

## ČITELNOST ČÍSLIC

J. ŠTIKAR

Výzkumný ústav bezpečnosti práce ROH, Praha

### Úvod

V tomto úkolu je zpracována jedna z dílčích otázek týkajících se parametrů bezpečné konstrukce strojů a strojních zařízení. Správné a rychlé přečtení kvantitativních údajů měřících přístrojů je jednou z podmínek bezpečné pracovní činnosti. Proto byla věnována pozornost při zjišťování podmínek přesného a rychlého čtení číselníků i otázce čitelnosti různých typů číslic. Byla srovnávána rychlost a přesnost čtení tří různých typů číslic, doporučených různými autory k použití při konstrukci stupnic číselníků, počítačů, tabulek atp. (tj. optických sdělovačů). Prvním typem byly číslice stanovené v ČSN 90 23 41, druh 1, tzv. velké šikmé číslice, druhým a třetím typem číslic byly číslice Gill půltučný a číslice navržené Mackworthem.

V odborné literatuře existuje řada studií o vlivu různých činitelů na čitelnost znaků, zvláště číslic. Příkladem mohou být práce zabývající se vztahem mezi velikostí číslice, vzdáleností a přesností čtení (Murell K. F. H., Laurine W. D., Mc Carthy, 1958), vztahem mezi dobou expozice, zorným úhlem a přesností čtení (Kurke M. I., 1954; Dixon, 1948), vztahem mezi kontrastem, osvětlením a čitelností (Rohmert W., 1957). Otázkou, zda typ číslic ovlivňuje jejich čitelnost, tedy problémem, který bývá uváděn a zdůrazňován v souhrnných pracích se zabývalo méně pracovníků. Především šlo o výzkumy viditelnosti a čitelnosti izolovaných písmen (Webster H. A., Tinker M. A., 1935, Lauer, 1947).

### Metody

Dosud bylo provedeno mnoho pokusů o stanovení standardních metod, kterými by bylo možno určit čitelnost znaků kvantitativně i kvalitativně. Jednou ze základních je metoda tachistoskopická, která umožňuje exponovat pokusné osobě čtený materiál na přesně stanovenou a obvykle velmi krátkou dobu. Proti této metodě se však objevily některé námítky. Tak např. Kappauf (1947) a Naylor (1954) protestují proti koncepci nutit pokusnou osobu k urychlené reakci při tachistoskopickém experimentu. Situace ve čtení údajů je taková, že tempo čtení si někdy určuje sama pokusná osoba, jindy je nucena přečíst údaj za určitý omezený časový úsek. Již v době před prováděním výzkumu bylo zdůrazňováno, že závěry o relativní čitelnosti různých typů číslic, by měly být opřeny o zjištění ne jednou metodou, ale spíše o několik přístupů k této problematice.

Z tohoto důvodu bylo použito v našem výzkumu:

I. Metody »časových« skóre (v základě Naylorova metoda).

II. Metody skóre »chyb« (tj. modifikace tachistoskopické metody).

V základě nám šlo o zachycení času nutného pro percepci podnětu a nikoliv času nutného pro vyjádření určité reakce, např. slovní či písemné. V průmyslové situaci může podobně jednotlivec, který má určitým způsobem jednat na čtené údaje, reagovat až tehdy, jakmile postřehne hodnotu údajů a nikoliv když údaj vyslovil nebo napsal. Různost podnětů by pochopitelně nestejně ovlivňovala dobu reakce.

Byl zjišťován vztah mezi uvedenými typy číslic a průměrnou snadností vnímání údajů, nikoliv tedy rychlostí, jakou by pak jednotlivec mohl řešit nějaký úkol.

### I. Metoda »časových« skóre

Pokusná osoba seděla u jednoho konce skříňky asi 94 cm dlouhé, 33 cm vysoké a 35 cm široké. Tato skříňka ležící na vyvýšené podložce v úrovni očí, umožňovala pokusné osobě pohled dovnitř dvěma otvory na její čelní stěně. Jelikož vnitřek skříňky byl potažen černým sukrem a skříňka byla úplně uzavřena, nebylo v ní možno za normálních podmínek nic vidět. Ve skříňce právě u otvorů byly umístěny dvě 25 W žárovky, pečlivě stíněné, aby bylo zabráněno přímému oslnění. Jejich rozsvícením, ovládaném pokusnou osobou stiskacím knoflíkem na čelní stěně, byl zřetelně osvětlen vnitřek a protější strana skříňky. Na druhém jejím konci bylo umístěno zařízení, které umožňovalo výměnu karet s podněty, aniž by do skříňky vniklo světlo. Stiskací knoflík vypínače byl umístěn u pravé ruky pokusné osoby. Stlačením knoflíku se uzavřel okruh, rozsvítily se žárovky, které jasně osvětlily podněty. Tím bylo umožněno pokusné osobě, aby v době, kdy byla naprosto soustředěna, osvětlila podnětovou kartu právě na tak dlouhou dobu, kterou potřebovala k tomu, aby správně přečetla číselnou hodnotu. Po dobu osvětlení byly uváděny v činnost elektrické stopky. Údaj na nich (v setinách vteřiny) znamenal dobu, po kterou pokusná osoba získávala potřebný smyslový vjem. Přečtená čísla sdělovala pokusná oso-

ba experimentátorovi v klidu, když podněty nebyly již osvětleny. V praxi bylo zjištěno, že pokusné osoby po pečlivé instrukci se téměř nedopouštěly omylů, poněvadž nechávaly podnětový materiál tak dlouho osvětlený, dokud nemohly dát přesnou odpověď. Když údaj pokusné osoby nebyl správný, byla pokusná osoba o chybě informována a vyzvána k opětovnému stisknutí knoflíku. Čas potřebný pro druhé pozorování byl připočten k prvnímu a tento součet byl pokládán za skóre při čtení údajů.

### II. Metoda skóre »chyb«

Bylo použito tachistoskopu vmontovaného k otvoru, který umožňoval pohled do skříňky, používané k získání časových skóre. Časové omezení bylo konstantní s dobou expozice  $1/25$  vt. V tomto případě několik vteřin před expozicí byl pokusné osobě dán předsignál, čímž se zajistila pozornost pokusné osoby po dobu aktuálně důležité a zároveň se jí umožnila relaxace při vyměňování podnětových karet. Byl registrován počet chybně přečtených údajů. Podmínky experimentu jinak odpovídaly metodě časových skóre.

#### Podnětový materiál

Přípravě podnětového materiálu byla věnována zvýšená pozornost. K zajištění homogenity podnětu po všech stránkách, vyjma znaku, který byl úmyslně změněn (typ číslice), bylo použito podle našeho názoru nejlepšího postupu, fotografické úpravy podnětu z tištěné předlohy. Výška číslic byla 8 mm u všech typů a ostatní rozměry byly úměrné rozměrům předlohy.

1234567890

Obr. 1. Typ Mackworth

# 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0

Obr. 2. Typ Gill půltučný.

# 1234567890

Obr. 3. Typ ČSN 90 23 41 druh 1.

Celkový počet podnětových karet byl 120 (rozdělený do tří sad). Každou sadu tvořilo vždy 40 karet s určitým typem číslic. V číselných hodnotách byly všechny tři sady naprosto shodné. Tím bylo umožněno jejich srovnání. Hodnoty v každé sadě byly zvoleny náhodně s omezením, že každá číslice 0—9 byla zastoupena ve stejném počtu. Na každé podnětové kartě byly tři číslice stejného typu, umístěné vedle sebe. Vzdálenosti mezi jednotlivými číslicemi byly 1 cm. Pořadí 120 podnětů bylo stanoveno pomocí tabulky náhodných čísel z celkového počtu podnětových karet. Na základě předběžné zkoušky (podobně jako Naylor 1954) jsme dospěli k názoru, že větší počet podnětů by mohl vést ke značnému zvýšení únavy a ke snížení pozitivní motivace.

V instrukci nebylo uvedeno, že jde o zjišťování rozdílů v čitelnosti jednotlivých typů číslic, nýbrž že cílem pokusu je zjišťování čitelnosti vůbec. Instrukce byla dávana ústně podle připraveného schématu. Před vlastním pokusem byl proveden zácvik pokusné osoby tak, aby se tato přizpůsobila podmínkám experimentu.

Pokusy byly konány v zatemněné a zvukově částečně izolované místnosti.

## Výsledky a jejich zpracování

### 1. Metoda »časových« skóre.

1. Analýza variance dat získaných metodou »časových« skóre.

Druh variace	Kvadr. suma	Sv	Střední kvadrát F P
Mezi skupinami	5,175	2	2,587
Uvnitř skupin	3643,965	21	178,236
Celkem	3648,140	23	

Závěr: Variace mezi skupinami je menší — je zbytečné dělat F test.

2. Testování závažnosti rozdílu pro korelování data potvrdilo, že variabilita mezi skupinami je v mezích náhodnosti.

Typ	Hodnota	t (N) pro P 0,05	Významnost rozdílu
G - ČSN	0,044	2,101	—
G - M	0,948	2,101	—
M - ČSN	1,888	2,101	—

## II. Metoda skóre »chyb«.

1. Analýza variance dat získaných metodou skóre »chyb«.

Druh variace	Kvadr. suma	Sv	Střední kvadrát F P
Mezi skupinami	698,4	2	349,20
Uvnitř skupin	331,6	27	12,29
Celkem	1030,0	29	

Variance mezi skupinami je značně vysoká, neboť pro počet stupňů volnosti variance mezi skupinami (2) a variance uvnitř skupin (27) při  $P = 0,01$  hodnota  $F = 5,49$ . Naše hodnota  $P = 28,413$  je tedy průkazná i na hranici 1 %. Tím je nulová hypotéza vyvrácena a je možno mít za prokázané, že rozdíl v čitelnosti jednotlivých typů číslic za našich experimentálních podmínek je způsoben nikoliv náhodnými faktory, nýbrž růzností typů číslic.

2. Z přehledu  $x_{1, 2, 3}$  je vidět, že druhá skupina (Gill) má značně nižší počet chyb. Abychom prokázali významnost rozdílu, použijeme metody  $t$  testu pro korelovaná data:

Typ	Hodnota $t$	$t$ (N) pro $P 0,02$	Významnost rozdílu
G - ČSN	2,876	2,552	ano
G - M	2,776	2,552	ano
M - ČSN	1,578	2,552	—*)

\*) Není významné ani pro  $P 0,05$ .

Výsledek: Testování závažnosti rozdílu pro korelovaná data potvrdilo, že číslice typu Gill půltučný jsou významně lépe čitelné než ČSN a Mackworth. Mezi číslicemi typu Mackworth a ČSN nebyl zjištěn významný rozdíl.

### Závěry

Na základě v práci dosažených výsledků je možno učinit tyto závěry:

1. V rychlosti čtení nebyl zjištěn námi užitou metodou závažný rozdíl v čitelnosti mezi jednotlivými typy číslic.

2. Byl zjištěn závažný rozdíl v čitelnosti jednotlivých typů číslic, jenž se projevuje v přesnosti čtení.

3. Na základě analýzy kvality čtení nutno považovat za nejlépe čitelný typ číslic Gill půltučný. V přesnosti čtení typu Mackworth a ČSN nebyl zjištěn závažný rozdíl.

4. Vzhledem k tomu, že bezpečná činnost člověka závisí v první řadě na přesnosti čtení údajů sdělovačů, doporučujeme k označování hodnot na sdělovačích číslicích typu Gill půltučný.

### Literatura

1. ČSN 90 23 41.
2. Dixon, J. C.: Effect of Exposure Time on Perception of Grouped Digits, Am. J. of Ps., 1948, 396.
3. Kappauf, W. E., Smith, W. M.: Design of Instrument Dials for Maximum Legibility, Part. I, TSEAA — 694 — 1 L, 1947.
4. Kurke, M. I.: The Legibility of Letter and Number Castings, HELT Memo, 1954, No. 10.
5. Lauer, A. R.: Certain Structural Components of Letters for Improving the Efficiency of the Stop Sign. Highway Res. Bd. Abstracts, 1947, 17 No. 11.
6. Lomov, B. F.: K voprosu o fiziologičeskom mehanizme vosprijatija risunka, Materialy sověščanija po psichologii, Moskva 1957.
7. Mittenecker, E.: Planung und statistische Auswertung von Experimenten, Wien 1957.
8. Murell, K. F. H.: Laurine W. D., Mc Carthy C.: The Relationship between Dial Size, Readings Distance and Reading Accuracy, Ergonomics, 1958, Vol. 1, No. 2, 182.
9. Naylor, G. F. K.: An Approach to the Study of Dial Reading, Occup. Ps., 1954, V. 28, No. 12, 90.
10. Rohmert, W.: Beispiele für die optimale Gestaltung von Skalen und Zifferblättern, Zbl. Arbeitswiss. 1957, 11, No 12.
11. Webster, H. A., Tinker, M. A.: Influence of Type Face on Legibility of Print, J. appl. Ps., 1935, 19, 43.

**Резюме**  
**Разборчивость цифр**

**И. Штикар**

Используя методы score «времени» и «ошибок», автор сравнивал разборчивость цифр шрифта Mackworth, Gill и Чехосл. гос. нормы 90—23—41. Что касается быстроты чтения, то существенных различий найдено не было. В точности чтения лучше всего оправдал себя шрифт Gill полужирный. Между шрифтами Mackworth и ЧСН существенных различий не отмечалось.

**Summary**

**Legibility of Numerals**

**J. Štikar**

Using the method of »time« scores and the method of »error« scores the author compared the legibility of numerals of the Mackworth and Gill type with the Czechoslovak National Standard ČSN 90-23-41. He has not found any differences in the reading speed. As to the accuracy of legibility it has been found that the best type for numerals is the Gill half thick type. No great difference was ascertained between the Mackworth type and the Czechoslovak National Standard.