© by the Institute
of Forensic Research

Problems of Forensic Sciences 2011, vol. LXXXV, 25–39

ISSN 1230-7483

NATURAL VARIATION IN MEASURABLE FEATURES OF INITIALS

Jowita MACIASZEK

Department of Criminalistics, Adam Mickiewicz University, Poznań, Poland

Abstract

The levels of natural variation, the distribution of this variation and correlation between absolute dimensions of initials and their ratios were studied in large samples of initials. Material was obtained from 30 women at weekly intervals for a duration of 15–25 weeks. A moderate level of variation in height and length of initials was found. In the case of other absolute dimensions and proportions, the level of variation was high and very high. The distribution of natural variants in the vast majority of cases was positively skewed. In most cases, there was no significant correlation between measured features.

Key words

Criminalistics; Questioned documents; Natural variation; Signatures; Initials; Dimensions.

Received 28 December 2010; accepted 10 February 2011

1. Introduction

For the purposes of this study, the term "initials" is used to describe the shortened form of an illegible signature. Natural variation in graphic features of initials is defined as the occurrence of different values of graphic features in initials originating from the same writer, being a consequence of the nature of initialling itself [8]. Natural variation – besides intentional variation – is the most common cause of differences recorded in comparative studies of signatures coming from the same writer [10]. In turn, covariation of features of handwriting is defined as the co-occurrence of such natural variations of these features in samples originating from the same person.

Evaluation of differences in terms of natural variation is possible by using a formal method proposed in the literature, which requires establishment of independence of occurrence of natural variations in particular graphic features [6, 8]. As was pointed out above, initials are a form of signature and thus, this method can also be applied to this kind of graphic form.

So far, to the author's best knowledge, natural variation in graphic features of initials has been the subject of only one research [13]. In this study, the authors performed measurements of the length of initials, defined as "a straight line linking extreme points on initials". It was found that initials had better stability than other graphic products, that within-person variability had a normal distribution and that variation in length had a disordered character. Moreover, a few papers concerning natural variation of measurable [2, 10, 13], topographic [9] and constructional [1, 4, 7, 8] features of full signatures have been published. Analysis of measurable features in those papers concerned, among other things, the length and height of signatures. It was ascertained that for these factors variation between monthly and daily batches of signatures is statistically highly significant, but values of the correlation coefficient of these two features are surprisingly low [2]. Variation in length of components of full signatures was also studied, and in this area, a low level of variation was noted. Furthermore, it was ascertained that the distribution of natural variation in length of com-

ponents of a full signature is usually positively skewed and the length of components is general covariant [10].

A review of the literature leads to the conclusion that studies up till now have concerned only the length of initials and have only included small samples, namely samples consisting of 10 elements.

The reasons described above led to the author's decision to start a research project concerning natural variation in measurable features of initials. The aim of this article is presentation of research results concerning natural variation of absolute dimensions and ratios of dimensions in initials.

The following research hypotheses were tested concerning this matter:

– The absolute dimensions of initials are at least moderately stable;
– Ratios of initials are significantly more stable features than their absolute dimensions;
– The distribution of values of absolute dimensions of initials and their ratios is normal;
– An at least moderate correlation exists between absolute dimensions of initials and their ratios.

2. Material and methods

2.1. Participants

The research encompassed 30 women (aged 20–55), of whom 29 were court employees (28 court secretaries and one judge) and one a maintenance employee. The criterion of selection of examined persons was justified by their life experience: court workers sign many initials daily (subjects declared that they each sign 10–50 initials a day and the period of time during which they have used their initials is between 3 months and 33 years).

2.2. Research material

The subject of the research was initials, signed with the participants' own writing instruments, while sitting at a table, on a dotted line on a blank A5 sheet of paper under the sentence: "I agree to take part in research on signatures". Each person donated from 81 to 150 initials (except in two cases: 30 initials and 66 initials). Participants signed 6 initials at a time. Samples were collected at least at weekly intervals, for a duration of 20–25 weeks. If the possibility of occurrence of unnatural variation in a sample was ascertained, the sample was excluded from further examination.

2.3. Analysed features and the way of measurement

The following absolute dimensions were analysed:

1. Height of initials in projection – distance between the upper and lower extreme point of the initials measured in projection onto a line perpendicular to the ruling (Figure 1);

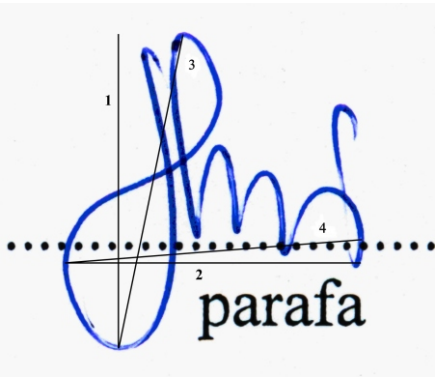

Fig. 1. Height of initials in projection onto a line perpendicular to the ruling (1); length of initials in projection onto the ruling (2); height of initials in a straight line (3); length of initials in a straight line (4).

2. Length of initials in projection – distance between the left and right extreme point of initials measured in projection onto the ruling (Figure 1);
3. Height of initials in a straight line – distance between the upper and lower extreme point of initials measured in a straight line (Figure 1);
4. Length of initials in a straight line – distance between the left and right extreme point of initials measured in a straight line (Figure 1);
5. Distance between the two extreme upper points (maximums) of initials measured in projection onto the ruling (Figure 2);
6. Distance between the two extreme upper points (maximums) of initials measured in projection onto a line perpendicular to the ruling (Figure 2);
7. Distance between the two extreme lower points (minimums) of initials measured in projection onto the ruling (Figure 2);
8. Distance between the two extreme lower points (minimums) of initials measured in projection onto a line perpendicular to the ruling (Figure 2);
9. Distance between the two extreme left points of initials in projection onto a line perpendicular to the ruling (Figure 2);
10. Distance between the two extreme right points of initials in projection onto a line perpendicular to the ruling (Figure 2);
11. Height of lower loop (Figure 3);

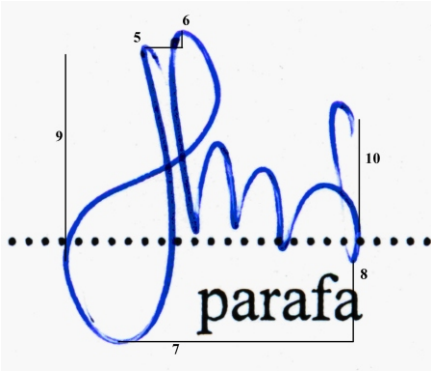

Fig. 2. Distance between two maximums in projection onto the ruling (5); distance between two maximums in projection onto a line perpendicular to the ruling (6); distance between two minimums in projection onto the ruling (7); distance between two minimums in projection onto a line perpendicular to the ruling (8); distance between the two extreme left points in projection onto a line perpendicular to the ruling (9); distance between the two extreme right points in projection onto a line perpendicular to the ruling (10).

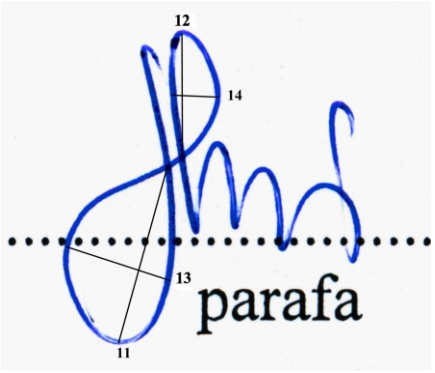

Fig. 3 Height of lower loop (11); height of upper loop (12); width of lower loop (13), width of upper loop (14).

12. Height of upper loop (Figure 3);
13. Width of lower loop (Figure 3);
14. Width of upper loop (Figure 3).

The height of a loop is defined as the distance between the intersection of the arms of a loop and the furthest point on a loop from that intersection, both in the case of lower and upper loops. The width of a loop is the distance between points on the loop which are the most distant from the loop axis measured in projection onto a line perpendicular to this axis. The lower loop is a loop whose first arm is drawn with a downward movement, while the first arm of the upper loop is drawn with an upward movement.

The following ratios were also studied:

15. The ratio of the height of initials measured in projection onto a line perpendicular to the ruling to the length of the initials in projection onto the ruling (1/2) (Figure 1);
16. The ratio of the height of initials in a straight line to the length of the initials in a straight line (3/4) (Figure 1);
17. The ratio of the distance between the two maximums in projection onto the ruling to the distance between two maximums in projection onto a line perpendicular to the ruling (5/6) (Figure 2);
18. The ratio of the distance between two minimums in projection onto the ruling to the distance between two minimums in projection onto a line perpendicular to the ruling (7/8) (Figure 2);
19. The ratio of the distance between the two maximums in projection onto the ruling to the distance between the two minimums in projection onto the ruling (5/7) (Figure 2);
20. The ratio of the distance between the two maximums in projection onto a line perpendicular to ruling to the distance between the two minimums in projection onto a line perpendicular to the ruling (6/8) (Figure 2);
21. The ratio of the height of the lower loop to the width of the lower loop (11/13 (Figure 3);
22. The ratio of the height of the upper loop to the width of the upper loop (12/14) (Figure 3).

Initials were scanned using a CanoScan 4400F with ArcSoft PhotoStudio 5.5 software with 300 dpi resolution. Measurements were done in Graphlog 2.2.0.0 (MFC Application 2001–2005, Cyborg Idea s.c.) with 0.01 mm accuracy. When marking extreme points, points located within tapered strokes were omitted.

2.4. Statistical analysis

Results of measurements were analysed from the perspective of level of variation, the type of distribution reflecting this variation and covariation of analysed features. The variation was determined using the classical coefficient of variation. Since in the case of all analysed features, the observed distribution of the variation level deviated from normality, the significance of differences between particular features was assessed with the Wilcoxon signed-rank-test. Interpretation of the type of distribution began with an estimate of the significance of deviations of the observed distribution from a normal distribution. To this end, the Shapiro-Wilk W test was used. Moreover, the distribution's skewness was analysed. Analysis of covariation of particular features was performed with the Pearson product-moment correlation coefficient.

All analyses mentioned above were done with a 5% level of significance. Calculations were conducted using Statistica 8.0 (StatSoft, Inc., 1984–2007). Details of the mentioned statistical method used in this

study can be found in text books on statistics by Łomnicki [5], Ferguson and Takane [3] and in [12].

3. Results

3.1. Level of variation

The author confirmed that the studied features had different levels of variation (Table I). Two group of absolute dimensions of initials could be distinguished on this basis. Height in projection, length in projection, height in a straight line and length in a straight line were characterised by variation at a mean level of 20%. The level of variation of other features was great, even reaching a value of up to 50%. Significant differences in level of variation between these two groups were ascertained (p 0.0023). Moreover, significant differences in level of variation of height of a loop and its width were observed, regardless of the direction in which the loop was drawn (p 0.000081).

Most studied ratios were characterized by a very high level of variation (Table I). Only in the case of the ratio of the height of initials in projection to the length of the initials in projection as well as the height of the initials in a straight line to the length of the initials in a straight line was the level of variation moderate. Differences in level of variation between these two features and other examined ratios turned out to be highly significant ($p < 0.001$). Significant differences in the

TABLE I. LEVEL OF VARIATION

Feature	*N*	Mean	Range	Standard deviation
(1) Height of initials in projection onto a line perpendicular to the ruling	30	17.81	8.3–32.6	5.92
(2) Length of initials in projection onto the ruling	30	19.22	8.3–32.1	6.90
(3) Height of initials in a straight line	29	17.39	8.3–37.9	6.30
(4) Length of initials in a straight line	30	18.93	8.3–30.7	6.83
(5) Distance between two maximums in projection onto the ruling	30	35.73	12.9–83.9	17.06
(6) Distance between two maximums in projection onto a line perpendicular to the ruling	30	50.88	18.2–93.1	21.19
(7) Distance between two minimums in projection onto the ruling	30	39.44	15.5–97.8	22.00
(8) Distance between two minimums in projection onto the line perpendicular to the ruling	30	49.23	17.6–86.8	21.93
(9) Distance between two extreme left points in projection onto a line perpendicular to the ruling	28	39.83	15.3–76.2	18.01
(10) Distance between two extreme right points in projection onto a line perpendicular to the ruling	27	37.23	18.2–84.5	17.28
(11) Height of lower loop	27	29.40	14.6–54.0	10.53
(12) Height of upper loop	24	29.10	15.0–44.4	9.49
(13) Width of lower loop	27	41.60	16.1–108.0	20.56
(14) Width of upper loop	24	46.00	24.8–90.8	18.55
Ratio of (1) to (2)	30	23.20	9.6–51.3	9.34
Ratio of (3) to (4)	29	18.59	4.7–48.6	9.01
Ratio of (5) to (6)	30	129.36	15.6–441.0	87.65
Ratio of (7) to (8)	30	106.06	30.0–181.2	41.18
Ratio of (5) to (7)	30	90.57	17.3–246.9	56.41
Ratio of (6) to (8)	29	114.29	28.0–243.9	58.41
Ratio of (11) to (13)	25	55.26	16.9–132.1	32.69
Ratio of (12) to (14)	24	73.78	19.8–189.2	47.51

level of variation of the majority of absolute dimensions and ratios ($p < 0.05$) were also observed, with a significantly higher variation of the latter ascertained. Differences in level of variation of the height of initials in a straight line or length of the initials in a straight line and ratios of these features were insignificant ($p > 0.05$).

3.2. Distribution

The number of cases of significant deviation of the observed distribution from normality was different for various features (Table II). However, for almost all absolute dimensions and ratios of the height of initials in projection to the length of initials in projection as well as for the ratio of the height of initials in a straight line to the length of initials in a straight line, in 1/3–2/3 cases, significant deviations of the observed distribution from normality were noticed. In the case of the remaining ratios, such a deviation was ascertained in all or almost all participants.

In all cases and with respect to all features, the observed distribution was unimodal. In a definite majority of the participants, the observed distribution was asymmetric – positively skewed (Table III).

3.3. Covariation

In relation to most absolute dimensions, in 1/3 cases correlations between them were insignificant (Table IV). In the case of occurrence of a significant correlation, the value of the correlation coefficient was very rarely

TABLE II. NORMALITY OF DISTRIBUTION

Feature	*N*	Significant deviation from normality
(1) Height of initials in projection onto a line perpendicular to the ruling	30	12
(2) Length of initials in projection onto the ruling	30	10
(3) Height of initials in a straight line	30	14
(4) Length of initials in a straight line	30	14
(5) Distance between two maximums in projection onto the ruling	30	15
(6) Distance between two maximums in projection onto a line perpendicular to the ruling	30	18
(7) Distance between two minimums in projection onto the ruling	30	14
(8) Distance between two minimums in projection onto a line perpendicular to the ruling	30	21
(9) Distance between two extreme left points in projection onto a line perpendicular to the ruling	29	16
(10) Distance between two extreme right points in projection onto a line perpendicular to the ruling	27	12
(11) Height of lower loop	26	15
(12) Height of upper loop	24	4
(13) Width of lower loop	26	11
(14) Width of upper loop	24	16
Ratio of (1) to (2)	30	19
Ratio of (3) to (4)	30	19
Ratio of (5) to (6)	30	29
Ratio of (7) to (8)	30	30
Ratio of (5) to (7)	30	28
Ratio of (6) to (8)	30	29
Ratio of (11) to (13)	26	24
Ratio of (12) to (14)	24	24

TABLE III. SKEWNESS OF DISTRIBUTION

Feature	Skewness			
	Negative		Positive	
	N	Mean	*N*	Mean
(1) Height of initials in projection onto a line perpendicular to the ruling	6	–0.52	24	0.55
(2) Length of initials in projection onto the ruling	4	–0.1	26	0.45
(3) Height of initials in a straight line	9	–0.42	21	0.7
(4) Length of initials in a straight line	5	–0.15	25	0.55
(5) Distance between two maximums in projection onto the ruling	3	–0.33	27	0.78
(6) Distance between two maximums in projection onto a line perpendicular to the ruling	3	–0.31	27	0.78
(7) Distance between two minimums in projection onto the ruling	7	–0.24	23	0.67
(8) Distance between two minimums in projection onto a line perpendicular to the ruling	4	–0.24	26	0.77
(9) Distance between two extreme left points in projection onto a line perpendicular to the ruling	4	–0.16	24	0.92
(10) Distance between two extreme right points in projection onto a line perpendicular to the ruling	3	–0.6	24	0.59
(11) Height of lower loop	6	–0.39	21	0.54
(12) Height of upper loop	8	–0.2	16	0.41
(13) Width of lower loop	4	–0.14	23	0.75
(14) Width of upper loop	4	–0.28	20	0.67
Ratio of (1) to (2)	5	–0.44	25	1.09
Ratio of (3) to (4)	6	–0.71	24	1.22
Ratio of (5) to (6)	0	–	30	3.68
Ratio of (7) to (8)	0	–	30	3.14
Ratio of (5) to (7)	1	–0.09	29	3.51
Ratio of (6) to (8)	0	–	30	3.61
Ratio of (11) to (13)	0	–	27	2.82
Ratio of (12) to (14)	0	–	24	2.88

above 0.8. Correlations between ratios were also insignificant. However, weak or moderate correlations were observed between some absolute dimensions and their ratios. In Table IV, only the most important results of research on correlation are presented.

4. Discussion

4.1. Level of variation

The relatively high level of variation of analyzed features of initials came as a surprise to the author. The classical variation coefficient had average levels, i.e. it was located in the range up to 20% only for the height and length of initials – measured both in projection and in a straight line. At this point, it should also be emphasized that in the literature, initials have been found to be a more stable graphic form than the signature [13]. Meanwhile, from the research on natural variation in length of full signature components, it transpires that the variation of these features had average values between 9.6–9.8% [10]. Bearing the present results in mind, the author questions the validity of the thesis about the higher stability of measurable features of initials than a signature. The results suggest significantly

TABLE IV. MOST SIGNIFICANT CORRELATIONS

Correlated features	*N*	Insignificant	Significant					
			0.15 *r* 0.5		0.5 *r* 0.8		*r* 0.8	
			–	+	–	+	–	+
(1)*(2)	30	12	–	12	–	5	–	1
(1)*(1a)	30	–	–	–	–	6	–	24
(1a)*(2a)	30	8	–	8	–	9	–	5
(1)*(5)	29	8	1	6	1	9	–	4
(1)*(6)	27	7	1	10	–	8	–	1
(1)*(7)	27	7	–	7	–	10	–	3
(1)*(8)	24	9	–	8	–	4	–	1
(1a)*(7)	27	5	–	9	–	10	–	3
(1a)*(8)	24	11	–	5	–	6	–	2
(2)*(2a)	30	–	–	2	–	7	–	21
(2)*(7)	27	7	–	10	–	8	–	2
(2a)*(7)	27	8	–	11	–	6	–	2
(7)*(9)	27	7	–	9	–	7	–	4
(8)*(10)	24	5	–	6	1	11	–	1
(1)*ratio of (1) to (2)	30	4	–	9	1	14	–	2
(3)*ratio of (3) to (4)	30	6	1	10	–	11	–	2
(2)*ratio of (1) to (2)	30	1	6	–	22	–	2	–
(4)*ratio of (3) to (4)	30	2	8	–	19	–	1	–
Ratio of (1) to (2)*ratio of (3) to (4)	30	1	–	2	–	9	–	18
(5)*ratio of (5) to (7)	30	6	–	10	–	11	–	3
(6)*ratio of (5) to (6)	30	2	3	–	24	–	1	–
(6)*ratio of (6) to (8)	30	4	–	14	–	7	–	5
(7)*ratio of (5) to (7)	30	2	13	–	15	–	–	–
(8)*ratio of (6) to (8)	30	3	4	–	22	–	1	–
(8)*ratio of (7) to (8)	30	1	12	–	15	–	2	–
(13)*ratio of (11) to (13)	27	3	6	–	18	–	–	–
(14)*ratio of (12) to (14)	24	–	6	1	15	–	2	–

1. Height of initials in projection onto a line perpendicular to the ruling; 2. length of initials in projection onto the ruling; 3. height of initials in a straight line; 4. length of initials in a straight line; 5. distance between the two maximums in projection onto the ruling; 6. distance between the two maximums in projection onto a straight line perpendicular to the ruling; 7. distance between the two minimums in projection onto the ruling; 8. distance between the two minimums in projection onto a straight line perpendicular to the ruling; 9. height of lower loop; 10. height of upper loop; 11. width of lower loop; 12. width of upper loop.

lower level of variation of the length of full signatures than variation of analogical features in initials, namely length in projection onto the ruling and length in a straight line.

However, it should be borne in mind that the cited results concerned length of components of signatures signed by participants with a different profile, namely students of both sexes aged 20–27. In the present study, on the other hand, participants were only women

aged 20–55. Therefore, it is impossible to draw categorical conclusions from a simple comparison of these two mentioned researches. However, it does indicate the need, in future, to compare variation of measurable features of initials and full signatures signed by the same writers. Moreover, occurrences of significant differences were observed between height in projection, length in projection, height in a straight line, length in a straight line and the remaining absolute dimensions. In the case of the latter, the level of variation was significantly higher.

These kinds of results suggest that when initialling, a writer unconsciously focuses only on the place where the initials should be written and does not pay attention to details of their features. The high variability of distances between maximums or minimums, as well as right and left extreme points particularly indicates the subtlety of these features or alternatively their uselessness.

The fact that level of variation of absolute dimensions was lower in principle, than that of their ratios was also surprising. Only in the case of the ratio of the height of initials in projection to the length of initials in projection as well as the ratio of the height of initials in a straight line to the length of initials in a straight line were values of the variation coefficient relatively moderate, namely 18.6% and 23.2%. In the case of the rest of the ratios, the level of their natural variation was high or even very high. However, in the literature, the view has been expressed that absolute dimensions are more "labile" than ratios [13]. For this reason, the author expected a significantly higher level of variation of ratios of absolute dimensions than level of variation of ratios of these features.

Meanwhile in the present study, differences in the level of variation of studied features suggest much greater stability of absolute dimensions than their ratios, and, furthermore, these differences turned out to be significant in principal (p 0.026). Only variability in length of initials in a straight line turned out to be higher than variability in the ratio of the height in a straight line to length in a straight line, but the differences were insignificant ($p = 0.89$).

To sum up, in the present study the author ascertained a lack of significant differences in variation level of absolute dimensions and ratios which would point to a lower variability of the latter.

In the author's opinion, the reason for these results is a lack of covariation between studied absolute dimensions, which change almost independently. Since there is a lack of correlation in variation of particular features, their ratios also have to change and to a greater extent. This results not only from the different direction in which analysed features are changing but also from differences in the magnitude of the change, at particular attempts. It should also be highlighted that absolute dimensions – as opposed to ratios – are features that are freely controlled by the writer, and as a consequence – the intentional variation of these features is high [4,10].

4.2. Distribution

In the literature, the opinion has been expressed that the distribution of values of measurable features is normal [11,13]. However, research on natural variation in length of components of the full signature has led to the conclusion that distribution is, in principle, positively skewed [10]. The latter thesis has found confirmation in the present research, although the predominance of occurrence of positive skewness over negative skewness was not as clear for all the studied features as for length of full signature components.

Also in the case of initials, the most reliable explanation for the occurrence, in most cases, of a positively skewed distribution is the limited possibilities of decreasing the dimensions of this graphic form. However, unlike in the case of the full signature, the requirement of legibility is not a limitation, since initials are illegible by definition. However, limitations in the case of initials stem from the nature of the activity of writing itself as well as factors linked to using this kind of signature. However, the positive skewness of distribution of particular ratios could be the result of positive skewness of distribution of the absolute dimensions on which these ratios are based.

4.3. Covariation

In previous studies, a weak correlation between the length and height of a signature [2] and a lack of significant correlation or possibly a weak correlation between the length of a signature and initials were ascertained [13]. However, a significant positive correlation – in most cases a moderate one – was ascertained in the great majority of cases in research on the correlation of lengths of full signature components [10].

The present study confirmed Evett's and Totty's results [2], indicating a lack of or possibly a weak correlation between height and length of initials, regardless of the way of measurement. A weak or moderate correlation between the height and width of loops, both upper and lower, was also ascertained. On the other hand, the weak or even moderate correlation between the height of initials in a straight line and the height of the lower loop – when there is a lack, in principle, of

such a correlation between the height of initials in a straight line and the height of the upper loop – was puzzling. For such results would suggest the existence of differences between loops depending on the way of drawing them.

The lack of correlation between such features as the distance between maximums (minimums) measured in projection onto the ruling and the distance between the same points on initials measured in projection onto a line perpendicular to the ruling came as a surprise to the author. For features making up a given pair reflect the distance between the same two points, but measured in a different way. Furthermore, in the present study, a weak or even moderate correlation was ascertained between the height of initials in projection onto a line perpendicular to the ruling and the distance between maximums measured in projection onto a line perpendicular to the ruling or the distance between minimums measured in projection onto a line perpendicular to the ruling, as well as, between the length of initials in projection onto the ruling and distance between maximums measured in projection onto the ruling or else the distance between minimums measured in projection onto the ruling.

These results suggest correlation of measurable features in relation to the same reference criterion (i.e., relative to the ruling or to a line perpendicular to the ruling), and equally they allow us to reject the hypothesis about the total lack of research value of the distance between minimums or maximums (as understood in this article).

Another of the conclusions of the present study is that there is a lack of significant correlation between ratios of absolute dimensions of initials. Only ratios of height in projection to length in projection and height in a straight line to length in a straight line were strongly correlated, which confirms an existing strong correlation between height or length measured in projection and in a straight line. However, a significant moderate or possibly weak correlation, most frequently negative, was ascertained between some absolute dimensions and their ratios. The strongest observed correlation was between a ratio and the absolute dimension constituting the denominator.

5. Conclusions

– The height and length of initials (both in projection onto the ruling and measured in a straight line) are moderately stable features. Other absolute dimensions of initials are relatively weak stable features;
– Ratios of height and length of initials (both in projection onto the ruling and measured in a straight line) are relatively moderate stable features. Other ratios of absolute dimensions of initials are very weakly stable features;
– The variation level of ratios is, in principle, significantly higher than the variation level of absolute dimensions of initials, and in cases where it is lower, then the differences are not statistically significant;
– The distribution of natural changes of absolute dimensions and ratios of initials is, in general, positively skewed;
– In most cases, there is no correlation between particular absolute dimensions of initials or the observed correlation is weak as in the case of the correlation between the length and width of a loop;
– There is a lack of significant correlation between particular ratios of absolute dimensions of initials;
– A moderate or possibly weak correlation exists between some absolute dimensions and their ratios.

References

1. Eldridge M. A., Nimmo Smith I., Wing A. M. [et. al.], The dependence between selected categorical measures of cursive handwriting, *Journal of the Forensic Science Society* 1985, 25, 217–231.
2. Evett I. W., Totty R. N., A study of the variation in the dimensions of genuine signatures, *Journal of the Forensic Science Society* 1985, 25, 207–215.
3. Ferguson G. A., Takane Y., Analiza statystyczna w psychologii i pedagogice, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2002.
4. Huber R. A., Headrick A. M., Handwriting identification: facts and fundamentals, CRC Press, New York 1999.
5. Łomnicki A., Wprowadzenie do statystyki dla przyrodników, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2005.
6. Matuszewski S., Wnioskowanie o niejednorodności próbek pisma, [w:] Rozprawy z Jałowcowej Góry: Materiały z III Zjazdu Katedr Kryminalistyki, Wójcikiewicz J. [red.], Wydawnictwo Instytutu Ekspertyz Sądowych, Kraków 2004.
7. Matuszewski S., Natural variation in selected constructional features of female signatures, *Problems of Forensic Sciences* 2004, 57, 24–43.
8. Matuszewski S., Co-occurrence of natural variants of constructional features in female signatures, *Problems of Forensic Sciences* 2004, 60, 78–103.
9. Matuszewski S., Maciaszek J., Naturalna zmienność wybranych cech topograficznych podpisów, [w:] Kryminalistyka i nauki penalne wobec przestępczości. Księga pamiątkowa dedykowana Profesorowi Mirosławowi Owo-

cowi, Kołecki H. [red.], Wydawnictwo Poznańskie, Poznań 2008.
10. Matuszewski S, Maciaszek J., Natural variation in length of signature components, *Problems of Forensic Sciences* 2008, 74, 182–189.
11. Owoc M., Poszukiwanie rozkładu normalnego wartości zmiennych mierzalnych w podpisach, *Z Zagadnień Kryminalistyki* 1991, 24/25, 149–150.
12. StatSoft (2006), Elektroniczny podręcznik statystyki PL, Kraków [http://www.statsoft.pl/textbook/stathome.html z dnia 13.09.2009 r.].
13. Widła T., The influence of spontaneous writing on stability of graphic features, *Forensic Science International* 1990, 46, 63–67.

Corresponding author
Jowita Maciaszek
Uniwersytet im. Adama Mickiewicza
Katedra Kryminalistyki
ul. Święty Marcin 90
PL 61-809 Poznań
e-mail: jowma@amu.edu.pl

NATURALNA ZMIENNOŚĆ MIERZALNYCH CECH PARAF

1. Wprowadzenie

Do celów opisanych poniżej badań przyjęto, że parafa stanowi skróconą postać podpisu nieczytelnego. Naturalna zmienność cech graficznych paraf jest to występowanie w parafach pochodzących od tej samej osoby różnych wartości tych cech, będące konsekwencją samej natury czynności składania parafy [8]. Zmienność naturalna jest najczęstszą – poza zamierzoną zmiennością – przyczyną rozbieżności stwierdzanych w trakcie badań porównawczych podpisów w próbach pochodzących od tej samej osoby [10]. Natomiast współzmienność cech pisma to współwystępowanie naturalnych zmian tych cech w próbach pochodzących od danej osoby.

Ocena rozbieżności z punktu widzenia zmienności naturalnej możliwa jest przy zastosowaniu zaproponowanej w literaturze sformalizowanej metody, która wymaga ustalenia niezależności pojawiania się zmian naturalnych poszczególnych cech graficznych [6, 8]. Jak wskazano powyżej, parafa jest postacią podpisu i w związku z tym również do tych kompozycji graficznych metoda ta znajduje zastosowanie.

Naturalna zmienność cech graficznych paraf była jak dotąd przedmiotem tylko jednych, spośród znanych autorce, badań [13]. W badaniach tych dokonano pomiarów długości parafy rozumianej jako „odcinek prostej przebiegającej przez skrajne punkty parafy". Stwierdzono większą stabilność paraf w porównaniu z innymi produktami graficznymi, przybieranie przez fluktuację osobniczą postaci rozkładu normalnego oraz nieuporządkowany charakter zmienności długości. Poza tym opublikowano kilka prac dotyczących naturalnej zmienności cech mierzalnych [2, 10, 13], topograficznych [9] oraz konstrukcyjnych [1, 4, 7, 8] podpisów pełnobrzmiących. Badania cech mierzalnych w tych pracach dotyczyły między innymi długości i wysokości podpisu, przy czym stwierdzono, że w tym zakresie zmienność pomiędzy miesięcznymi oraz dziennymi zbiorami podpisów jest statystycznie wysoce istotna, natomiast zaskakująco niskie pozostają wartości współczynnika korelacji tych dwóch cech [2]. Badano również zmienność długości członów podpisu pełnobrzmiącego i w tym zakresie stwierdzono niski poziom zmienności. Nadto z badań tych wynika, że rozkład zmian naturalnych długości członów podpisu pełnobrzmiącego jest na ogół rozkładem skośnym dodatnio, a długość członów jest z reguły współzmienna [10].

Analiza literatury przedmiotu prowadzi do wniosku, że dotychczasowe badania dotyczyły tylko długości parafy i objęły jedynie próby małe, tj. dziesięcioelementowe. Powyższe względy spowodowały, że autorka podjęła się realizacji projektu badawczego dotyczącego naturalnej zmienności cech graficznych paraf, zaś celem niniejszego artykułu jest przedstawienie wyników badań odnoszących się do naturalnej zmienności wymiarów bezwzględnych parafy i ich proporcji. W tym zakresie sformułowano następujące hipotezy badawcze:

- wymiary bezwzględne parafy są co najmniej umiarkowanie utrwalone;
- proporcje parafy są właściwościami istotnie bardziej utrwalonymi niż wymiary bezwzględne;
- rozkład wartości wymiarów bezwzględnych parafy i ich proporcji jest rozkładem normalnym;
- istnieje co najmniej umiarkowana korelacja pomiędzy wymiarami bezwzględnymi parafy i ich proporcjami.

2. Materiał i metody

2.1. Probanci

W badaniu wzięło udział 30 kobiet w różnym wieku (od 20–55 lat), spośród których 29 osób to pracownicy sądu (w tym 28 sekretarek sądowych oraz jeden sędzia), natomiast jedna – to pracownik budowlano-administracyjny. Taki dobór probantów był uzasadniony doświadczeniem życiowym, z którego wynika, iż pracownicy sądu składają dziennie wiele paraf (osoby badane zadeklarowały, iż dziennie składają 10–50 paraf, a okres posługiwania się przez nich parafą wynosi od 3 miesięcy do 33 lat).

2.2. Materiał badawczy

Badaniem objęto parafy składane własnym narzędziem pisarskim, w pozycji siedzącej przy stole, na gładkich kartkach formatu A5, w miejscu wykropkowanym pod zdaniem „wyrażam zgodę na udział w badaniach podpisów". Pobrano od 81 do 150 paraf (w jednym przypadku 30 i w jednym – 66 paraf). Jednorazowo probanci składali po 6 paraf. Materiał pobierano w odstępach co najmniej tygodniowych przez okres 20–25 tygodni. W przypadku stwierdzenia w próbce możliwości wystąpienia zmian nienaturalnych, eliminowano ją z dalszych badań.

2.3. Cechy badane i sposób ich pomiaru

Badaniem objęto następujące wymiary bezwzględne:

1. wysokość parafy w rzucie – odległość pomiędzy górnym a dolnym punktem skrajnym parafy mierzona w rzucie na prostą prostopadłą do liniatury (rycina 1);

2. długość parafy w rzucie – odległość pomiędzy lewym a prawym punktem skrajnym parafy mierzona w rzucie na liniaturę (rycina 1);
3. wysokość parafy w linii prostej – odległość pomiędzy górnym a dolnym punktem skrajnym parafy mierzona w linii prostej (rycina 1);
4. długość parafy w linii prostej – odległość pomiędzy lewym a prawym punktem skrajnym parafy mierzona w linii prostej (rycina 1);
5. odległość pomiędzy dwoma punktami parafy najbardziej wychylonymi ku górze (maksimami) mierzona w rzucie na liniaturę (rycina 2);
6. odległość pomiędzy dwoma punktami parafy najbardziej wychylonymi ku górze (maksimami) mierzona w rzucie na prostą prostopadłą do liniatury (rycina 2);
7. odległość pomiędzy dwoma punktami parafy najbardziej wychylonymi ku dołowi (minimami) mierzona w rzucie na liniaturę (rycina 2);
8. odległość pomiędzy dwoma punktami parafy najbardziej wychylonymi ku dołowi (minimami) mierzona w rzucie na prostą prostopadłą do liniatury (rycina 2);
9. odległość pomiędzy dwoma punktami parafy najbardziej wychylonymi w lewo (lewymi punktami skrajnymi) mierzona w rzucie na prostą prostopadłą do liniatury (rycina 2);
10. odległość pomiędzy dwoma punktami parafy najbardziej wychylonymi w prawo (prawymi punktami skrajnymi) mierzona w rzucie na prostą prostopadłą do liniatury (rycina 2);
11. wysokość pętlicy dolnej (rycina 3);
12. wysokość pętlicy górnej (rycina 3);
13. szerokość pętlicy dolnej (rycina 3);
14. szerokość pętlicy górnej (rycina 3).

Zarówno w przypadku pętlicy dolnej, jak i górnej, wysokość pętlicy rozumiana jest jako odległość pomiędzy punktem skrzyżowania ramion pętlicy a punktem pętlicy najbardziej od tego skrzyżowania oddalonym. Szerokość pętlicy to odległość pomiędzy punktami pętlicy najbardziej oddalonymi od osi pętlicy mierzona w rzucie na prostą prostopadłą do tej osi. Pętlica dolna to pętlica, której pierwsze ramię jest kreślone ruchem w dół, natomiast pętlica górna to pętlica, której pierwsze ramię jest kreślone ruchem w górę.

Badano również następujące proporcje:

15. proporcję wysokości parafy w rzucie na prostą prostopadłą do liniatury do długości parafy w rzucie na liniaturę (1/2) (rycina 1);
16. proporcję wysokości parafy w linii prostej do długości parafy w linii prostej (3/4) (rycina 1);
17. proporcję odległości pomiędzy dwoma punktami parafy najbardziej wychylonymi ku górze (maksimami) mierzonej w rzucie na liniaturę do odległości pomiędzy tymi punktami mierzonej w rzucie na prostą prostopadłą do liniatury (5/6) (rycina 2);
18. proporcję odległości pomiędzy dwoma punktami parafy najbardziej wychylonymi ku dołowi (minimami) mierzonej w rzucie na liniaturę do odległości pomiędzy tymi punktami mierzonej w rzucie na prostą prostopadłą do liniatury (7/8) (rycina 2);
19. proporcję odległości pomiędzy dwoma punktami parafy najbardziej wychylonymi ku górze (maksimami) mierzonej w rzucie na liniaturę do odległości pomiędzy dwoma punktami parafy najbardziej wychylonymi ku dołowi (minimami) mierzonej w rzucie na liniaturę (5/7) (rycina 2);
20. proporcję odległości pomiędzy dwoma punktami parafy najbardziej wychylonymi ku górze (maksimami) mierzonej w rzucie na prostą prostopadłą do liniatury do odległości pomiędzy dwoma punktami parafy najbardziej wychylonymi ku dołowi (minimami) mierzonej w rzucie na prostą prostopadłą do liniatury (6/8) (rycina 2);
21. proporcję wysokości pętlicy dolnej do szerokości pętlicy dolnej (11/13) (rycina 3);
22. proporcję wysokości pętlicy górnej do szerokości pętlicy górnej (12/14) (rycina 3).

Parafy zeskanowano urządzeniem CanoScan 4400F w programie ArcSoft PhotoStudio 5.5 z rozdzielczością 300 dpi. Pomiarów dokonano w programie Graphlog 2.2.0.0. (MFC Application 2001–2005, Cyborg Idea s.c.) z dokładnością do 0,01 mm. Przy wyznaczaniu punktów skrajnych pominięto punkty położone w obrębie adjustacji.

2.4. Metody analizy danych

Wyniki pomiarów zostały poddane analizie z punktu widzenia poziomu zmienności, typu rozkładu odzwierciedlającego tę zmienność oraz współzmienności badanych cech. Do analizy poziomu zmienności posłużono się klasycznym współczynnikiem zmienności. Ponieważ w przypadku wszystkich badanych cech rozkład poziomu zmienności wykazywał odchylenia od rozkładu normalnego, oceny istotności różnic między poszczególnymi cechami dokonano, stosując test Wilcoxona dla par wiązanych. Interpretację typu rozkładu rozpoczęto od analizy istotności odstępstw rozkładu obserwowanego od rozkładu normalnego i w tym celu wykorzystano test W Shapiro-Wilka. Nadto obliczono stosowne miary liczbowe, oceniając skośność rozkładu. W analizie współzmienności poszczególnych cech posłużono się współczynnikiem korelacji *r* Pearsona.

Wszystkie powyżej wymienione analizy zostały przeprowadzone przy przyjęciu poziomu istotności = 0,05. Obliczeń dokonano w programie Statistica 8.0 (StatSoft, Inc. 1984–2007). Omówienie zastosowanych metod analizy danych można znaleźć w pracach Łomnickiego [5],

Fergusona i Takane [3] oraz w Elektronicznym podręczniku statystyki PL [12].

3. Wyniki

3.1. Poziom zmienności

Stwierdzono zróżnicowany poziom zmienności badanych cech (tabela I). Z tego względu można wyróżnić w zasadzie dwie grupy wymiarów bezwzględnych parafy. Wysokość w rzucie, długość w rzucie, wysokość w linii prostej i długość w linii prostej charakteryzuje średni poziom zmienności kształtujący się na poziomie do 20%. Poziom zmienności innych cech pozostaje duży, osiągając nawet wartość powyżej 50%. Stąd też stwierdzono istotne różnice w poziomie zmienności pomiędzy tymi dwiema grupami (p 0,0023). Ponadto zaobserwowano istotne różnice w poziomie zmienności wysokości pętlicy i jej szerokości bez względu na kierunek kreślenia pętlicy (p 0,000081).

Większość badanych proporcji cechuje bardzo wysoki poziom zmienności (tabela I). Tylko w przypadku proporcji wysokości parafy w rzucie do długości parafy w rzucie oraz wysokości parafy w linii prostej do długości parafy w linii prostej poziom zmienności pozostawał umiarkowany. Różnice w poziomie zmienności tych dwóch cech a pozostałych badanych proporcji okazały się wysoce istotne ($p < 0{,}001$). Zaobserwowano również istotne różnice w poziomie zmienności większości wymiarów bezwzględnych i proporcji ($p < 0{,}05$), stwierdzając istotnie wyższą zmienność tych ostatnich. Różnice w poziomie zmienności wysokości parafy w linii prostej lub długości parafy w linii prostej i proporcji tych cech okazały się nieistotne ($p > 0{,}05$).

3.2. Rozkład

Liczba przypadków istotnego odstępstwa rozkładu obserwowanego od rozkładu normalnego pozostaje odmienna dla różnych cech (tabela II). Jednakże dla niemal wszystkich wymiarów bezwzględnych oraz dla proporcji wysokości parafy w rzucie do długości parafy w rzucie i proporcji wysokości parafy w linii prostej do długości parafy w linii prostej w 1/3–2/3 przypadków odnotowano istotne odstępstwa obserwowanego rozkładu od normalności. W przypadku pozostałych proporcji odstępstwo takie stwierdzono u wszystkich lub niemal wszystkich probantów.

We wszystkich przypadkach i odnośnie do wszystkich cech rozkład obserwowany był rozkładem jednomodalnym. W przypadku zdecydowanej większości probantów rozkład obserwowany pozostawał niesymetryczny – skośny dodatnio (tabela III).

3.3. Współzmienność

W odniesieniu do większości wymiarów bezwzględnych w około 1/3 przypadków korelacje pomiędzy nimi pozostawały nieistotne (tabela IV). W przypadku istnienia istotnej korelacji bardzo rzadko przyjmowała ona wartości powyżej 0,8. Również związki pomiędzy badanymi proporcjami pozostawały nieistotne. Słabe, ewentualnie umiarkowane korelacje, zaobserwowano między niektórymi wymiarami bezwzględnymi a ich proporcjami. W tabeli IV przedstawiono jedynie najistotniejsze wyniki badania współzmienności.

4. Dyskusja wyników

4.1. Poziom zmienności

Zaskoczeniem był dla autorki fakt stosunkowo wysokiego poziomu zmienności badanych cech parafy. Klasyczny współczynnik zmienności przyjmował bowiem wartości średnie, tj. mieszczące się w przedziale do 20% jedynie dla wysokości i długości parafy – zarówno mierzonych w rzucie, jak i w linii prostej. W tym miejscu należy podkreślić, że w piśmiennictwie uznano parafę za produkt graficzny znacznie bardziej stabilny od podpisu [13]. Tymczasem z badań nad naturalną zmiennością długości członów podpisu pełnobrzmiącego wynika, że poziom zmienności tych cech przyjmuje średnią wartość 9,6–9,8% [10]. Tym samym – mając na uwadze wyniki niniejszych badań – powstaje pytanie o zasadność tezy o wyższej stabilności cech mierzalnych parafy niż podpisu. Wyniki te sugerują bowiem, że poziom zmienności długości członów podpisu pełnobrzmiącego jest znacząco niższy niż poziom zmienności analogicznych cech w parafie, tj. długości w rzucie na liniaturę i długości w linii prostej. Należy jednak mieć na uwadze fakt, że cytowane wyniki badań długości członów podpisów dotyczą grupy probantów o odmiennej charakterystyce, tj. studentów obu płci w wieku 20–27 lat. Natomiast tymi badaniami objęto wyłącznie kobiety w wieku 20–55 lat. W związku z tym nie można na podstawie prostego porównania wyników wspomnianych dwóch badań wyciągać wniosków kategorycznych. Porównanie to wskazuje jednak na potrzebę zestawienia w przyszłości poziomu zmienności cech mierzalnych paraf i podpisów pełnobrzmiących tych samych osób. Nadto zaobserwowano występowanie istotnych różnic pomiędzy wysokością w rzucie, długością w rzucie, wysokością w linii prostej, długością w linii prostej a pozostałymi wymiarami bezwzględnymi. W przypadku tych ostatnich bowiem poziom zmienności pozostawał istotnie wyższy. Takie wyniki sugerują, iż sporządzający parafę w toku tej czynności nieświadomie zwraca uwagę wyłącznie na to, by mieściła się w pewnych określonych ramach, nie przy-

wiązując wagi do jej cech szczegółowych. Wysoki poziom zmienności odległości pomiędzy maksimami lub minimami oraz prawymi i lewymi punktami skrajnymi wskazuje zwłaszcza na subtelność tych cech i ewentualnie ich badawczą nieprzydatność.

Zaskakujący pozostawał również fakt niższego – co do zasady – poziomu zmienności wymiarów bezwzględnych niż proporcji. Tylko w przypadku proporcji wysokości parafy w rzucie do długości parafy w rzucie oraz wysokości parafy w linii prostej do długości parafy w linii prostej współczynnik zmienności przyjmował stosunkowo umiarkowane wartości, tj. 18,6% i 23,2%. W przypadku pozostałych proporcji poziom ich naturalnej zmienności pozostawał wysoki, a nawet bardzo wysoki. W piśmiennictwie wyrażono natomiast przekonanie, że wymiary bezwzględne pozostają bardziej „labilne" niż proporcje [13]. W związku z tym oczekiwano, że poziom zmienności wymiarów bezwzględnych będzie istotnie wyższy niż poziom zmienności proporcji tych cech. Tymczasem stwierdzone w niniejszych badaniach różnice w poziomie zmienności badanych cech sugerują dużo większe utrwalenie wymiarów bezwzględnych niż ich proporcji, przy czym różnice te okazały się co do zasady istotne (p 0,026). Jedynie poziom zmienności długości parafy w linii prostej okazał się wyższy od poziomu zmienności proporcji wysokości w linii prostej do długości w linii prostej, różnice te okazały się jednak nieistotne (p = 0,89). Reasumując, w niniejszych badaniach stwierdzono brak takich istotnych różnic w poziomie zmienności wymiarów bezwzględnych i proporcji, które by wskazywały na niższy poziom zmienności tych ostatnich.

W ocenie autorki źródłem takich wyników jest brak współzmienności badanych wymiarów bezwzględnych, które zmieniają się niemal zupełnie niezależnie. Skoro brak jest korelacji w zmienności poszczególnych cech, to ich proporcje muszą również się zmieniać i to w wyższym stopniu. Wynika to nie tylko z odmienności kierunku, w jakim zmieniają się te cechy, ale również z różnic w zakresie wielkości, o jaką się one zmieniają w poszczególnych próbach. W tym miejscu należy wszakże zaznaczyć, że wymiary bezwzględne – w odróżnieniu od proporcji – należą do cech swobodnie kontrolowanych przez piszącego i co z tym związane – wysoka pozostaje zmienność zamierzona tych cech [4, 10].

4.2. Rozkład

W piśmiennictwie wyrażono pogląd o normalności rozkładu wartości cech mierzalnych [11, 13]. Natomiast badania naturalnej zmienności długości członów podpisu pełnobrzmiącego doprowadziły do wniosku, że zasadą jest rozkład skośny dodatnio [10]. Ta ostatnia teza znajduje potwierdzenie w niniejszych badaniach, aczkolwiek przewaga występowania skośności dodatniej nad ujemną nie była tak wyraźna co do wszystkich badanych cech, jak w przypadku długości członów podpisu pełnobrzmiącego.

Również w przypadku parafy najbardziej wiarygodnym wyjaśnieniem faktu występowania w większości przypadków rozkładu skośnego dodatnio są ograniczone możliwości zmniejszania wymiarów tego tworu graficznego. W odróżnieniu jednak od podpisu pełnobrzmiącego, ograniczenia tego nie stanowi wymóg czytelności, gdyż parafa z samej definicji jest tworem nieczytelnym. Natomiast ograniczenia te w przypadku parafy wynikają z samego charakteru czynności pisania oraz przyczyn leżących u podstaw posługiwania się tym właśnie rodzajem podpisu. Skośność dodatnia rozkładu wartości proporcji może natomiast wynikać ze skośności dodatniej rozkładu wartości przyjmowanych przez wymiary bezwzględne tworzące te proporcje.

4.3. Współzmienność

W dotychczasowych badaniach współzmienności stwierdzono słabą korelację pomiędzy długością a wysokością podpisu [2] oraz brak istotnej korelacji pomiędzy długością podpisu a parafy, ewentualnie występowanie słabej korelacji [13]. Natomiast w badaniach współzmienności długości członów podpisu pełnobrzmiącego stwierdzono w znacznej większości przypadków istotną korelację dodatnią, w większości umiarkowaną [10].

Niniejsze badania potwierdziły wyniki uzyskane przez Evetta i Totty'ego [2], wskazując na brak lub ewentualnie słabą korelację pomiędzy wysokością a długością parafy, bez względu na sposób jej pomiaru. Stwierdzono również słabą lub umiarkowaną korelację pomiędzy wysokością a szerokością pętlic, zarówno górnych, jak i dolnych. Z drugiej zaś strony zastanawiająca pozostaje słaba, a nawet umiarkowana korelacja wysokości parafy w linii prostej z wysokością pętlicy dolnej przy braku, w zasadzie, takiej korelacji wysokości parafy w linii prostej z wysokością pętlicy górnej. Takie wyniki sugerowałyby bowiem istnienie różnic pomiędzy pętlicami w zależności od sposobu ich kreślenia.

Zaskoczeniem dla autorki był brak współzmienności takich cech, jak odległość pomiędzy maksimami (lub minimami), mierzona w rzucie na liniaturę i odległość pomiędzy tymi samymi punktami parafy mierzona w rzucie na prostą prostopadłą do liniatury. Cechy wchodzące w skład danej pary odzwierciedlają bowiem odległości pomiędzy tymi samymi dwoma punktami. Odmienny był tylko sposób pomiaru. Jednocześnie w niniejszych badaniach stwierdzono słabą, a nawet umiarkowaną korelację pomiędzy wysokością parafy w rzucie na prostą prostopadłą do liniatury a odległością pomiędzy maksimami mierzoną w rzucie na prostą prostopadłą do liniatury lub odległością pomiędzy minimami mierzoną w rzucie na prostą prostopadłą do liniatury oraz pomiędzy długością

parafy w rzucie na liniaturę a odległością pomiędzy maksimami mierzoną w rzucie na liniaturę lub odległością pomiędzy minimami mierzoną w rzucie na liniaturę. Te wyniki sugerują współzmienność cech mierzonych względem tego samego układu odniesienia (a więc względem liniatury lub prostej do niej prostopadłej), a jednocześnie pozwalają odrzucić hipotezę o całkowitym braku wartości badawczej odległości pomiędzy minimami lub maksimami (w rozumieniu niniejszego artykułu).

Wyniki niniejszych badań prowadzą również do wniosku o braku istotnych korelacji pomiędzy proporcjami wymiarów bezwzględnych parafy. Jedynie proporcje wysokości w rzucie do długości w rzucie i wysokości w linii prostej do długości w linii prostej pozostawały silnie współzmienne, co potwierdza istnienie silnej korelacji pomiędzy wysokością lub długością mierzonymi w rzucie i mierzonymi w linii prostej. Natomiast stwierdzono istotną umiarkowaną, ewentualnie słabą korelację, najczęściej ujemną, pomiędzy niektórymi wymiarami bezwzględnymi a ich proporcjami. Najsilniejszy związek zaobserwowano między proporcją a wymiarem bezwzględnym znajdującym się w jej mianowniku.

5. Wnioski

- Wysokość i długość parafy (zarówno w rzucie na liniaturę jak również mierzona w linii prostej) stanowią cechy umiarkowanie utrwalone. Inne wymiary bezwzględne parafy stanowią właściwości stosunkowo słabo utrwalone;
- proporcje wysokości i długości parafy (zarówno w rzucie, jak również w linii prostej) są stosunkowo umiarkowanie utrwalone. Inne proporcje wymiarów bezwzględnych parafy stanowią właściwości bardzo słabo utrwalone;
- poziom zmienności proporcji jest co do zasady istotnie wyższy od poziomu zmienności wymiarów bezwzględnych parafy, a jeżeli jest nawet niższy, to różnice te nie są statystycznie istotne;
- rozkład zmian naturalnych wymiarów bezwzględnych i proporcji paraf jest na ogół rozkładem skośnym dodatnio;
- w większości przypadków brak jest korelacji pomiędzy poszczególnymi wymiarami bezwzględnymi parafy albo obserwowana korelacja jest słaba, jak w przypadku współzmienności długości i szerokości pętlicy;
- brak jest istotnej korelacji pomiędzy poszczególnymi proporcjami wymiarów bezwzględnych parafy;
- istnieje umiarkowana, ewentualnie słaba korelacja między niektórymi wymiarami bezwzględnymi a ich proporcjami.