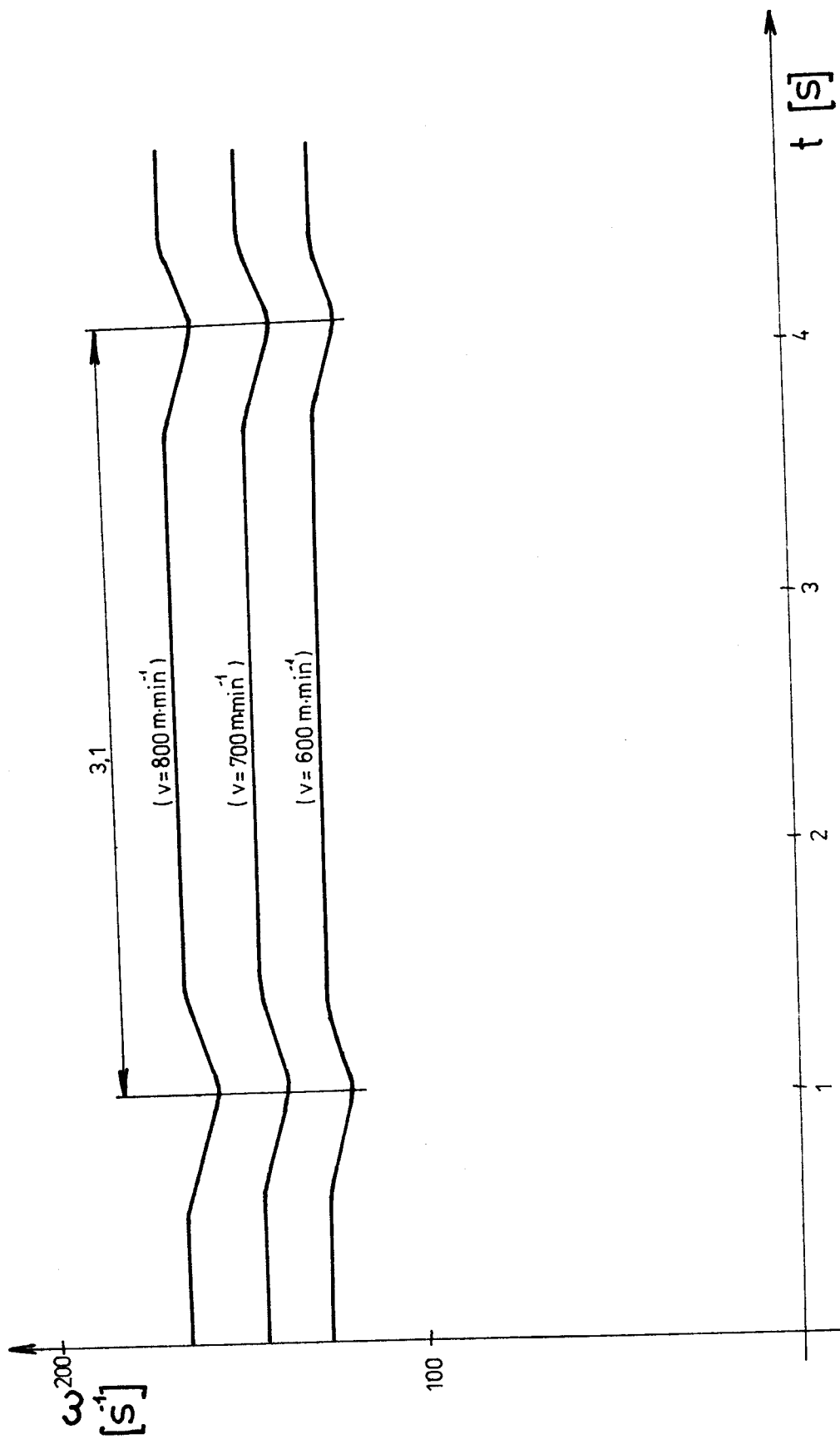
použitá smyčka MA

$V_{teor}$ [m.min <sup>-1</sup> ]	ÚHLOVÁ RYCHLOST SOUKÁNÍ $\omega_0$ [s <sup>-1</sup> ]	POKLES ÚHLOVÉ RYCHLOSTI PŘI RU- ŠENÍ PÁSMOVÉHO VINUTÍ $\Delta\omega$ [s <sup>-1</sup> ]	ÚHLOVÁ RYCHLOST PŘI RUŠENÍ PÁSMO- VÉHO VINUTÍ $\omega_r$ [s <sup>-1</sup> ]
500	115	9	106
600	138	10	128
700	161	18	143
800	178	18	160
900	196	18	178

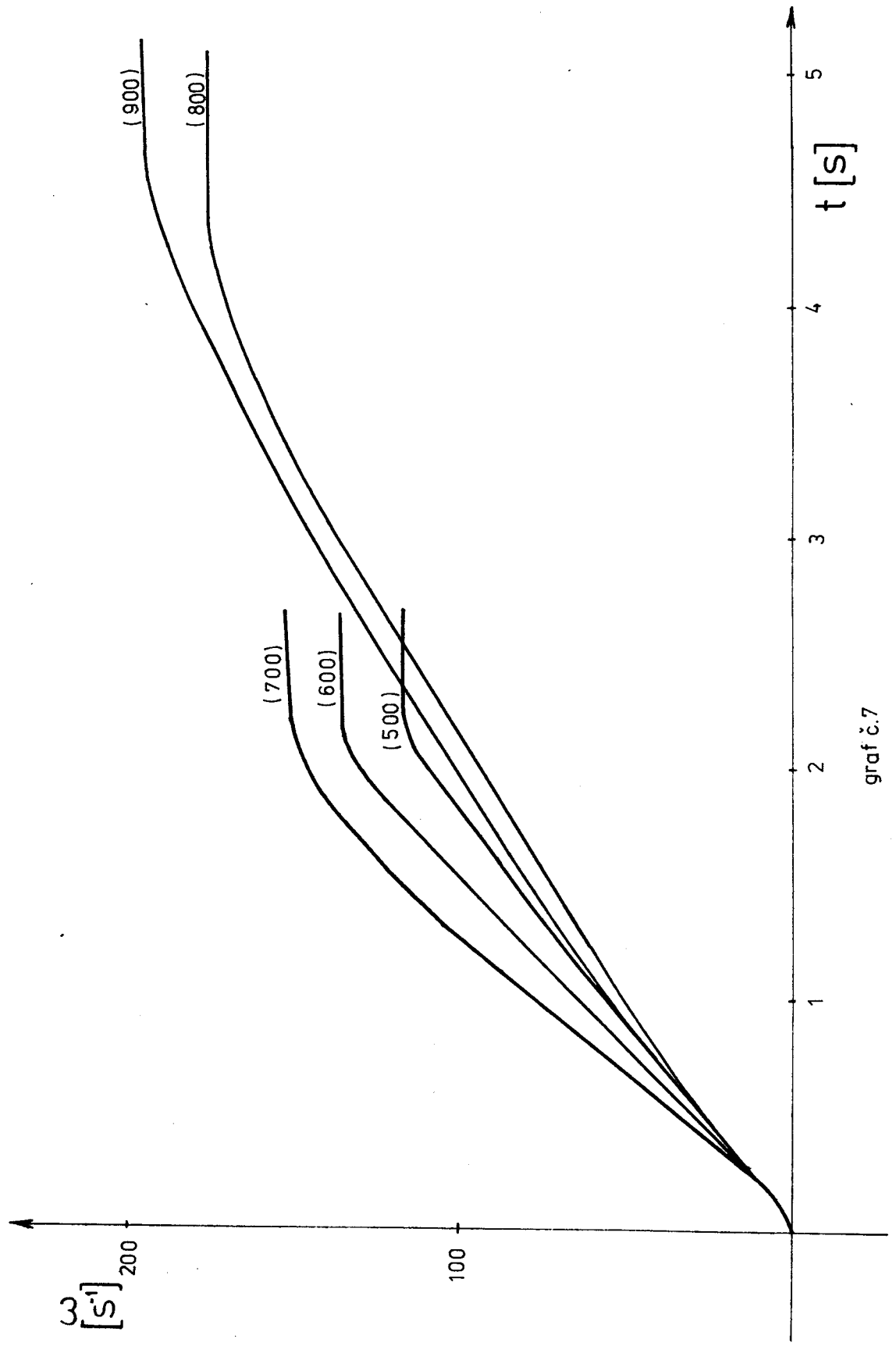
tab.12



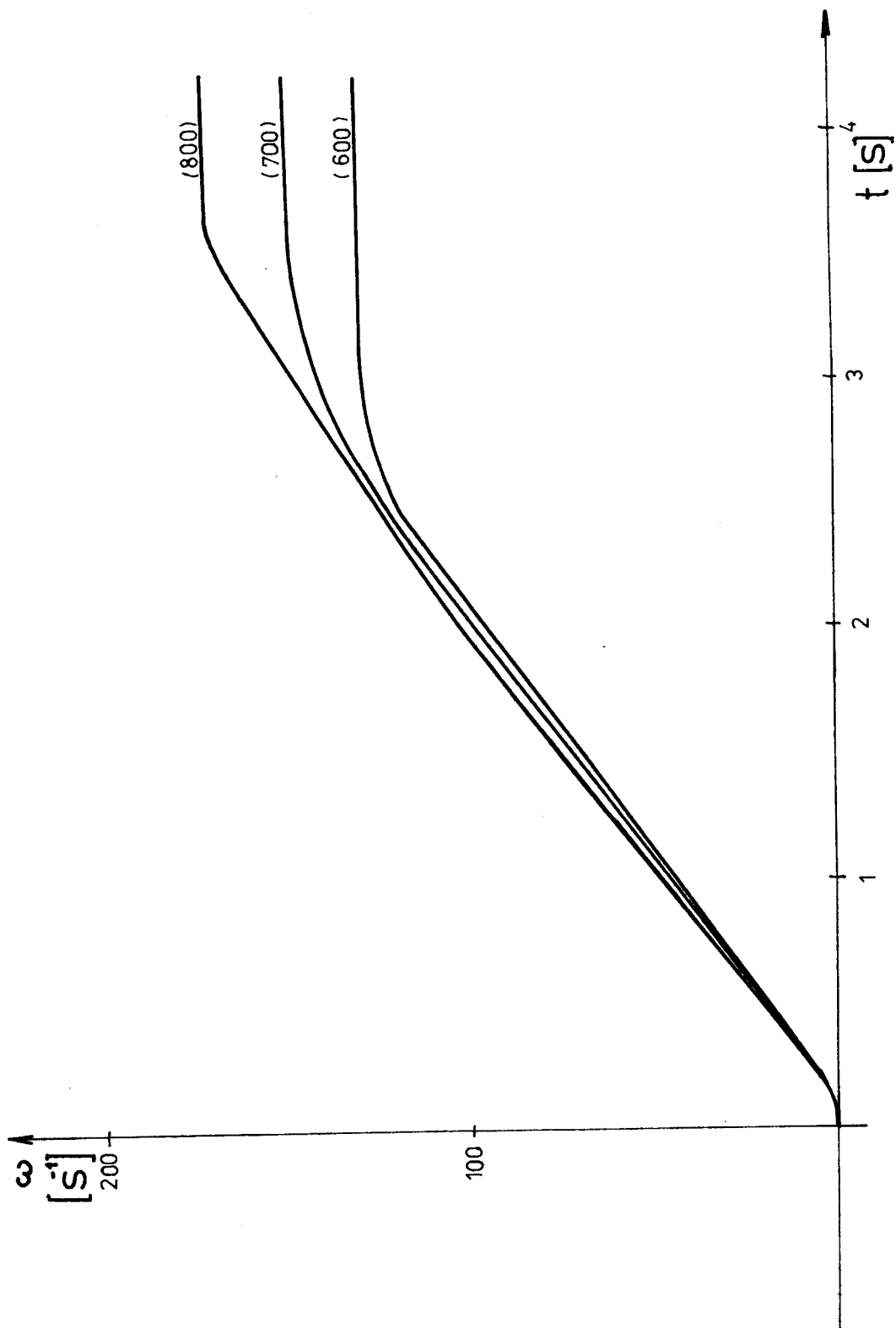
GRAF č. 5



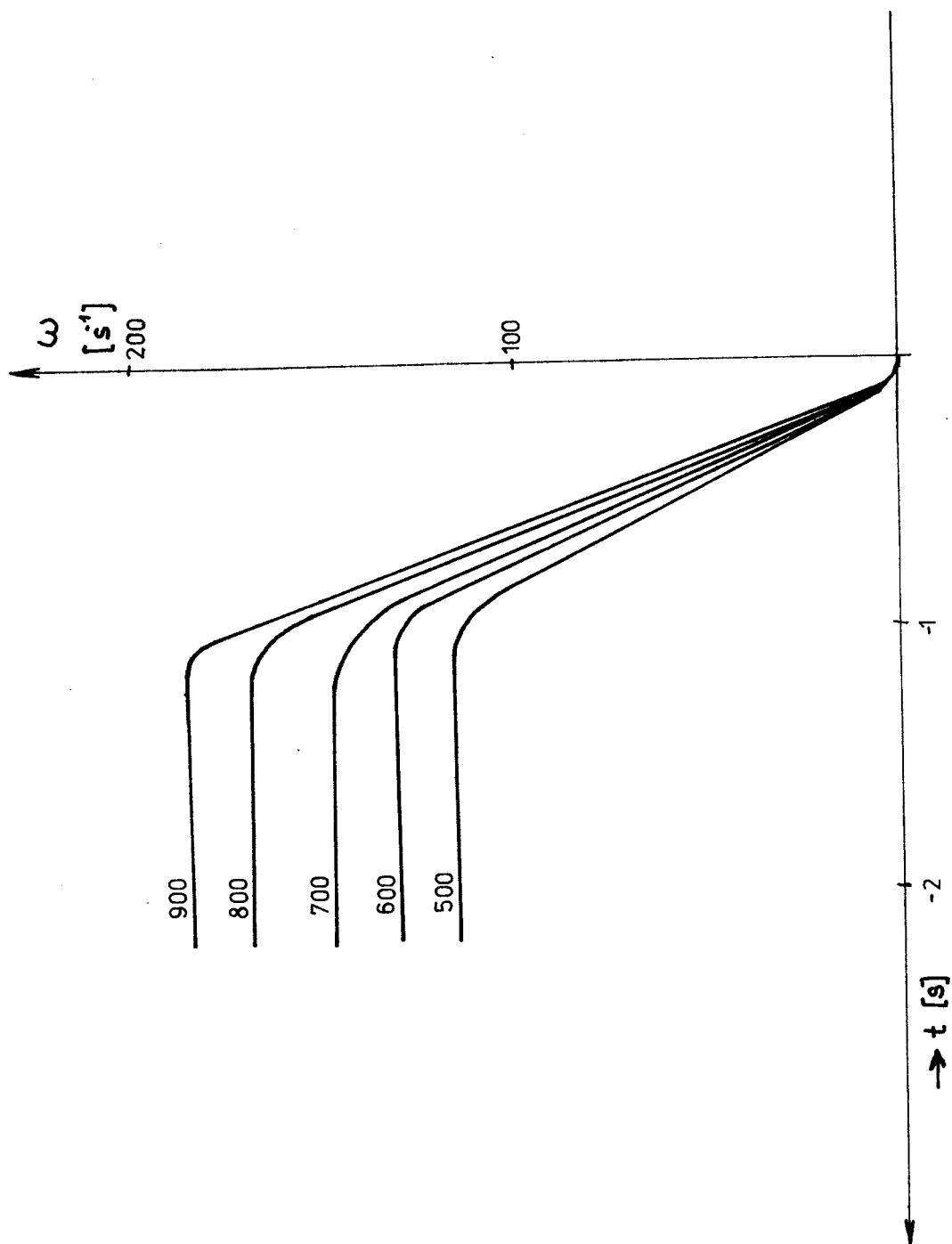
graf č. 6



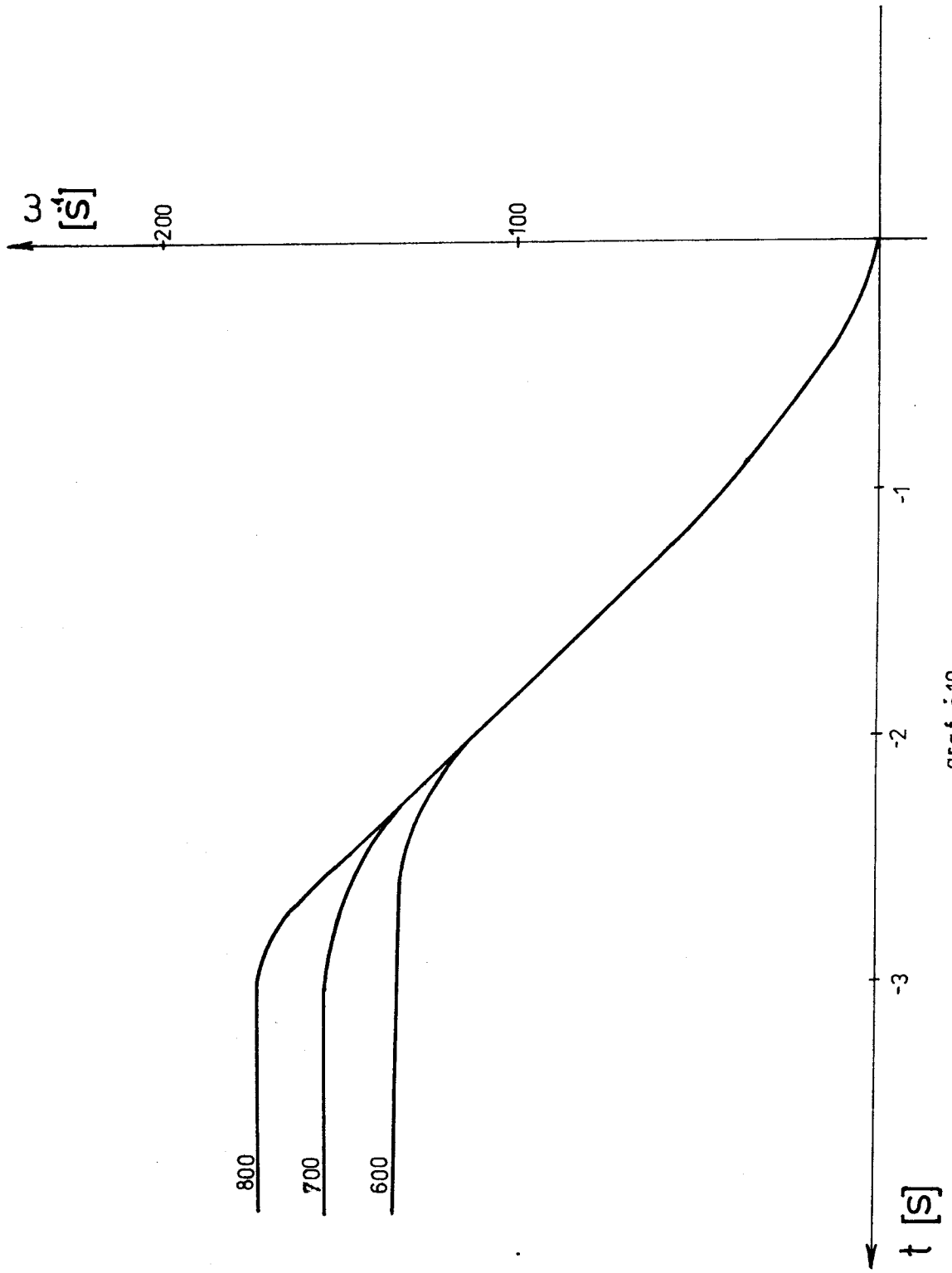
graf č.7



graf č.8



graf č.9



graf č.10

$V_{teor}$ [m·min <sup>-1</sup> ]	$\omega_0$ [s <sup>-1</sup> ]	$\Delta\omega$ [s <sup>-1</sup> ]	$\omega_1$ [s <sup>-1</sup> ]
600	128	7	121
700	146	9	137
800	167	9	158

tab.13

ČASOVÁ ZMĚNA	AUTOSUK [s]	MAYER [s]
interval rušení pásmového vinutí	2,8	2,2;3,1
doba navazování napoprvé (bez rozběhu)	5,6	9
doba zpětného chodu	2	2,4
doba rozběhu	(2 ÷ 4)	(2,5÷3,5)
doba navazování napodruhé ( bez rozběhu )	14	neměřeno

tab.14

## 5.2. ZÁVĚR MĚŘENÍ

U Autosuku je pravidelný interval rušení pásmového vinutí 2,8 s. Na vačce jednotky Mayer jsou oba palce vzájemně posunuty, takže interval rušení pásmového vinutí se střídá pravidelně 2,2 a 3,1 s.

U Autosuku dochází k většímu poklesu rychlosti, což je způsobeno také menším momentem setrvačnosti rozvaděče, neboť měření bylo provedeno u Autosuku se zdvihem rozvaděče 125 mm a u jednotky Mayer se zdvihem rozvaděče 150 mm.

Rychlosti soukání jsou u jednotky Autosuk vyšší než rychlosti teoretické oproti jednotce Mayer, kde teoretické sou-



kací rychlosti odpovídají skutečným.

Doběh je rychlejší u jednotky Autosuk, ale rozběh u této jednotky je pomalejší, protože při rozběhu se zvyšuje přítlak křížové cívky.

Doba navazování příze trvá u Autosuku o 3,5 s méně než u jednotky Mayer.

#### Poznámka k měření

Původně měla být současně se změnou rychlostí měřena i změna elektrického příkonu. Protože nebyl k dispozici zapisovací wattmetr, byl současně s měřením rychlosti změřen úbytek napětí resp. změna proudu v jedné fázi elektromotoru zařazením odporu.

Protože se ale podstatně vlivem zatížení elektromotoru mění účinník, změny tohoto proudu neodpovídají změnám příkonu (což vyplývá ze vzorce  $P = \sqrt{3} I_S U_S \cos \varphi$ ). Účinník elektromotoru naprázdno se pohybuje okolo hodnoty 0,23, při navazování 0,27, při soukání okolo 0,4÷0,5, ale při rozběhu, kdy dochází k přechodnému přetížení elektromotoru nad jmenovitou hodnotu příkonu, má účinník hodnoty větší než jmenovité 0,79.

## 6. TEORETICKÉ ZÁVISLOSTI ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI SOUKACÍ JEDNOTKY

### 6.1. MĚRNÁ SPOTŘEBA ENERGIE

Při hodnocení vztahu mezi spotřebovanou energií a výkonem soukání lze použít dvou ukazatelů, které jsou vzájemně reciproční:

- a) energetická náročnost neboli měrná spotřeba elektrické práce na nasoukání 1m příze

$$e = \frac{P[\text{kW}]}{U[\text{m} \cdot \text{min}^{-1}] \cdot \frac{1}{60}} = 6 \cdot 10^4 \frac{P}{U} [\text{Ws m}^{-1}]$$

- b) energetická účinnost nebo výtěžnost, což představuje nasoukanou délku příze na 1kWh elektrické práce

$$\eta_E = \frac{U[\text{m} \cdot \text{min}^{-1}] \cdot 60}{P[\text{kW}]} = 3,6 \cdot 10^5 \frac{1}{e}$$

### 6.2. VÝKON SOUKACÍ JEDNOTKY

Množství nasoukané příze je přímo úměrné soukací rychlosti resp. obvodové rychlosti rozvaděče.

$$U = v = \pi D n_R = \omega \cdot R [\text{m} \cdot \text{min}^{-1}]$$

$n_R$  otáčky rozvaděče

$D$  průměr rozvaděče (při měření byl použit vždy rozvaděč o průměru 160mm)

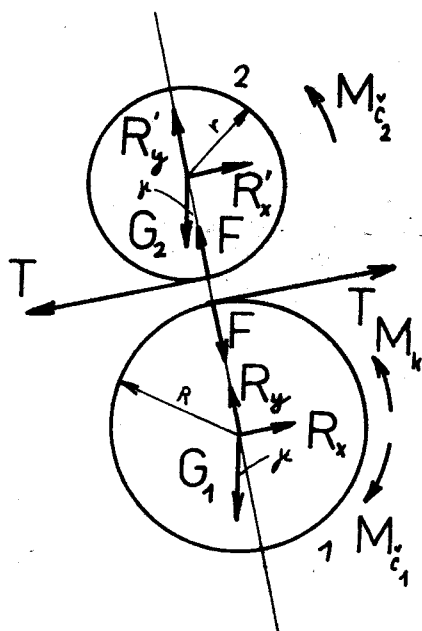
### 6.3. ELEKTRICKÝ PŘÍKON, ELEKTRICKÁ ENERGIE A MĚRNÁ SPOTŘEBA ENERGIE

Během soukání dochází ke změnám okamžitého příkonu stroje, a to vlivem rušení pásmového vinutí, při přetrhu a navazování příze.

### 6.3.1. USTÁLENÝ PŘÍKON SOUKACÍ JEDNOTKY

Ustálený příkon soukací jednotky představuje příkon, kdy je spojka rozvaděče ještě sepnutá a jeho hodnota relativně stálá.

Při odvození vztahu pro příkon a energetickou náročnost lze vyjít ze složkových a momentových rovnic pro rozvaděč(1) a křížovou cívku(2) - viz obr.15



obr.15

$$R'_y - G_2 \cos \mu + F = 0 \quad (1)$$

$$R'_x - G_2 \sin \mu - T = 0 \quad (2)$$

$$T \cdot r - M'_{c_2} = 0 \quad (3)$$

$$R_y - G_1 \cos \mu - F = 0 \quad (4)$$

$$R_x - G_1 \sin \mu + T = 0 \quad (5)$$

$$M_k - M'_{c_1} - T \cdot R = 0 \quad (6)$$

Zavedením Poncelletova vztahu

$$M_x = r_c \cdot f_c (0,96 |R_y| + 0,4 |R_x|) \quad \text{pro } |R_y| > |R_x|$$

a úpravou rovnic (1)-(6) lze vyjádřit tečnou sílu T

$$T = \frac{r_c^2 f_c^2 [0,96 F + G_2 (0,4 \sin \mu - 0,96 \cos \mu)]}{r - 0,4 r_c^2 f_c^2}$$

a kroučící moment  $M_k$

$$M_k = \frac{r_c^2 f_c^2 [0,96 F + G_2 (0,4 \sin \mu - 0,96 \cos \mu)]}{r - 0,4 r_c^2 f_c^2} (R + 0,4 r_c f_{c_1}) + f_{c_1} r_c (G_1 (0,96 \cos \mu - 0,4 \sin \mu) + 0,96 F)$$

Pro příkon  $P$  při  $\omega = \text{konst}$  a za podmínky, že parametry  $r_{c_1}, r_{c_2}, f_{c_1}, f_{c_2}, r, \mu$  jsou také konstantní, platí:

$$P = M_k \cdot \omega = (k_1 F + k_2) \omega$$

kde

$$k_1 = 0,96 f_{c_1} r_{c_1} + 0,96 r_{c_2} f_{c_2} \frac{R + 0,4 r_{c_1} f_{c_1}}{r - 0,4 r_{c_2} f_{c_2}}$$

$$k_2 = (0,96 \cos \mu + 0,4 \sin \mu) \left( f_{c_1} r_{c_1} G_1 - \frac{r_{c_2} f_{c_2} G_2}{r - 0,4 r_{c_2} f_{c_2}} (R + 0,4 r_{c_1} f_{c_1}) \right)$$

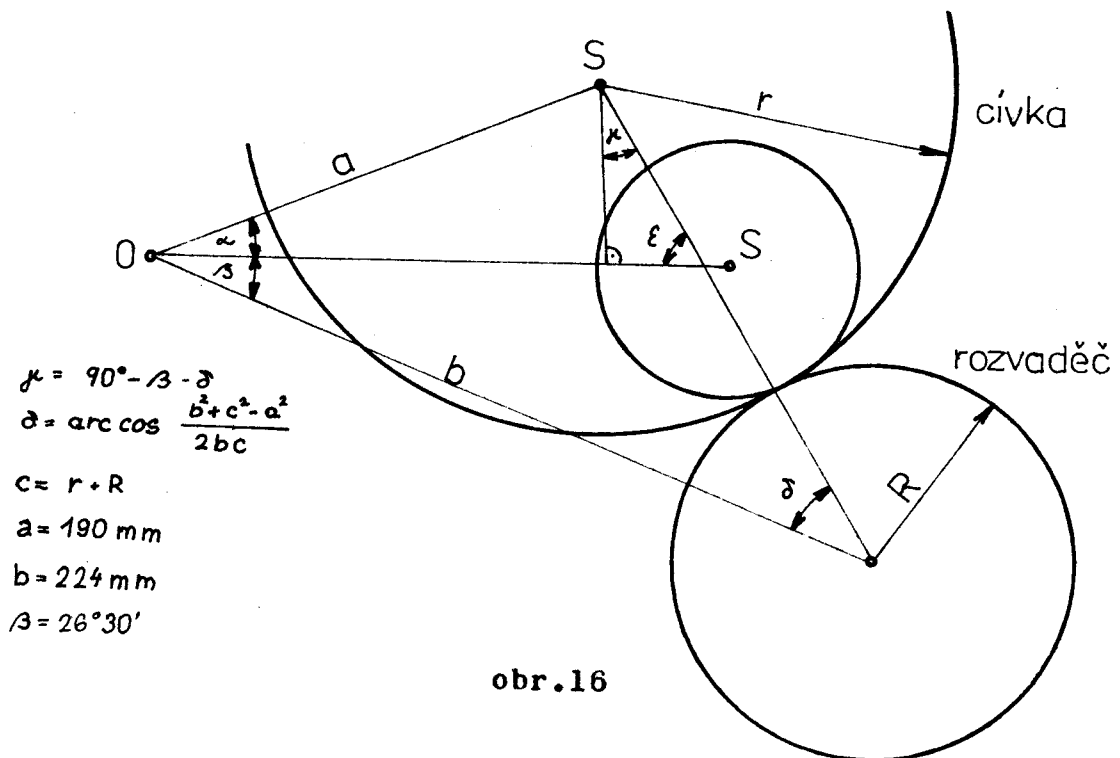
Vztah pro příkon  $P$  lze zjednodušit vyloučením tečné reakce, která svojí velikostí je zanedbatelná.

Při konstantním přitlaku  $F$  pro vyjádření energetické náročnosti platí:

$$e = \frac{P}{\omega R} = \frac{k \omega}{R \omega} = \text{konst}$$

a to za předpokladu, že je zanedbán příkon předlohového hřídele.

Vztah pro určení úhlu  $\mu$  je odvozen dle obr.16.



obr.16

Při měření rychlosti viz odstavec 5 byl současně odečten ustálený stav na wattmetru a jejich poměr udává energetickou náročnost při soukání bez uvažování rušení pásmového vinutí a navazování. Tyto hodnoty jsou zapsány do tab.15 pro jednotku Autosuk a do tab.16 pro jednotku Mayer.

V [m·min <sup>-1</sup> ]	P [W]	e [Wsm <sup>-1</sup> ]
550	128	14,0
661	144	13,1
773	168	13,0
853	176	12,4
940	192	12,3

tab.15

V [m·min <sup>-1</sup> ]	P [W]	e [Wsm <sup>-1</sup> ]
612	140	13,7
702	152	13,0
800	160	12,0

tab.16

Měření prokázalo, že energetická náročnost při soukání v daném rozsahu rychlosti mírně klesne se zvýšením rychlosti. To lze vysvětlit pravděpodobně tím, že předlohový hřídel odbírá stále stejný příkon, ale příkon na otáčení rozvaděče a cívky je úměrný rychlosti. Ve vztahu pro energetickou náročnost

$$e = \frac{P}{v} = \frac{P_1}{v} + \frac{P_2}{v}$$

má sčítanec  $\frac{P_1}{v}$  ( $P_1$  - příkon předlohového hřídele) se stoupající rychlostí klesající tendenci a sčítanec  $\frac{P_2}{v}$  je přibližně konstantní ( $P_2$  - příkon rozvaděče).

Přítlak F lze považovat za konstantní, protože měření bylo provedeno pro všechny rychlosti s cívkou se stejnou velikostí návinu při stejném materiálu příze (bavlna - 72 tex).

### 6.3.2. ENERGIE NA ROZBĚH CÍVKY

Energii, která se spotřebuje na rozběh křížové cívky, vyjadřuje vztah

$$\Delta W = \Delta W_k + \Delta W_p = \frac{1}{2} I_{red} \omega_R^2 + \Delta W_p$$

kde  $\Delta W_k$  změna kinetické energie

$\Delta W_p$  změna energie vlivem pasivních odporů

$I_{red}$  redukovaný moment setrvačnosti

$$I_{red} = I_R + I_c \left( \frac{\omega_c}{\omega_R} \right)^2 = I_R + I_c \left( \frac{R}{r} \right)^2$$

Potřebné vztahy pro výpočet  $I_{red}$  pro rozvaděč 125mm viz odstavec 4.2.

Vypočtené hodnoty vyjadřuje tab.17,18.

CÍVKA	$R_1$ [mm]	$R_2$ [mm]	$m$ [kg]	$\rho$ NÁVINU [kg m <sup>3</sup> ]	$I_c$ [kg m <sup>2</sup> ]	$I_{red}$ [kg m <sup>2</sup> ]
1	25,5	32,0	0,07	$7,99 \cdot 10^{-7}$	$36 \cdot 10^{-6}$	$7,92 \cdot 10^{-3}$
2	66,0	72,5	0,66	$4,01 \cdot 10^{-7}$	$2,3 \cdot 10^{-3}$	$10,74 \cdot 10^{-3}$
3	81,0	88,0	0,86	$3,35 \cdot 10^{-7}$	$5,4 \cdot 10^{-3}$	$12,49 \cdot 10^{-3}$

tab.17

$V_{teor}$ [m·min <sup>-1</sup> ]	$\omega_0$ [s <sup>-1</sup> ]	$\Delta W_k$ [Ws]			$\Delta W_p$ [Ws]	$\Delta W$ [Ws]
		CÍVKA 1	CÍVKA 2	CÍVKA 3		
500	115	52	71	83	11	82
600	138	75	102	119	14	116
700	161	103	139	162	17	156
800	178	125	170	198	33	203
900	196	152	206	240	41	247

tab.18

### Ztráta energie vlivem pasivních odporů

Při rozběhu rozvaděče dochází ke ztrátám vlivem mechanických odporů způsobených ložisky, a to moment čepového tření ložisek uložení rozvaděče a ložisek řemenice rozvaděče (dokud se nevyrovnají rychlosti řemenice a hřídele rozvaděče). Dále zde působí třecí moment mezi cívkou a rozvaděčem, který je vzhledem k malé velikosti třecí síly ve výpočtu zanedbán.

Vyjdeme ze vztahu  $\varphi$

$$W_p = \int_0^{\varphi} M_c d\varphi$$

a při uvažování pohybu rovnoměrně zrychleného lze odvodit

$$W_p = \frac{1}{2} F_c r_c f_c t_R \cdot \omega$$

Pro ztrátu v obou ložiskách při rozběhu platí

$$W_p = W_{p_1} + W_{p_2} = \frac{1}{2} f_c t_R (F_{c_1} r_{c_1} + F_{c_2} r_{c_2}) \omega$$

kde  $F_{c_1} = 20 \text{ N}$       tíha rozvaděče  
 $F_{c_2} = 10 \text{ N}$       tíha řemenice a spojky  
 $r_{c_1} = 17 \text{ mm}$   
 $r_{c_2} = 13 \text{ mm}$   
 $f_c$       voleno 0,2  
 $t_R = (2 \div 3) \text{ s}$

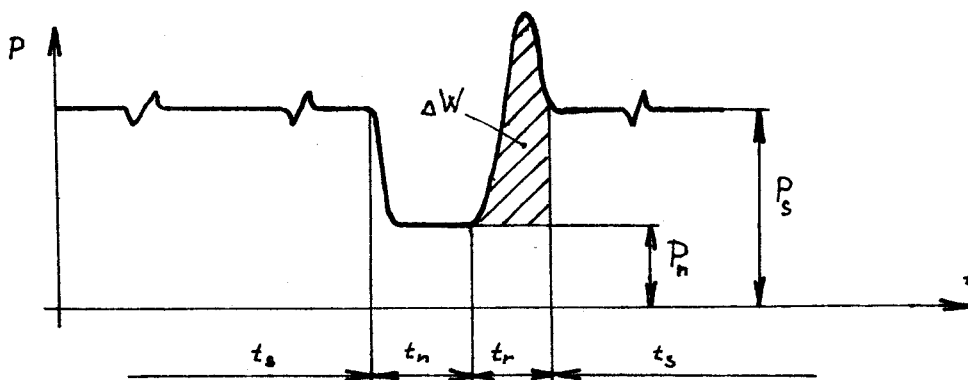
Teoretické hodnoty  $W_p$  jsou udány v tab.18.

### 6.3.3. VLIV PŘETRHU A NAVAZOVÁNÍ NA SPOTŘEBU ENERGIE

Při navazování po přetrhu nebo při výměně potáče je spotřebována určitá energie, ale nedochází při tom k soukání příze. Tento interval představuje u Autosuku 7,5 s (pokud dojde poprvé k navázání). Při zvýšené přetrhovosti je poměr časů neproduktivních k časům navíjení větší.

Teoretický diagram odběru elektrické energie znázorňuje obr. 17 kde

- $P_s$  - znázorňuje ustálený příkon
- $P_n$  - " - příkon při navazování
- $t_n$  - doba navazování
- $t_r$  - doba rozběhu cívky
- $t_s$  - doba soukání příze mezi dvěma přetrhy



obr.17

Pokud budeme uvažovat spotřebu energie za určitou časovou jednotku např. za hodinu při určité přetrhovosti a nebudeme uvažovat vliv rušení pásmového vinutí, pak při 100% navázání příze napoprvé lze energetickou náročnost  $e$  vyjádřit

$$e = \frac{P}{U} = \frac{i(P_s t_s + P_n(t_n + t_r) + \Delta W)}{U(T_c - i(t_n + t_r))}$$

kde  $W$  představuje nárůstek energie na rozběh cívky

$T_c$  - " - celkovou dobu ( 1 hodina )

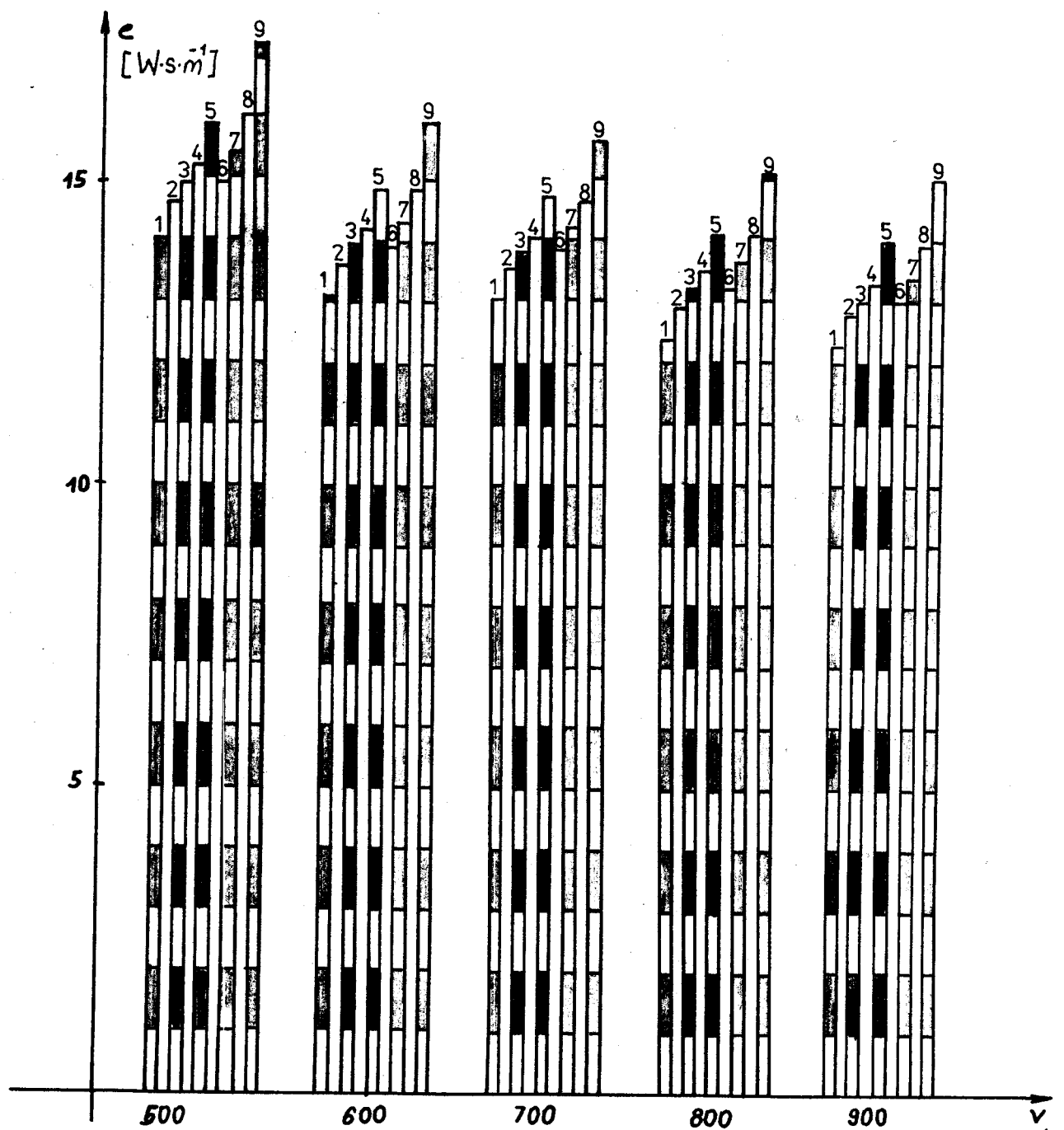
$i$  - " - počet cyklů přetrhů a výměn

$$T_c = i(t_s + t_n + t_r) \quad t_s = \frac{T_c}{i} - (t_r + t_n)$$



$V_{teor}$ [m·min <sup>-1</sup> ]	$V_{skut}$ [m·min <sup>-1</sup> ]	$P_s$ [W]	$t_r$ [s]	$\Delta W$ [W]	$e_{konst}$ [Wsm <sup>-1</sup> ]	KONSTANTNÍ HODNOTY		
500	550	128	2,1	82	14,0	$t_n = 5,6 \text{ s}$ $t'_n = 14 \text{ s}$ $T_c = 3600 \text{ s}$ $P_n = 110 \text{ W}$ $I_c = 2,3 \cdot 10^{-3} \text{ kg m}$		
600	661	144	2,2	116	13,1			
700	773	168	2,3	156	13,0			
800	853	176	4,0	203	12,4			
900	940	192	4,5	247	12,3			
PŘI 100% NAVAZOVÁNÍ								
$V_{teor}$ [m·min <sup>-1</sup> ]	$t_{s_{i=20}}$	$t_{s_{i=30}}$	$t_{s_{i=40}}$	$t_{s_{i=60}}$	$e_{i=20}$	$e_{i=30}$	$e_{i=40}$	$e_{i=60}$
500	172,3	112,3	82,3	52,3	14,6	14,9	15,2	15,9
600	172,2	112,2	82,2	52,2	13,6	13,9	14,2	14,8
700	172,1	112,1	82,1	52,1	13,5	13,8	14,0	14,7
800	170,4	110,4	79,9	50,4	12,9	13,2	13,5	14,1
900	169,9	109,9	79,4	49,9	12,8	13,0	13,4	14,0
PŘI 50% NAVAZOVÁNÍ								
$V_{teor}$ [m·min <sup>-1</sup> ]	$t_{s_{i=20}}$	$t_{s_{i=30}}$	$t_{s_{i=40}}$	$t_{s_{i=60}}$	$e_{i=20}$	$e_{i=30}$	$e_{i=40}$	$e_{i=60}$
500	168,1	108,1	78,1	48,1	14,9	15,4	16,0	17,2
600	168,0	108,0	78,0	48,6	13,9	14,3	14,8	15,9
700	167,9	107,9	77,9	47,9	13,8	14,2	14,6	15,6
800	166,2	106,9	76,2	46,2	13,2	13,6	14,1	15,2
900	165,7	105,7	75,7	45,7	13,0	13,4	13,9	15,0

tab.19



- |   |   |  |                     |
|---|---|--|---------------------|
| 1 | - | energetická náročnost při soukání bez navazování |                     |
| 2 | - | "  | pro $i=20$ při 100% |
| 3 | - | "  | pro $i=30$ při 100% |
| 4 | - | "  | pro $i=40$ při 100% |
| 5 | - | "  | pro $i=60$ při 100% |
| 6 | - | "  | pro $i=20$ při 50 % |
| 7 | - | "  | pro $i=30$ při 50 % |
| 8 | - | "  | pro $i=40$ při 50 % |
| 9 | - | "  | pro $i=60$ při 50 % |

graf č.11

Úpravou se získá vztah

$$e = \frac{P_S t_s + P_n (t_n + t_r) + \Delta W}{U t_s} \quad (\text{I})$$

Při 50 % navazování (každé druhé na druhý pokus) je možno vyjádřit

$$T_c = i \left( t_s + \frac{t_n}{2} + \frac{t_n'}{2} + \frac{3}{2} t_r \right)$$

$$t_s = \frac{T_c}{i} - \frac{1}{2} (2 t_r + t_n + t_n')$$

$$e = \frac{P_S t_s + \frac{1}{2} P_n (2 t_r + t_n + t_n') + \frac{3}{2} \Delta W}{U t_s} \quad (\text{II})$$

kde  $t_n$  představuje dobu do rozeběhnutí při dvojitě navazování

Hodnoty teoretické energetické náročnosti jsou vypočítány v tab.19, a to pro jednotku Autosuk se zdvihem rozvaděče 125 mm.

Grafickou závislost vztahů (I), (II) znázorňuje sloupcový diagram - graf č.11.

Jak už bylo uvedeno dříve energetická náročnost se zvýšením rychlosti klesá. Vlivem navazování však naopak stoupá a lze předpokládat větší praktický nárůst než je spočítáno teoreticky.

#### 6.3.4. VLIV RUŠENÍ PÁSMOVÉHO VINUTÍ NA SPOTŘEBU ENERGIE

Obdobně jako při rozběhu cívky lze vyjádřit energii při rušení pásmového vinutí

$$\Delta W = \Delta W_k + \Delta W_p = \frac{1}{2} I_{red} (\omega_0^2 - \omega_1^2) + \Delta W_p$$

V případě určení ztrát energie vlivem pasivních odporů lze uvažovat pouze čepové tření ložisek řemenice

$$\Delta W_p = \int_0^\varphi M_c^\varphi d\varphi$$

úpravou lze získat vztah

$$\Delta W_p = \frac{1}{2} F_c r_c^2 f_c t_1 (\omega_0 + \omega_1)$$

kde  $F_{\check{c}} = 10 \text{ N}$   
 $r_{\check{c}} = 0,013 \text{ m}$   
 $t_1 = 0,5 \text{ s}$   
 $f_{\check{c}} = 0,2 \text{ (zvoleno)}$

$$\Delta W_n = n \cdot \Delta W$$

Nárůst energie vlivem rušení pásmového vinutí za hodinu  $W_n$  vyjadřuje tab.20.

Počet rušení pásmového vinutí za hodinu bez uvažování navazování  $n = 1286$

$V_{\text{teor}}$ [m·min <sup>-1</sup> ]	$\omega_0$ [s <sup>-1</sup> ]	$\omega_1$ [s <sup>-1</sup> ]	$I_{\text{red}}$ [kg·m <sup>2</sup> ]	$\Delta W_k$ [Ws]	$\Delta W_p$ [Ws]	$\Delta W$ [Ws]	$\Delta W_n$ [Whod]
500	115	106	10,7·10 <sup>-3</sup>	11	1	12	4
600	138	128		14	2	16	6
700	161	143		29	2	31	11
800	178	160		33	2	35	13
900	196	178		36	2	38	14

tab.20

Vliv rušení pásmového vinutí na spotřebu energie je poměrně malý ( představuje podle teoretického výpočtu hodnotu menší jak 10 % energie, která je nutná při soukání bez rušení pásmového vinutí ), vzrůstá se zvýšením rychlosti soukání a se zvýšením poloměru soukané cívky.

## 7. ZÁVĚR

Energetická náročnost, pokud hodnotíme samostatně jednu soukací jednotku, je v porovnání např. s tkalcovským stavem nízká, ale v počtu jednotek, který se běžně vyskytuje v textilních podnicích, není odběr energie a energetická náročnost celého stroje zanedbatelná.

Z měření vyplynulo, že energetická náročnost je nižší při nízké přetrhovosti resp. četnosti navazování a má klesající tendenci s růstem rychlosti soukání ( v měřeném rozsahu rychlostí 500 ÷ 900 m.min<sup>-1</sup> ). Energetická náročnost ale stoupá v případě přetrhů a soukání větších návvinů soukaných při vyšších rychlostech.

Ani vliv přítlaku křížové cívky není zanedbatelný, proto by měl být nastaven tak, aby odpovídal nejvýhodněji z hlediska stavby cívky, nikoliv podstatně vyšší.

Pokud jde o srovnání obou typů soukacích jednotek (Auto-suk a Mayer), jejich energetická náročnost je stejná, i když se jednotky liší při odběru energie jejich jednotlivých uzlů.

V této práci je poukazováno na některé vlivy, které zvyšují energetickou náročnost soukací jednotky, i když některé jsou řešeny pouze teoreticky, protože nebyly dostupné potřebné přístroje.

## POUŽITÁ LITERATURA

- /1/ Vl. Prášil : Teorie tkaní-část I. Příprava materiálu ke tkaní. Skriptum VŠST, Liberec 1980
- /2/ O. Talavásek: Tkalcovská příručka. SNTL, Praha 1980
- /3/ J. Charvát : Mechanika II (Dynamika). Skriptum VŠST Liberec 1981
- /4/ J. Zelenka : Elektrotechnika a průmyslová elektronika, část Elektrické měření neelektrických veličin. Skriptum VŠST, Liberec 1979
- /5/ J. Vladař : Elektrotechnika a průmyslová elektronika Skriptum ČVÚT, Praha 1979
- /6/ Vl. Krejčí, J. Stupka: Elektrická měření. SNTL Praha 1973
- /7/ katalog Elitex - Automatický křížem soukací stroj Autosuk 2008