

VŠST Liberec	Využití matematicko - statistických metod v textilním průmyslu	Strana 1
Fakulta textilní		KMV

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ

V LIBERCI

Diplomová práce

Studie využití matematicko - statistických metod při řešení
technických a technologických úkolů v oblasti textilního
průmyslu

Richterová Jitka

červen 1973

I.

VŠEOBECNÁ ČÁST

Vysoká škola: strojní a textilní

Katedra: textilních materiálů a výrobků

Fakulta: textilní

Školní rok: 1972/73

DIPLOMOVÝ ÚKOL

pro Jitka R i c h t e r o v á

obor pletení - oděvnictví

Protože jste splnila požadavky učebního plánu, žádám Vám vedoucí katedry ve smyslu směrnic ministerstva školství o státních závěrečných zkouškách tento diplomový úkol:

Název tématu: Vypracujte studii využití matematicko - statistických metod při řešení technických a technologických úkolů v oblasti textilního průmyslu

Pokyny pro vypracování:

1. Specifikujte povahu naměřených hodnot fyzikálních veličin a vlastností textilií;
2. Stanovte veličiny charakterizující výběr a soubor naměřených hodnot;
3. Definujte odhady statistických charakteristik měřené veličiny partie materiálu;
4. S použitím teoretických rozdělení proveďte modelování rozdělení četností měřené veličiny;
5. Stanovte způsoby hodnocení experimentálního, technického nebo konstrukčního vlivu na změnu měřené veličiny;
6. Vyznačte metodiku řešení vzájemné závislosti mezi dvěma a více měřenými veličinami;
7. Charakterizujte možnosti využití výpočetní techniky při aplikaci matematicko-statistických metod.

Autorské práce se řídí směrnici MŠK pro státní závěrečné zkoušky č. j. 31 727/62-III/2 ze dne 13. července 1962 a směrnicí MŠK XL, sešit 24 ze dne 31. 8. 1962 § 15 a směrnicí státního c. 115/63 Sb.

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ

Ustředí knihovny

LIBEREC - STUDENTSKÁ 5

VŠST Liberec	Využití matematicko - statistických metod v textilním průmyslu	Strana 5
Fakulta textilní		KMV

O b s a h

I. Všeobecná část

1. Zadání
2. Prohlášení
3. Obsah a seznam použité literatury

II. Úvod

III. Základní informace pro osvojení matematicko - statistických metod

1. Povaha naměřených hodnot fyzikálních veličin a vlastností textilií
 1. Měření
 2. Soubor
 3. Zpracování souboru
 4. Grafické zobrazování naměřených hodnot
2. Stanovení veličin charakterizujících výběr a soubor naměřených hodnot
 1. Statistické charakteristiky pro výběry o malém počtu měření
 2. Statistické charakteristiky pro výběry o velkém počtu měření
 3. Transformační metodika
3. Odhady statistických charakteristik měřené veličiny v partii materiálu
 1. Intervaly spolehlivosti diskrétních veličin
 2. Intervaly spolehlivosti spojitých veličin
4. Modelování rozdělení četností měřené veličiny, s použitím teoretických rozdělení
 1. Princip modelování
 2. Stručné specifikace teoretických rozdělení
 3. Testy používáme k ověřování navrhovaných modelových rozdělení
 4. Příklady modelování rozdělení četností v oblasti textilního průmyslu
5. Způsoby hodnocení experimentálního technického nebo konstrukčního vlivu na změnu měření veličiny
 1. Metodika testování
 2. Testy rozptylové
 3. Testy polohové
 4. Příklady použití testů významnosti v oblasti textilního průmyslu
 5. Test shody číselného /mísícího/ poměru
 6. Analýza rozptylu
6. Metodika měření vzájemné závislosti mezi dvěma a více měřenými veličinami
 1. Korelační analýza
 2. Koeficient korelace
 3. Regresní analýza
 4. Autokorelační koeficient
 5. Koeficient pořadové korelace

VŠST Liberec	Využití matematicko - statistických metod v textilním průmyslu	Strana 6
Fakulta textilní		KMV

IV. Možnosti využití výpočetní techniky při aplikaci matematicko -
- statistických metod

1. Ruční kalkulační stroje
2. Elektronické kalkulátory
3. Kapesní minikalkulátory
4. Programovatelné kalkulátory
5. Kalkulátory se základním programovacím jazykem BASIC
6. Vysvětlivky

V. Závěr
Závěrečná zpráva

Příloha

VŠST Liberec	Využití matematicko - statistických metod v textilním průmyslu	Strana 7
Fakulta textilní		KMV

Seznam odborné literatury

1. FELIX - BLÁHA: Matematicko - statistické metody v chemickém průmyslu, Praha, SNTL 1962
2. Klemm - RIEHL - SIEGEL - TROLL: Statistische Kontrollmethoden in der Textilindustrie Lipsko, Fach. ver., 1968
3. KOBR: Současné postavení statistických metod v textilu. Sborník: Automatizace v textilním průmyslu, ČSVTS, Liberec 1969
4. Novák J.: Aplikace základních analytických matematicko - statistických metod v podmínkách komplexní socialistické racionalizace, Praha, VÚSTE, 1972
5. Reisenauer: Metody matematické statistiky a jejich aplikace v technice, Praha, SNTL
6. Raichl J.: Programování pro samočinné počítače, Academia - ČAV, Praha
7. Corlett - Tinsley: Practical Programing, Syndics of the Cambridge University Press
8. Anglicko - české slovníky
9. Přednášky : Samočinné počítače
Statistické metody v textilním průmyslu
10. Prospekty firem: Hewlett - Packard, Wang, Compucorp Calculating Systems A6, Sharp, Singer, Casio Computer CO, Büromaschinen - Export GmbH, Tesla Bratislava, Metra Blansko, Kancelářské stroje Praha .

VŠST Liberec

Využití

matematicko - statistických
metod v textilním průmyslu

Katedra K M V

Fakulta textilní

DP

8

II.

Ú V O D

VŠST Liberec	Využití matematicko - statistických metod v textilním průmyslu	Katedra K M V
Fakulta textilní		DP 9

S t a t i s t i k a jako vědní obor prošla v posledních deseti letech prudkým vývojem.

V o b l a s t i v ý r o b y její metody často hluboce ovlivnily, jak názory ekonomů, techniků, plánovačů, organizátorů výroby, tak i názory vedoucích hospodářských pracovníků v podnicích a ústavech.

Přestože je dosud aplikace matematicko - statistických metod spojena s řadou řadou různých obtíží, bylo dosaženo těchto hlavních výsledků:

- upevnila se pozice mat. - stat. metod tak, že se ani nepřeceňují, ani nezatracují, ale zaujaly vyhraněné místo pro rozhodovací politiku podniků a ústavů
- vytvořilo se dostatečné zázemí pro mechanizaci výpočtů jak vyško- lením programátorů, tak instalováním nových moderních a výkonných samočinných počítačů.
- vzniklo zázemí pro poznávání a testování metod operační analýzy, vybudováním speciálních oddělení na školách, ústavech a podnicích.

Využití aplikačních schopností mat. - stat. metod je podstatnou složkou komplexní socialistické racionalizace, která hraje významnou úlohu při analýze zdrojů v současné technicko - organizační úrovni výroby a při hle- dání cest optimální tvorby a zabezpečení národohospodářského vývoje. Typickou oblastí využití hlavně statistických metod je oblast racionalizace práce a jakosti výrobků.

V o b l a s t i v ý z k u m u, který je v podstatě založen na zhodno- cování velkého množství naměřených údajů, nebo opakovaných pozorování vzájemných vlivů různých veličin a hledání shody mezi takto prakticky získanými výsledky s teoretickými závěry a modely je použití mat. - stat. metod nezbytné.

V t e x t i l n í m p r ů m ý s l u se používá mat. - stat. metod pře- vážně v úlohách popisujících a analyzujících nějaké jevy nebo děje. V la- boratorních jde o zpracování výsledků měření mechanicko - fyzikálních, textilně - technologických, případně chemických vlastností textilních ma- teriálů, surovin, vláken, příze, tkanin a pletenin i hotových výrobků /, účinností technologických procesů a zařízení.

Dále lze mat. - stat. metod využít na úseku technické kontroly a norma- lizace, kde by mělo jít hlavně o statistickou přejímku, statistickou kont- rolu jakosti a statistickou regulaci.

Také problematika celé oblasti materiálně - technického zásobování, obla- sti řízení a plánování výroby se řeší pomocí statistických metod, zde jsou to úlohy optimalizace, převážně ekonomicko - administrativního cha- rakteru.

Řešení, mnohdy, hlavně časově náročných matematicko - statistických pro- blémů se dnes již neobejde bez kvalitní v ý p o č e t n í t e c h n i k y, která dosahuje v poslední době značného rozmachu.

Proto v této práci vedle vymezení základních pojmů a metod statistické analýzy a jejich aplikací v textilním průmyslu uvádím přehled nejružněj- ších ručních a stolních kalkulačů, bez nichž by se použití statistických metod v praxi těžko uplatňovalo.

Kromě těchto kalkulačů je významnou pomocí i použití malých počítačů, které na naší škole zastupuje sovětský číslicový počítač Minsk 22. V zá- věrečné experimentální části uvádím výběr programů v jazyce FEL Algol, které se dají použít při řešení některých mat. - stat. metod.

III.

ZÁKLADNÍ INFORMACE PRO OSVOJENÍ MATEMATICKO / STATISTICKÝCH
METOD

1. Povaha naměřených hodnot fyzikálních veličin a vlastností textilií .

V textilním průmyslu se provádí rozsáhlá pozorování a měření jak v oblasti výroby, tak ve výzkumných laboratořích, jejichž výsledky se navzájem doplňují a ovlivňují.

1. Měření zkoumají a kontrolují

- vlastnosti a kvalitu produktů a výrobků z různých materiálů, procházejících různými porovnatelnými technologickými postupy, popřípadě stroji a zařízeními.
- postoje a kvalitu práce strojů po úpravách, zlepšeních a opravách
- novou materiálovou skladbou a vliv nových technologií a úprav na konečné vlastnosti produktu.

Měřené parametry textilních materiálů :

- | | | |
|--------------------|---|---|
| A) plošné textilie | a) základní parametry | - tloušťka
váha lm^2
dostava
vazba |
| | b) parametry trvanlivosti | - pevnost
tažnost
oděr |
| | c) parametry representačně - estetické | - mačkovost
žmolkovitost
tuhost
splývavost
prodyšnost
rozměrové změny
při praní |
| B) příze - jemnost | | <i>chybí barevnost!</i> |
| | nestejnoměrnost | |
| | zákrut | |
| | seskání | |
| | kvantitativní složení u vícekomponentních přízí | |
| C) vlákna - délka | | |
| | jemnost | |
| | pevnost | |
| 2. | tažnost | |

2. Soubor .

Každé provedené měření je zastoupeno jedinou hodnotou, nazývanou prvek. Skupina těchto prvků tvoří statistický soubor.

Prvky statistických souborů musí mít některé vlastnosti společné :

- vlastností vyjadřující hledisko věcné
časové
prostorové
- alespoň jednu vyšetřovanou vlastnost, která se nazývá měření z n a k . Sledujeme - li více znaků jednoho měřeného objektu, pak vzniká soubor vícestupňový.

Sledované znaky

- dělíme na kvantitativní a kvalitativní, jejichž zvláštním případem jsou znaky alternativní.

Hodnota sledovaného znaku se u jednotlivých prvků souboru mění,

je proto znak veličinou proměnnou.
V oblastech měření vlastností textilních materiálů nelze na základě určité zákonitosti předem stanovit konkrétní hodnotu proměnné veličiny u daného prvku. Výskyt každé jednotlivé hodnoty proměnné veličiny je důsledkem náhodného působení známých a neznámých vlivů, které mohou být jak náhodné, tak i systematické / řídicí se časovým zákonem /. Jde nám o odhalení a rozbor systematických vlivů, vedoucí k jejich odstranění. Snažíme se o minimální kolísání sledované veličiny.
Proměnná veličina nabývá svých konkrétních hodnot náhodně, je tedy nazývána náhodnou veličinou.
Náhodně proměnné se označují velkými písmeny a konkrétní hodnoty, jichž nabývají, malými písmeny. Pořadí, v jakém byly jednotlivé hodnoty naměřeny, je zaznamenáváno indexy.

$$i = 1, 2, \dots, n$$

kde n je počet prvků souboru a nazývá se rozsah souboru.

3. Zpracování souboru.

Soubor často obsahuje velké / někdy takřka nezpracovatelné / množství informací.

Proto provádíme výběr ze souboru:

- náhodný výběr - zůstává zachováno pravidlo náhodnosti, žádný prvek není preferován ani zatracován / provádíme pomocí tabulky náhodných čísel /
- reprezentativní výběr - řízen tak, aby dal obraz celého souboru ve zmenšeném měřítku / je hodnotnější /

Pro stále ještě velké množství základních dat lze provádět skupinové rozdělení četností.

Výběry i soubory třídíme do intervalů / tříd /.

Interval charakterizují :

- x_{jd}, x_{jh} - horní a dolní hranice intervalu
/ maximální a minimální hodnota, kterou do intervalu zařazujeme /
 - h - délka intervalu
/ kladný rozdíl po sobě jdoucích dolních resp. horních hranic intervalů /
 - x_j - třídní hodnota / střed / intervalů
 $x_j = 1/2 (x_{jh} - x_{jd})$
 j pořadové číslo intervalu
 - n_j - absolutní četnost intervalu
/ počet měření, která padnou do j - tého intervalu /
- $$\sum_{j=1}^k n_j = n$$
- k celkový počet intervalů

f_j - relativní četnost intervalu
/ vyjádřená číslem desetinným, nebo v % /

$$f_j = \frac{n_j}{n} \quad f_j [\%] = \frac{n_j}{n} \cdot 100$$

N_j (F_j) - kumulativní absolutní / relativní / četnost
/ vyjadřují součet všech četností od první do j - té třídy
včetně /

$$N_j = \sum_{j=1}^j n_j \quad F_j = \sum_{j=1}^j f_j$$

4. Grafické zobrazování naměřených hodnot.

Ukazuje na mnohé tendence výskytu četností a umožňuje alespoň přibližně komplexní pohled na chování sledované veličiny v daném prověřovaném výběru.

Pro grafické znázornění používáme zpravidla pravoúhlou souřadnicovou soustavu. Na osu x vynášíme hodnoty sledovaného znaku a na osu y absolutní nebo relativní četnosti.

Graf je kreslen buď přímo samotným měřicím přístrojem, nebo jej kreslíme sami s použitím modulového měřítka.

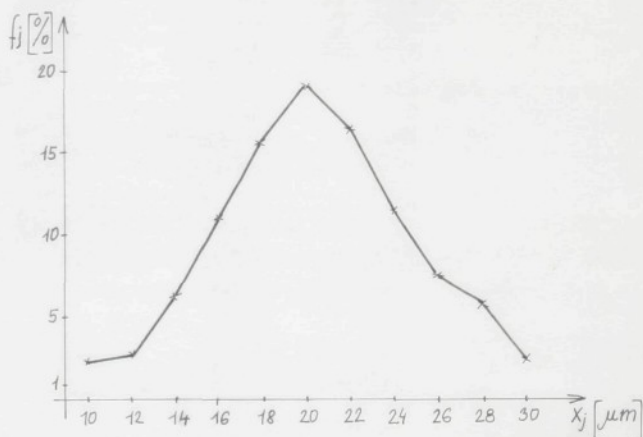
Vytváříme : polygon četností / obr. č. 1 /

Histogram četností / obr. č. 2 /

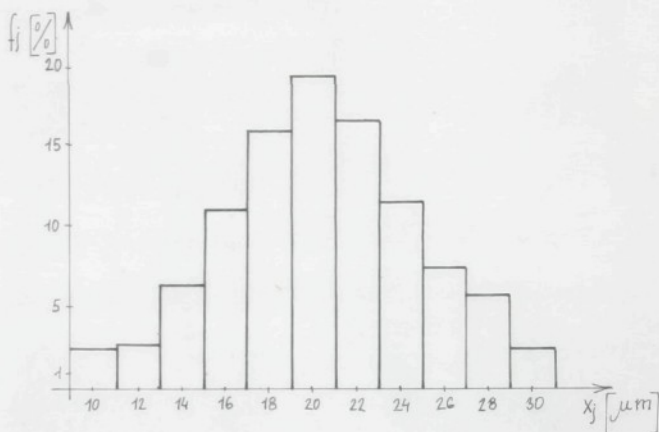
sloupkový diagram četností / obr. č. 3 /

distribuční /součtovou/ křivku / obr. č. 4 /

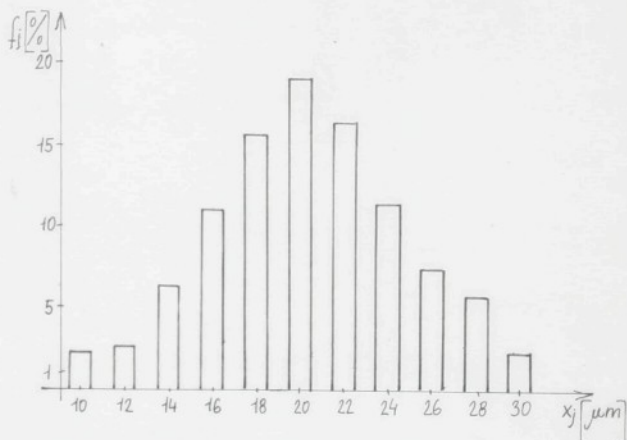
(tataáž křivka zobrazená v pravděpodobnostních souřadnicích se napřimuje)



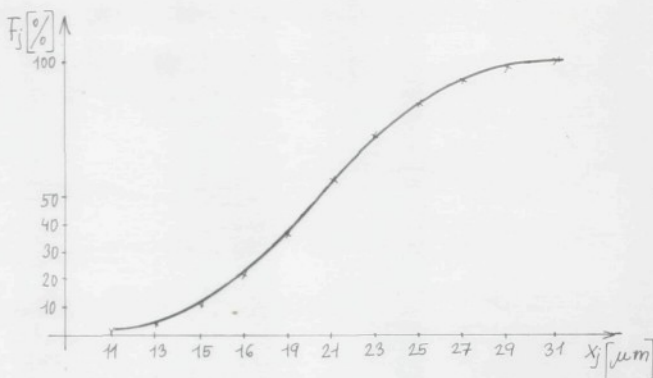
obr. č. 1



obr. č. 2



obr. č. 3



obr. č. 4

Příklady měřicích přístrojů vytvářejících grafické zobrazení četností.

Leeds - Textil Technology

kuličkové grafy

Zelweger - Uster

Classimat

- histogram rozdělení četností tloušťek

- histogram rozdělení četností délek

- diagram rozdělení četností pevností

- součtová křivka sledující silná místa na přízi

VŠST Liberec	Využití matematicko - statistických metod v textilním průmyslu	Katedra K M V
Fakulta textilní		DP 16

2. Stanovení veličin charakterizujících výběr a soubor naměřených hodnot .

Veličiny, které podávají stručnou informaci o souboru nebo výběru základních dat jsou nazývány statistickými charakteristikami. Těmi hodnotíme textilní materiály z hlediska měřené veličiny. Výběrové charakteristiky definují vlastnosti výběru, čím více se blíží velikost výběru velikosti souboru, tím více se hodnoty výběrových charakteristik blíží hodnotám charakteristik souboru.

1. Statistické charakteristiky pro výběry /soubory/ o malém počtu měření $n < 40$.

1.1. Polohové charakteristiky

$\bar{x}$ - aritmetický průměr

jeho základní vlastnosti :

- jeho vyjádření je jednoduché a důležité pro odvození dalších vztahů
- výpočet průměru je založen na všech zjištěných hodnotách
- protože hodnota náhodné proměnné sleduje Gaussovu křivku, je součet čtverců odchylek od průměru minimální, inklinuje k nule

$$\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}) = \sum_{i=1}^n x_i - n \bar{x} = 0$$

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n x_i$$

$\hat{x}$ - modus

je naměřená hodnota, která se v daném výběru nejčastěji vyskytuje

$\tilde{x}$ - medián

je naměřená hodnota, která leží uprostřed řady hodnot seřazených podle své velikosti

pro lichý počet naměřených hodnot platí $\tilde{x} = x_{\left(\frac{n+1}{2}\right)}$

pro sudý počet naměřených hodnot platí $\tilde{x} = \frac{x_{\left(\frac{n}{2}\right)} + x_{\left(\frac{n}{2} + 1\right)}}{2}$

Modus a medián jsou používány jako odhadové hodnoty aritmetického průměru.

1.2. Rozptylové charakteristiky

vystihují kolísání měřené hodnoty. Čím bude menší kolísání, tím jakostnější bude výrobek.

s^2 - rozptyl výběru / souboru /

$$s^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$$

výhodnější tvar vzorce pro počítání na kalkulačních strojích

$$s^2 = \frac{1}{n-1} \left(\sum_{i=1}^n x_i^2 - n \bar{x}^2 \right)$$

s-směrodatná odchylka

je kvantitativní míra kolísání jednotlivých naměřených hodnot kolem průměru

$$s = \sqrt{s^2}$$

v-variační koeficient / kvadratická nestejnomyšlnost/

je relativní míra kolísání jednotlivých měření kolem průměru vyjádřená v %.

$$v = \frac{s}{\bar{x}} \cdot 100 \%$$

w-lineární odchylka

je kvalitativní míra kolísání jednotlivých hodnot kolem průměru

$$w = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |x_i - \bar{x}|$$

N-lineární nestejnomyšlnost

je relativní míra kolísání v %

$$N = \frac{w}{\bar{x}} \cdot 100 \%$$

Řídí-li se hodnota náhodně proměnné veličiny Gaussovým normálním zákonem, pak platí

$$v = \sqrt{\frac{\pi}{2}} \Rightarrow v = 1,25 N$$

2. Statistické charakteristiky pro výběry s velkým počtem měření $n > 40$.

Po zařazení naměřených hodnot do třídních intervalů určujeme:

2.1. Polohové charakteristiky

 $\bar{x}$ - aritmetický průměr

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^k x_j n_j = \sum_{j=1}^k x_j f_j$$

 $\hat{x}$ - modus $\hat{j}$ modální interval, to je interval s maximální četností

$$\hat{x} = x_{\hat{j}d} + \frac{n_{\hat{j}} - n_{(\hat{j}-1)}}{2n_{\hat{j}} - [n_{(\hat{j}-1)} + n_{(\hat{j}+1)}]} \cdot h$$

 $\tilde{x}$ - medián $\tilde{j}$ mediánový interval, což je interval do kterého padne - při lichém počtu měření počet měření $\frac{n+1}{2}$

$$\tilde{x} = x_{\tilde{j}d} + \frac{\frac{n+1}{2} - \sum_{j=1}^{\tilde{j}-1} n_j}{n_{\tilde{j}}} \cdot h$$

- při sudém počtu měření počet měření $\frac{n}{2}$

$$\tilde{x} = x_{\tilde{j}d} + \frac{\frac{n}{2} - \sum_{j=1}^{\tilde{j}-1} n_j}{n_{\tilde{j}}} \cdot h$$

2.2 Rozptylové charakteristiky

 s^2 - rozptyl

$$s^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{j=1}^k (x_j - \bar{x})^2 \cdot n_j$$

tvar vzorce pro počítání na kalkulačních strojích

$$s^2 = \frac{1}{n-1} \left(\sum_{j=1}^k x_j^2 \cdot n_j - n\bar{x}^2 \right)$$

s - směrodatná odchylka

$$s = \sqrt{s^2}$$

v - variační koeficient

$$v = \frac{s}{\bar{x}} \cdot 100 [\%]$$

3. Transformační metodika

aby nedocházelo ke vzniku chyb při numerických operacích se složitými výrazy, hledají se nové zjednodušující postupy práce při určování statistických charakteristik výběru nebo souboru roztržiděného do intervalů.

3.1. Metoda používající přibližného průměru

zavádí se nová náhodně proměnná veličina / bezrozměrná /

 u_j - konkrétní hodnota nové náhodně proměnné v j-tém intervalu

$$u_j = \frac{x_j - x_0}{h} \quad \begin{array}{ll} \text{je-li } j < \hat{j} \text{ pak } u_j = -1, -2, -3 \dots \\ \text{je-li } j = \hat{j} \text{ pak } u_j = 0 \\ \text{je-li } j > \hat{j} \text{ pak } u_j = 1, 2, 3 \dots \end{array}$$

 x_0 ... přibližný průměr a odpovídá hodnotě modu $\hat{x}$ $\bar{u}$ - průměr nové náhodně proměnné

$$\bar{u} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^k u_j \cdot n_j$$

Dosazením hodnoty x_j vyjádřené pomocí nové náhodně proměnné veličiny do rovnic pro statistické charakteristiky jsou získány zjednodušené vztahy.

$$\bar{x} = x_0 + h \cdot \bar{u}$$

$$s^2 = \frac{h^2}{n-1} \left(\sum_{j=1}^k u_j^2 n_j - n \bar{u}^2 \right)$$

Hlavička tabulky pro zjišťování statistických charakteristik použitím metody s přibližným průměrem

j	$x_{jh} - x_{jd}$	x_j	n_j	u_j	$n_j u_j$	$n_j u_j^2$
---	-------------------	-------	-------	-------	-----------	-------------

3.2. Metodika součtová

A) Metoda dvou postupných součtů

Také zde je zaváděna nová náhodně proměnná U , ale tentokrát

$$u_j = \frac{x_k + h - x_j}{h} \quad u_j = k - j + 1$$

x_k hodnota posledního intervalu

u_j pak tvoří sestupnou řadu čísel

Zjednodušené vztahy :

$$\bar{x} = x_k + h \left(1 - \frac{\sum_{j=1}^k u_j n_j}{n} \right)$$

$$s^2 = \frac{h^2}{n-1} \left[\sum_{j=1}^k u_j^2 n_j - \frac{\left(\sum_{j=1}^k u_j n_j \right)^2}{n} \right]$$

kde

$$\sum_{j=1}^k u_j n_j = \sum_{j=1}^k N_j$$

$$N_j = \sum_{j=1}^j n_j$$

$$\sum_{j=1}^k u_j n_j + \sum_{j=1}^k u_j^2 n_j = 2 \sum_{j=1}^k N_{2j}$$

$$N_{2j} = \sum_{j=1}^j N_j$$

N_j ... první postupný součet hodnot ve všech intervalech

N_{2j} ... druhý postupný součet hodnot ve všech intervalech

x - násobný postupný součet lze určit pomocí binomického koeficientu

$$\sum_{j=1}^k N_{xj} = \sum_{j=1}^k \binom{k+x-j}{x} n_j$$

Díky existenci těchto postupných součtů lze úplně vynechat novou náhodně proměnnou U a vzorec pak nabývá tvaru

$$\bar{x} = x_k + h \left(1 - \frac{\sum_{j=1}^k N_j}{n} \right)$$

$$s^2 = \frac{h^2}{n-1} \left[2 \sum_{j=1}^k N_{2j} - \sum_{j=1}^k N_j - \left(\frac{\sum_{j=1}^k N_j}{n} \right)^2 \right]$$

Hlavička tabulky pro zjišťování statistických charakteristik pomocí této metody.

j	$x_{jh} - x_{jd}$	x_j	n_j	N_j	N_{2j}
-----	-------------------	-------	-------	-------	----------

B) Metoda čtyř postupných součtů.

K práci s touto metodou je používána obdobná třídící tabulka. Vypočítávají se zde ovšem čtyři postupné součty

$$\begin{aligned} N_j &= \sum_{i=1}^{j-1} n_i & N_{2j} &= \sum_{i=1}^{j-1} N_i \\ N'_j &= \sum_{i=k}^{j-1} n_i & N'_{2j} &= \sum_{i=k}^{j-1} N_i \end{aligned}$$

Zjednodušené vztahy :

$$\bar{x} = x_k + \frac{h}{n} \left(\sum_{j=k}^{\hat{j}-1} N'_j - \sum_{j=1}^{\hat{j}-1} N_j \right)$$

$$s^2 = \frac{h^2}{n-1} \left[2 \left(\sum_{j=1}^{\hat{j}-1} N_{2j} + \sum_{j=k}^{\hat{j}-1} N'_{2j} \right) - \left(\sum_{j=1}^{\hat{j}-1} N_j + \sum_{j=k}^{\hat{j}-1} N'_j \right) - \frac{1}{n} \left(\sum_{j=k}^{\hat{j}-1} N'_j - \sum_{j=1}^{\hat{j}-1} N_j \right)^2 \right]$$

Kromě těchto metod existuje celá řada grafických metod určování statistických charakteristik, které pro omezený rozsah této práce nemohu uvádět.

3. Odhad statistických charakteristik měřené veličiny v partii materiálu.

Při zpracování hodnot naměřených na textilních materiálech jsou často prováděny indukční odhady. Odhadujeme neznámé parametry základního souboru na podkladě výběrových charakteristik. Odhady parametrů se více nebo méně liší od skutečných parametrů souboru. Přistupuje se proto k intervalovým odhadům, které jsou základem těchto indukcí.

Odhadované parametry souboru jsou očekávány s určitou statistickou jistotou v určitém intervalu spolehlivosti.

Používané statistické jistoty - 95 % nejčastější

99 % výhradně pro maximální přesnost

100 % se neuzivá, protože klade velké nároky na definici stanovení hodnot, které mají ležet v tom určitém intervalu

1. Intervaly spolehlivosti parametrů souborů diskrétních veličin, podléhající Poissonovu zákonu.

1.1. Stanovení intervalu spolehlivosti pro malé velikosti naměřených hodnot $x < 20$.

$\mathcal{J}_\mu$ - rozsah spolehlivosti průměru souboru

$$\mu_d = \frac{1}{2} x^2_{(100-\bar{S})} \dots \dots \dots \text{pro } \bar{\nu} = 2x$$

$$\mu_h = \frac{1}{2} x^2_{(\bar{S})} \dots \dots \dots \text{pro } \bar{\nu} = 2(x+1)$$

μ_d ... dolní hranice intervalu

μ_h ... horní hranice intervalu

$\bar{\nu}$... stupeň volnosti

$\bar{S}$... jednostranná jistota

x^2 ... tabelovaná hodnota pro určité $\bar{\nu}$ a $\bar{S}$

Průměr souboru lze s určitou statistickou jistotou očekávat v intervalu

$\bar{\mathcal{J}}_\mu$ - relativní rozsah spolehlivosti průměru v %

$$\bar{\mathcal{J}}_\mu = \frac{\mathcal{J}_\mu}{x} 100 [\%]$$

$$\mu = \sigma^2$$

Dle Poissonova zákona

$$\mathcal{J}_\mu = \frac{u}{\sqrt{x}} 100 [\%]$$

x ... jediná měřená hodnota

u ... náhodně proměnná normovaná veličina

μ ... odhadovaný průměr souboru

σ ... odhadovaná odchylka souboru

1.2. Stanovení intervalu spolehlivosti pro velké velikosti naměřených hodnot x 20.

Zde nahrazuje příslušné Poissonovo rozdělení četností normální zákon.

σ_x - rozsah spolehlivosti jednotlivých měření

$$x_d = \mu - u\sigma$$

$$\mu = \sigma^2$$

$$x_h = \mu + u\sigma$$

$$\sigma_x = \pm u\sqrt{\mu}$$

veličina x stále sleduje Poissonův zákon, přestože je nahrazena normálním rozdělením četností

μ ... průměr souboru - odhaduje se z průměru výběru x
- volen jako jmenovitá hodnota, standard

Jednotlivé hodnoty lze očekávat v intervalu

$$\mu - \sigma_x \leq x \leq \mu + \sigma_x$$

σ_μ - rozsah spolehlivosti průměrů souboru

$$\mu_d = x + \frac{u^2}{2} - u\sqrt{\frac{u^2}{4} + x}$$

$$\text{platí } \frac{u^2}{4} \ll x$$

$$\mu_h = x + \frac{u^2}{2} + u\sqrt{\frac{u^2}{4} + x}$$

zjednodušený tvar

$$\sigma_\mu = \pm u\sqrt{\frac{u^2}{4} + x}$$

$$\sigma_\mu = \pm u\sqrt{x}$$

Aritmetický průměr lze očekávat v intervalu

$$x + \frac{u^2}{2} - u\sqrt{x} \leq \mu \leq x + \frac{u^2}{2} + u\sqrt{x}$$

2. Intervaly spolehlivosti parametrů souborů spojitých veličin

σ_x - interval spolehlivosti jednotlivých veličin

$$x_d = \bar{x} - t \cdot s$$

$$\bar{v} = n - 1$$

$$x_h = \bar{x} + t \cdot s$$

$$\sigma_x = \pm t \cdot s$$

x ... spojitá náhodně proměnná veličina

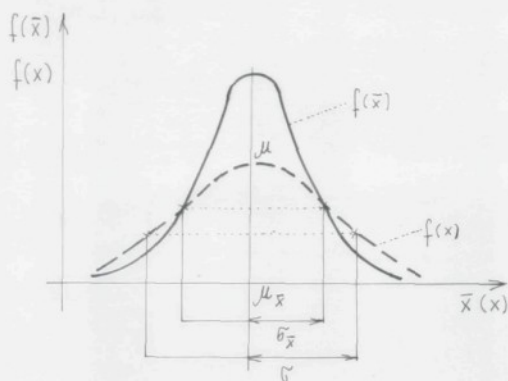
$\bar{x}, s$... výběrové charakteristiky

t ... tabelovaná hodnota studentova rozdělení pro určitý $\bar{v}$ a s

Jednotlivá měření lze s určitou statistickou jistotou očekávat v intervalu

$$x - \sigma_x \leq x \leq x + \sigma_x$$

$\sigma_{\bar{\mu}}$ - interval spolehlivosti aritmetických průměrů
Ze souboru je vybráno n výběrů. Na každém jsou stanoveny parametry $\bar{x}$ a s .



$f(x)$... frekvenční funkce jednotlivých měření x

μ ... průměr jednotlivých měření

σ ... směrodatná odchylka jednotlivých měření

$f(\bar{x})$... frekvenční funkce průměrů výběrů x

$\mu_{\bar{x}}$... průměr průměrů

$\sigma_{\bar{x}}$... směrodatná odchylka průměrů výběrů

Platí následující pravidla :

- je-li rozsah výběrů n dostatečně velký, pak rozdělení průměrů $f(\bar{x})$ přibližně odpovídá normálnímu rozdělení
- aritmetický průměr průměrů je přímo roven průměru souboru
- rozptyl aritmetických průměrů výběrů je roven průměrnému rozptylu souboru

Určení intervalu souboru, ve kterém lze očekávat průměr výběru

Interval spolehlivosti průměru jednotlivých měření.

$$\bar{x}_d = \mu - t \cdot s_{\bar{x}} = \mu - t \sqrt{\frac{s^2}{n}}$$

$$\bar{x}_h = \mu + t \cdot s_{\bar{x}} = \mu + t \sqrt{\frac{s^2}{n}}$$

$$\sigma_{\bar{\mu}} = \pm t \sqrt{\frac{s^2}{n}}$$

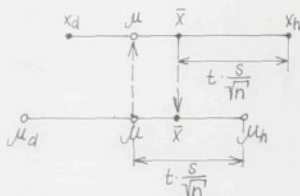
$s_{\bar{x}}$... odhad odchylky výběrových průměrů

Interval spolehlivosti průměru výběrů.

$$\mu_d = \bar{x} - t \frac{s}{\sqrt{n}}$$

$$\mu_h = \bar{x} + t \frac{s}{\sqrt{n}}$$

Grafické znázornění:

Průměr výběru bezpečně
padne do intervalu průměru
souboru

Rozsahy spolehlivosti v relativním tvaru .

 $\bar{\sigma}_x$ - procentuální vyjádření přesnosti odhadu intervalu spolehlivosti průměru výběrů

$$\bar{\sigma}_x = \frac{\bar{\sigma}_x}{\bar{x}} \cdot 100 [\%]$$

$$\bar{\sigma}_x = \pm t \cdot \frac{s}{\sqrt{n}} [\%]$$

 $\bar{\sigma}_x$... rozsah spolehlivosti průměrů výběrů $\bar{\sigma}_x$... relativní rozsah spolehlivosti průměrů výběrů $\bar{\sigma}_{x_s}$ - střední chyba průměru

$$\bar{\sigma}_{x_s} = \pm \frac{s}{\sqrt{n}}$$

Platí, že malé $t = 1$, tím je řečeno s jakou statistickou
jistotou bude tento odhad průměru platitpro $t = 1$ je $S = 68 \%$ To je velmi omezená jistota, která nepostačuje požadavkům
přesnosti odhadu. $\bar{\sigma}_{x_p}$ - pravděpodobná chyba průměru

$$\bar{\sigma}_{x_p} = \pm 0,6745 \frac{s}{\sqrt{n}}$$

pravděpodobná chyba je počítána pro statistickou jistotu
50 %, t.j. pro $t < 1$.

VŠST Liberec	Využití	Katedra K M V
Fakulta textilní	matematicko - statistických metod v textilním průmyslu	DP 24

4. Modelování rozdělení četností měřené veličiny s použitím teoretických rozdělení.

1. Princip modelování

Při statistické analýze základních dat jsou některé metody vázány na předpoklad, že základní soubor, z něhož byl sledovaný výběr odebrán, má určité speciální rozdělení.

V jiných případech hledáme rozdělení, které by vyhovovalo studované-
mu výběru a sloužilo tak jako teoretický model.

Výběrové rozdělení zobrazujeme histogramem četností, teoretické rozdělení frekvenčních funkcí, nebo pomocí grafu rozdělení pravdě-
podobnosti. Stanovit typ modelového rozdělení záleží tedy v prolo-
žení histogramu četností vhodnou teoretickou křivkou, čili tzv.
výrovnáním statistických dat.

Po provedené volbě typu modelového rozdělení je třeba rozhodnout
na základě jednoznačných kritérií, zda zvolený model vyhovuje výbě-
rovému rozdělení četností nebo ne. Při posuzování jsou rozhodujícími
ukazateli rozdíly mezi výběrovým a teoretickým rozdělením.

Tyto rozdíly jsou náhodné, nevýznamné jen tehdy, když zvolené mode-
lové rozdělení skutečně odpovídá rozdělení výběrovému.

Objektivní hodnocení se provádí pomocí testů významnosti / testy χ^2
a Kolmogorov - Smirnovův /.

Testujeme shodu rozdělené experimentálních četností s rozdělením
četností očekávaných, modelových.

2. Specifikace teoretických rozdělení

Vztahy pro rozdělení diskretních veličin.

- Poissonovo rozdělení

$$\mu = \bar{x}$$

$$\mu = \sigma^2$$

$$f(x+1) = \frac{\mu}{x+1} f(x)$$

$$f(0) = e^{-\mu}$$

- Binomické rozdělení

$$p+q=1$$

$$\mu = n \cdot p$$

$$\sigma = \sqrt{n \cdot p \cdot q}$$

$$f(x+1) = \frac{p(n-x)}{q(x+1)} f(x)$$

$$f(0) = \binom{n}{0} p^0 q^n = q^n$$

Vztahy pro rozdělení spojitých veličin.

- Normální rozdělení

$$\mu = 0$$

$$\sigma = 1$$

$$u = \frac{x - \mu}{\sigma} = 1$$

$$p+q=1$$

$$\bar{x} \approx \hat{x} \approx \tilde{x}$$

$$S = 100 \cdot F(x) \%$$

$$f(x) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}$$

$$F(x) = \int_{-\infty}^x f(x) dx$$

- Logaritmicko-normální rozdělení

$$x \dots \dots \lg x$$

$$f(x) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(\lg x - \mu)^2}{2\sigma^2}} \cdot \frac{1}{x}$$

- χ^2 - rozdělení

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^n u_i^2$$

$$f(\chi^2) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \left(\frac{\nu-2}{2}\right)} (\chi^2)^{\frac{\nu-2}{2}} \cdot e^{-\frac{\chi^2}{2}}$$

$$\bar{S} = 100 \int_0^{\chi^2} f(\chi^2) d\chi^2 \%$$

- t - rozdělení

$$t = \frac{\bar{x} - \mu}{s} \sqrt{n}$$

$$F(t) = \int_{t_{min}}^{t_{max}} f(t) dt$$

$$f(t) = \frac{\left(\frac{\nu-1}{2}\right)!}{\sqrt{\pi} \Gamma\left(\frac{\nu-2}{2}\right)! \left(1 + \frac{t^2}{\nu}\right)^{\frac{\nu+1}{2}}}$$

- F - rozdělení

$$F = \frac{\chi_1^2 / \nu_1}{\chi_2^2 / \nu_2}$$

$$F = \frac{s_1^2}{s_2^2}$$

$$f(F) = \frac{\left(\frac{\nu_1 + \nu_2 - 2}{2}\right)! \sqrt{\nu_1 \nu_2} F^{\frac{\nu_2 - 2}{2}}}{\left(\frac{\nu_1 - 2}{2}\right)! \left(\frac{\nu_2 - 2}{2}\right)! (\nu_1 + \nu_2)^{\frac{\nu_1 + \nu_2}{2}}}$$

$$S = 100 \cdot F(F)$$

$$S = 100 \int_0^F f(F) dF$$

- Exponenciální rozdělení

$$f(x) = \mu \cdot e^{-\mu x}$$

$f(x)$... frekvenční křivka / hustota pravděpodobnosti zákona

n ... počet měřených veličin souboru

$\bar{x}$... průměr souboru

s ... směrodatná odchylka souboru

x ... měřená veličina

p, q ... pravděpodobnosti výskytu měřené veličiny

$\bar{S}$... statistická jistota

$\bar{S}$... jednostranná statistická jistota

ν ... stupeň volnosti

u ... normovaná náhodně proměnná veličina

χ^2, t, F ... tabelované hodnoty rozdělení teoretických četností

3. Testy používané k ověřování navrhovaných modelových rozdělení.

3.1. χ^2 -parametrický test

-testuje rozdíl skutečné naměřené a teoretické absolutní četnosti vypočítané dle modelu.

testovací kritérium :

nulová hypotéza :

$$\chi_{ef}^2 = \sum_{j=1}^k \frac{(n_j - n_{tj})^2}{n_{tj}}$$

$$n_j - n_{tj} = 0$$

Přičemž pro libovolný j -tý interval musí být $n_{tj} \geq 5$.

Nesplňuje - li některá teoretická četnost tuto podmínku, intervaly se slučují. To znamená, že se slučují teoretické i empirické četnosti a počet intervalů k se zmenšuje.

Někdy, je-li $k > 2$ a $\hat{v} > 1$, se připouští, aby počet intervalů, je - jichž teoretická četnost $n_{tj} < 5$, tvořil 20 % z celkového počtu intervalů.

Testovací kritérium χ_{ef}^2 se srovnává s kritickou hodnotou χ^2 , nalezenou pro jednostrannou statistickou jistotu 95 % a 99 % a pro stupeň volnosti $\hat{v}$.

$\hat{v} = f$ [skutečný (zmenšený) počet intervalů; použitý teoretický model]

Pro model dle normálního zákona je $\hat{v} = k - 3$

Poissonova $\hat{v} = k - 2$

Binomického $\hat{v} = k - 2$

exponenciálního $\hat{v} = k - 2$

Skutečné výběrové rozdělení odpovídá navrženému teoretickému modelu, je-li porovnáváním potvrzeno, že rozdíl četností je nevýznamný, ná - hodný, čili když platí $\chi_{ef}^2 < \chi_{tab}^2$.

3.2. Kolmogorov - Smirnovův neparametrický test.

- hodnotí rozdíly součtových absolutních četností empirických a teoretických dle zvoleného modelu za předpokladu, že distribuční funkce základního souboru je spojitá a počet měření $n > 40$.

testovací kritérium :

nulová hypotéza :

$$D_{lef} = \frac{1}{n} |N_j - N_{tj}|$$

$$N_j - N_{tj} = 0$$

Testovací kritérium se porovnává s tabelovanou kritickou hodnotou D_1

$$\text{pro } S = 95 \% \text{ je } D_1 = \frac{1,35}{\sqrt{n}}$$

$$\text{pro } S = 99 \% \text{ je } D_1 = \frac{1,63}{\sqrt{n}}$$

Nerovnost $D_{lef} < D_{1S}$ potvrzuje nulovou hypotézu a tím i platnost zvoleného modelového rozdělení četností.

3.3. Testy k ověřování modelového rozdělení dle Poissonova zákona

A) F - test rozptylovýdle Poissonova zákona platí $\bar{x} = s^2$

testovací kritérium

$$F_{ef} = \frac{s^2}{\bar{x}}$$

nulová hypotéza

$$\bar{x} - s^2 = 0$$

Porovnání s tabelovanou hodnotou pro určitou statistickou jistotu a stupně volnosti

$$\hat{v}_1 = m - 1$$

$$\hat{v}_2 = - 1$$

m ... počet proměřených jednotek (kusů tkaniny, úseků, příze a.p.)

B) u - test významnosti rozptylu

testovací kritérium

$$u_{ef} = \frac{x_1 - x_2}{\sqrt{x_1 + x_2}}$$

nulová hypotéza

$$x_1 > x_2$$

 x_1, x_2 zvolený počet měření diskrétních veličin na určité jednotce

jsou-li diskrétní veličiny zjišťovány na nestejně velkých jednotkách, pak platí

$$u_{ef} = \frac{x_1 l_2 - x_2 l_1}{\sqrt{l_1 l_2 (x_1 + x_2)}}$$

$$x_1 l_2 > x_2 l_1$$

Kritérium srovnáváme s tabelovanou hodnotou hledanou pro určitou statistickou jistotu

4. Příklady modelování rozdělení četností v oblasti textilního průmyslu

a) výskyt přetrhů na přádelnických zpracovatelských strojích

navrhovaný model :

Poissonovo rozdělení

ověření :Kolmogorov-Smirnovův test,
 χ^2 - test , u - test, F - test

VŠST Liberec	Využití matematicko - statistických metod v textilním průmyslu	Katedra K M V
Fakulta textilní		DP 28
b) přetřhy útků nebo osnovy na tkalcovských stavech		
Poissonovo rozdělení	Kolmogorov-Smirnovův test, χ^2 - test, u - test, F - test	
c) četnost poruch výrobních strojů		
Poissonovo rozdělení	Kolmogorov-Smirnovův test, χ^2 - test, u - test, F - test	
d) počet určitých vláken v průřezu přádelnických produktů		
Poissonovo rozdělení	Kolmogorov - Smirnovův test, χ^2 - test, U - test, F - test	
e) výskyt nopků v pavučině nebo česanci		
Poissonovo rozdělení exponenciální rozdělení	Kolmogorov - Smirnovův test, χ^2 - test, u - test, F - test	
f) výskyt vnějších vad na přízi /silná, slabá, místa, uzly / připadajících na určitou délku		
Poissonovo rozdělení exponenciální rozdělení	Kolmogorov - Smirnovův test, χ^2 - test, u - test, F - test	
g) rozložení kolísání směsových poměrů u dvoukomponentních přádelnických produktů		
Binomické rozdělení	Kolmogorov - Smirnovův test, χ^2 - test	
h) rozložení četností prostojů zpracovatelských strojů v důsledku náhodných vlivů, řídících se Binomickým zákonem		
Binomické rozdělení	Kolmogorov Smirnovův test, χ^2 - test	
ch) výskyt zralých a nezralých vláken ve vložce surové bavlny		
Binomické rozdělení	Kolmogorov - Smirnovův test, χ^2 - test	
i) výskyt chemicky poškozených a nepoškozených vlněných vláken ve vzorku		
Binomické rozdělení	Kolmogorov - Smirnovův test, χ^2 - test	
j) výskyt mercerovaných a nemercerovaných vláken ve vložce bavlny		
Binomické rozdělení	Kolmogorov - Smirnovův test, χ^2 - test	

k) výskyt vzdálenosti vad na tkaninách a pleteninách

exponenciální rozdělení

Kolmogorov - Smirnovův test

χ^2 - test

l) průměrný počet zákrutů na určitou délku přádelnického produktu

normální rozdělení

Kolmogorov - Smirnovův test,

χ^2 - test

m) rozložení jemnosti a délek vláken

normální rozdělení

Kolmogorov - Smirnovův test,

χ^2 - test

n) rozložení jemnosti příze

normální rozdělení

Kolmogorov - Smirnovův test,

χ^2 - test

o) rozložení počtu dvojohybů do přetržení při zkoumání pevnosti vláken v ohybu

logaritmicko-normální rozdělení

Kolmogorov - Smirnovův test,

χ^2 - test

VŠST Liberec	Využití matematicko - statistických metod v textilním průmyslu	Katedra K M V
Fakulta textilní		DP 30

5. Způsoby hodnocení experimentálního, technického, nebo konstrukčního vlivu na změnu měřené veličiny

1. Metodika testování

K ověření předpokladů určitých hypotéz, které jsou vztaženy k výsledkům měření zkoumaných výběrů, používáme testů významnosti. Jsou to kvalitativní zkoušky, které mají rozhodnout o tom, zda lze nebo nelze vyskyt vnějšího ukazatele přičíst působení určitého / studovaného / faktoru. Proto je formulována vždy speciální hypotéza o příslušných veličinách základních souborů a tento předpoklad se pak prověřuje testem významnosti.

Za tím účelem je třeba zvolit testovací kritérium, které

- rozhoduje o tom, zda daná hypotéza platí, či nikoliv
- se značí velkým písmenem, např. K_{ef} a je srovnáváno s tabelovanou hodnotou K nalezenou pro určitou hladinu významnosti q a statistickou jistotu S .
 q pravděpodobnost, že náhodná odchylka překročí danou kritickou hodnotu K .
Odchylky, které se vyskytují s pravděpodobností menší, než je zvolená hladina významnosti, se nazývají statisticky významné, signifikantní.

V oblasti měření textilních materiálů se užívá nulová hypotéza.

Například sledovaným charakteristikám x_1, x_2 dvou výběrů odpovídají parametry μ_1, μ_2 základních souborů. Tyto parametry jsou totožné, pocházejí-li oba výběry z téhož souboru. O platnosti tohoto tvrzení se přesvědčíme testováním nulové hypotézy.

$$\mu_1 - \mu_2 = 0$$

- Platí-li $K_{ef} < K_{95}$ ($S = 95\%$), pak rozdíl mezi veličinami je nevýznamný, pak potvrzujeme platnost nulové hypotézy. Lze s jistotou 95 % říci, že výběry jsou tvořeny z jednoho souboru.
- Platí-li $K_{95} < K_{ef} < K_{99}$, pak rozdíl je slabě nejistý. Abychom potvrdili jistotu, je třeba zvýšit rozsah měření až do samého přijetí, nebo zamítnutí nulové hypotézy.
- Platí-li $K_{ef} > K_{99}$, pak je rozdíl významný, jistý a neplatí nulová hypotéza.

2. Testy rozptylové

2.1. Test významnosti dvou rozptylů pro malý počet měření

testovací kritérium

$$F_{ef} = \frac{s_1^2}{s_2^2}$$

nulová hypotéza

$$\sigma_1^2 - \sigma_2^2 = 0$$

$$F_{ef} \geq 1$$

 $n_1, n_2 \dots$ počet měření obou výběrů $\bar{x}_1, \bar{x}_2 \dots$ průměry výběrů $s_1^2, s_2^2 \dots$ rozptyly výběrů $\hat{\sigma}_1^2, \hat{\sigma}_2^2 \dots$ rozptyly naměřených hodnotPorovnání F_{ef} s tabulkovou hodnotou F - rozdělení pro $\nu_1 = n_1 - 1$

$$\nu_2 = n_2 - 1$$

2.2. Test významnosti rozptylů pro velký počet měření $n_1, n_2, > 200$.

testovací kritérium

$$u_{ef} = \frac{|s_1 - s_2|}{\sqrt{s_1^2/2n_1 + s_2^2/2n_2}}$$

nulová hypotéza

$$2 \cdot (\hat{\sigma}_1^2 - \hat{\sigma}_2^2) = 0$$

Porovnáváme s kritickou hodnotou normovaného normálního rozdělení, která závisí jen na statistické jistotě.

pro $S = 95 \%$ je $u_k = 1,96$ pro $S = 99 \%$ je $u_k = 2,58$

VŠST Liberec	Využití matematicko - statistických metod v textilním průmyslu	Katedra K M V
Fakulta textilní		DP 32

2.3. Bartlettův test shody rozptylů

zjišťuje, zda lze předpokládat, že všechny rozptyly z několika výběrů náleží jednomu souboru s rozptylem

testovací kritérium

$$\chi^2 = (n-k) \ln \frac{\sum_{j=1}^k s_j^2}{k} - (k-1) \sum_{j=1}^k \ln s_j^2$$

nulová hypotéza

$$s_j^2 - s_{j+1}^2 = 0$$

n ... celkový počet měření

$$n = k \cdot l$$

l ... počet měření v jednom výběru

k ... počet výběrů

Porovnání s kritickou tabelovanou hodnotou χ^2 nalezenou pro $\hat{\nu} = k - 1$.

3. Testy polohové

3.1. Test významnosti rozdílů dvou aritmetických průměrů.

Nejdřív pomocí nulové hypotézy zjistíme, zda rozdíl rozptylu neměřených veličin je významný nebo ne.

A) platí nulová hypotéza

testovací kritérium

$$t_{ef} = \frac{|\bar{x}_1 - \bar{x}_2|}{\sqrt{s_1^2(n_1-1) + s_2^2(n_2-1)}} \cdot \sqrt{\frac{n_1 n_2 (n_1 + n_2)}{n_1 + n_2}}$$

nulová hypotéza

$$\hat{\sigma}_1^2 - \hat{\sigma}_2^2 = 0$$

$\bar{x}_1, \bar{x}_2$... průměry obou výběrů

n_1, n_2 ... rozsahy obou výběrů

s_1, s_2 ... odchylky obou výběrů

Porovnání t_{ef} s tabelovanou hodnotou t pro $\hat{\nu} = n_1 + n_2 - 2$

B) neplatí nulová hypotéza

$$t_{ef} = \frac{|\bar{x}_1 - \bar{x}_2|}{\sqrt{s_1^2/n_1 + s_2^2/n_2}}$$

$$\hat{\sigma}_1^2 \neq \hat{\sigma}_2^2$$

porovnání t_{ef} s kritickou hodnotou t_k vypočítanou dle vzorce

$$t_k = \frac{t_1 s_1^2/n_1 + t_2 s_2^2/n_2}{s_1^2/n_1 + s_2^2/n_2}$$

nalezneme tabulkové hodnoty

$$t_1 \text{ pro } \hat{\nu}_1 = (n_1 - 1)$$

$$t_2 \text{ pro } \hat{\nu}_2 = (n_2 - 1)$$

3.2. Test párových hodnot

Je používán pro malý počet vzorků. Posuzuje co mají dvě hodnoty naměřené na jednom vzorku společného.

testovací kritérium

nulová hypotéza

$$t_{ef} = \frac{|\bar{d}| \sqrt{n(n-1)}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (d_i - \bar{d})^2}}$$

$$\mu_1 - \mu_2 = 0$$

 $x_{1i}, x_{2i} \dots$ párové hodnoty

$$d_i = x_{1i} - x_{2i}$$

 d_i

... rozdíl párových hodnot

$$\bar{d} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n d_i$$

Oba výběry mohou konvergovat ke svým souborům o parametrech μ_1, σ_1^2 a μ_2, σ_2^2

Porovnání s tabelovanou hodnotou t pro $\nu = n - 1$

3.3. Test odchylky aritmetického průměru od jmenovité hodnoty

$$t_{ef} = \frac{|\bar{x} - \mu| \sqrt{n(n-1)}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}}$$

$$\bar{x} - \mu = 0$$

 $\bar{x} \dots$ aritmetický průměr z naměřených hodnot $\mu \dots$ jmenovitá hodnota průměru kterou požadujeme

Porovnáváme t_{ef} s tabelovanou hodnotou t pro $\nu = n - 1$.

$$\bar{x} - \mu = 0$$

4. Příklady použití testů významnosti v oblasti textilního průmyslu.

Rozptylové testy :

- zkoušky pevnosti přize v tahu na dvou potáčích
- ověření výskytu vad na tkanině vyrobené jednou tkadlenou na jednom stavu
- kontrola výroby stejně jemných přástů vyrobených
 - klasickou technologií
 - se zkráceným počtem technologických operací
- posuzování vlivu úprav na průtahových ústrojích dopřádacích strojů na přízi stejného materiálového složení a stejných předcházejících technologických operací.

VŠST Liberec	Využití matematicko - statistických metod v textilním průmyslu	Katedra K M V
Fakulta textilní		DP 34

Polohové testy :

- porovnávání trhacích zkoušek tkaniny na pevnost v tahu, provedených ve dvou různých laboratořích
- kontrola vlivu barvícího procesu na pevnost vlněné příze v tahu
- ověřování existence rozdílů hmotnosti česance z jádra a z vnějších vrstev cívky
- kontrola zkoušek obchodní váhy prováděných u výrobce a u odběratele / test pro párové hodnoty /
- kontrola skutečného čm na určité délce pramene, přástu, příze /test odchylky výběrového průměru od jmenovitého průměru výběru/
- kontrola kvality práce dvou konfekčních dílen

5. Test shody číselného / m í s í c í h o / p o - m ě r u

Zjišťuje, zda je v textilním produktu stálý poměr komponent. Porovnává skutečný poměr s teoretickým.

x ... množství jedné komponenty

y ... množství druhé komponenty

x ... skutečný poměr komponent

y

$d = \frac{y}{x}$... teoretický, plánovaný poměr výskytu veličin

T - testovací kritérium je dáno prostým součtem pořadových čísel

Pořadová čísla se přiřazují nenulovým naměřeným hodnotám vzestupně podle velikosti bez ohledu na jejich znaménka, a přebírájí znaménka svých hodnot.

$$a) T_{ef} = \sum + (i) \quad \text{je-li } \sum + (i) < \sum - (i)$$

$$b) T_{ef} = \sum - (i) \quad \text{je-li } \sum - (i) < \sum + (i)$$

Pro $n \leq 25$ srovnáváme T_{ef} s hodnotou T, tabelovanou pro $S = 95 \%$
99 %

Pro $n > 25$ vytváříme nové kritérium

$$T_{ef} - \frac{n(n+1)}{4}$$

$$T_{uef} = \sqrt{\frac{n(n+1) \cdot (2n+1)}{24}}$$

srovnáváme s hodnotou $u = 1,96$ pro $S = 95 \%$
 $u = 2,58$ pro $S = 99 \%$

$$T_{ef} < T_{95}$$

$$T_{uef} < T_{95}$$

platí nulová hypotéza a naměřené hodnoty
jsou náhodné
obě množství jsou dokonale promísena

$$T_{ef} \geq T_{99}$$

$$T_{uef} \geq T_{99}$$

zamítá se nulová hypotéza, extrémní hodnoty
vyloučíme nebo znovu přepočítáme

6. Analýza rozptylu - jedноступňová

Předpoklad : souhrn vzorků je z určitých hledisek / výrobních, technických, technologických, časových, polohových atd. / rozdělen do menších skupin

Analýza rozptylu porovnává rozptyly měřených veličin uvnitř jednotlivých skupin vzorků s rozptyly měřených veličin mezi skupinami vzorků.

Za určitých podmínek lze konstatovat, že všechny skupiny vzorků jsou nebo nejsou součástí jednoho souboru. Soubor se jeví z hlediska naměřené veličiny jako homogenní nebo nehomogenní.

k ... počet skupin vzorků

l ... počet měření v jedné skupině

n ... celkový počet měření

x_{ij} ... naměřená i-tá hodnota získaná z j-té skupiny vzorků

$\hat{\nu}$... počet stupňů volnosti / to je počet prováděných operací zmenšený o počet statistických charakteristik /

$$i = 1, 2, 3 \dots l$$

$$j = 1, 2, 3 \dots k$$

$$n = k \cdot l$$

charakteristiky j-té skupiny vzorků

$$\bar{x}_j = \frac{1}{l} \sum_{i=1}^l x_{ij}$$

$$s_j^2 = \frac{1}{l-1} \sum_{i=1}^l (x_{ij} - \bar{x}_j)^2$$

charakteristiky celého souboru vzorků

$$\bar{\bar{x}} = \frac{1}{k} \sum_{j=1}^k \bar{x}_j$$

$$s^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^l (x_{ij} - \bar{\bar{x}})^2$$

Snažíme se vztáhnout charakteristiky nějakým způsobem na jednotlivé skupiny vzorků.

$$(x_{ij} - \bar{\bar{x}}) = (x_{ij} - \bar{x}_j) + (\bar{x}_j - \bar{\bar{x}})$$

$$\sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^l (x_{ij} - \bar{\bar{x}})^2 = A_v + A_B$$

A_V ... součet čtverců odchylek uvnitř skupin
 A_B ... součet čtverců odchylek mezi skupinami
 s_V^2 ... rozptyl měřených veličin uvnitř skupin
 s_B^2 ... rozptyl měřených veličin mezi skupinami
 s^2 ... celkový rozptyl

označení symbolu	počet stupňů volnosti	souč. čtverců odchylek	rozptyl
mezi skupinami	$\nu_B = k-1$	$A_B = l \sum_{j=1}^k (\bar{x}_j - \bar{\bar{x}})^2$	$s_B^2 = \frac{l}{k-1} \sum_{j=1}^k (\bar{x}_j - \bar{\bar{x}})^2$
uvnitř skupin	$\nu_A = n-k$	$A_V = l-1 \sum_{j=1}^k (s_j^2)$	$s_V^2 = \frac{1}{k} \sum_{j=1}^k s_j^2$
celkový	$\nu = n-1$	$A_B + A_V = \sum_{ij=11}^{lk} (x_{ij} - \bar{\bar{x}})^2$	$s^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{ij=11}^{lk} (x_{ij} - \bar{\bar{x}})^2$

Rozptylový test významnosti
 zjišťuje vliv skupin na kolísání měřené vlastnosti.
 testovací kritérium

$$F_{ef} = \frac{s_B^2}{s_V^2} \quad F_{ef} > 1$$

Porovnání F_{ef} s tabelovanou hodnotou F pro $S = 95\%$ a ν

Platí-li $F_{ef} < F$ pak je soubor homogenní.

Dvoustupňová analýza

Naměřené hodnoty uspořádané do jednotlivých skupin, můžeme uvnitř skupin uspořádat podle dalšího hlediska

$$\bar{\bar{x}} = \frac{1}{kl} \sum_{ij=11}^{lk} x_{ij} = \frac{1}{k} \sum_{j=1}^k \bar{x}_j = \frac{1}{l} \sum_{i=1}^l \bar{x}_i$$

$$(x_{ij} - \bar{\bar{x}}) = (\bar{x}_j - \bar{\bar{x}}) + (\bar{x}_i - \bar{\bar{x}}) + d_{ij}$$

VŠST Liberec	Využití matematicko - statistických metod v textilním průmyslu	Katedra K M V
Fakulta textilní		DP 37

d_{ij} ... zbytkový rozdíl mezi skupinami a jednotlivými skupinami

$$d_{ij} = x_{ij} + x - x_j - x_i$$

označení symbolu	počet stupňů volnosti	souč. čtverců odchylek	rozptyl
mezi skupinami	$\nu_j = k-1$	$A_{Bj} = l \sum_{j=1}^k (\bar{x}_j - \bar{\bar{x}})^2$	$s_{Bj}^2 = \frac{A_{Bj}}{\nu_{Bj}}$
uvnitř skupin	$\nu_k = l-1$	$A_{Bi} = k \sum_{i=1}^l (\bar{x}_i - \bar{\bar{x}})^2$	$s_{Bi}^2 = \frac{A_{Bi}}{\nu_{Bi}}$
rozdílový zbytek	$\nu_d = n+1-k-l$	$A_d = \sum_{i,j=1}^{k,l} d_{ij}^2$	$s_d^2 = \frac{A_d}{\nu_d}$
celkový	$\nu = n-1$	$A_{Bj} + A_{Bi} + A_d$	$s = \frac{A_{Bj} + A_{Bi} + A_d}{\nu}$

Rozptylový test významnosti
zjišťuje, zda jednou nebo druhé hledisko rozdělení má vliv na měře-
nou vlastnost.
Testujeme dvakrát :

$$F_{ef} = \frac{s_{Bj}^2}{s_d^2} \quad \text{porovnává se s } F_{tab} (95\%, \nu_{Bj}, \nu_d)$$

$$F_{ef} = \frac{s_{Bi}^2}{s_d^2} \quad \text{porovnává se s } F_{tab} (95\%, \nu_{Bi}, \nu_d)$$

s_d^2 ... míra vzájemného působení mezi skupinami a měřeními ve skupi-
nách

VŠST Liberec	Využití matematicko - statistických metod v textilním průmyslu	Katedra K M V
Fakulta textilní		DP 38

Příklady použití analýzy rozptylu

A) jednostupňová analýza

hodnotíme pevnost příze jedné partie z hlediska rozdělení příze do několika potáčů

B) dvoustupňová analýza

a) hodnotíme opět pevnost příze jedné partie, ale ze dvou hledisek
 - rozdělení do potáčů
 - umístění odebíraného vzorku na jednom potáči

b) hodnotíme oděr několika kusů tkaniny dané délky ze dvou hledisek
 - rozdělení do kusů
 - umístění odebíraného vzorku na jednom kuse

C) třístupňová analýza

hodnotíme pevnost příze jedné partie ze tří hledisek
 - rozdělení do potáčů
 - umístění odebíraného vzorku na potáči
 - doba výroby příze na jednotlivých potáčích

P o z n á m k a :

kromě testů uvedených v této kapitole existují ještě další testy významnosti v této práci nespecifikované.
 Jsou to Wilcoxonův test pro párové hodnoty, Kolmogorov-Smirnovův test pro jeden výběr z testů shody, Dixonův a Grubbsův test extrémních odchylek a iterační test náhodnosti.

6. Metodika řešení vzájemné závislosti mezi dvěma nebo více měřenými veličinami

1. Korelační analýza

Na jednom prvku se někdy měří současně více veličin, které mohou být na sobě závislé. Podle počtu veličin měřených na jednom prvku existují statistické soubory dvoj-, troj- nebo více rozměrné.

Jsou rozlišovány závislostí funkční, kde určité hodnotě nezávisle proměnné veličiny odpovídá jediná hodnota závisle proměnné, a závislosti statistické, kde hodnotě nezávisle proměnné neodpovídá jediná hodnota závisle proměnné, ale určitý obor jejich hodnot.

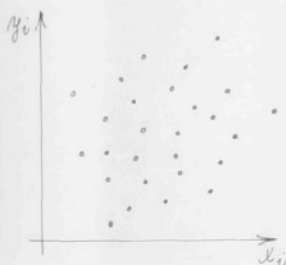
Korelace - je statistická závislost mezi náhodnými proměnnými veličinami

Uvažujeme-li výběr o n prvcích, získáme n dvojic výsledků měření:

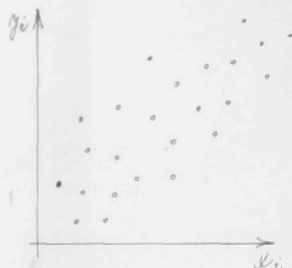
$$x_1, y_1; x_2, y_2; \dots x_i, y_i; \dots x_n, y_n.$$

Graficky se tyto výsledky znázorňují tečkovým diagramem.

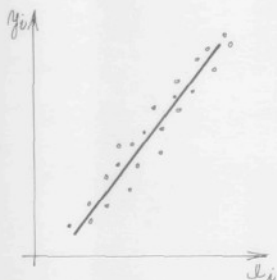
Korelace nabývají čtyř různých variant :



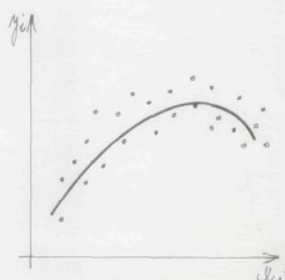
nulová korelace



nejasná korelace



nelineární korelace



lineární korelace

Regressní čáry - přímky nebo křivky proložené skupinou bodů tečkového diagramu se pokouší definovat nějakou stochastickou závislost mezi neměřenými veličinami.

2. Koefficient korelace

- je míra těsnosti lineárního vztahu mezi veličinami X_1 a Y .

Na rozložení bodu v rovině je velmi citlivá výběrová kovariance.

$$s_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{n - 1}$$

Se změnou rozptýlu bodů v tečkovém diagramu se mění i kovariance, tento nedostatek se odstraňuje vyjádřením míry závislosti hodnoty kovariance.

$$r_{xy} = \frac{s_{xy}}{s_y \cdot s_x}$$

výraz upravený pro výpočet na kalkulačních strojích :

$$r_{xy} = \frac{n \sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i}{\sqrt{[n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2] [n \sum y_i^2 - (\sum y_i)^2]}}$$

r_{xy} ... výběrový korelační koeficient

$\left. \begin{matrix} s_x \\ s_y \end{matrix} \right\}$... směrodatné odchylky veličin X, Y

r_{xy} nabývá hodnot od -1 do 1

$r_{xy} = 0$ mezi proměnnými není lineární vztah

$r_{xy} = 1, -1$.. nastává extrémní případ, kdy statistická závislost přechází v lineární závislost funkční

$r_{xy} = 0,6$... od této hodnoty se závislost stává lineární

Test významnosti koeficientu korelace

testovací kritérium

nulová hypotéza

$$t_{ef} = \frac{r_{xy}}{\sqrt{1 - r_{xy}^2}} \sqrt{n - 2}$$

$$\varphi = 0$$

r_{xy} ... koeficient korelace z jednoho výběru dvojrozměrného souboru

$\bar{r}_{xy}$... průměr všech výběrových koeficientů korelace

φ ... souborový koeficient korelace

Porovnání t_{ef} s tabelovanou hodnotou t pro $S = 99\%$

$$\hat{\nu} = n - 2$$

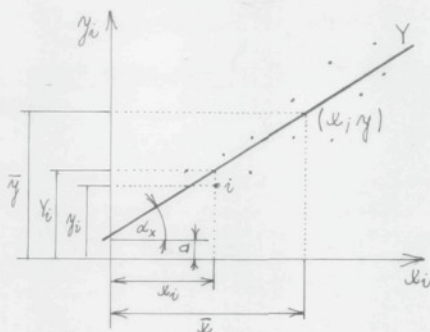
Platí-li t_{ef} t_{99} pak se vypočítaný koeficient korelace významně liší od nuly. To znamená, že číslo existuje, ale test neříká nic o linearitě.

3. Regresní analýza

se snaží vyjádřit vztah mezi veličinami X a Y definicí regresní čáry.

3.1. Lineární regrese

provádí minimalizaci vzdálenosti jednotlivých pořadnic od hodnoty regresní čáry



obr. č. 11.

$$\sum_{i=1}^n (y_i - Y_i)^2 = \min.$$

$$Y = a + b_x \cdot X$$

rovnice prokládané přímkou

Určování konstant a , b_x .

b_x ... regresní koeficient / směrnice přímky /

$$b_x = \frac{s_{xy}}{s_x^2}$$

$$b_x = \tan \alpha_x$$

$$a = \bar{y} - b_x \bar{x}$$

$$b_x = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - \sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n y_i}{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2}$$

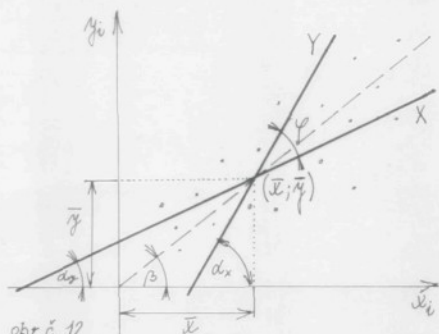
$$a = \frac{\sum_{i=1}^n y_i - b_x \sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

Vypočítané konstanty dosadíme :

$$Y = \bar{y} - b_x (x - \bar{x})$$

$$X = \bar{x} - b_y (y - \bar{y})$$

Na obr. č. jsou dvě regresní čáry, svírající úhel φ , které lze teoreticky zaměňovat. Čím je menší φ , tím více se koeficient korelace blíží ke svému extrému $+1, -1$. Při výpočtu koeficientu korelace u výběrů s velkými rozsahy užíváme korelační tabulku.



s_y^2 ... rozptyl závislé proměnné veličiny

s_{yY}^2 ... rozptyl regresní funkce kolem průměru naměřených hodnot

s_{yY}^2 ... rozptyl naměřených hodnot kolem hodnot regresní funkce

s_{yY} ... reziduální / zbytková / složka

Je-li s_{yY}^2 rovno 0, pak naměřené množiny bodů budou ležet na regresní funkci.

B určuje vhodnost proložení naměřených hodnot navrženou regresní křivkou.

Pro polynomickou lineární závislost $y = a_0 + a_1x$ je $B = r_{xy}^2 \cdot 10^2$.

3.2. Nelineární regrese

se řeší a) takovou transformací, která vede na lineární regresi

b) obecným polynomem 2., 3., ... stupně

- opět minimalizace čtverců odchylek

- příslušné konstanty se vypočítávají pomocí determinanta

- výsledný koeficient determinace hledá optimální hodnoty regresní funkce

Kromě obvyklého způsobu řešení nelineárních regresí, který se dá prakticky provádět u polynomů maximálně do čtvrtého nebo pátého stupně, se dají regrese řešit

c) metodou náhodné numerické optimalizace.

Pro vícestupňové polynomy, které vedou na více složitých rovnic, hledáme konstanty těchto rovnic takovým způsobem, že dosazujeme postupně čísla vybraná z tabulky náhodných čísel. Řešíme rovnice s dosazenými konstantami a hledáme minimální výsledek řešení. To všechno samozřejmě provádí počítač.

Po určité době dostáváme výsledky přibližně stejné, takže již dále nedosazujeme a přijímáme s určitou mírou nepřesnosti nejmenší z dosažených výsledků.

3.3. Vícenásobné regrese

Používají mnohonásobné korelační analýzy. Následek jeví se závislý na dvou a více příčinách.

regresní rovina - trojrozměrný soubor $y = f(x_1, x_2)$

regresní nadroviny - vícerozměrné soubory $y = f(x_1, x_2, x_3, x_4, \dots)$

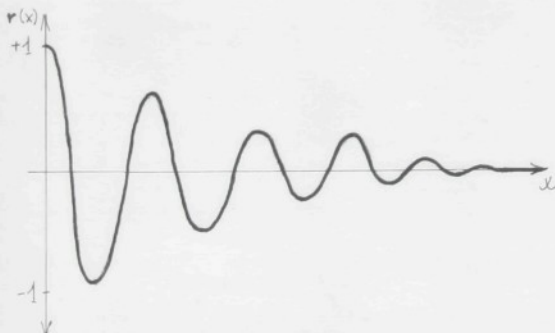
Příklady použití regresní analýzy v textilním průmyslu

- statistická závislost mezi zákruty a seskáním příze /lineární regrese/
- závislost počtu přetrhů příze na průměrné výšce balonu na dopřádačkách /kvadratická regrese/
- závislost měrné objemové hmotnosti tkaniny na jemnosti příze a dostavě tkaniny /mnohonásobná lineární regrese/ - regresní rovina

4. Autokorelační koeficient

Autokorelace je korelace, která nesleduje a nehodnotí statistickou závislost mezi dvěma nebo více veličinami, ale sleduje veličinu jednu po celém souboru. Provádí porovnání hodnot, kterých sledovaná veličina nabývá na délkových / časových / úsecích, do nichž je soubor rozdělen.

Koeficient autokorelace $r(x)$ je funkcí x - velikosti porovnávaných úseků. Extrémní hodnot, kterých koeficient nabývá jsou $+1$ a -1 . Porovnáváním hodnot pro různé dlouhé úseky získáme funkci nazvanou na obr. č. 13.



obr. č. 13.

Příklad z oblasti měření textilních materiálů

Sledujeme počet slabých míst na přízi délky 50 m, rozdělené do úseků po 1 m.

$r(x)$... autokorelační koeficient jako funkce skoku x
 x násobek velikosti proměřovaného úseku
 n počet proměřených úseků produktu konstantní délky l
 y_i naměřená hodnota i - tého úseku, zde počet slabých míst na l m délky příze
 $\bar{y}$ aritmetický průměr naměřených hodnot

$$A_x = \sum_{i=1}^{n-x} (y_i - \bar{y})(y_{i+x} - \bar{y})$$

$$r(x) = \langle -1; +1 \rangle$$

$$B_x = A_0 - \sum_{i=1}^{n-x+1} (y_i - \bar{y})^2$$

$$r(x) = \frac{A_x}{\sqrt{B_x C_x}}$$

$$C_x = A_0 - \sum_{i=1}^x (y_i - \bar{y})^2$$

$$A_0 = A_x \text{ pro } x=0 : A_0 = \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2$$

5. Koeficient pořadové korelace

R - Spearmanův koeficient pořadové korelace se používá u *myšlých* výběrů - není-li dostatečně prokázána lineární regrese,
 - pro naměřené hodnoty, které nejsou vyčíslitelné a mají pouze kvalitativní vyjádření.

Příklad z oblasti měření textilních materiálů

Sledování stupně vybarvení tkaniny porovnáváním s etalonem.

X, Y ... dva pozorovatelé

$K_1, K_2 \dots K_i \dots K_n$ vzorky různých kvalit vybarvení

i ... pořadí vzorku v souboru

(i) ... pořadí vzorku přisouzené pozorovatelem

d_i ... rozdíl pořadí stanovených pozorovateli vzorku K_i

n počet vzorků

$$d_i = (i) x_i - (i) y_i$$

$$R = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n d_i^2}{n(n^2-1)}$$

$$-1 \leq R \leq +1$$

$R = 1$... úplná shoda pořadí

$R = -1$.. úplná neshoda pořadí

$R = 0$... nezávislost pořadí

Test významnosti koeficientu pořadové korelace

nulová hypotéza

$$\sum_{i=1}^n d_i = 0$$

a) pro $n < 9$

$$R_{ef} = \sum_{i=1}^n d_i^2$$

porovnáváme s tabelovanou hodnotou A_1 pro $S = 95 \%$ A_2 pro $S = 99 \%$ b) pro $9 < n < 20$

$$R_{ef} = \frac{R \sqrt{n-1}}{1 - R^2}$$

porovnáváme s tabelovanou hodnotou t - studentova rozdělení
pro danou statistickou jistotu S a stupeň volnosti $\nu = n - 2$ c) pro $n \geq 20$

$$R_{ef} = R \sqrt{n-1}$$

porovnáváme s tabelovanou hodnotou normálního rozdělení - u

P o z n á m k a :

dále existují zde nespecifikované koeficienty korelace jako jsou
Kendallův koeficient a koeficient souladu.

IV.

MOŽNOSTI VYUŽITÍ VÝPOČETNÍ TECHNIKY
PŘI APLIKACI MAT.-STAT. METOD

VŠST Liberec	Využití matematicko - statistických metod v textilním průmyslu	Katedra K M V
Fakulta textilní		DP 47

1. Kalkulační stroje.

NISA	ČSSR
------	------

U nás se vyrábí 3 typy těchto strojů. Jsou to :

Nisa K5 - r u č n í kalkulační stroj, který provádí 4 základní početní úkony a jejich kombinace. Výsledky jsou registrovány v obrátkové a výsledkovém počítadle. Kapacita stroje je 10 x 10 x 20 / 10 míst na klávesnici, 10 v obrátkové a 20 ve výsledkovém počítadle /.
Váha i s cestovním kufříkem činí 4,9 kg.

Nisa PK5- p o l o a u t o m a t i c k ý elektrický kalkulační stroj s automatickým dělením, které je možno přerušit na kterémkoliv řádovém místě. Pro sčítání je stroj vybaven zařízením, které umožňuje vykonání jen jedné otáčky a kontrolou počtu sečítaných položek.
Kapacita je 10x 10 x 20. Váha je 7,5 kg.

Nisa AK5- e l e k t r i c k ý kalkulační stroj s automatickým násobením a dělením, které je možno přerušit na každém řádovém místě. Pro sčítání je stroj vybaven tímtež zařízením jako typ PK5.
Kapacita je opět 10 x 10 x 20.

CELLATRON R44	NDR
---------------	-----

- elektrický kalkulační automat, který provádí dělení, i opakované, násobení a umocňování zcela samočinně. Má výmaz kombinovaný se startem a sběrné počítadlo pro zpětné vrácení výsledků do klávesnice. Stroj má již optickou kontrolu nastavených hodnot.
Kapacita je 20 x 10 x 20. Váha 21,6 kg.

2. Elektronické kalkulační stroje.

SOEMTRON 220	NDR
--------------	-----

- elektronický počítačový automat, provádějící automatické umocňování, změnu znaménka, proměnné nastavení řádové čárky a zaokrouhlení posledního čísla při násobení a dělení. Automat má 3 volné saldovací paměti, počítadlo a světelný ukazatel hodnot.
Kapacita je 15 míst pro vstup i výstup. Váha 13,- kg.

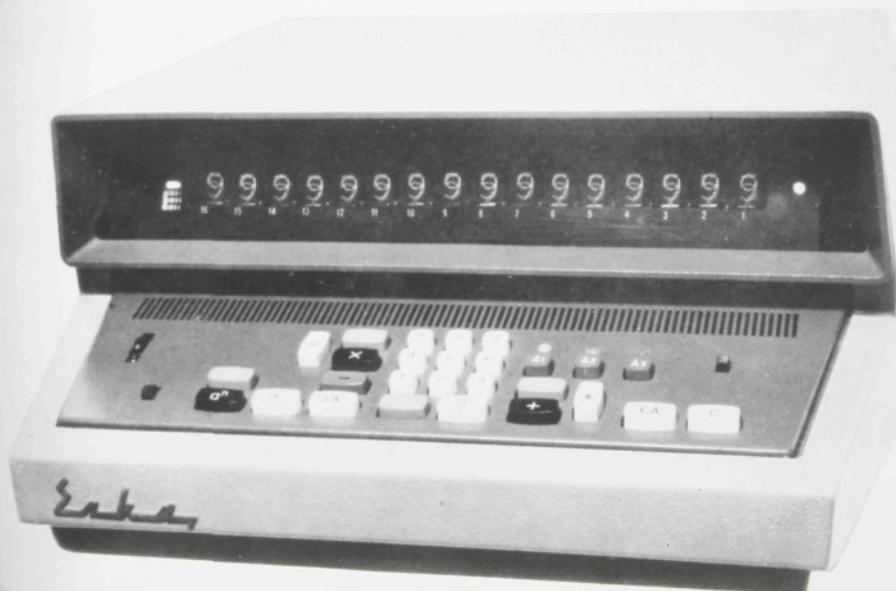
VŠST Liberec	Využití matematicko - statistických metod v textilním průmyslu	Katedra K M V
Fakulta textilní		DP 48

ELKA	BLR
------	-----

Je vyráběna v následujících modifikacích :

ELKA 6521 - elektronický počítač automat. Vedle 4 základních matematických úkonů provádí mocnění, druhou odmocninu, převrácení hodnoty čísel z kladných na záporná a naopak, zaokrouhlování výsledku. Vše s automaticky nastavitelnou desetinnou čárkou. Stroj obsahuje 3 počítadla, z toho 3 shromažďovací a světelný ukazatel hodnot. Kapacita : vstup 16 míst, výstup 31 míst.
Váha : 17,- kg.

ELKA 6522 - elektronický počítač automat, provádějící automatické nastavení desetinné čárky, násobení a dělení s pohyblivou, nebo pevnou čárkou, přímé řetězové výpočty. Typ 6522 má jednu saldovací paměť a světelný ukazatel hodnot / nastavených i výsledných./
Kapacita: 15 míst pro vstup a výstup
Váha : 13,- kg.



CASIO R - 3

Casio Computer CO

JAPONSKO



- elektronický stolní kalkulačtor je vybaven vypínači tiskárny, takže může být používán jen se světelným ukazatelem hodnot - displayem - to znamená, že budou ukazovány právě ty hodnoty, které mají být vytištěny / odpadá množství popsané pásky na konci řešení problému. Stroj má skutečnou algebraickou logiku ve všech 4 základních funkcích a vložitelnou konstantu pro násobení a dělení.

Operace : +; -; x; ÷; (K); %; kor.; řetězové násobení a dělení;

x^y ; $\sqrt{x}$; kombinované počítání a jeho akumulace; vyznačování a mazání výsledků;

Automatická akumulace součtu / rozdílů, součinů, podílů, výsledků, %, druhých odmocnin /ukazující jednotlivé součty /rozdíly / při základních matematických jednoduchých nebo řetězových operací a při násobení a dělení konstantou.

Kapacita: 2 součtové registry

1 paměť pro kladné a záporné akumulace

VŠST Liberec	Využití matematicko - statistických metod v textilním průmyslu	Katedra K M V
Fakulta textilní		DP 50

Výstup: široký 12 ti digitový display
systém pohyblivé a pevné řádové čárky
Specifikace : napájení 17 W
váha 5,6 kg
rozměry 140 x 240 x 350 mm

MT 134	Metra Blansko	ČSSR
--------	---------------	------



- elektronický kalkulační stroj pro ekonomické výpočty. Provádí všechny operace s předem nastavitelnou polohou desetinné čárky. Pokud nestačí kapacita zobrazení / 8 digitů / lze ji pomocí tlačítka zvětšit o dalších 5 dekadických řádů.

Výhody této kalkulačky jsou bezhlučný chod, vysoká rychlost operací, malé rozměry a váha a antireflexní vrstva na okénku displaye.

Operace : + ; - ; x ; ÷ ; 0 - hlavní registr ; 0 - celkové; (K) ;

Kapacita : 3 třináctimístné registry, v jednom z nich je možné uložit konstantu

Výstup: 8 digitový display pro zobrazení hlavního pracovního registru předvolitelná desetinná, čárka do šesti poloh 0, 2, 3, 4, 5, 6.

VŠST Liberec	Využití matematicko - statistických metod v textilním průmyslu	Katedra K M V
Fakulta textilní		DP 51

Specifikace : napájení 220 V + 10 % - 15 %, 50 Hz, 20 VA
váha 5,- kg
rozměry 108 x 292 x 224 mm
dovolená tepl. + 5 - 40° C

OKU 101	Tesla Bratislava	ČSSR
---------	------------------	------



- elektronický kalkulační stroj, umožňující zpracovávat až 15-ti místné vstupní údaje. Je vybavený automatickým nulováním po zapnutí, indikací přeplnění se současným nulováním, ukládáním a indikací záporných čísel a zvláštní klávesou na nulování nesprávně vloženého čísla.

Vedle dobré čitelnosti údajů i při plném osvětlení, bezhlučného chodu malé váhy a rozměrů patří k jeho přednostem mechanické řešení tlačítek, které zabráňuje nesprávnému vložení čísla nedotlačením tlačítka, a především pak použitelnost v průmyslových provozech. Což umožňuje ochrana dotykových ploch před oxidací pozlacením.

Operace: + ; - ; x ; ÷ ; x^y ; (K); sčítání a odčítání do volných pamětí s možností zpětného přenosu nebo nulování.

Kapacita : 3 registry pro operace

2 registry volných pamětí

Vstup: 10-ti tlačítková klávesnice

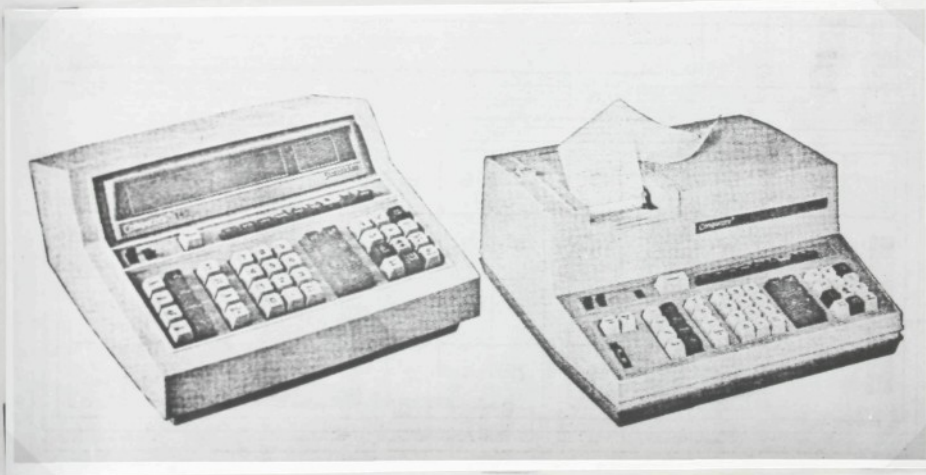
VŠST Liberec	Využití matematicko - statistických metod v textilním průmyslu	Katedra K M V
Fakulta textilní		DP 52

Výstup: display - kapacita 15 míst a znaménko
výška číslice 13 mm
desetinná čárka je předvolitelná pro operandy a výsledky
do osmi poloh. 0, 2, 3, 6, 8, 10, 12 a 14.

S p e c i f i k a c e :

napájení 220 V $\pm$ 10 %, 50 Hz
váha 5,5 kg
rozměry 330 x 330 x 150 mm

COMPUCORP	Compucorp Calculating System A6	ŠVÝCARSKO
-----------	------------------------------------	-----------



- kalkulační stroj s výkonnými speciálními funkčními klávesami pro statistický výzkum, automaticky shromažďuje údaje ve zvláštních registrech a provádí z nich požadované výpočty.
- Použití techniky MOS/LSI / pro všechny logické operace a v paměti pro vstupní údaje a program/ umožňuje vykonávání složitých více-
stupňových úloh pomocí jednoduchých příkazů.
- Modely : neprogramovatelné kalk. str. M 140 Display
M 141 tiskárna
- programovatelné kalk. str. M 142E Display
M 145E tiskárna

VŠST Liberec	Využití	Katedra K M V
Fakulta textilní	matematicko - statistických metod v textilním průmyslu	DP 53

Klávesnicové operace: + ; - ; x ; + ; x^y ; $\sqrt{x}$; $\bar{x}$; s ; LR ; N ; P ;
statistický součet (n, x, x^2) pro jednotlivé a seskupené po-
ložky; vstup dvojic hodnot a součet (n, x, x^2 , y, y^2 , xy);
separace celočíselných zlomků; vstup mocnitele; mazání vstupu;
opětne nastavení; $\frac{1}{x}$; $1/x$; $\ln x$; $\lg x$; e^x ; 10^x ; e ; π .

Programovatelné operace : všechny funkce klávesnice ; větvení pro-
gramu dle aritmetických vztahů / větší, menší, = /; zaokrou-
hlení; $\lfloor x \rfloor$; podprogramy.

Kapacita : u všech typů stejná

16 registrů, z toho 10 přístupných pomocí klávesnice
každý obsahuje 14-ti místné číslo se dvěma exponenty,
a může být rozdělen tak, aby bylo možno uchovat v paměti
a pracovat až s 20-ti pětímístnými čísly včetně exponen-
tů.

Programovatelné typy

256 programových kroků - jsou ekvivalentní více než 1100
běžným krokům.

Vstup: klávesnice

14ti místná mantissa a znaménko

2 místný exponent

Výstup: display

10ti místná mantissa a znaménko

2 místný exponent a znaménko

tiskárna

10ti místná mantissa a znaménko

2 místný exponent a znaménko

Specifikace : váha kalk. s displayem

5,7 kg

s tiskárnou

10,2 kg

rozměry

s displayem

300 x 343 x 165 mm

s tiskárnou

368 x 381 x 178 mm

Přídavná zařízení :

R - 8 ... snímač děrných štítků / použitelný s programo-
vatelnými modely 142E,
145E /

P - 5 ... souřadnicový zapisovač / použitelný s modely
s tiskárnou 141, 145E /

3. Kapsle s náhradními díly

VŠST Liberec	Využití matematicko - statistických metod v textilním průmyslu	Katedra K M V
Fakulta textilní		DP 54

3. Kapesní minikalkulátory

FRIDEN 1008	Singer	USA
-------------	--------	-----



- minikalkulátor, který provádí 4 základní matematické operace v jakémkoliv pořadí a kdykoliv během serie počítání násobí a dělí konstantou a umocňuje. Je vybaven přenosným pouzdem, napájen baterií a v době dobíjení baterie lze užít akumulátoru energie. Přístroj automaticky ukazuje, je-li baterie vybita.

Výstup: display

8-mi digitová fluorescentní trubice
display určující symbol znaménka
systém pohyblivé řádové čárky

Specifikace: napájení

dobíjecí baterie Ni/Cd 1,8 W
akumulátor 115 V 5 W

váha - model 1008
adaptor

548,85 g
430,92 g

rozměry-model 1008
adaptor

101,6 x 177,8 x 54,9 mm
66,4 x 106,1 x 54,9 mm

ELSI 8

Sharp

Japonsko



- minikalkulátor provádějící 4 základní matematické operace a jejich kombinace. Je vybaven žárovkou, která se rozsvěcuje a zároveň zastavuje počítání, když části výsledků přerůstají 16 digitů při násobení a dělení, když je průběžně sčítáno a odčítáno a neukazuje se desetinná čárka nebo klesne-li napětí baterie.

Výstup: číselný display

8 mi digitový s indikátorem záporného znaménka

systém pohyblivé řádové čárky s možností zpětného vyvolání

Specifikace: napájení

6 vestavěných dobíjecích baterií 7,2 V

automobilová baterie s autoadaptorem 12 V

akumulátor 100/115/120/200/220/240 V

50/60/ Hz

poč. rychlost 200 milisek.

váha 720 g

rozměry 70 x 102 x 164 mm

Příslušenství :

EL 81 AC - adaptor - nabíjecí lampa svítí dokud napětí ba-
terie neklesne pod dolní pracovní mez.
Po dobu nabíjení je lampa zhasnuta.
Je-li kalkulátor EL 8 zapojen na aku-
mulátor svítí lampa stále.
spotř. energie 5,5 W
váha 0,45 kg
rozměry 62 x 70 x 120

EL 84 E/A - bateriová jednotka

6 dobíjecích baterií Ni/Cd po 7,2 V

doba provozu 3 hodiny

doba nabíjení rychlé -3 hod.

životnost standard 13-15 hod.
500 cyklůPřenosný kufřík

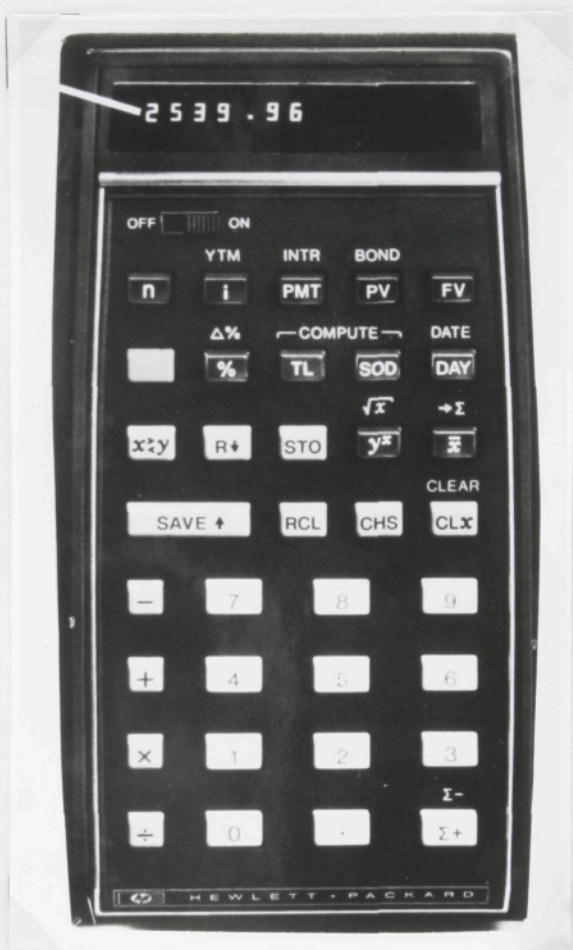
EL 82 pro EL 8

EL 83 pro EL 81

EL 85-autoadaptor používán, když EL 8 pracuje na 12 V auto-
baterie

VŠST Liberec	Využití matematicko - statistických metod v textilním průmyslu	Katedra K M V
Fakulta textilní		DP

HP 80	Hewlett - Packard	USA	57
-------	-------------------	-----	----



- minikalkulátor se 36^{ti} programovanými funkcemi pro finančně-technické a obchodní účely.

Operace: + ; - ; x ; + ; x^y ; √x ; % ; P ; s míšené řetězové výpočty; sumace kladných a záporných hodnot; ukládání čísel pro pozdější opakované výpočty.

Operace obchodního rázu :

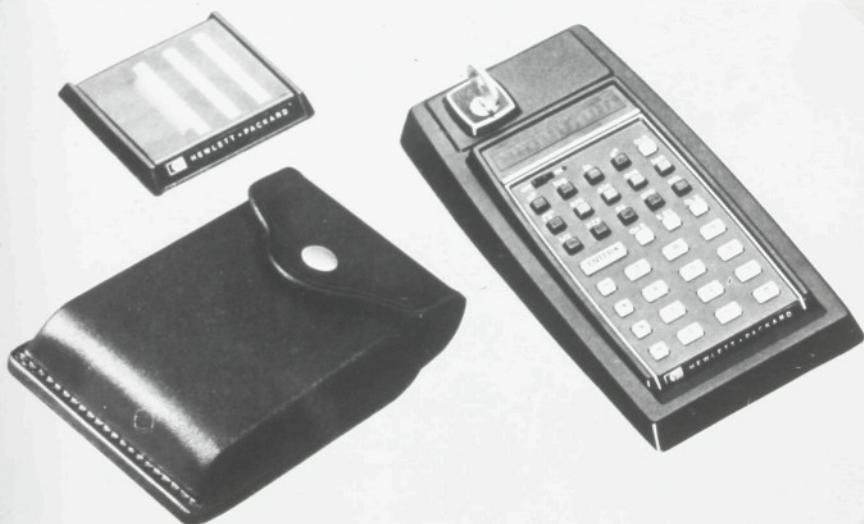
výpočet splatelních rozměrů pro půjčku / pomocí na-programovaného kalendáře na 200 let, 1900 - 2099 /
výška úroků
výška splátky půjčky
budoucí cena, investice

VŠST Liberec	Využití matematicko-statistických metod v textilním průmyslu	Katedra K M V
Fakulta textilní		DP 58

Kapacita : 4 zásobní registry
 1 paměťový registr pro konstantu
 Výstup: display
 systém automaticky pohyblivé nebo pevné řádové čárky
 / přesnost na 6 desetinných míst /
 Specifikace: dynamická řada 10 -99 až 10 99
 napájení baterie Ni/Cd 500 m W
 provozní doba 5 hod.
 napájení ze sítě 115/230 V
 50/60 Hz
 5 W
 váha 255 g
 rozměry 148 x 80 x 20/30 mm
 teplota 0, - 40° C

Příslušenství: pouzdro na baterie a kabel na zapojení do sítě
 pouzdro na kalkulačtor
 přenosný kufřík

HP 35	Hewlett - Packard	USA
-------	-------------------	-----

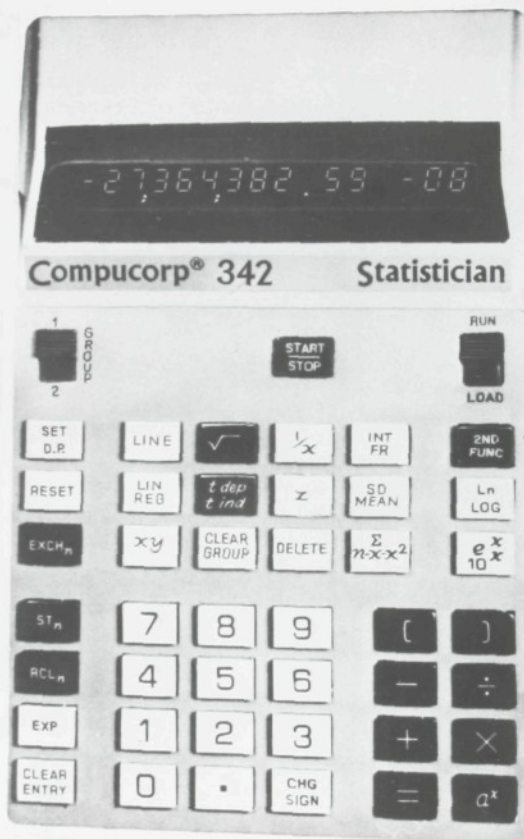


- minikalkulátor technického zaměření kombinuje přednosti a schopnosti logaritmického pravítka s možnostmi řešení problémů na stolních vědeckých kalkulačtorech. Uvádí odpovědi s přesností na 10 desetinných míst ve zlomku času požadovaného na manipulaci s logaritmickým pravítkem.

VŠST Liberec	Využití matematicko - statistických metod v textilním průmyslu	Katedra K M V
Fakulta textilní		DP 59
Operace : + ; - ; x ; $\sqrt{x}$; sin ; cos ; tg ; arcsin ; arccos ; arctg ; ln x ; $\lg x$; e^x ; x^y ; $1/x$; Kapacita : 4 registry operačního zásobníku a jeden paměťový registr pro ukládání konstant. Operační zásobník je používán při řešení jednoduchých i složitých problémů, které vyžadují uchování mezivýsledků. Výstup : 10⁶ digitový display automaticky pohyblivá nebo pevná řádová čárka hodnoty vybočující z řady 10⁻² - 10¹⁰ zobrazovány v sys- tému pevné řádové čárky s exponentem nad 10 vyznačeným na pravé straně displaye. nevýznamné nuly jsou automaticky vynechávány přepnutí systému a nevhodné operace / např. odmocnina ze záporného čísla / jsou oznamovány blikáním displaye Specifikace: dynamická řada 10⁻⁹⁹ - 10⁹⁹		
napájení		baterie 500 mW akumulátor 115/230 V $\pm$ 10 % 50 / 60 Hz 5 W
váha		kalkulátor 255 g nabíječ 141,7 g
rozměry		81,3 x 147,3 x 17,8/33 mm
Příslušenství: <u>pouzdro na baterie</u> obsahuje Ni/Cd dobíjecí baterie, které pracují 5 hod. při normálním užívání. Pracuje-li HP 35 na baterii, automaticky se rozsvěcuje varovný signál 5 - 10 min. před úplným vybitím baterie. Bud vyměníme tuto baterii v kalkulatoru za plně nabitou z pouzdra, nebo zatím může pracovat kalku- látor v zapojení s akumulátorem.		
váha		118 gr / s bateriemi/
rozměry		790 x 76 x 25 mm
teplota		0 - 40 °C
<u>bezpečnostní kolébka</u>		
praktická bezpečnostní schránka na kalkulátor za- jištěná 2 kodovým klíčem.		
čtyři způsoby připevnění kolébky		
- čtyřmi šrouby 1 centr. šroubem / dovoluje rotaci o 360° / kabelem, umožňujícím po- hyblivost lepicími páskami		
váha	180 g / i s kabelem/	
rozměry	kolébka 210 x 102 x 38 mm kabel $\varnothing$ 6,35 mm délka 180 cm 2 jistící pásky 158 x 19,8 mm	
<u>cest. pouzdro</u>		
váha	142 g	
rozměry	162,5 x 100 x 30 - 48 mm	

COMPUCORP 342
statistickýComucorp - Calculating
System A6

ŠVÝCARSKO



- serie 300 jsou ruční minikalkulátory, jejichž operace jsou specifikované pro různé vědní disciplíny.
 model 340 - statistický, neprogramovatelný
 model 342 - statistický, programovatelný
 model 320 G - vědecký, neprogramovatelný
 model 322 G - vědecký, programovatelný

operace : statistické funkce

sumace x, x^2, n_x / do dvou nezávislých skupin /sumace $fx, fx^2, \sum f$ - " -sumace $x, x^2, y, y^2, xy, n_y, n_x$

odstranění jednotlivých nebo párových hodnot z kterékoliv z těchto sumací
 s ; $\bar{x}$; KK ; závislé a nezávislé t ; očekávané Y z regresních koeficientů
 čisté součty

ostatní funkce: $+$; $-$; x ; $+$; $\ln - x$; $\lg x$; e^x ; 10^x ;
 x^y ; $|x|$; $1/x$; separace celých čísel
 a zlomků

Kapacita : číselná - 10 plných zásobních registrů zahrnujících údaje součtů, 13 digitů a 2 digitový exponent, ukládání, vyvolávání a výměna kontrolními klávkami, základní mat. operace do a ze všech registrů
 programovací - 80-ti kroková paměť, aritmetická a funkční posloupnost, zahrnující konstanty a údaj vstupu
 čárky, automaticky během počítání ukládána do zátěže.

Výstup: široký display - 10 místná čísla
 systém pevné nebo pohyblivé řádové čárky

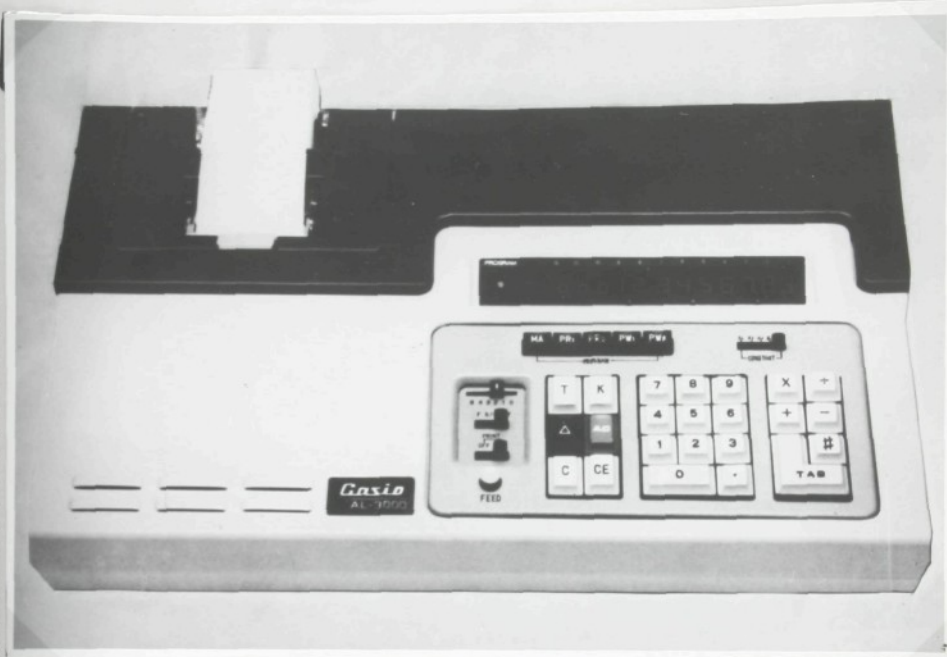
Rozměry : 140 x 229 x 51 mm

Příslušenství: přenosný kufřík
 dobíjecí baterie nebo akumulátor hlavní sítě

VŠST Liberec	Využití matematicko - statistických metod v textilním průmyslu	Katedra K M V	62
Fakulta textilní		DP	

4. Programovatelné kalkulační stroje

CASIO AL - 3000	Casio Computer CO	JAPONSKO
-----------------	-------------------	----------



- samoprogramovatelný kalkulátor. Programování je prováděno automaticky pomocí klávesnice, kterou vstupují čísla v daném pořadí / dle vorce /

Tento přístroj nachází široké uplatnění v účetnictví a dalších denních kancelářských pracích.

Operace : různé druhy smíšeného počítání odvozené od 4 základních matematických funkcí, ukládání konstanty do paměti, vyvo-lávání, akumulovaných součtů, zaznamenávání čísel do 6-ti kolonkové tabulky, kde udávají množství, jednotkovou a celkovou cenu prodejní, nákupní a čistý zisk.

Kapacita : údajová - 12 digitů po 37 slovech pro všechny 4 základní typy počítání
akumulační pamět 12 digitů po 17 slovech
přechodná pamět 12 digitů po 16 slovech
pamět konstanty 12 digitů po 4 slovech

Programová - 20 setů na jeden předpis, což odpovídá v obvyklém programovatelném kalkulátoru 126-ti programovým krokům.

Výstup : tiskárna 17 digitů
display 12 digitů
desetinný systém pevné a pohyblivé řádové čárky

COMPU CORP

Compucorp-Calculating
System A6

ŠVÝCARSKO



- síťový stolní kalkulačtor pro statistické účely, obsahuje vestavěné klávesnicové programy, provádějící stovky výpočtů automaticky a redukujících běžnou statistickou analýzu na pouhé zadávání údajů. Velká paměť dovoluje řešit časově náročné regresní a variační úlohy během několika vteřin. Vestavěný snímač ^{zpracovává} čerpaných štítků zjednodušuje a usnadňuje uchovávání programů a dat. Přizpůsobitelnost vstupní a výstupní struktury dovoluje připojit mnohá periferní zařízení a zvýšit tak užitečnost systému.

Klávesnicové operace : sčítání, (x, x^2, n) až 3 nezávislých souborů;
sčítání skup. údajů $(\sum fx, \sum fx^2, \sum f)$
až 3 nezávislých souborů; sčítání údajů o dvou
proměnných $(\sum x, \sum x^2, \sum y, \sum y^2, \sum xy, \sum xy^2)$;
sčítání pro 3 proměnné $(\sum x, \sum x^2, \sum y, \sum y^2, \sum z, \sum z^2, \sum xy, \sum yz, \sum xz, \sum xyz)$; $\bar{x}$; $\bar{y}$; $\bar{z}$;
standartní chyba (pro n a $n-1$); KK; RK; závislé
a nezávislé t ; N ; P ; f ; g ; rozložení χ^2 ;
+; -; x ; $+$; $\ln$ x ; $\lg$ x ; e^x ; 10^x ; x^2 ; $\sqrt{x}$;
 $1/x$; x^y ; e ; π ; mazání operačních pamětí

Programování : adresování absolutní a symbolické / 95 symbolů /
možné skoky na jakoukoliv adresu. Přímé a nepřímé vyvolávání,
uchovávání, záměna a základ. matemat. funkce
ve všech hlavních registrech.

VŠST Liberec	Využití matematicko - statistických metod v textilním průmyslu	Katedra K M V
Fakulta textilní		DP 64

Při ladění programů automatický výpis místa v paměti, kódu a symbolu po vstupu klávesnice do programu.
Sledování programu po instrukcích. Zpětná klávesa pro opravy podprogramů a klávesa pro vkládání instrukcí kdykoliv a kdekoliv v programu.

Kapacita: údajová - 10 klávesnicových operačních registrů
64 hlavních registrů / lze zvýšit až na 512 reg./
programová:- 512 instrukcí programu / lze zvýšit na 4 096 /

Výstup : tiskárna
programovatelně nastavitelná desetinná čárka

Specifikace: napájení 120/240 V, 48/70 Hz
váha 10,2 kg
rozměry 370 x 380 x 180 mm
teplota 0 - 46° C

Přídavná zařízení: model 490 - snímač značených štítků
492 - kazetová jednotka s magnet. páskou
493 - souřadnicový zapisovač křivek
494 - psací stroj

WANG 600	Wang Laboratories	USA
----------	-------------------	-----



- programovatelný kalkulátor, který usnadňuje programování o 75 % algebraickým přepisem programů. Stroj je charakterizován kazetovým programováním, klávesnicí s abecedními znaky, která umožňuje tisknout požadované zprávy, dvěma zasouvacími statistickými volbami ROM / pamět pouze snímaná /, rozšiřujícími možnosti počítání a kontroly programu bez použití základních registrů modelu 600.

Operace : klávesnice - ukládání, vyvolávání hodnot, součtů a mezi-výsledků

zasouvací ROM - $\bar{y}$:

- základní ROM - jednoduché proměnné; $\bar{x}$; s ; směrodatná chyba
párové proměnné: X, Y z tvaru $Y = a + bx$;
 $LR; \bar{x}; \bar{y}; s_{\bar{x}}; s_{\bar{y}}$; KK ; směrodat.chyba x a y ;
odhad nejmenšího čtverce a a b ; s_a ; s_b ;
 t - test pro a a b ; F - test pro KK ; n ;
 $\sum x$; $\sum y$; $\sum x^2$; $\sum y^2$; $\sum xy$; vložené
opravné procedury pro výše uvedené operace
 a ; n ; P ; P - rozložení; N - rozlož.;
inverzní N - rozlož.; GNC

-příležitostný ROM - obsahuje všechny výše uvedené programy a navíc : rozvoj numerických determinantů; vzor determinantů A ; inverz.matice; současné řešení až 14-ti rovnic; statist. třídění; násobná LR ; polynomická regresní analýza

Programování: nepřímé adresování připouští tytéž operace jako klávesnice a akumulaci dat ve všech registrech. Tiskárna může tisknout obsah displaye a operace v průběhu provádění programů. Dále pak vkládání, mazání, zpetný krok a hledání značek a koncovek. Větší programová přizpůsobivost je dosažena větvením programů a vyvoláváním podprogramů / 9 rozhodovacích příkazů s 255 ti podprogramy/.

Kapacita: 3 modely

W 600 - 2	55 registrů odpovídá 312ti program. krokům
W 600 - 6	119 " " 824 "
W 600 - 14	247 " " 1848 "

Ukládací registry mohou být přetvořeny na program.kroky
W 600 má přizpůsobitelnou kapacitu, je možný vzrůst přidáním paměti nebo magnetic. pásky

Specifikace: napájení 115 /230 V $\pm$ 10 % , 50/60 Hz, 50 W
váha 17,7 kg
rozměry 228,6 x 508 x 520,7 mm

Přídavná zařízení: 601 - výstup. tiskárna
602 - souřadnicový zapisovač diagramů se schop -
ností alfanumerického výstupu
603 - zásobník papírové pásky
604 - snímač štítků
605 - spojovací jednotka
611 - vstupní / výstupní psací stroj
612 - analogový zapisovač grafů
614 - snímač značených štítků
618 - rozšiřovač paměti, rozšíření na max.512 reg.
4096 kr.

WANG 700

Wang - Laboratories

USA



- 4 modely samoobsažných stolních elektronických kalkulačků s řadou periferních zařízení.

Model 700 B - obsahuje 8 192 bitů vnitřní paměti. Ta je organizována do 120 ti datových zásobných registrů nebo 960 ti programových kroků.

720 B - má 2 x větší paměťovou kapacitu než W 700 B

700 C/720 C - pokročilé programovatelné kalkulačkové mají všechny rysy modelů B a přidáné rozhodovací příkazy, programové dodatky, nezávazné rozšířenou pamět, progr. desky a kazety s dvojitými magnetickými páskami.

Všechny modely mají schopnost rozhodování, větvení, vytváření obvodů a podprogramů.

Operace: +; -; x; ÷; x^2 ; $\sqrt{x}$; 1/x; lg x; ln x; e^x ; 10^x ; |x|; zaokrouhl.;

speciální dvoukrokové příkazy - 1/2 sec. pauza; posuv desetinné čárky /9 míst vpravo i vlevo/; $180/\pi$; $\pi/180$

speciální funkce - 16 definovaných funkcí

$0^\circ/\text{rad}$; sin; cos; tg; $\sin^{-1}$; $\cos^{-1}$; tg^{-1} ; sinh; cosh; tgh;

$\sinh^{-1}$; $\cosh^{-1}$; tgh^{-1} ; převod z pravoúhlých souřadnic na polární a naopak;

$x/6$; $6/x$; /při třídění i jednotlivě; N - rozložení; inverzní N rozložení; χ^2 - statisticky; χ^2 - rozložení; B -

rozložení; n !; funkce chyby; γ - funkce; P - rozložení; LR; GNC;

přímé / dvoukrokovými příkazy / a nepřímé / jednokrokovými příkazy / adresování všech registrů

Programování : programy vstupují do vnitřní paměti klávesnicí nebo převáděním instrukcí z kazety magnetic. pásky, nebo z nezávazného snímače značených štítků. Z klávesnice může vyjít 111 odlišných příkazů. Úplná kapacita s jednou kazetou je 32 000 program. kroků, ručně nebo programem může být vyvoláno 64 různých podprogramů z kteréhokoliv místa programu. Po ukončení podprogramu, se tento vrací zpět do hlavní programové linie. Bezpodmínečné a podmínečné větvení programu. Příkazy přenosu / jen u 700 C / 720 C / - je jich 14 a kontrolují ukládání a vyvolávání z vnějších pamětových zařízení. Tyto příkazy umožňují současný přenos 1, 8, 16, 32, 64, 128 nebo 256 progr. kroků.

Vybavení " Software " - částečný seznam náplně :
přehled naplnění
všeobecná statistika a matematika
řada naplnění pro účtování a analýzu
analýza rozptylu a regresní analýza
rozšířené matematické programy
základní vzdělání
minimální vklad programů

Vstup: klávesnice - 10 stand. tlačítek + desetinná čárka
exponent může vstupovat vzlášť, výměna mezi registry X a Y
magn. páska- příkaz v programu může zaznamenávat programy z magn. jádrové paměti na magn. pásku.
převádění programů - ručně kontrolními tlačítky automaticky

Výstup: tiskárna -
display - zobrazuje 2 registry / X a Y /
kapacita : 12 digitů, znaménko a deset.čárka
2 dig. exponent a znaménko
systém automatické pevné a pamyblivé řádové čárky /od 10^{-1} do 10^{+9}

Specifikace : napájení 115/230 V $\pm$ 10 % , 50/60 Hz, 50W
váha 17,7 kg
rozměry 228,6 x 508 x 520,7 mm

Přídavná zařízení serie W 700 :

W 701

výstupní psací stroj



- zajišťuje alfanumerický výstup a zároveň provádí jeho kontrolu

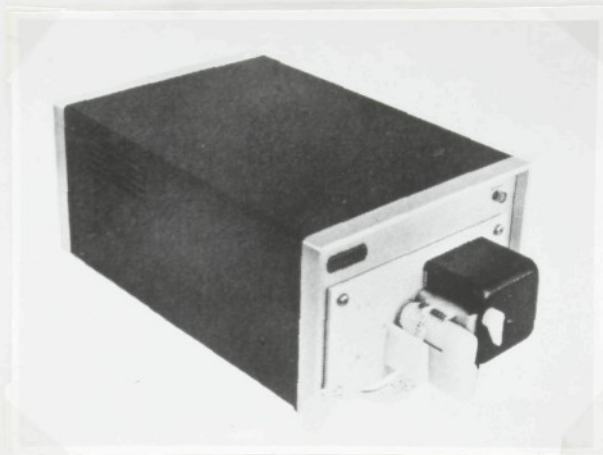
W 702

souřadnicový výstupní
zapisovač



- přidává digitální za-
kreslení grafů a alfa-
numerický výstup s jeho
současnou kontrolou

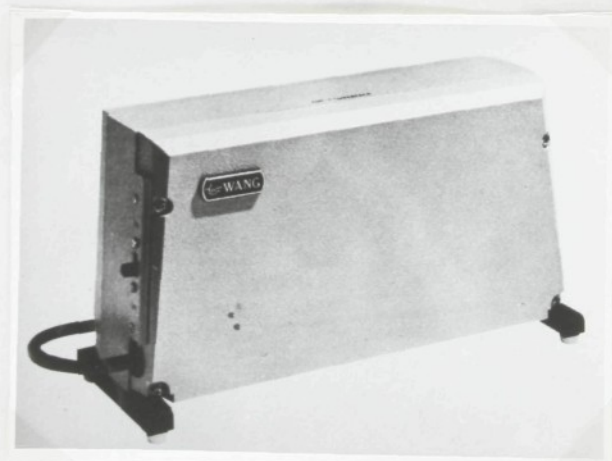
W 703

dodavatel děrné
papírové pásky

- interpretuje ven z linky naděrovanou pásku, která opatřuje uživateli vypočítané výstupy.

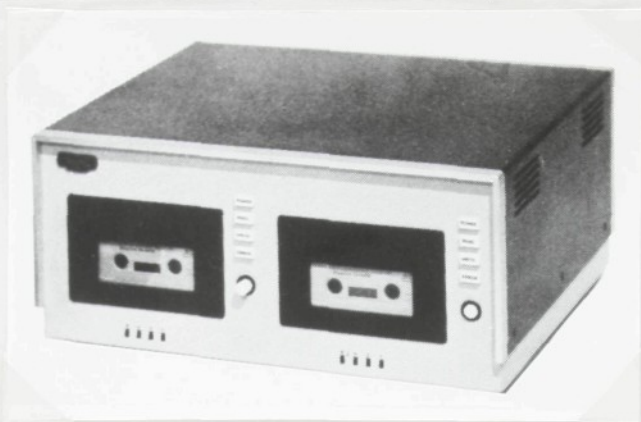
W 705 - 1A

spojovací jednotka



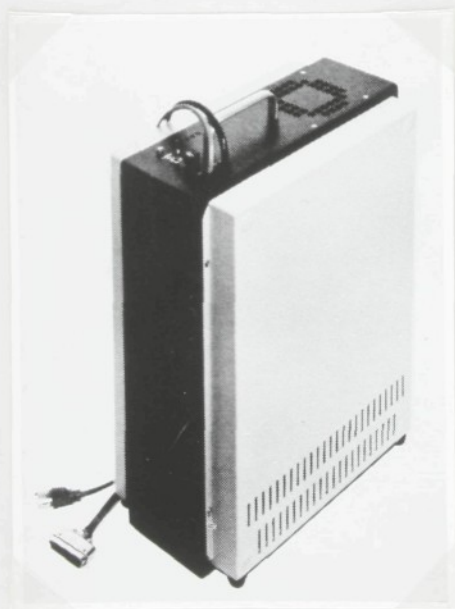
- umožňuje napojit různá vnější zařízení na jakýkoliv kalkulátor série W 700.

W 707

kazeta s magnetickými
páskami

W 708 - 1,2

rozšířená paměť



- vnější jádrové zařízení,
užívané k ukládání nebo
vyvolávání programových
kroků nebo dat a alfa-
betických informací
do hlavní paměti

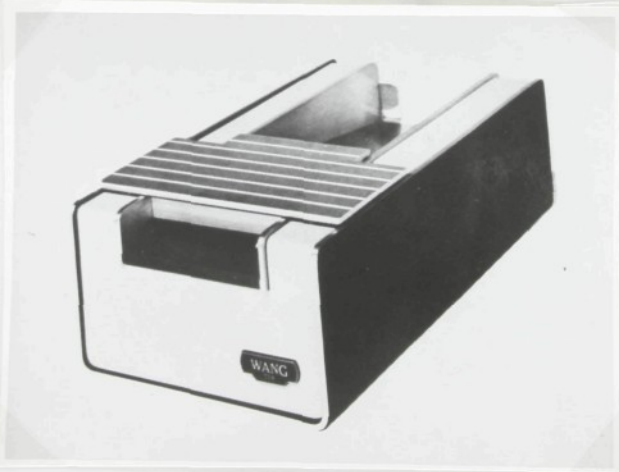
W 710 - 1

přehrávač desek



- jen pro W 700 C/720C
pevný nebo přenosný
nahrává přídavné pro-
gramy nebo ukládá
data
může uložit až 131000
programových kroků

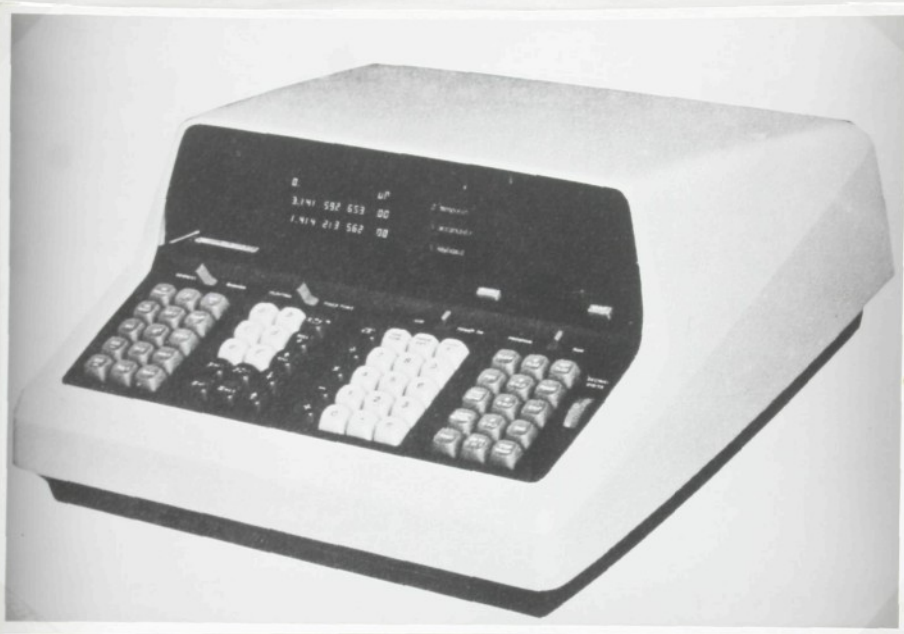
W 714

snímač značených
štítků

- umožňuje snímat tužkou vypsané štítky

VŠST Liberec	Využití matematicko - statistických metod v textilním průmyslu	Katedra K M V
Fakulta textilní		DP 72

HP 9100 A/B	Hewlett - Packard	USA
-------------	-------------------	-----



- programovatelný elektronický stolní kalkulač. Komputorová paměť umožňuje ukládat instrukce a konstanty pro opakující se řešení.

Operace: $+$; $-$; $\times$; $\div$; $\sqrt{x}$; $\ln x$; $\lg x$; e^x ; $\sin$; $\cos$; $\tan$; $\sin^{-1}$; $\cos^{-1}$; $\tan^{-1}$; $\sinh$; $\cosh$; $\tanh$; $\sinh^{-1}$; $\cosh^{-1}$; $\tanh^{-1}$; $^{\circ}/\text{rad}$; převod pravoúhlých souřadnic na polární a naopak; kumulativní součty a rozdíly vektorů; zaokrouhlování; $|x|$; π ;

Programování: kalkulátory jsou programovány buď užitím klávesnice nebo magnetickými štítky. Samoovladatelný vestavěný magnetický snímač může zaznamenávat programy z paměti na magnetické karty nebo naopak, možnost opakovatelného použití. Jeden štítek může obsahovat 2 programy o 196 či 392 krocích. Pro delší programy mohou být štítky srovnány kaskádovitě za sebou.

Kapacita: magnetická jádrová paměť

model 9100 A - 16 zásobních registrů pro 196 program. kroků a 2 konstanty
2208 bitů

9100 B - 32 zásobních registrů pro 392 program. kroků a 4 konstanty
3840 bitů

VŠST Liberec	Využití matematicko - statistických metod v textilním průmyslu	Katedra K M V
Fakulta textilní		DP 73

registr přizpůsobuje pohyblivou čárku číslu s 12-ti
číselnými znaky / vč. dvou nezobrazovaných digitů /
a dvoudigitovým exponentem, nebo 14 ti program.kroků

ROM - pouze snímaná paměť
má přes 32 000 bitů stálých informací pro kláves-
nicový způsob práce

Výstup : display
systém pevné a pohyblivé řádové čárky
/ pevná čárka do 9 ti číselných znaků

Specifikace: dynamická řada 10⁻⁹⁸ - 10⁹⁹

napájení 115/230 V $\pm$ 10 % , 50/60/400 Hz
70 W

váha 18,1 kg

přepr.váhy 29,5 kg

rozměry 210 x 406 x 483 mm

Přídavná zařízení :

HP 9101	rozšířená paměť
---------	-----------------

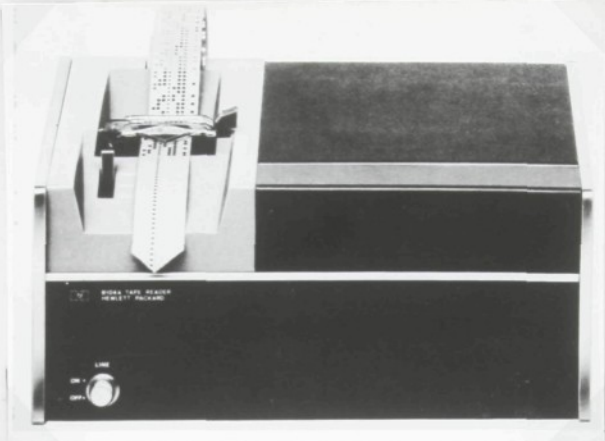
- přidává 248 registrů. Tyto registry mají stejnou konfiguraci jako registry kalkulátorů a jsou použitelné pro ukládání údajů a instrukcí. Prováděcí časy funkcí rozšířené paměti jsou srovnatelné s časy potřebnými na převedení týchž funkcí do kalkulátoru samotného.

Základní systém sestává z kalkulátoru 9100 A / B a rozšířené paměti 9101 bez požadavku na spojovací jednotku.

Kapacita: uchovává 248 konstant nebo 100 progr. kroků / 3427 programových kroků/ nebo kombinaci konstant a prgramů. Jádřová paměť má celkem 24 576 bitů.

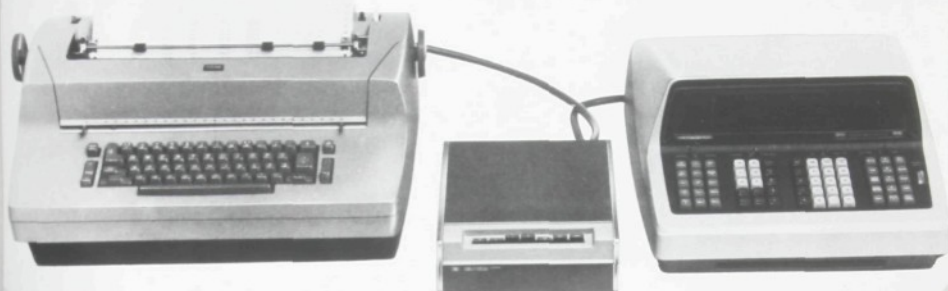
HP 9102 A	nárazníková krabice
-----------	---------------------

- izoluje periferní zařízení v systému a zesiluje výstupní signály pro vlastní operace. Nárazník je nutný, když je ke kalkulátoru 9100 A/B a rozšířené paměti 9101 A přidávána další periferní jednotka / vyjma display a snímč štítků/

VŠST Liberec	Využití matematicko - statistických metod v textilním průmyslu	Katedra K M V	74
Fakulta textilní		DP	
HP 9104	snímač děrné pásky		
			
- načítá numerické údaje z děrné pásky do kalkulátoru. Čtení dat je vyvoláno příkazem v kalkulátoru. Snímač přestává číst pásku, když narazí na znak konce vstupu. Děrovací deska umístěná za předním panelem umožňuje mazání údajů a děrování pracovních znaků pro snímač nebo kalkulátor.			
Specifikace snímače: rychlost		20 znaků za sec	
napájení		115/230 V + 10 % - 15 %	
		48/440 Hz, 30 VA	
váha		4,- kg	
rozměry		127 x 280 x 203 mm	
Specifikace pásky: šířka		25,4 mm /kód = 8 znaků/	
		17,4 mm /kód = 5 znaků/	
		páska je tažena z kazety o $\varnothing$ 76 mm, umístěné na zadní části snímače	

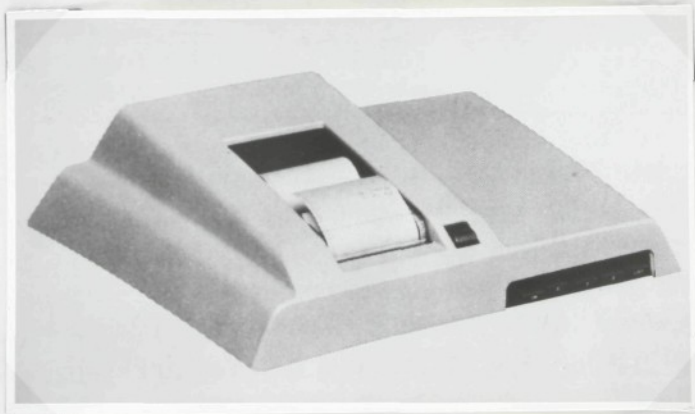
HP 9106

spojovací článek



HP 9120

tiskárna



- tiskne obsah jakýchkoliv kombinací kalkulačních registrů pomocí ručních nebo programových příkazů, zapisuje obsahy programové paměti. Tichost operací je získána použitím elektro-senzitivního tiskacího principu. Umístění tiskárny navrch kalkulaátoru umožňuje snadný přístup a minimální požadavky na prostor.

Specifikace: tiskací rychlost

150 řádků za min. při 50 Hz
180 " " při 60 Hz

forma tisku

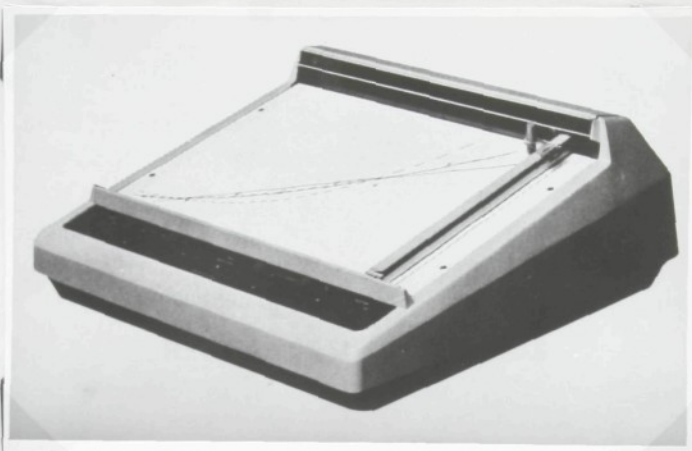
15 znaků na řádek

papírová role

5 řádků na 25,4 mm

63,3 x 6 350 mm

HP 9125

souřadnicový zapisovač
grafu

- provádí stálý grafický záznam k problémům řešeným na kalkulátoru. Zapisovač vynáší body specifikované čísla v X, Y registrech kalkulátoru, jestliže je v činnosti instrukce "formatu". Vzájemný vztah mezi proměnnými je obvykle programován v kalkulátoru a pak převáděn na zapisovač.

Specifikace: plocha diagramu

250 mm - směr osy Y

380 mm - " X

počátek - může být umístěn kdekoliv na ploše tak,
aby dovozoval 4 - kvadrantový diagrampřesnost- $\pm 0,8$ mmpřesnost pohybu - odchylka od přímé čáry mezi dvě-
ma body vzdálenými 125 mm ± 1 mm
při konstantní okolní teplotězakreslovací čas - min. 0,4 sec mezi 1 a 2 bodem
celkový čas závisí na počíta-
cím čase

VŠST Liberec	Využití matematicko - statistických metod v textilním průmyslu	Katedra K M V
Fakulta textilní		DP 77

HP 9150 A	display
-----------	---------



- ukazatel registrů X, Y a Z kalkulatoru 9100

Specifikace: rozměry znaku

9 x 25,4 mm

jasnost

schopná viditelnost v normálně
osvětlené místnosti

úhel pohledu

60° na obě strany ze středu
obrazovky

napájení

115/230 V $\pm$ 10 %, 250 W

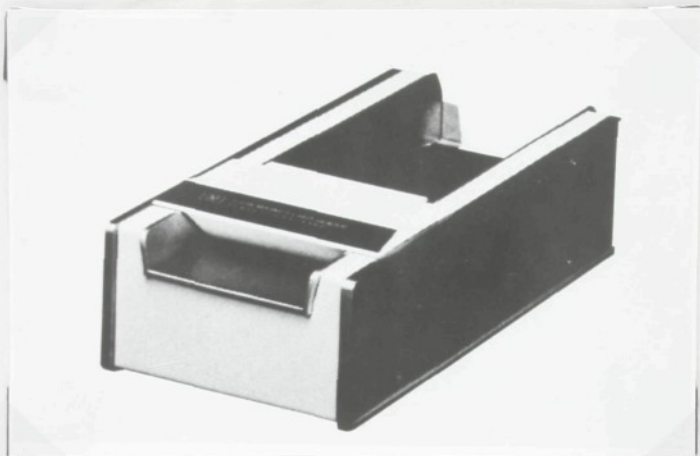
váha

30,- kg

rozměry

380 x 430 x 530 mm

HP 9160 A

snímač značených
štítků

- opticky snímá štítky popsané měkkou tužkou. Použitím standartní velikosti tabulky štítků se mohou programy a numerické údaje lehce přenášet. Štítek obsáhne 28 znaků. Pro delší programy se dají štítky řadit kaskádovitě za sebou.

Specifikace: rychlost snímání

20 milisek /znak

šířka čáry

min. 0,5 mm

váha

2,- kg

rozměry

85 x 130 x 280 mm

VŠST Liberec	Využití matematicko - statistických metod v textilním průmyslu	Katedra K M V
Fakulta textilní		DP 79

HP 1163 A	systémový stůl
-----------	----------------



- je určen speciálně pro kalkulačtor 9100. Všechny šňůry zapojení periferních zařízení jsou umístěny na zadním panelu tak, že jen jednu je nutné zavést do sítě. Stůl může být snadno přemístěn, je navržen s vytažitelnými přihrádkami zásoby materiálu. Zadní panel je odklopný pomocí dvou tlačítek. Stůl má akumulátor, umožňující použití vnějšího elektrického obvodu.

Specifikace: napájení

váha
přepravní váha
max. zatížení
max. zatížení
vytažitel. zásuvky
rozměry

115/230 V $\pm$ 10 %, 46/66 Hz
max. počet výstupů na síť - 4
max. energie ze sítě 960 V
41,8 kg
50,9 kg
227,3 kg
11,4 kg
šířka 629 mm
výška 699 mm
délka
vrch. desky 1 143 mm
celk. délka
stolu 117,5 mm

VŠST Liberec	Využití matematicko - statistických metod v textilním průmyslu	Katedra K M V
Fakulta textilní		DP 80

HP 9805 A	Hewlett-Packard	USA
-----------	-----------------	-----



- statistický kalkulátor kombinuje počítací možnosti velkých systémů se snadností operací jednoduchých stolních kalkulátorů. Je zde klapka pro vstup dat, histogram a mazací klapka pro opravu chybných výstupů. Pomocí různých přídatných zařízení lze sestavit 5 různých kompletních verzí modelu 9805 A.

Operace: +; -; x; ÷; %; 1/x; x/12; ln x; lg x; e^x ; x^y ; LR; PR; $\bar{x}$; s; KK; histogram; test pro párové a nepárové hodnoty
Všechny výpočty jsou prováděny s přesností na 10 významných míst.

Kapacita: 1 místo ukládání informací
1 součtový registr
/ rozšířené systémy 4 a 5 mají 30 míst ukládání informací/

Výstup: Tiskárna
10 ti digitový display
systém pevné a pohyblivé řádové čárky

5 systémů modelu 9805 A :

- 1 - základní statistický systém
má tiskárnu a statist. klávesnici
- 2 - základní statistický systém s displayem
obsahuje totéž co první systém a má přidáný 10ti digitový display

VŠST Liberec	Využití matematicko - statistických metod v textilním průmyslu	Katedra K M V
Fakulta textilní		DP 81

HP 9810 A	Hewlett - Packard	USA
-----------	-------------------	-----



- programovací kalkulátor velmi přizpůsobitelný. Uživatel si sám dle své vlastní potřeby navrhuje klávesnici, rozsah paměti, způsob výstupu, přídav. zařízení vstupu, výstupu a kontroly. Programy z rozšířené zásoby "software" serie 9800. Zásoba čas-to používaných programů je na magnetických štítcích připravena k okamžitému vložení do kalkulátoru

Speciální rysy :

- vykonávání matemat. operací přímo v zásobních registrech bez zpětného vyvolání do pracovního registru.
- použitím nepřímého adresování se ušetří nečíselné programové operace a zvětší se rychlost výpočtu
- větvení do programových sekcí identifikovaných pouze názvy pomocí symbolického adresování
- uskutečnitelný vstup do podprogramů z jakéhokoliv místa programu

Operace: napevno vestavěná klávesnice

+; -; x; +; zaokrouhlování; $1/x$; x^2 ; π ; $\sqrt{x}$;

vyměnitelné klávesnice

matem. blok - $^\circ/\text{rad}$; $^\circ$; $'$; $''$ ± 10 ; $N!$; zaokrouhlování; převádění pravouhlých souřadnic na polární a naopak; opětné vyvolávání součtů záporných a kladných hodnot; $\ln x$; a^x ; $\arcsin$; $\cos$; $\tan$; x ; x^y ; libovolně definovatelné funkce $f()$;

blok definovatelných funkcí

uživatel může použít každou z 9-ti klávek označenou f_1 až f_9 a vytvořit vlastní funkci.

Tato funkce je automaticky uchovávána, dokud nebude změněna.

VŠST Liberec	Využití matematicko - statistických metod v textilním průmyslu	Katedra K M V
Fakulta textilní		DP

82

statistický blok - výpočty χ^2 ; párové hodnoty t; LR-jednoduché a násobné; PR; GNC; akumulace součtů, výsledků, druhých mocnin; $\bar{x}$; s; /pro max. tři proměnné /; okamžité hledání max. a min.; KK; ln x ; lg x ; e^x ; kor; blok nepodléhá hlavní programové paměti

Vstup: klávesnice
magnetické štítky

Výstup : vestavěná tiskárna - schopná alfanumericky tisknout vstupní instrukce programů, identifikátory, zprávy a návěští, ručně, pomocí klávesnice nebo automaticky cestou programovaných příkazů

display - tříregistrový s přesností na 10 míst ukazatel přeplnění
systém pevné a pohyblivé řádové čárky

Kapacita: základní tvar - 51 zásobních registrů a 500 program. kroků
řeší souběžně deset rovnic

rozšířená paměť - vsunutelným modulem
111 zásobných registrů na 1012 nebo 2036 program. kroků

Specifikace: napájení 100/115/200/230 V $\pm$ 10 %
50/60/70 Hz

váha 15,42 kg
přepr. váha 22,23 kg
rozměry 142,2 x 490,9 x 533,4 mm

Přídavná zařízení : HP 9860 A snímač značených štítků
HP 9861 A psací stroj
HP 9862 A souřadnicový zapisovač grafů

Knihovna statistických programů pro HP 9810
všechny programy dávají kompletní řešení a zahrnují opravu chyb

I. Analýza rozptylu

- 1 způsob s Bartletovým testem
- 2 způsoby s opakováním / $r \leq 30$ /
- 2 způsoby s Tukeyovým testem pro vzájemné působení
- 1 způsob analýzy kovariance / $t \leq 22$ /
- latinská analýza / $t \leq 14$ /
- klasifikace příležitosti

II. Regresní analýza

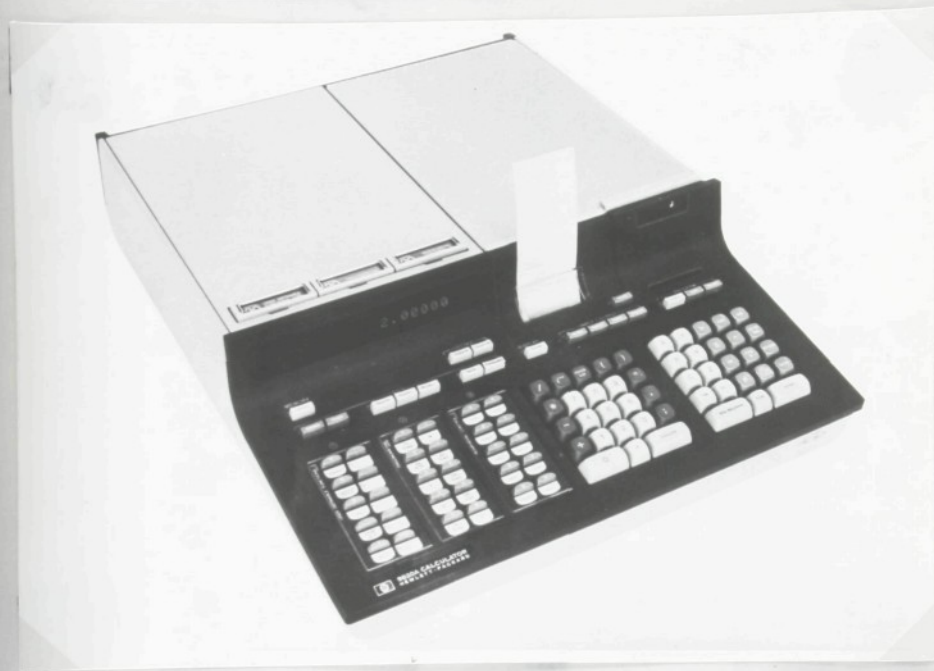
- polynomičká regrese / $k \leq 5$, s grafem /
- " / $k \leq 10$, s grafem /
- vícnásobná LR /počet nezávislých proměnných 6 /
- " / " 11 /

III. Různé

- (r x c) tabulky ($r \leq 9$, $c \leq 10$)
- x a R kontrolní čára (s grafem)

VŠST Liberec	Využití matematicko - statistických metod v textilním průmyslu	Strana 83
Fakulta textilní		KMV

HP 9820	Hewlett - Packard	USA
---------	-------------------	-----



- programovatelný algebraický kalkulač je stejně jako ostatní stroje serie HP 9800 plně přizpůsobitelný potřebám uživatele, který si může vybrat klávesnici, rozsah paměti, periferní zařízení, způsob vstupu a výstupu.

Operace: určení klávesnic

vestavěná klávesnice:

+; - ; x; ÷; x;

3 vyměnitelné bloky - všechny mohou být použity zároveň, nebo můžou jeden z nich kontrolovat 1,2, nebo 3 ostatní klávesnice.

matematický blok - jeho zasunutím získáme zvláštní paměť, která je permanentně programována pro řešení mat. problémů. Jejím přidáním k hlavní paměti se zdvojnásobí síla řešení problému.

sin; cos; tg; π ; ln x; lg x; z^y ; 1/x; zaokrouhlování; arcsin; arccos; arctg; x; e^x ; 10^x ; / ke všem funkcím

existují inverzní funkce; °/rad;

blok definovatelných funkcí - k získání max. specifikace lze použít definovatelné funkce 5,15,25 klapek

blok kontroly periférií- rozdělen do 3 skupin

kontrola výstupu souřadnicového zapisovače

" tiskárny

" systémová - dává uživateli kontrolu

dat a programů procházejících systémem.

VŠST Liberec	Využití matematicko - statistických metod v textilním průmyslu	Strana 84
Fakulta textilní		KMV

Kapacita: struktura paměti vykazuje v programování a při operacích takovou výkonnost, která je nedosažitelná ostatními kalkulátory a jen málo počítačů je s ní srovnatelných.

standartní paměť 173 sběr. registrů

rozšířená paměť 17 současně prováděných rovnic
429 sběr. registrů
36 součas. prováděných rovnic

Model HP 20 může jít od definování problému přes programování ke konečnému výsledku systémem současných rovnic / nebo inverzních matic / v jedné třetině až v jedné desetíně času, který by vyžadovaly jiné způsoby řešení. Pro požadavky hromadného ukládání, musí být vestavěný snímač/ nahrávač mag. štítků. Pro širší požadavky lze přidat jednu nebo více kazet s magnet. páskami pro ukládání dat, programů i jiných informací.

Vstup: snímač značených štítků, děrných pásek, kazeta magnetic. pásek
analogočíslicový převodník

vestavěný snímač štítků - 2 velikosti štítků - délka 152mm
" 267mm
pro krátké podprogramy lze pořídit také štítky modelu 9100/B/A

Výstup: vestavěný display - 16ti digitový
snadno čitelný z různých úhlů a vzdáleností
znak vysoký 14,3 mm tvořen bodovou maticí 7 x 5 bodů

vestavěná tiskárna - tichá, termická tiskárna permanentně provádí záznamy programů a dat, může tisknout čísla, symboly a zprávy displaye i uživatele.

Maximální délka řádku displaye i tiskárny je 16 mezer, avšak může být rozšířena na 35 až 68 úderů klapky. Automaticky řízno příkazy kalkulátoru přes kontrolní blok.

Periferní zařízení:

HP 9860 A	snímač značených štítků
9861 A	výstupní psací stroj
9862 A	souřadnicový zapisovač grafů
9863 A	snímač papírové pásky
9864 A	analogočíslicový převodník
9865 A	kazeta magnetických pásek
2570 A	zdvojovač / kontrolor perifer. zařízení
2575 A	

Knihovna matematických programů modelu HP 9820

- obsahuje 26 programů, které řeší asi 60 typů matematických problémů / 177 mi stránková knihovna/

I. Matice a lineární rovnice

reálná aritmetická matice

komplexní aritmetická matice

reálná inverzní matice $N \leq 9$ nebo $N \leq 18$

komplexní inverzní matice $N \leq 5$ nebo $N \leq 12$

N současných lineárních rovnic s reálnými koeficienty

a s N neznámými $N \leq 9$ nebo $N \leq 18$

totéž pro $N \leq 17$ nebo $N \leq 36$

VŠST Liberec	Využití matematicko - statistických metod v textilním průmyslu	Strana 85
Fakulta textilní		KMV
N současných lineárních rovnic s komplexními koeficienty a s N neznámými $N \leq 4$ nebo $N \leq 11$ rovnice charakteristik hodnoty matice s reálnými vstupy II. Polynomy polynomická aritmetika polynomické hledání kořenů polynomická evoluce, normalizace nebo konstrukce polynomická integrace, derivace nebo posunutí středu III. Integrace a analýza diferenciální rovnice Runge - Kutta Rombergův čtverec pro $\int_a^b f(x)dx$ Gaussův čtverec pro $\int_a^b f(x)dx$ nebo $\int_a^b f(x)dx$ numerická integrace s pravidelným krokem interpolace 1. a 2. derivace numerická integrace s nepravidelným krokem křivka přes body, užívající křivkových funkcí křivka přiléhající k Čebyševovu polynomu Lagrangeovainterpolace pro nestejně umístěné údaje koeficienty Fourierovy řady pro nestejně umístěné údaje parciální součet nekonečné řady kořen funkce $F(x) = 0$ v daném intervalu IV. Speciální funkce Besselovy funkce I " II		

VŠST Liberec	Využití matematicko-statistických metod v textilním průmyslu	Strana 86
Fakulta textilní		KMV

5. Kalkulátory se základním programovacím jazykem BASIC.

W 2200	Wang Laboratories	USA
--------	-------------------	-----



-základní programovatelný kalkulač kombinuje klávesnicové operace programovatelných kalkulačů se základním programovacím jazykem BASIC.

Kompletní sada zapojených periferních zařízení zajišťuje přizpůsobivost určeného systému pro každou aplikaci.

Proč je kompilátor základního jazyka je "hardware" v kalkulač W 2200, je kalkulač Wang 2200 dosažitelný jako skutečná pracovní oblast. To přirovnává jeho počítačovou sílu k malým počítačům, kde kde kompilátor musí být převáděn do paměti. Paměť 4K je rozšiřitelná na 32K programových kroků, jedním zmáčknutím klávesnice vstupují kompletní slova základního jazyka do systému. Takto kalkulač minimalizuje chyby a čas potřebný na vstup a vyvolávání programů.

Standardní systém sestává z kalkulač, klávesnice základního jazyka, katodového displeje a přehrávací kazety magnetických pásek.

Specifikace:

klávesnice základního jazyka

-obsahuje kompletní řadu jazykových instrukcí, 16 speciálních funkcí, z nichž každá je označena tak, aby vyvolala provádění až 32 programových částí nebo podprogramů v základním jazyce. Toto účinnější využití dosažitelné paměti kontrastuje s jinými systémy s jazykem BASIC, které vyžadují 1 programový krok pro každý alfanumerický znak.

VŠST Liberec	Využití matematicko - statistických metod v textilním průmyslu	Strana 87
Fakulta textilní		KMV
rozměry 445 x 762 x 254 mm kabel 3,66 m s přípojkou na vstupní a výstupní kanál kalkulátoru přehrávací kazeta magn. pásek - uchovává data a programy pro budoucí obnovení. Pásková jednotka vyhledává bloky dat a programů a převádí je z pásky do paměti pod programovou kontrolou. To usnadňuje řetězení programu bez ručního zásahu. Vypínací a zapínací rychlost 1/2 sec. nahrávací rychlost 4,76 cm /sec. hledací rychlost 4,76 cm /sec. převodní rychlost 100 kroků / sec. mezera mezi záznamy 31,8 mm kapacita 1749 bitů/m display - ukazuje jak údaje základního programovacího jazyka, které vystupují z klávesnice, tak i výsledky počítání prováděného systémem rozměry 267 x 203 mm rozměry znaků 16 řádek po 64 znacích kalkulátor 3 x 5 mm operace : +; -; x; ÷; $\sqrt{x}$; e^x; x^y; lg x; |x|; zaokrouhlování; sin; cos; tg; arctg; kapacita paměti 4096 kroků kapacita periferních zařízení 14 K - rozšiřitelné na 32 K dynamická řada max. 9 napájení $10^{-99} - 10^{99}$ / K=1024 bitů/ 115/230 V $\pm$ 10 % 50 / 60 Hz rozměry 508 x 356 x 305 mm teplota 15 - 35 °C		

HP 9830 A

Hewlett - Packard

USA



- je víceúčelový programovatelný kalkulátor, který automaticky odvozuje obsáhlou řadu vyzkoušeného „Software“, zahrnující účetnictví, matematiku, statistiku a vzdělání. Model 9830 užívá základní programovací jazyk BASIC.

Klávesnice

- je určena pro maximální přizpůsobivost uživatele. Z větší části zdvojuje tiskárnu nebo dálnopis. Ostatní skupiny klávek zahrnují aritmetické operace, vydavatelské klávy, klávy kontroly displeje a skupiny programů. 10 spec. funkčních klávek. Každá klápa může mít dvě funkce nebo programy. Klávy mohou být účinně využity následujícími způsoby - k zobrazování textu, tam kde je text užíván jako určující pomůcka
 - k znázorňování funkcí. Funkce mohou být jednoduché nebo násobné a odlišné parametry mohou být funkcím dodávány z hlavního programu nebo mezi funkcemi
 - k reprezentaci vstupu programu

Programovací a vydávací pravidla pro spec. funkční klávy jsou stejné jako pro normální programování.

Rozšiřitelná kapacita

- 2 různé způsoby - užívaná ukládací/snímávací paměť je rozšiřitelná z 3500 ti bitů / 1760 slov / na 7616 bitů / 3808 slov /
 - přidáním ROMu /pouze snímané paměti/ může být přidáno od 2 K do 16 K bitů

VŠST Liberec	Využití matematicko - statistických metod v textilním průmyslu	Strana
Fakulta textilní		KMV 89

Zatím dosažitelné snímané paměti :

11270 B	maticové přídávky
11271 B	zapisovač nutný pro kontrolu modelu 9862 zapisovače
11272 B	rozšíření vstupu/výstupu poskytuje přídatnou schopnost částečně předepsat tvar vstupu
11274 B	řetěz proměnný
11277 B	koncovka umožňuje modelu HP 30, aby byl spojen se vzdá- leným počítačem

Vstup: pásková kazeta

- se zásobou pro programy, data, spec. funkční klácky.

Kazeta má 2 směrovou prohlídku pro min. časy hledání.
a přerušovaný způsob pro souběžné početní operace a hle-
dání kazetových seznamů.

Jednoduchá pásková kazeta může obsahovat 80 000 bitů
t.j. 40 000 slov, závisejících na struktuře seznamu za-
loženého uživatelem.

Výstup: display

- alfanumerický, snadno čitelný z různých úhlů a vzdále-
ností. Ukazuje 32 znaků 14,3 mm vysokých, tvořených
bodovou maticí 7 x 5.

Vstupuje-li více znaků než 32, znaky se automaticky
posunou doleva, aby udělaly místo pro znaky přidané
klávkami. Klávesnice je opatřena tlačítkem pro posun
doprava a doleva. Těmito automatickými operacemi zís-
káme 80 znaků. Čísla jsou ukazována až na 12 desetín-
ných míst v řádu pohyblivé desetinné čárky.

Specifikace : napájení 100/120/220/240 V + 5%-10%
50/60 Hz, 150 VA max.

váha	19,5 kg
přepravní váha	23,6 kg
rozměry	146 x 450,9 x 635 mm

Periferní zařízení :

- model HP 30 přijímá současně 5 periférií / je-li zahrnuta tis-
kárna HP 9866/. Použitím modelu HP 9868 - rozšiřovatel vstupu/
výstupu může vzrůst toto množství až na 13 periférií.

Seznam zatím dosažitelných periférií

HP 9860 A	snímač značených štítků
9861 A	výstupní psací stroj
9862 A	souřadnicový zapisovač X - Y
9863 A	snímač děrné pásky
9864 A	analogočíslicový převodník
9865 A	kazeta magnetických pásek
9866 A	široká tiskárna
9868 A	rozšiřovač vstupu / výstupu
2752 A	dálnopis
2895 B	děrovač papírové pásky
2748 A	fotosnímač papírové pásky

VŠST Liberec	Využití matematicko - statistických metod v textilním průmyslu	Strana 90
Fakulta textilní		KMV

ROM - pouze snímaná paměť modelu HP 9830 A

Kalkulátor HP 9830 dovoluje přidání až 8mi bloků této paměti, 5 lze přidat jako vnější zasouvateľné jednotky, 3 jako vnitřní. Přídavné paměti rozšiřují schopnosti modelu, dovolují rozšíření základního jazyka bez změny velikosti standardní paměti nebo bez dalšího použití jakýchkoliv funkčních speciálních klapek.

Seznam pamětí :	maticové operace	11270 B/F
	kontrolní souřadnic.zapisovač	11271 B/F
	rozšíření vstupu / výstupu	11 272 B/F
	řetěz proměnných	11274 B/F

písmeno B určuje vnější paměť
F " vnitřní paměť

11270 - maticové operace

čtení numerických informací z údajů zadaných v poli nebo řadě
tiskne kompletní pole, středník označuje uzavření pole
pokládá pole rovné 0
pokládá pole rovné 1
ukládá čtvercové pole do identické matice
mění pracovní dimenze pole
převádí matici B do matice A
tvoří určené sčítání, odčítání a násobení matic
tvoří určené skalární mocniny
převádí transponovanou matici B do matice A
převádí inverzní matici B do matice A
počítá determinant do čtvercové matice

11271 - operace kontrolního souřadnicového zapisovače

Parametry A, B, C, D mohou být jednoduché hodnoty nebo složité výrazy. Jestliže nebyly uživatelem specifikovány, jsou opomíjeny.

umístění řady X a Y v uživatelských jednotkách / řada X z A do B,
řada Y z C do D /
dočasné posunutí počátku
vynesení osy X na body $Y = A$ z $X = C$ do $X = D$ s označením
na intervalech B / podobně s osou Y
posunutí pera do bodu $X = A$, $Y = B$. Hodnota C kontroluje, zda
pero klesá nebo stoupá a zda je tato akce umístěna
před anebo po psaní
totéž co kreslení diagramu, kromě toho, že vzdálenost bodů A, B
je měřena relativně vzhledem k pohybujícímu se peru
stoupání pera bez pohybu do nové polohy
tisk řetězu bez uvozovek používaných standardním formátem
tisk hodnot N a M, užívajících formátu na určeném řádku
parametry A, B, C, D kontrolují tvar a velikost a úhel
otočení kreslených znaků
dovoluje peru, aby bylo umístěno kdekoli na ploše zapisovače,
užívající klávesnicového posunutí displaye
zapisovač také může psát znaky z klávesnice kalkulačtoru

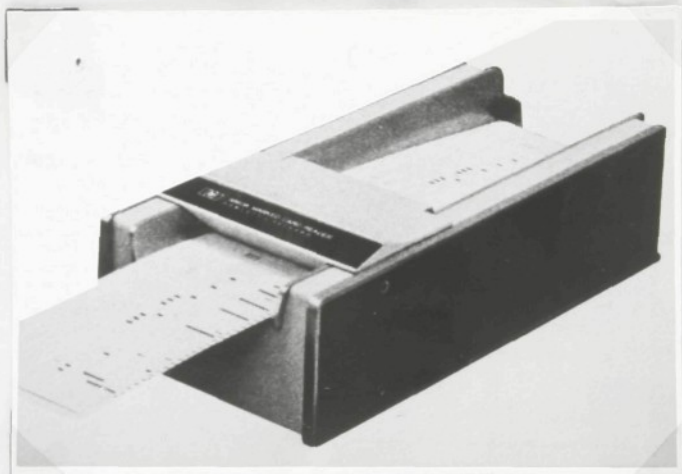
11272 - rozšíření vstupu a výstupu

umožňuje uživateli široké střídání periferních zařízení. Nejdůležitější rysy této paměti jsou vstup a výstup údajů a automat. kód schopnosti převodu.

VŠST Liberec	Využití matematicko - statistických metod v textilním průmyslu	Strana 91
Fakulta textilní		KMV

11274 - řetěz proměnných umožňuje modelu HP 9830 přijímat a manipulovat alfanumerickými informacemi. Nové příkazy poskytované jsou tří hlavních typů - vstupu, manipulace a výstupu. Použití této paměti činí program opravdu konverzační, programy nejsou dále omežovány na pouhou numerickou manipulaci. Řetězové proměnné více rozšiřují operace většiny programů. Užití jmen, nadpisů a dalších alfabetských kódů je zvláště důležité v takových aplikacích jako jsou úhrn mezd, kontrola, inženýrské návrhy a vyměřování.

HP 9860 A	snímač značených štítků
-----------	----------------------------



- opticky snímá štítky popsané měkkou tužkou. Standardní štítek obsahuje 30 znaků a prodloužený 50 znaků. Snímač má stejné programovací schopnosti jako klávesnice. Pro delší programy mohou být štítky kaskádovitě seřazeny za sebou. Štítky jsou znovu-použitelné a uloženy v ochranných schránkách.

Specifikace :	rychlost snímání	30 milisek/ 1 znak
	šířka čáry	min. 0,5 mm
	napájení	115/230 V $\pm$ 10 %
		48/ 440 Hz - 7 W
	váha	2,5 kg
	rozměry	88 x 135 x 28 mm
	teplota	0 - 55 °C

HP 9861 A

psací stroj

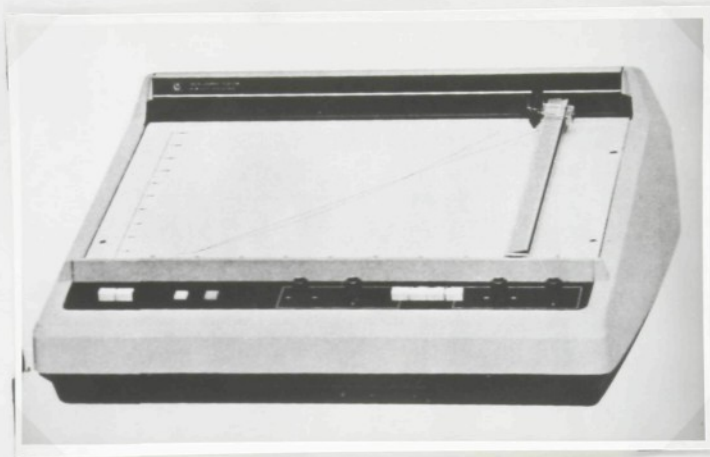


- zahrnuje základní model psacího stroje výstupu 3841 a spojení kalkulátor / psací stroj 11212. Je schopen vykonávat následující tři operace - tiskne údaje obsažené v kalkulátorovém registru X
 - tiskne alfanumerické zprávy a kontroluje funkci psacího stroje
 - zaznamenává programové kroky obsažené v kalkulátorové paměti

Od okamžiku, kdy je vstup klávesnice programován z kalkulátoru, je psací stroj ideální pro zhotovování závěrečných zpráv, kompletní dokumentace řešení problému nebo vypisování předtisknutých formulářů.

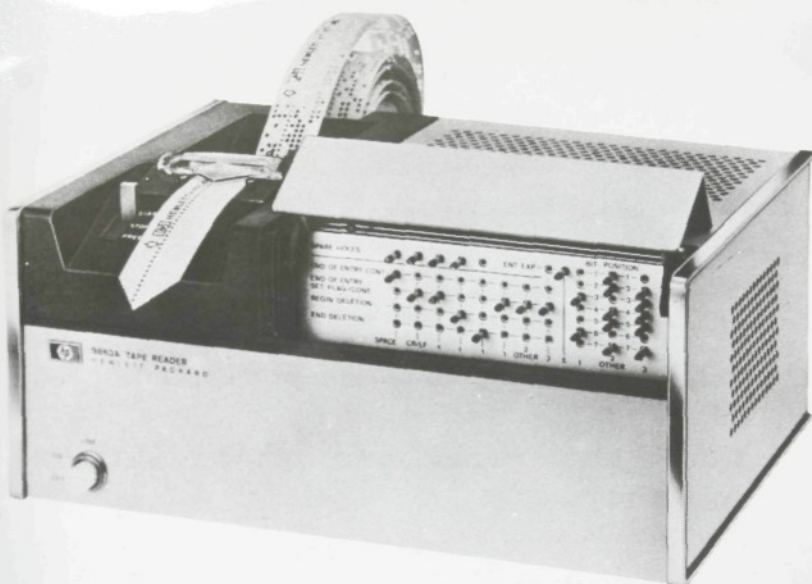
Specifikace: programovatelná šíře numerického pole a umístění desetinné čárky, uspořádání a čištění tabulky
 min. rychlost 12,5 znaků / sec
 max. šíře papíru 414 mm
 alfanumerické zprávy přesahující pravý okraj budou zastavovat program a rozsvěcovat lampu

HP 9862 A

souřadnicový
zapisovač

- automaticky vynáší grafický záznam k problémům řešeným na kalkulátoru řady 9800. Zapisovač vynáší i body specifikované čísly v X, Y registrech, když je v činnosti instrukce formátu. Zapisovač může pracovat v souřadnicích lineárních, semilogaritmických, logaritmických. Možnosti jeho použití rozšiřuje vkládaný blok matematických funkcí. Zapisovač HP 9862 ve spojení se stolním kalkulátorem je schopen vynášet osy a dimenze a kresby popisovat speciálními symboly.

HP 9863 A

snímač děrné
pásky

- umožňuje plnou kontrolu dat a uložení programů pomocí děrné papírové pásky. Model 9863 A může být ručně nařízen na normální a datový způsob.

Normální způsob - znaky pásky jsou interpretovány jako programové instrukce a dovolují plnou kontrolu kalkulátoru z pásky.

Datový způsob: poskytuje numerické údaje vstupu pro mezivýpočty nebo pro převod do jiných periférií jako je např. kazeta magnetických pásek.

Specifikace: rychlost	20 znaků/sec
šíře pásky	2,54 cm
kód znaku	8 hladin
	5 hladin
napájení	115/230 V + 10 % - 22 %
	48/440 Hz, 39 VA max.
váha	4,- kg
rozměry	140 x 280 x 203 mm

VŠST Liberec	Využití matematicko - statistických metod v textilním průmyslu	Strana 95
Fakulta textilní		KMV

HP 9866	široká tiskárna
---------	-----------------

- byla určena specificky pro model 9830 HP kalkulátor. Tichá termická tiskárna je schopna tisknout v rychlých časech, dlouhých řádcích tytéž čísla, symboly a znaky jaké jsou ukazovány displayem. Znaků je 80 na řádek a jsou tvořeny bodovou maticí 5 x 7.

Specifikace: rychlost	250 řádků/min.
napájení	100/120/220/240 V + 5 % - 10%
	50/60 Hz, 250 VA max.
váha	18,4 kg
přepravní váha	24,77 kg
rozměry	450,9 x 154,9 x 409 mm

VŠST Liberec	Využití matematicko - statistických metod v textilním průmyslu	Strana 96
Fakulta textilní		KMV
Vysvětlivky		
+	.....	sčítání
-	.....	odčítání
x	.....	násobení
$\frac{1}{x}$	.....	dělení
x^2	.....	druhá mocnina
$\sqrt{x}$	.....	umocňování
$\sqrt[2]{x}$	.....	druhá odmocnina
$|x|$	.....	absolutní hodnota
$1/x$	.....	inverzní hodnota
%	.....	procentuální počítání
0	.....	nulování
$\ln x$	.....	přirozený logaritmus
$\lg x$	.....	dekadický logaritmus
e^x	.....	inverzní funkce k logaritmickým funkcím
10^x	.....	inverzní funkce k logaritmickým funkcím
$^\circ / ' / '' - 10$	.....	převod stupňů/min/sec na desetinné vyjádření
$^\circ / \text{rad}$	.....	převod stupňů na radiány a naopak
$\sin$	}	goniometrické funkce
$\cos$		
$\arcsin$		
$\arccos$		
$\arctg$	}	hyperbolické goniometrické funkce
$\sinh$		
$\cosh$		
$\operatorname{arcsinh}$		
$\operatorname{arccosh}$	}	inverzní goniometrické funkce
arctgh		
$1/\sin$		
$1/\cos$		
$1/\arcsin$	}	inverzní hyperbolické goniometrické funkce
$1/\arccos$		
$1/\arctg$		
$1/\sinh$		
$1/\cosh$	}	integrál
$1/\operatorname{arcsinh}$		
$1/\operatorname{arccsh}$		
$1/\operatorname{arctgh}$		
$\int$	.....	faktoriál
$N!$	.....	permutace a kombinace
P	.....	libovolně definovatelná funkce
$f( )$	.....	aritmetický průměr
$\bar{x}_2$	.....	rozptyl
s^2	.....	směrodatná odchylka
s	.....	normální rozložení
$N - \text{rozložení}$	.....	Poissonovo rozložení
$P - "$	.....	Binomické rozložení
$B - "$	.....	rozložení
$- "$	.....	lineární regrese
LR -	.....	parabolická regrese
PR	.....	regresní koeficient
RK	.....	korelační koeficient
KK	.....	funkce
GNC	.....	generátor náhodných čísel
kor	.....	oprava chybných výsledků

VŠST liberec	Využití matematicko - statistických metod v textilním průmyslu	Strana 97
Fakulta textilní		KMV

Z á v ě r e č n á r e k a p i t u l a c e

v této kapitole podávám přehled kapesních a stolních kalkulačů vyráběných v ČSSR i v zahraničí. Většinu z uvedených zahraničních výrobků lze koupit i u nás. Zatím ještě není v Československu výroba tohoto typu výpočetních zařízení na úrovni srovnatelné s cizinou, hlavně s firmami USA. Je proto dobrým perspektivním řešením Sovětského svazu zakoupení licence na výrobu stroje USA firmy Hewlett - Packard 9100. Je to stolní kalkulač velmi přizpůsobivý, který se může značně uplatnit v nejrůz - nějších oborech.

Stroje, které jsem popsala lze rozlišovat dle následujících dvou hledisek : 1) dle oblastí použití a) ráz obchodně administrativní

elektronické stolní kalkulačy , přede - vším pak CASIO AL 3000, kapesní kalkulač - y - El-8, FRIDEN 1008, HP 80

b) ráz technicky-odborný
všechny programovatelné kalkulačy, pro statistické účely jsou vhodné stroje fy COMPU CORP COMPUTOR jak stolní, tak i ruční dále pak kalkulač HP 9805

2) dle místa použití a) použití v provozu a terénu
všechny kapesní kalkulačy pro svou mo - bilnost,

Výhodným se zdá být i nový čs. výrobek OKU 101, zatím ještě neuvedený na trh, tento stolní kalkulač má všechny doty - kové plochy chráněné před oxidací pozla - cením.

b) použití ve výzkumných laboratořích
stolní kalkulačy s širokou možností zapojení periferních zařízení

Kalkulačy vyššího stupně, které používají základního programovacího jazyka BASIC, nejsou již myslím nejvhodnější pro oblast použití techni - ka, zde např. textilního odborníka, který není čistým matematikem a ne - potřebuje a nevyužije při své činnosti všechny možnosti takového stro - ja.

Při použití výpočetní techniky, která je sice přesná a rychlá se ovšem někdy v praxi vyskytují potíže zaviněné nedbalostí a nepozorností lidí, upravujících programy a prvotní podklad, sledovaných dat do tvaru sro - zumitelného stroji. Často máme dobré a výkonné stroje, ale práce lidí není vždy tak precizní a dokonalá, aby byly získány uspokojivé výsledky.

Souhrnně lze však říci, že potřeba výpočetní techniky se stává nezbyt - nou téměř ve všech odvětvích národního hospodářství.

VŠST Liberec	Využití matematicko- statistických metod v textilním průmyslu	Strana 98
Fakulta textilní		KMV

V.

Z Á V Ě R

Stupeň vývoje aplikací statistických metod závisí na následujících podmínkách - existence vhodných úloh pro aplikace
znalost a osvojení matematicko - statistických metod
dostupnost prostředků výpočetní techniky

Výzkum v textilním průmyslu sleduje produkci co nejvyšší kvality a nejvhodnějších výrobků, splňujících zároveň určité ekonomické požadavky na ně kladené. Výzkum si nelze představit bez statistických metod, které jsou měřítkem konfrontace pravděpodobnostního matematického modelu se skutečností, nebo jiným modelem, simulujícím skutečnost. Ve využívání všech možností aplikace matematicko - statistických metod existuje jistá stagnace způsobená neznalostí příslušných metod řešení a strachem před někdy složitými metodami řešení problémů, které vyžadují značnou vžitost systému organizace práce a nepřinášejí výsledky okamžitě.

V textilních podnicích se aplikace statistických metod dříve využívaly jen pro úlohy popisného anebo analytického charakteru. V poslední době se ovšem začíná uplatňovat i statistická prognóza, která porovnává ne jeden, ale řadu modelů odrážejících skutečnost s modelem pravděpodobnostním.

Používání výpočetní techniky je u nás dnes již dost rozšířené. Podniky buď mají vlastní výpočetní techniku nebo úzce spolupracují s výpočetními středisky. Převážně se u nás počítá na malých počítačích, jako jsou Cellatron Ser - 26, Robotron 100, Odra, Minsk 22, MSP 2 a ZPA 200, z nichž každý má více nebo méně rozsáhlou knihovnu programů. Pro lepší využití již vypracovaných programů se provádí celostátní registrace programů.

Další rozvoj aplikací statistických metod lze očekávat ve vytváření pracovních týmů, kde by na řešených problémech textilního výzkumu spolupracoval textilní odborník s matematikem - analyzátozem. Dále pak v automatizaci získávání dat a jejich zpracování a automatizaci řízení technologických a výrobních procesů, což umožní úplné, zatím ještě neuskutečněné, zvládnutí všech stupňů vývoje aplikací statistických metod.

Ve své práci jsem se snažila popsat jednotlivé metody a způsoby práce se statistickými daty zároveň s příklady jejich využití v textilním průmyslu, především pak v oblasti zkoušení textilních materiálů, abych ukázala, že textilní průmysl je opravdu vhodnou oblastí k aplikaci statistických metod.

Uvádím také výběr kalkulátorů od nejjednodušších ručních až po programovatelné elektronické, které jsou již dnes velmi precizní a dokonalé.

Užívání tohoto typu výpočetní techniky má pro specializované odborníky daleko větší smysl nežli práce s počítači, která vyžaduje znalost nějakého programovacího jazyka a programátorské zkušenosti. Počítače mají sice pro zkušeného programátora daleko širší výpočtové možnosti, avšak specializovanými odborníky nejsou plně využity a práce s nimi je zdoluhavější.

To také dokazují programy zařazené v příloze diplomové práce, které daleko obšírnější cestou řeší příklady, které se na některých elektronických kalkulátorech vypočítají v několika vteřinách pouhým značknutím příslušné klápy na klávesnici přístroje.

VŠST Liberec	Využití matematicko - statistických metod v textilním průmyslu	Strana 100
Fakulta textilní		KMV

Statistické metody nelze v žádném případě chápat jako samoučelné. Vždy je třeba aby na jejich aplikaci navazoval důkladný rozbor získaných výsledků, poučení z jeho závěrů a realizace opatření, vedoucích k likvidaci zjišťovaných nedostatků.

Ve své práci se zabývám však pouze studií matematicko - statistických metod, úplné rozpracování řešení určitého případu / tedy rozbor statistických výsledků a návrh realizace nápravných opatření / by přesahovalo rámec této práce. ? *středně velký rozsah práce*

Závěrem děkuji konzultantovi ing. J. Černému CSc za cenné rady a informace poskytnuté k diplomové práci.