

# **PŘÍLOHA KE KAPITOLE 15**

## **Obrazová analýza**

### **Vysvětlivky pojmů k vyhodnocení struktury pomocí metod obrazové analýzy:**

*Počet snímaných polí* - počet (zde třikrát), kolikrát byla daná oblast scenována CCD kamerou za účelem minimalizace šumu v obraze

*Počet objektů celkem* - počet všech objektů na ploše vzorku po třech snímaních

*Počet objektů na jedno pole* - Počet objektů celkem, poděleno počtem snímaní (zde třikrát)

*Měřená plocha* - plocha, která je scenována za účelem dalšího vyhodnocování metodami obrazové analýzy

*Podíl objektů na ploše* - podíl, resp. procento plochy, kterou zaujímají objekty (grafity) vůči zbylé ploše vzorku

*Procentuální podíl objektů na ploše* - procentuální vyjádření podílu objektů na ploše

*Kruhovitost* - míra, jak se geometrie zkoumaného objektu (zde grafitu) odchyluje od ideální kružnice (kruh = 1)

*Střední hodnota* - aritmetická střední hodnota daného parametru (plochy, kruhovitosti) snímaných objektů

*Směrodatná odchylka* - aritmeticky spočtena střední odchylka daného parametru (plochy, kruhovitosti) snímaných objektů

U plochy objektu:

*Minimum* - označuje minimální plochu nejmenšího objektu (grafitu) ve snímaném poli

*Maximum* - označuje maximální plochu největšího objektu (grafitu) ve snímaném poli

U kruhovitosti:

*Minimum* - označuje minimální kruhovitost objektů (grafitů) ve snímaném poli

*Maximum* - označuje maximální kruhovitost objektů (grafitů) ve snímaném poli

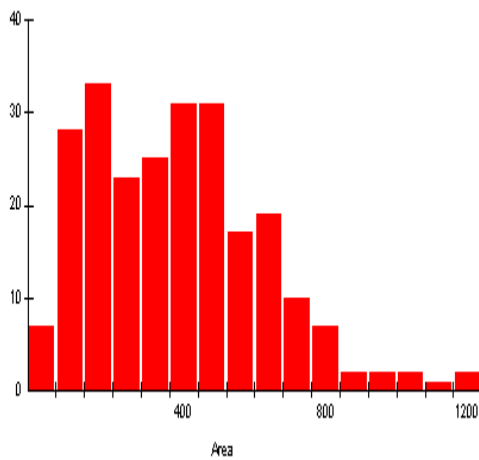
Poznámka: Charakteristiky rozměru grafitu jsou v jednotkách [ $\mu\text{m}$ ] a charakteristiky plochy v [ $\mu\text{m}^2$ ].

**Místo 1- střed**

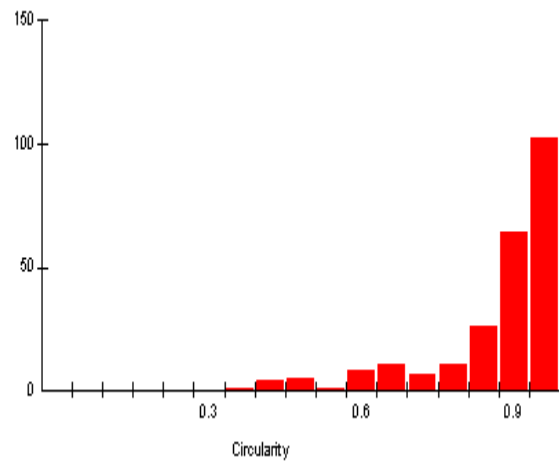
Počet snímaných polí	3
Počet objektů celkem	240
Počet objektů na jedno pole	80
Měřená plocha	899101 [ $\mu\text{m}^2$ ]
Podíl objektů na ploše	0.113075 [1]
Procentuální podíl objektů na ploše:	11,3 %

Tab. 1

Parametry	Střední hodnota	Směrodatná odchylka	Minimum	Maximum
Plocha objektu	423.61 [ $\mu\text{m}^2$ ]	245.18 [ $\mu\text{m}^2$ ]	54.556 [ $\mu\text{m}^2$ ]	1259.5 [ $\mu\text{m}^2$ ]
Kruhovitost	0.89561 [1]	0.12975 [1]	0.39933 [1]	1 [1]



Obr. 1 Histogram plochy [ $\mu\text{m}^2$ ]



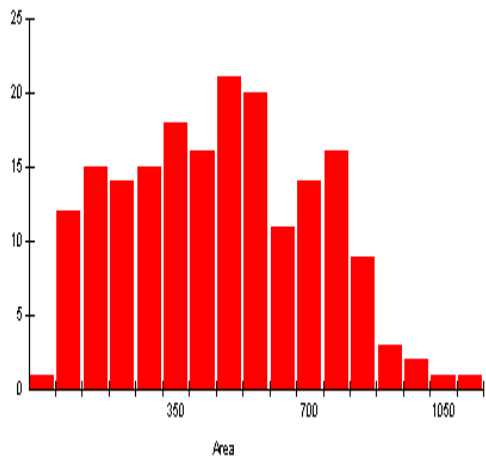
Obr. 2 Histogram kruhovitosti [1]

- **vnitřní povrch**

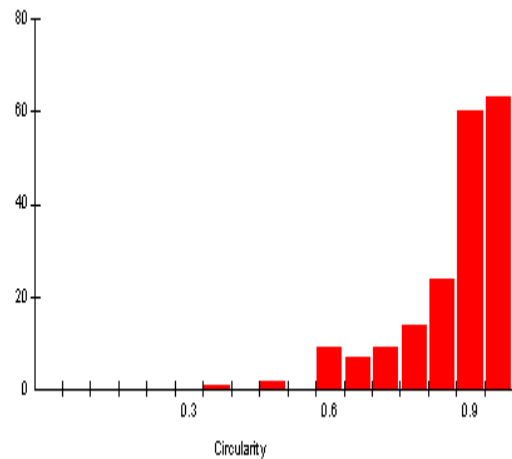
Počet snímaných polí	3
Počet objektů celkem	189
Počet objektů na jedno pole	63
Měřená plocha	899101 [ $\mu\text{m}^2$ ]
Podíl objektů na ploše	0.106093 [1]
Procentuální podíl objektů na ploše:	10,6 %

Tab. 2

Parametry	Střední hodnota	Směrodatná odchylka	Minimum	Maximum
Plocha objektu	504.7 [ $\mu\text{m}^2$ ]	245.29 [ $\mu\text{m}^2$ ]	63.908 [ $\mu\text{m}^2$ ]	1120.7 [ $\mu\text{m}^2$ ]
Kruhovitost	0.89402 [1]	0.11164 [1]	0.37494 [1]	1 [1]



Obr. 3 Histogram plochy [ $\mu\text{m}^2$ ]



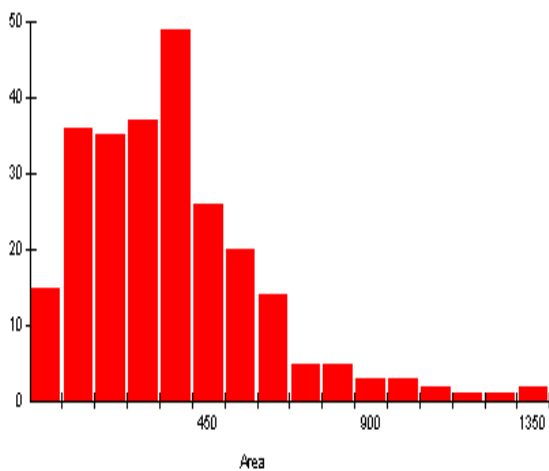
Obr. 4 Histogram kruhovitosti [1]

- **vnější povrch**

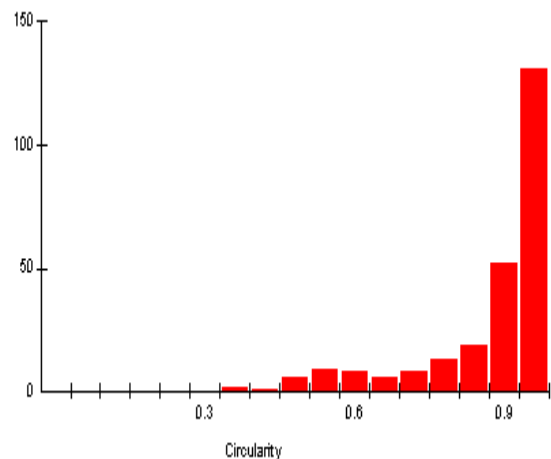
Počet snímaných polí	3
Počet objektů celkem	254
Počet objektů na jedno pole	84
Měřená plocha	899101 [ $\mu\text{m}^2$ ]
Podíl objektů na ploše	0.112133 [1]
Procentuální podíl objektů na ploše:	11,2 %

Tab. 3

Parametry	Střední hodnota	Směrodatná odchylka	Minimum	Maximum
Plocha objektu	396.92 [ $\mu\text{m}^2$ ]	250.09 [ $\mu\text{m}^2$ ]	45.204 [ $\mu\text{m}^2$ ]	1432.5 [ $\mu\text{m}^2$ ]
Kruhovitost	0.89831 [1]	0.13537 [1]	0.37433 [1]	1 [1]



Obr. 5 Histogram plochy [ $\mu\text{m}^2$ ]



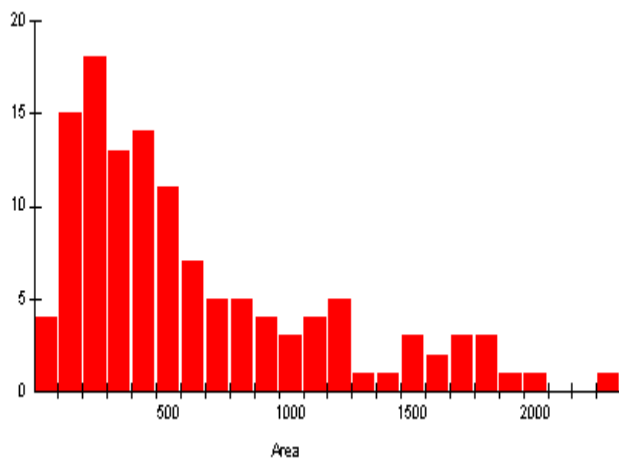
Obr. 6 Histogram kruhovitosti [1]

**Místo 2- střed**

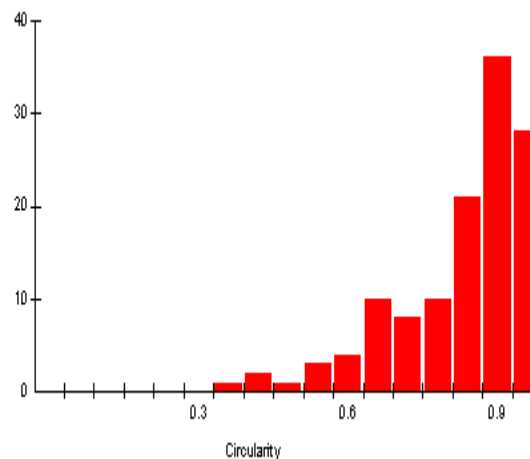
Počet snímaných polí	3
Počet objektů celkem	124
Počet objektů na jedno pole	41
Měřená plocha	899101 [ $\mu\text{m}^2$ ]
Podíl objektů na ploše	0.0919971 [1]
Procentuální podíl objektů na ploše:	9,2 %

Tab. 4

Parametry	Střední hodnota	Směrodatná odchylna	Minimum	Maximum
Plocha objektu	667.05 [ $\mu\text{m}^2$ ]	526.62 [ $\mu\text{m}^2$ ]	75.599 [ $\mu\text{m}^2$ ]	2380.2 [ $\mu\text{m}^2$ ]
Kruhovitost	0.85809 [1]	0.13427 [1]	0.39875 [1]	1 [1]



Obr. 7 Histogram plochy [ $\mu\text{m}^2$ ]



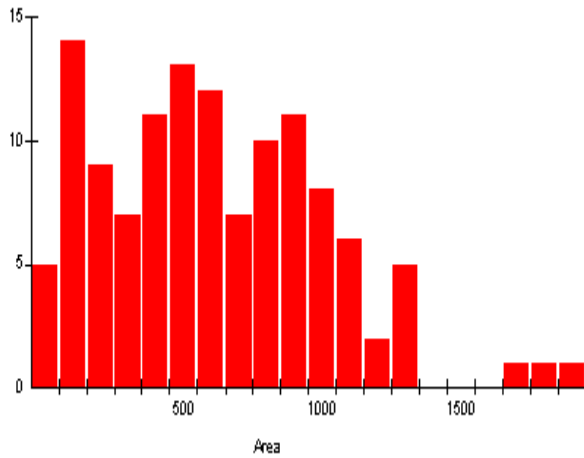
Obr. 8 Histogram kruhovitosti [1]

- **vnitřní povrch**

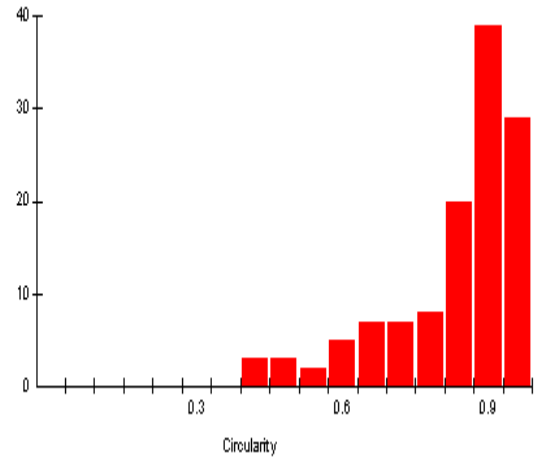
Počet snímaných polí	3
Počet objektů celkem	123
Počet objektů na jedno pole	41
Měřená plocha	899101 [ $\mu\text{m}^2$ ]
Podíl objektů na ploše	0.0903415 [1]
Procentuální podíl objektů na ploše:	9,0 %

Tab. 5

Parametry	Střední hodnota	Směrodatná odchylna	Minimum	Maximum
Plocha objektu	660.37 [ $\mu\text{m}^2$ ]	399.24 [ $\mu\text{m}^2$ ]	67.026 [ $\mu\text{m}^2$ ]	1974.1 [ $\mu\text{m}^2$ ]
Kruhovitost	0.86013 [1]	0.13441 [1]	0.42014 [1]	0.99853 [1]



Obr. 9 Histogram plochy [ $\mu\text{m}^2$ ]



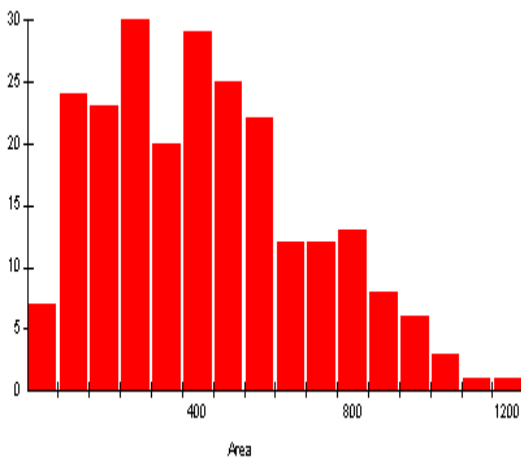
Obr. 10 Histogram kruhovitosti [1]

- **vnější okraj**

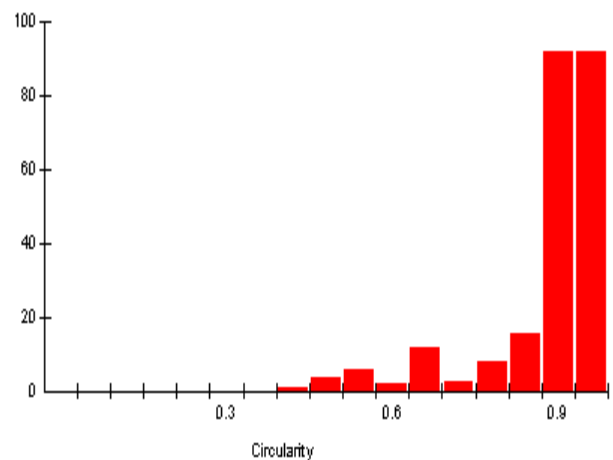
Počet snímaných polí 3  
 Počet objektů celkem 236  
 Počet objektů na jedno pole 78  
 Měřená plocha 899101 [ $\mu\text{m}^2$ ]  
 Podíl objektů na ploše 0.122051 [1]  
 Procentuální podíl objektů na ploše: 12,2 %

Tab. 6

Parametry	Střední hodnota	Směrodatná odchylka	Minimum	Maximum
Plocha objektu	464.98 [ $\mu\text{m}^2$ ]	261.95 [ $\mu\text{m}^2$ ]	56.115 [ $\mu\text{m}^2$ ]	1207.2 [ $\mu\text{m}^2$ ]
Kruhovitost	0.91012 [1]	0.11212 [1]	0.47621 [1]	1 [1]



Obr. 11 Histogram plochy [ $\mu\text{m}^2$ ]



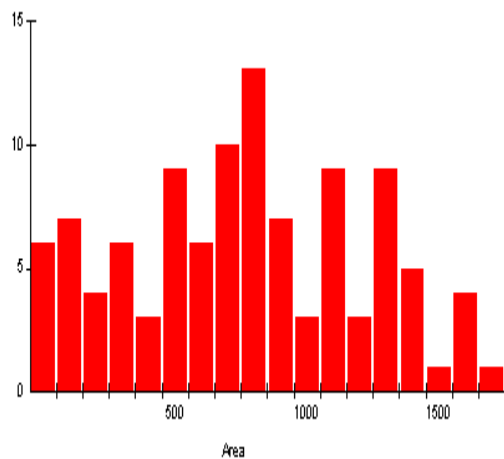
Obr. 12 Histogram kruhovitosti [1]

**Oblast 3 - střed**

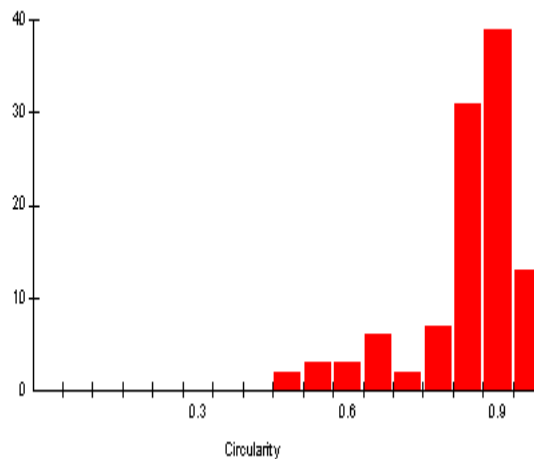
Počet snímaných polí	3
Počet objektů celkem	106
Počet objektů na jedno pole	35
Měřená plocha	899101 [ $\mu\text{m}^2$ ]
Podíl objektů na ploše	0.0959646 [1]
Procentuální podíl objektů na ploše:	9,6 %

Tab. 7

Parametry	Střední hodnota	Směrodatná odchylna	Minimum	Maximum
Plocha objektu	813.98 [ $\mu\text{m}^2$ ]	450.43 [ $\mu\text{m}^2$ ]	66.247 [ $\mu\text{m}^2$ ]	1795.7 [ $\mu\text{m}^2$ ]
Kruhovitost	0.86713 [1]	0.10686 [1]	0.49514 [1]	0.9959 [1]



Obr. 13 Histogram plochy [ $\mu\text{m}^2$ ]



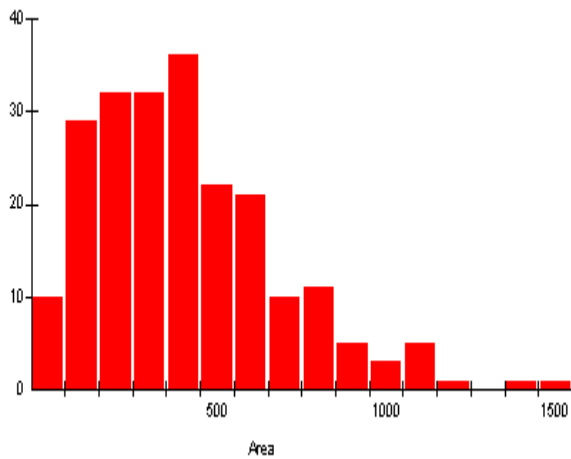
Obr. 14 Histogram kruhovitosti [1]

- **vnitřní povrch**

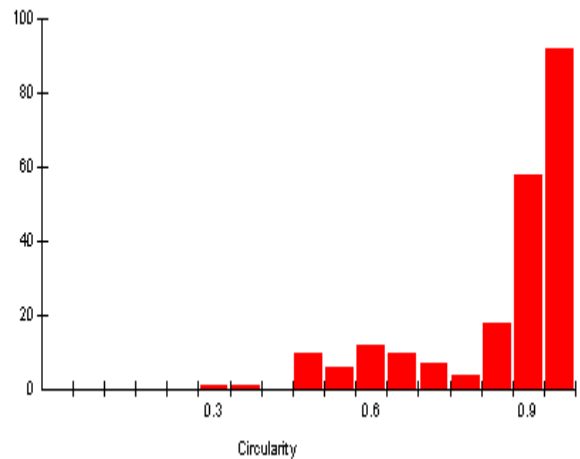
Počet snímaných polí	3
Počet objektů celkem	219
Počet objektů na jedno pole	73
Měřená plocha	899101 [ $\mu\text{m}^2$ ]
Podíl objektů na ploše	0.112177 [1]
Procentuální podíl objektů na ploše:	11,2 %

Tab. 8

Parametry	Střední hodnota	Směrodatná odchylna	Minimum	Maximum
Plocha objektu	460.54 [ $\mu\text{m}^2$ ]	278.49 [ $\mu\text{m}^2$ ]	60.012 [ $\mu\text{m}^2$ ]	1549.4 [ $\mu\text{m}^2$ ]
Kruhovitost	0.87933 [1]	0.14896 [1]	0.3313 [1]	1 [1]



Obr. 15 Histogram plochy [ $\mu\text{m}^2$ ]



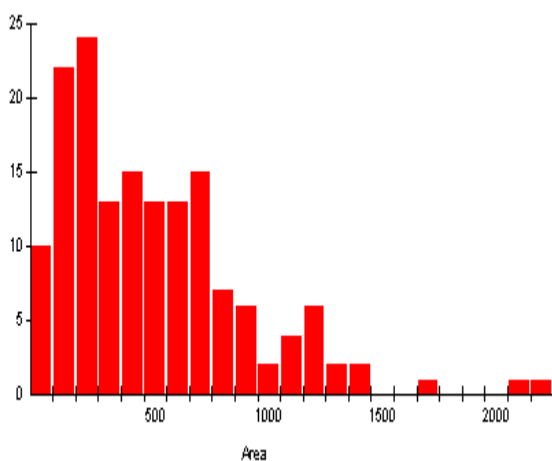
Obr. 16 Histogram kruhovitosti [1]

- **vnější povrch**

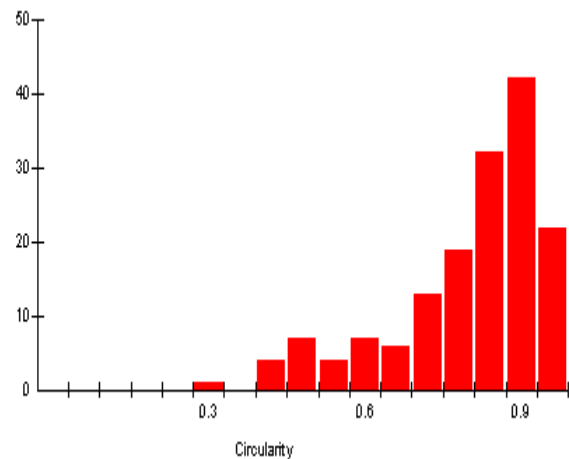
Počet snímaných polí	3
Počet objektů celkem	157
Počet objektů na jedno pole	52
Měřená plocha	899101 [ $\mu\text{m}^2$ ]
Podíl objektů na ploše	0.0949574 [1]
Procentuální podíl objektů na ploše:	9,5 %

Tab. 9

Parametry	Střední hodnota	Směrodatná odchylka	Minimum	Maximum
Plocha objektu	543.8 [ $\mu\text{m}^2$ ]	402.47 [ $\mu\text{m}^2$ ]	56.115 [ $\mu\text{m}^2$ ]	2221.2 [ $\mu\text{m}^2$ ]
Kruhovitost	0.83071 [1]	0.1438 [1]	0.3463 [1]	1 [1]



Obr. 17 Histogram plochy [ $\mu\text{m}^2$ ]



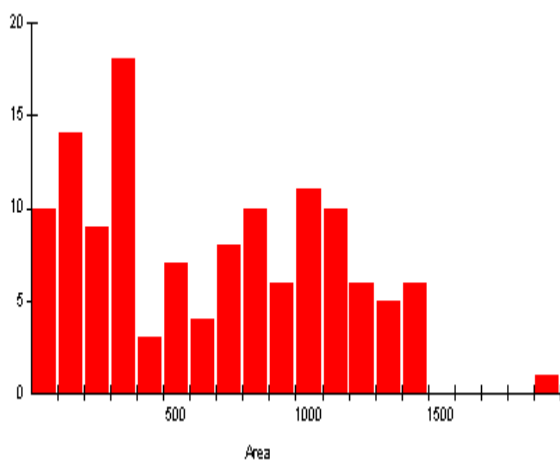
Obr. 18 Histogram kruhovitosti [1]

**Oblast 4 - střed**

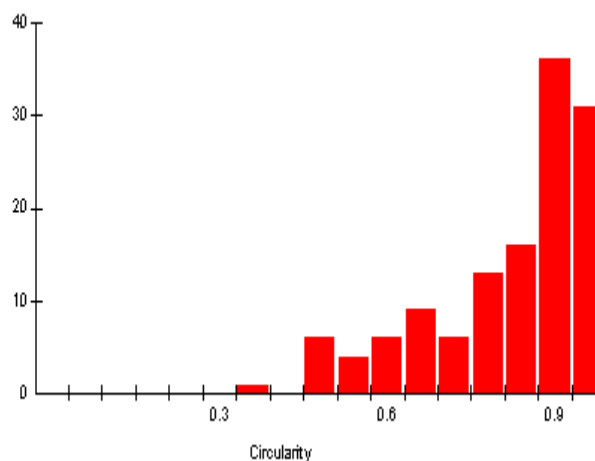
Počet snímaných polí	3
Počet objektů celkem	128
Počet objektů na jedno pole	42
Měřená plocha	899101 [ $\mu\text{m}^2$ ]
Podíl objektů na ploše	0.0972926 [1]
Procentuální podíl objektů na ploše:	9,7 %

Tab. 10

Parametry	Střední hodnota	Směrodatná odchylna	Minimum	Maximum
Plocha objektu	683.41 [ $\mu\text{m}^2$ ]	445.9 [ $\mu\text{m}^2$ ]	63.129 [ $\mu\text{m}^2$ ]	1997.5 [ $\mu\text{m}^2$ ]
Kruhovitost	0.84891 [1]	0.14229 [1]	0.39954 [1]	1 [1]



Obr. 19 Histogram plochy [ $\mu\text{m}^2$ ]



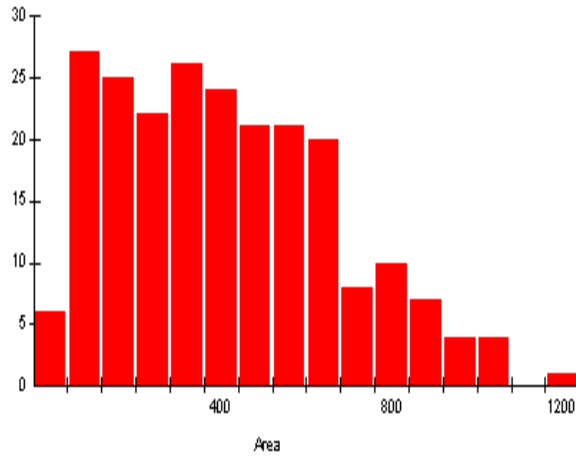
Obr. 20 Histogram kruhovitosti [1]

- **vnitřní povrch**

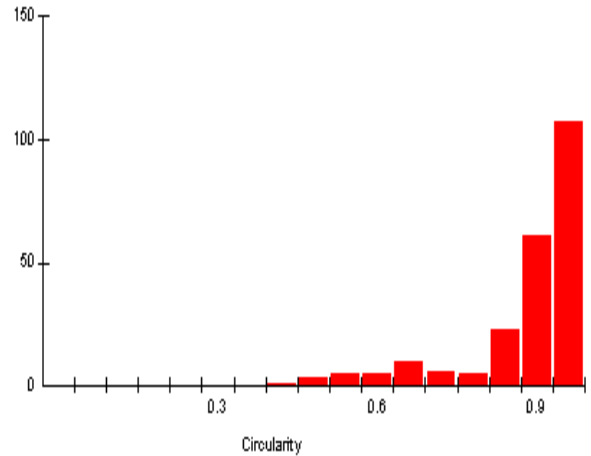
Počet snímaných polí	3
Počet objektů celkem	226
Počet objektů na jedno pole	75
Měřená plocha	899101 [ $\mu\text{m}^2$ ]
Podíl objektů na ploše	0.113452 [1]
Procentuální podíl objektů na ploše:	11,3 %

Tab. 11

Parametry	Střední hodnota	Směrodatná odchylna	Minimum	Maximum
Plocha objektu	451.35 [ $\mu\text{m}^2$ ]	258.26 [ $\mu\text{m}^2$ ]	52.218 [ $\mu\text{m}^2$ ]	1210.4 [ $\mu\text{m}^2$ ]
Kruhovitost	0.90883 [1]	0.11592 [1]	0.44183 [1]	1 [1]



Obr. 21 Histogram plochy [ $\mu\text{m}^2$ ]



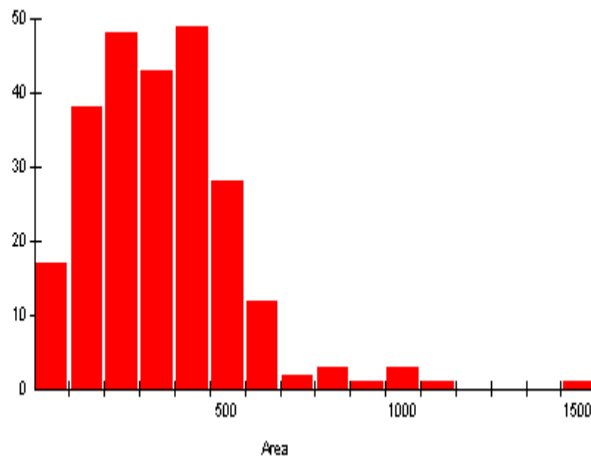
Obr. 22 Histogram kruhovitosti [1]

- **vnější povrch**

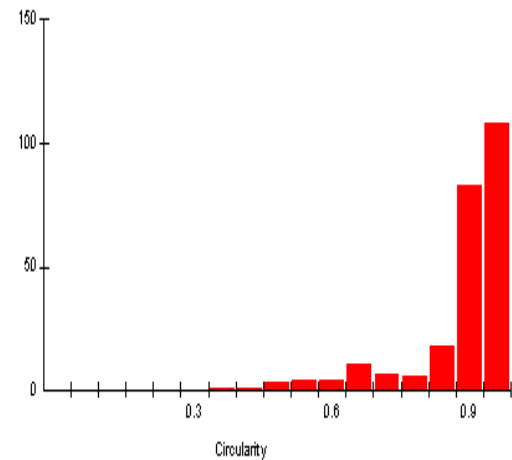
Počet snímaných polí 3  
 Počet objektů celkem 246  
 Počet objektů na jedno pole 82  
 Měřená plocha 899101 [ $\mu\text{m}^2$ ]  
 Podíl objektů na ploše 0.0999061 [1]  
 Procentuální podíl objektů na ploše: 10,0 %

Tab. 12

Parametry	Střední hodnota	Směrodatná odchylka	Minimum	Maximum
Plocha objektu	365.14 [ $\mu\text{m}^2$ ]	212.24 [ $\mu\text{m}^2$ ]	51.438 [ $\mu\text{m}^2$ ]	1526 [ $\mu\text{m}^2$ ]
Kruhovitost	0.91192 [1]	0.11334 [1]	0.39455 [1]	1 [1]

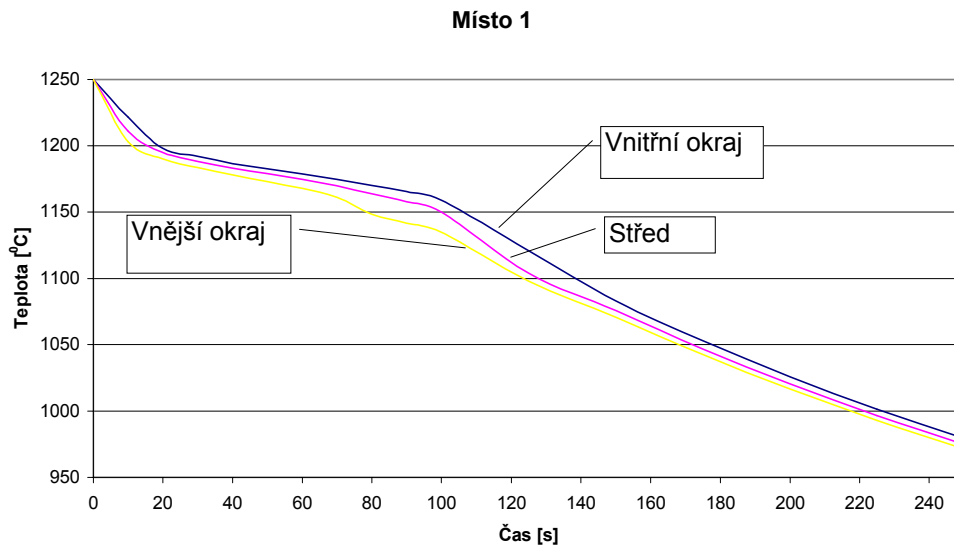


Obr. 23 Histogram plochy [ $\mu\text{m}^2$ ]

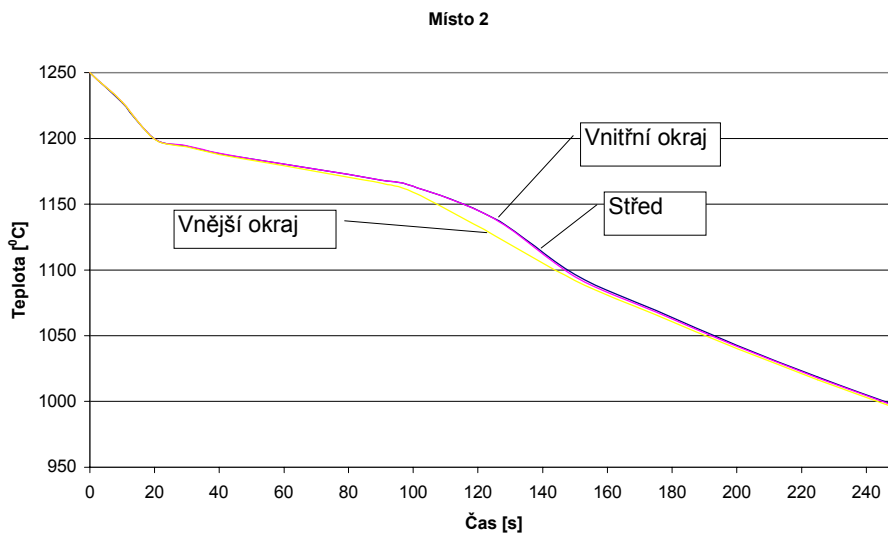


Obr. 24 Histogram kruhovitosti [1]

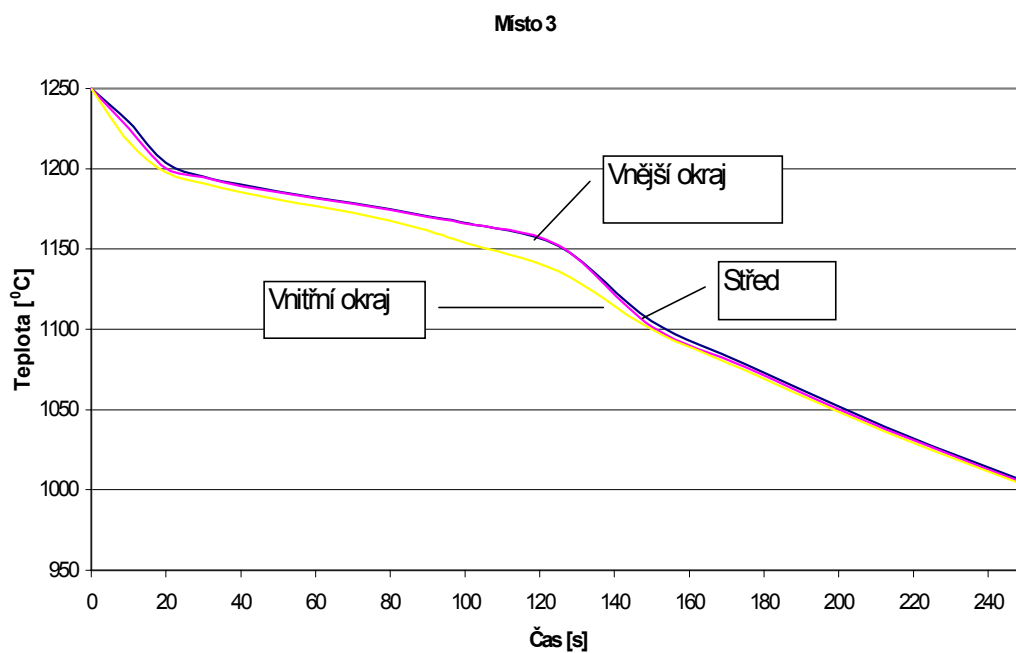
**Křivky chladnutí pro jednotlivá místa 1 až 4 na čele třmene**



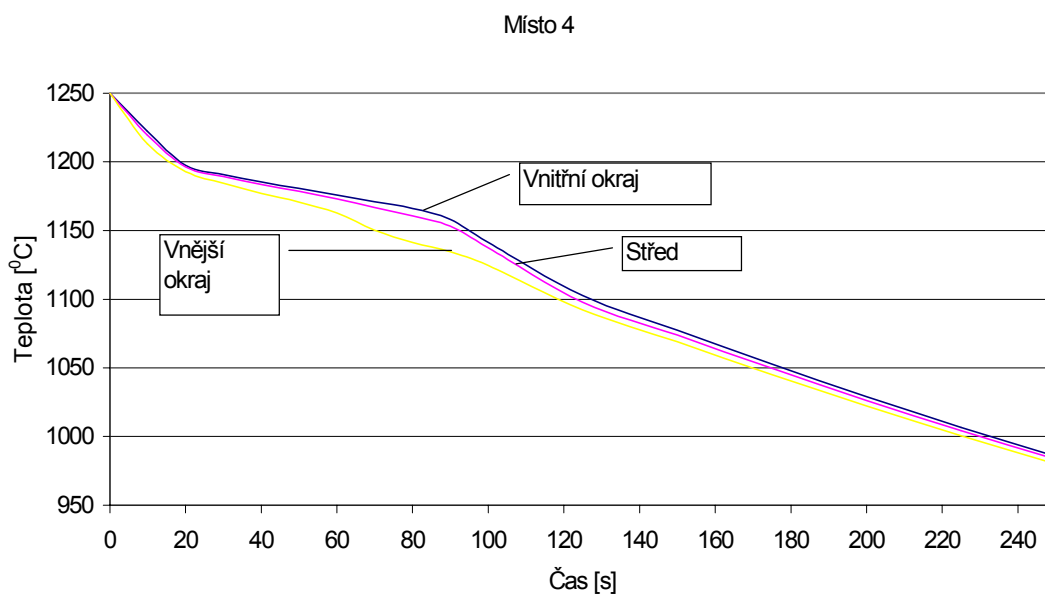
Obr. 25 Křivky chladnutí pro místo 1



Obr. 26 Křivky chladnutí pro místo 2



Obr. 27 Křivky chladnutí pro místo 3



Obr. 28 Křivky chladnutí pro místo 4

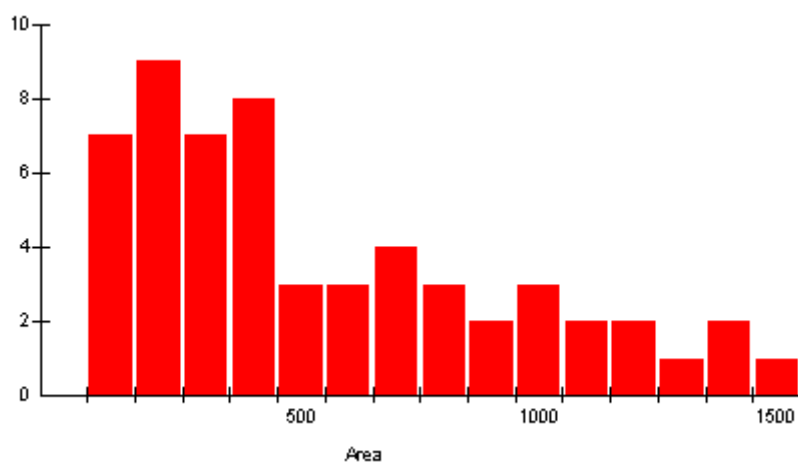
### Verifikace predikce parametrů grafitu

#### Místo A - vnitřní okraj

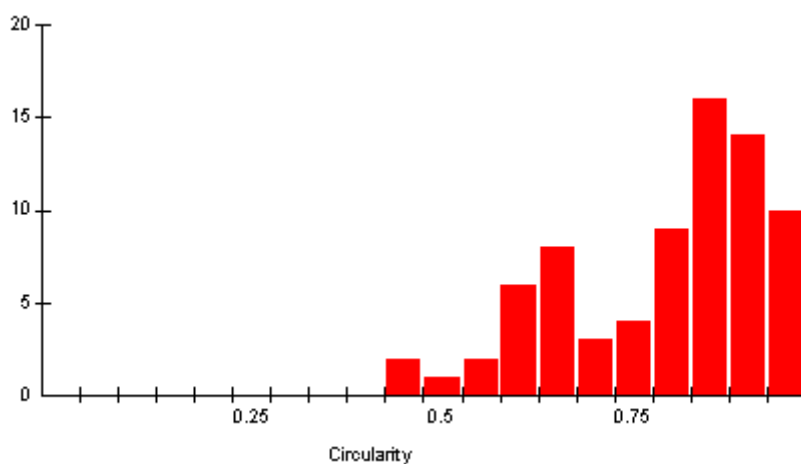
Počet snímaných polí	1
Počet objektů celkem	65
Počet objektů na jedno pole	65
Měřená plocha	261 467 [ $\mu\text{m}^2$ ]
Podíl objektů na ploše	0,91536 [1]
Procentuální podíl objektů na ploše:	9,15 %

Tab. 13

Parametry	Střední hodnota	Směrodatná odchylka	Minimum	Maximum
Plocha objektu	593,8 [ $\mu\text{m}^2$ ]	145,3 [ $\mu\text{m}^2$ ]	53,1 [ $\mu\text{m}^2$ ]	1517,8 [ $\mu\text{m}^2$ ]
Kruhovitost	0,81366 [1]	0,13156 [1]	0,47019 [1]	0,98771 [1]



Obr. 29 Histogram plochy [ $\mu\text{m}^2$ ]



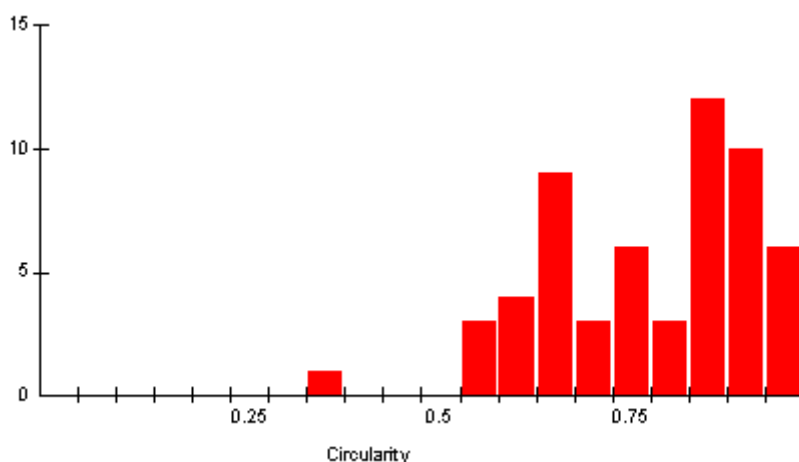
Obr. 30 Histogram kruhovitosti [1]

**Místo A - střed**

Počet snímaných polí	1
Počet objektů celkem	57
Počet objektů na jedno pole	57
Měřená plocha	261 467 [μm <sup>2</sup> ]
Podíl objektů na ploše	0,104927 [1]
Procentuální podíl objektů na ploše:	10,49 %

Tab. 14

Parametry	Střední hodnota	Směrodatná odchylna	Minimum	Maximum
Plocha objektu	592,8 [μm <sup>2</sup> ]	393,0 [μm <sup>2</sup> ]	58,8 [μm <sup>2</sup> ]	1589,7 [μm <sup>2</sup> ]
Kruhovitost	0,80089 [1]	0,12957 [1]	0,39964 [1]	0,96885 [1]



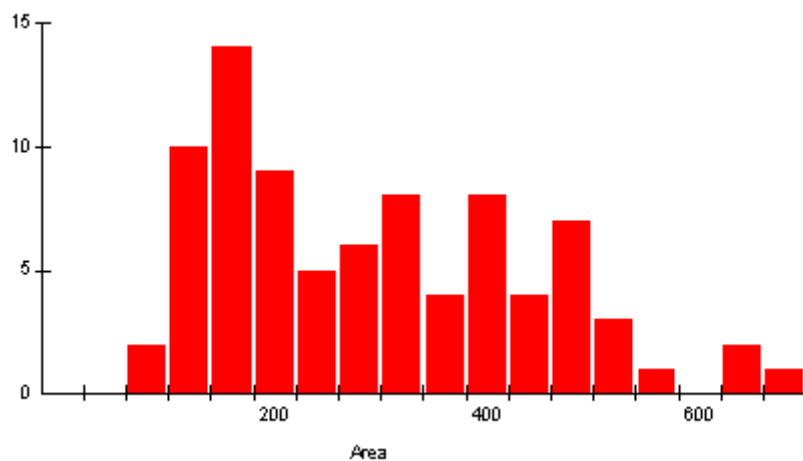
Obr. 31 Histogram kruhovitosti [1]

**Místo A - vnější okraj**

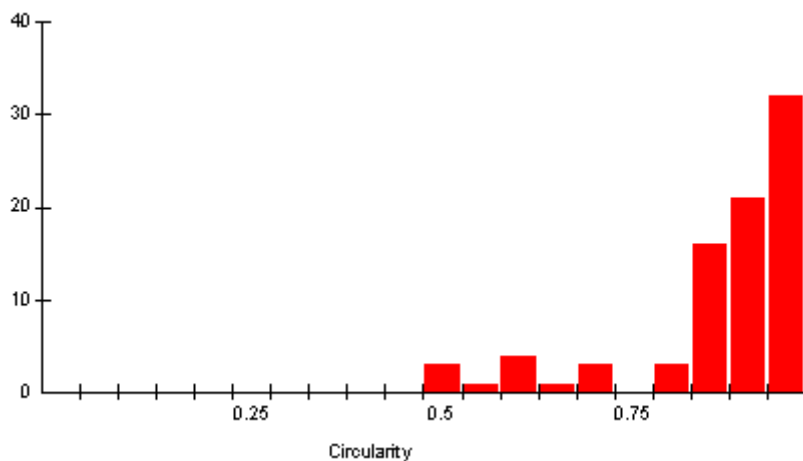
Počet snímaných polí	1
Počet objektů celkem	84
Počet objektů na jedno pole	84
Měřená plocha	261 467[μm <sup>2</sup> ]
Podíl objektů na ploše	0,12042 [1]
Procentuální podíl objektů na ploše:	12,0 %

Tab. 15

Parametry	Střední hodnota	Směrodatná odchylna	Minimum	Maximum
Plocha objektu	413,7 [μm <sup>2</sup> ]	242,0 [μm <sup>2</sup> ]	51,7 [μm <sup>2</sup> ]	681,3 [μm <sup>2</sup> ]
Kruhovitost	0,8889 [1]	0,1164 [1]	0,5353 [1]	1 [1]



Obr. 32 Histogram plochy [ $\mu\text{m}^2$ ]



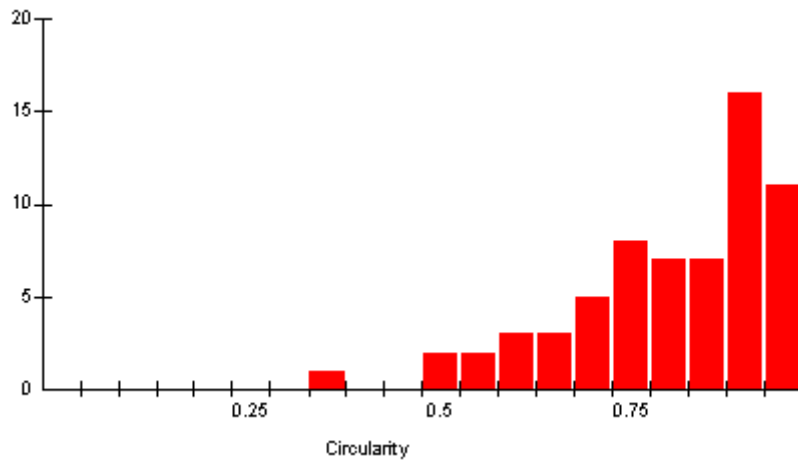
Obr. 33 Histogram kruhovitosti [1]

**Místo B - vnější okraj**

Počet snímaných polí	1
Počet objektů celkem	79
Počet objektů na jedno pole	79
Měřená plocha	299 700 [ $\mu\text{m}^2$ ]
Podíl objektů na ploše	0,1089345
Procentuální podíl objektů na ploše:	10,9 %

Tab. 16

Parametry	Střední hodnota	Směrodatná odchylka	Minimum	Maximum
Plocha objektu	350,1 [ $\mu\text{m}^2$ ]	235,9 [ $\mu\text{m}^2$ ]	61,9 [ $\mu\text{m}^2$ ]	1464,1 [ $\mu\text{m}^2$ ]
Kruhovitost	0,8370 [1]	0,1389 [1]	0,3706 [1]	1 [1]



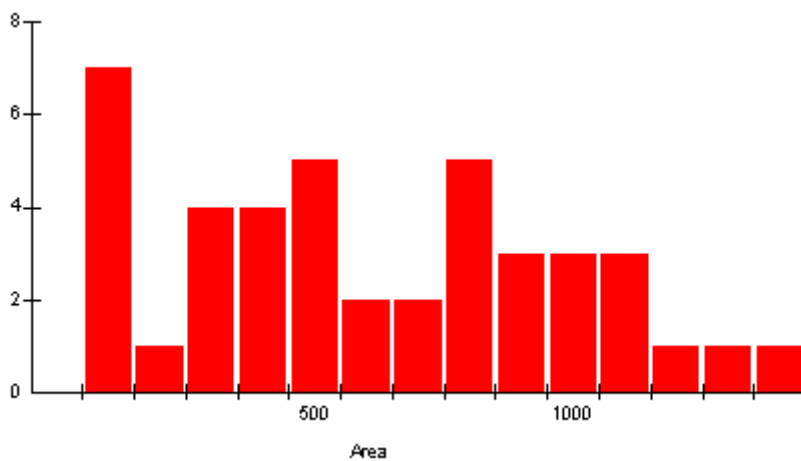
Obr. 34 Histogram kruhovitosti [1]

**Místo B - střed**

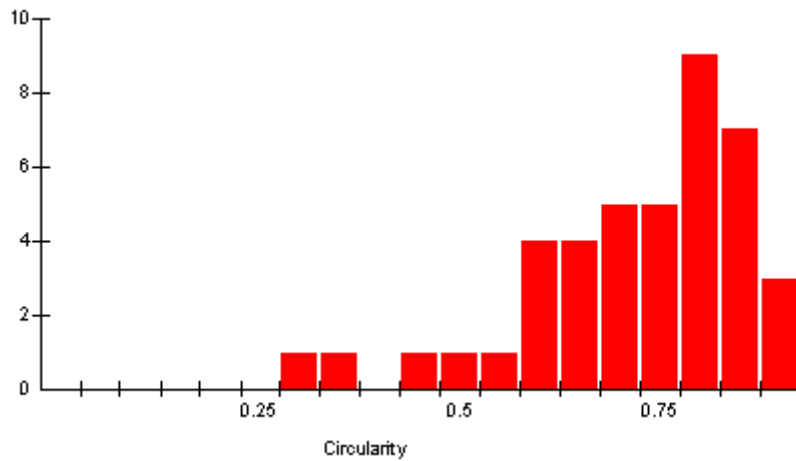
Počet snímaných polí	1
Počet objektů celkem	65
Počet objektů na jedno pole	65
Měřená plocha	261 467[ $\mu\text{m}^2$ ]
Podíl objektů na ploše	0,092509
Procentuální podíl objektů na ploše:	9,25 %

Tab. 17

Parametry	Střední hodnota	Směrodatná odchylna	Minimum	Maximum
Plocha objektu	546,7 [ $\mu\text{m}^2$ ]	376,6 [ $\mu\text{m}^2$ ]	51,3 [ $\mu\text{m}^2$ ]	1511,7 [ $\mu\text{m}^2$ ]
Kruhovitost	0,8278 [1]	0,1329 [1]	0,3134 [1]	0,9926 [1]



Obr. 35 Histogram plochy [ $\mu\text{m}^2$ ]



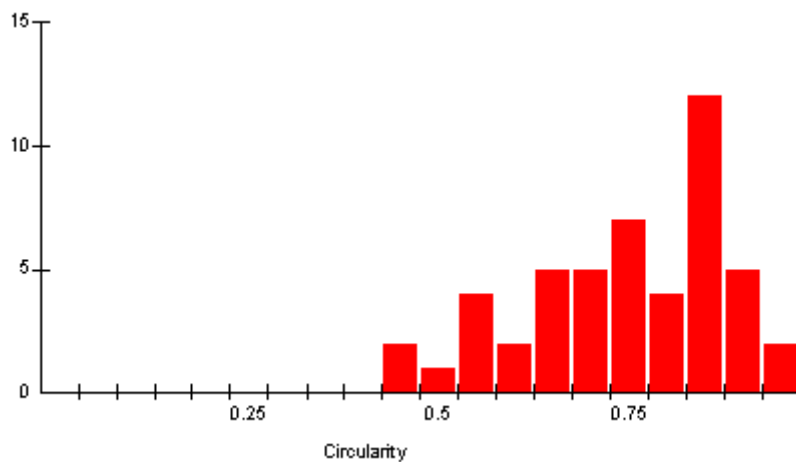
Obr. 36 Histogram kruhovitosti [1]

**Místo B - vnitřní okraj**

Počet snímaných polí	1
Počet objektů celkem	65
Počet objektů na jedno pole	65
Měřená plocha	261 467 [μm <sup>2</sup> ]
Podíl objektů na ploše	0,114337 [1]
Procentuální podíl objektů na ploše:	11,43 %

Tab. 18

Parametry	Střední hodnota	Směrodatná odchylka	Minimum	Maximum
Plocha objektu	486,6 [μm <sup>2</sup> ]	366,4 [μm <sup>2</sup> ]	53,7 [μm <sup>2</sup> ]	1549,9 [μm <sup>2</sup> ]
Kruhovitost	0,74883 [1]	0,14076 [1]	0,47658 [1]	0,93697 [1]



Obr. 37 Histogram kruhovitosti [1]