SPRAWOZDANIE Z PRACY LABORATORYJNEJ nr 0

Badanie rozkładu rzutu śnieżkami do celu

pomiary wykonano dnia ....................... jako ćwiczenie ....................... z obowiązujących .......................
Karta obliczeń do zestawu danych nr .......... 
Zawarte w karcie obliczeń tabele w zwykłym układzie sprawozdania będą występowały w części 4. 
Aby usprawnić proces liczenia najważniejsze do wykonania operacje zostały zebrane poniżej.

| $n$ | $X_i$ [cm] | $Y_i$ [cm] | $|X_i - \bar{X}|$ [cm] | $|X_i - \bar{X}|^2$ [cm$^2$] | $|Y_i - \bar{Y}|$ [cm] | $|Y_i - \bar{Y}|^2$ [cm$^2$] | $Y_i^2$ | $X_i'^2$ | $(X_i)^2$ |
|-----|-----------|-----------|----------------|-----------------|----------------|----------------|---------|----------|---------|
| 1   |           |           |                 |                 |                |                |         |          |         |
| 2   |           |           |                 |                 |                |                |         |          |         |
| 3   |           |           |                 |                 |                |                |         |          |         |
| 4   |           |           |                 |                 |                |                |         |          |         |
| 5   |           |           |                 |                 |                |                |         |          |         |

Sumy w kolumnach:

a) $\sum_{i=1}^{5} X_i = \ldots = \ldots \text{cm}$
b) $\sum_{i=1}^{5} Y_i = \ldots = \ldots \text{cm}$
c) $\sum_{i=1}^{5} (X_i - \bar{X})^2 = \ldots = \ldots \text{cm}^2$
d) $\sum_{i=1}^{5} (Y_i - \bar{Y})^2 = \ldots = \ldots \text{cm}^2$
e) $\sum_{i=1}^{5} Y_i^2 = \ldots = \ldots \text{cm}^2$
f) $\sum_{i=1}^{5} (X_i Y_i) = \ldots = \ldots \text{cm}^2$
g) $\sum_{i=1}^{5} (X_i)^2 = \ldots = \ldots \text{cm}^2$

$h) \bar{X} = \frac{1}{5} \left( \sum_{i=1}^{n} X_i \right) = \ldots = \ldots \text{cm}$

$k) \bar{Y} = \frac{1}{5} \left( \sum_{i=1}^{n} Y_i \right) = \ldots = \ldots \text{cm}$

$i) u(\bar{X}) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{5} (X_i - \bar{X})^2}{4 \cdot 5}} = \ldots = \ldots \text{cm}$

$l) u(\bar{Y}) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{5} (Y_i - \bar{Y})^2}{4 \cdot 5}} = \ldots = \ldots \text{cm}$

$m) a = \frac{\left\{ \sum_{i=1}^{5} X_i \right\} \left\{ \sum_{i=1}^{5} Y_i \right\} - \left\{ \sum_{i=1}^{5} X_i Y_i \right\}}{\left\{ \sum_{i=1}^{5} X_i^2 \right\} - 5 \cdot \left\{ \sum_{i=1}^{5} X_i \right\}^2} = \ldots \text{cm}^{-1}$

$n) b = \frac{\left\{ \sum_{i=1}^{5} X_i \right\} \left\{ \sum_{i=1}^{5} Y_i \right\} - \left\{ \sum_{i=1}^{5} Y_i \right\} \left\{ \sum_{i=1}^{5} X_i \right\}}{\left\{ \sum_{i=1}^{5} X_i^2 \right\} - 5 \cdot \left\{ \sum_{i=1}^{5} X_i \right\}^2} = \ldots \text{cm}^{-1}$
2.1 Cele ćwiczenia:

a) ustalenie czy celowano do środka elementu płotu,
b) ustalenie czy celowano do wycinka paraboli widocznego na elemencie płotu,
c) opanowanie umiejętności opracowania danych doświadczalnych.

2.2 Wielkości znane, mierzone i wyznaczane w ćwiczeniu

a) Wielkości znane:

b) wielkości mierzne:

metodą bezpośrednią mierzymy.................................................................

metodą pośrednią (różnicową, przez podstawienie, zerową mostkową, zerową kompensacyjną) mierzymy..............


c) niepewności wielkości wyznaczone będą metodą (typu A / B; standardową / standardową złożoną):


2.3 Inne informacje

Widok elementu płot bez trafień śnieżkami:

a) dwa kątowniki łączące narożniki płotu, tworzące krzyż ze środkiem w środku elementu płotu,
b) wycinek paraboli o równaniu \( y = x^2 \) (gdzie \( x \ [m] \)) z wierzchołkiem w dolnym lewym narożniku płotu, powstały z pomalowania płotu na dwa kolory.
Wykres Y(X) położenia śladów trafień śnieżkami w element płotu
Wykres wykonujemy na papierze milimetrowym nanosząc: a) punkty pomiarowe i ich niepewności maksymalne (krzyże); b) wartości średnie $\bar{X}$ i $\bar{Y}$ i ich niepewności rozszerzone (prostokąt) wyznaczone w części 4.
3. KARTA POMIARÓW DO ĆWICZENIA nr 0
Kolejność punktów na tej stronie została odwrócona by lepiej zrozumieć istotę ćwiczenia bez wprowadzenia teoretycznego.

3.3 Uwagi o warunkach wykonania pomiarów.
Na elemencie płotu widać:
a) dwa kątowniki łączące narożniki płotu, tworzące krzyż ze środkiem w środku elementu płotu,
b) wycinek paraboli o równaniu y=x^2 (gdzie x [m]) z wierzchołkiem w dolnym lewym narożniku płotu, powstały z pomalowania płotu na dwa kolory,
c) 5 śladów po trafieniach śnieżkami.
Wszystkie boki płotu zmierzono za pomocą stalowej miarki o długości 2 m wycechowanej w temperaturze 20 C. Uzyskano za każdym razem wynik 1,5 m. Przyjęto, że płot ma kształt kwadratu.
Odczytano temperaturę -5 C za pomocą termometru zaokrąglonego.
Wprowadzono kartezjański układ współrzędnych OXY z początkiem w dolnym lewym rogu płotu.

3.2 Pomiary i uwagi do nich.
Niniejszy zróżnicowany zestaw danych został przygotowany dla grupy liczącej maksymalnie 36 osób.
W zamieszczonych poniżej tabelach każda z osób ćwiczących musi odnaleźć swój numer na liście grupy.
Kolumny z kolejnych tabel zawierają informacje na temat współrzędnych punktów trafienia śnieżkami w element płotu (X, Y) wyrażone w centymetrach. Kolumny właściwe dla osoby ćwiczącej należy przepisać do Karty obliczeń.

3.1 Parametry
Ponadto, do dalszego stosowania, przyjęto poniższe wartości:
- maksymalną niepewność pomiarową $\Delta X = 1$ cm
- maksymalną niepewność pomiarową $\Delta Y = 1$ cm

<table>
<thead>
<tr>
<th>nr</th>
<th>X</th>
<th>Y</th>
<th>X</th>
<th>Y</th>
<th>X</th>
<th>Y</th>
<th>X</th>
<th>Y</th>
<th>X</th>
<th>Y</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>1</td>
<td>10</td>
<td>15</td>
<td>52</td>
<td>15</td>
<td>90</td>
<td>15</td>
<td>143</td>
<td>13</td>
<td>100</td>
<td>14</td>
</tr>
<tr>
<td>2</td>
<td>20</td>
<td>22</td>
<td>63</td>
<td>20</td>
<td>104</td>
<td>20</td>
<td>133</td>
<td>25</td>
<td>93</td>
<td>25</td>
</tr>
<tr>
<td>3</td>
<td>34</td>
<td>32</td>
<td>71</td>
<td>32</td>
<td>112</td>
<td>30</td>
<td>120</td>
<td>35</td>
<td>84</td>
<td>31</td>
</tr>
<tr>
<td>4</td>
<td>45</td>
<td>42</td>
<td>84</td>
<td>44</td>
<td>125</td>
<td>42</td>
<td>115</td>
<td>43</td>
<td>72</td>
<td>43</td>
</tr>
<tr>
<td>5</td>
<td>53</td>
<td>54</td>
<td>93</td>
<td>53</td>
<td>135</td>
<td>53</td>
<td>101</td>
<td>53</td>
<td>63</td>
<td>52</td>
</tr>
</tbody>
</table>

<table>
<thead>
<tr>
<th>nr</th>
<th>X</th>
<th>Y</th>
<th>X</th>
<th>Y</th>
<th>X</th>
<th>Y</th>
<th>X</th>
<th>Y</th>
<th>X</th>
<th>Y</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>7</td>
<td>10</td>
<td>53</td>
<td>53</td>
<td>50</td>
<td>91</td>
<td>51</td>
<td>144</td>
<td>50</td>
<td>100</td>
<td>54</td>
</tr>
<tr>
<td>2</td>
<td>20</td>
<td>60</td>
<td>60</td>
<td>61</td>
<td>100</td>
<td>62</td>
<td>133</td>
<td>61</td>
<td>94</td>
<td>60</td>
</tr>
<tr>
<td>3</td>
<td>30</td>
<td>70</td>
<td>73</td>
<td>72</td>
<td>110</td>
<td>73</td>
<td>123</td>
<td>71</td>
<td>82</td>
<td>73</td>
</tr>
<tr>
<td>4</td>
<td>43</td>
<td>81</td>
<td>85</td>
<td>84</td>
<td>125</td>
<td>85</td>
<td>115</td>
<td>80</td>
<td>72</td>
<td>84</td>
</tr>
<tr>
<td>5</td>
<td>50</td>
<td>95</td>
<td>93</td>
<td>91</td>
<td>133</td>
<td>93</td>
<td>104</td>
<td>90</td>
<td>63</td>
<td>95</td>
</tr>
</tbody>
</table>

<table>
<thead>
<tr>
<th>nr</th>
<th>X</th>
<th>Y</th>
<th>X</th>
<th>Y</th>
<th>X</th>
<th>Y</th>
<th>X</th>
<th>Y</th>
<th>X</th>
<th>Y</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>13</td>
<td>11</td>
<td>94</td>
<td>53</td>
<td>90</td>
<td>94</td>
<td>92</td>
<td>143</td>
<td>91</td>
<td>101</td>
<td>91</td>
</tr>
<tr>
<td>2</td>
<td>24</td>
<td>100</td>
<td>60</td>
<td>104</td>
<td>102</td>
<td>100</td>
<td>131</td>
<td>102</td>
<td>92</td>
<td>102</td>
</tr>
<tr>
<td>3</td>
<td>33</td>
<td>113</td>
<td>71</td>
<td>111</td>
<td>113</td>
<td>114</td>
<td>122</td>
<td>110</td>
<td>84</td>
<td>113</td>
</tr>
<tr>
<td>4</td>
<td>41</td>
<td>122</td>
<td>84</td>
<td>124</td>
<td>122</td>
<td>124</td>
<td>112</td>
<td>124</td>
<td>73</td>
<td>125</td>
</tr>
<tr>
<td>5</td>
<td>53</td>
<td>134</td>
<td>93</td>
<td>134</td>
<td>133</td>
<td>133</td>
<td>101</td>
<td>135</td>
<td>65</td>
<td>133</td>
</tr>
</tbody>
</table>

<table>
<thead>
<tr>
<th>nr</th>
<th>X</th>
<th>Y</th>
<th>X</th>
<th>Y</th>
<th>X</th>
<th>Y</th>
<th>X</th>
<th>Y</th>
<th>X</th>
<th>Y</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>30</td>
<td>11</td>
<td>94</td>
<td>53</td>
<td>90</td>
<td>94</td>
<td>92</td>
<td>143</td>
<td>91</td>
<td>101</td>
<td>91</td>
</tr>
<tr>
<td>2</td>
<td>24</td>
<td>100</td>
<td>60</td>
<td>104</td>
<td>102</td>
<td>100</td>
<td>131</td>
<td>102</td>
<td>92</td>
<td>102</td>
</tr>
<tr>
<td>3</td>
<td>33</td>
<td>113</td>
<td>71</td>
<td>111</td>
<td>113</td>
<td>114</td>
<td>122</td>
<td>110</td>
<td>84</td>
<td>113</td>
</tr>
<tr>
<td>4</td>
<td>41</td>
<td>122</td>
<td>84</td>
<td>124</td>
<td>122</td>
<td>124</td>
<td>112</td>
<td>124</td>
<td>73</td>
<td>125</td>
</tr>
<tr>
<td>5</td>
<td>53</td>
<td>134</td>
<td>93</td>
<td>134</td>
<td>133</td>
<td>133</td>
<td>101</td>
<td>135</td>
<td>65</td>
<td>133</td>
</tr>
</tbody>
</table>

3.1 Parametry
Ponadto, do dalszego stosowania, przyjęto poniższe wartości:
- maksymalną niepewność pomiarową $\Delta X = 1$ cm
- maksymalną niepewność pomiarową $\Delta Y = 1$ cm

dr inż. Konrad Zubko, 30.11.2015
Wykres \( Y'(X') \) położenia śladów trafień śnieżkami w element płotu

Wykres we współrzędnych \( X' = X, \ Y' = \sqrt{Y} \) wykonujemy na papierze milimetrowym nanosząc: a) punkty pomiarowe bez niepewności; b) prostą wyznaczoną metodą aproksymacji liniowej z podaniem jej równania wyznaczonego w części 4.
4. OPRACOWANIE ĆWICZENIA nr 0
W większości punktów korzystamy z wartości wyznaczonych w Karcie obliczeń.

4.1 Obliczenia do ustalenia, czy celem rzutu był środek płotu
4.1.1 Wartość teoretyczna wielkości \( X \) \( X_{\text{teoret}} = \ldots \text{cm} \)

4.1.2 Wartość średnia wielkości \( X \) \( \bar{X} = \ldots \text{cm} \)

4.1.3 Wartość niepewności standardowej wielkości \( \bar{X} \) \( u(\bar{X}) = \ldots \text{cm} \)

4.1.4 Wartość niepewności standardowej złożonej wielkości \( \bar{X} \) \( u_c(\bar{X}) = \ldots \text{cm} \)

4.1.5 Wartość niepewności względnej wielkości \( \bar{X} \) \( u_{c,r}(\bar{X}) = \frac{u_c(\bar{X})}{\bar{X}} = \ldots \)

4.1.6 Wartość niepewności rozszerzonej wielkości \( \bar{X} \) \( U(\bar{X}) = 2 \cdot u_c(\bar{X}) = \ldots \text{cm} \)

4.1.7 Wyniki są skupione wokół wartości średniej jeżeli poniższa relacja jest prawdziwa (podstawić wartości)
\[ |X_{\text{max}} - X_{\text{min}}| < U(\bar{X}) \]

4.1.8 Wyniki są skupione wokół wartości teoretycznej jeżeli poniższa relacja jest prawdziwa (podstawić wartości)
\[ |\bar{X} - X_{\text{teoret}}| < U(\bar{X}) \]

4.1.11 Wartość teoretyczna wielkości \( Y \) \( Y_{\text{teoret}} = \ldots \text{cm} \)

4.1.12 Wartość średnia wielkości \( Y \) \( \bar{Y} = \ldots \text{cm} \)

4.1.13 Wartość niepewności standardowej wielkości \( \bar{Y} \) \( u(\bar{Y}) = \ldots \text{cm} \)

4.1.14 Wartość niepewności standardowej złożonej wielkości \( \bar{Y} \) \( u_c(\bar{Y}) = \ldots \text{cm} \)

4.1.15 Wartość niepewności względnej wielkości \( \bar{Y} \) \( u_{c,r}(\bar{Y}) = \frac{u_c(\bar{Y})}{\bar{Y}} = \ldots \)

4.1.16 Wartość niepewności rozszerzonej wielkości \( \bar{Y} \) \( U(\bar{Y}) = 2 \cdot u_c(\bar{Y}) = \ldots \text{cm} \)

4.1.17 Wyniki są skupione wokół wartości średniej jeżeli poniższa relacja jest prawdziwa (podstawić wartości)
\[ |Y_{\text{max}} - Y_{\text{min}}| < U(\bar{Y}) \]

4.1.18 Wyniki są skupione wokół wartości teoretycznej jeżeli poniższa relacja jest prawdziwa (podstawić wartości)
\[ |\bar{Y} - Y_{\text{teoret}}| < U(\bar{Y}) \]
4.2 Obliczenia do ustalenia, czy celem rzutu był wycinek paraboli

4.2.1 Wyznaczenie metodą aproksymacji liniowej Gaussa parametrów prostej y = ax + b w układzie Y'(X'):

a) wartość średnia współczynnika kierunkowego a
\[ \bar{a} = \ldots \ldots \cdot \text{cm}^{-1/2} \]

b) wartość wyrazu wolnego b
\[ \bar{b} = \ldots \ldots \cdot \text{cm}^{1/2} \]

c) Tak wyznaczoną prostą należy nanieść na wykres na wykresie Y'(X') z podaniem jej równania.

d) Określenie wartości teoretycznych współczynników a_{teoret} = \ldots \ldots [\ldots \ldots], b_{teoret} = \ldots \ldots [\ldots \ldots]

Jeżeli realizujemy ćwiczenie w trakcie zajęć laboratoryjnych nie wykonujemy obliczeń z punktów 4.2.2 - 4.2.4 oraz nie poddajemy ich analizie. Realizując poniższe punkty należy przeprowadzić rachunek jednostek wyznaczanych wielkości.

4.2.2 Dodatkowe obliczenia do metody aproksymacji liniowej Gaussa:

a) wartość niepewności współczynnika kierunkowego a
\[ \sigma_a = \sqrt{\frac{1}{5-2} \left( \frac{\sum_{i=1}^{5} Y_i^2}{5} - \bar{a} \left( \frac{\sum_{i=1}^{5} X_i Y_i}{5} \right) \right)^2} = \frac{1,666}{5} \left( \ldots \ldots \right)^2 \]

b) wartość niepewności wyrazu wolnego b
\[ \sigma_b = \frac{\sum_{i=1}^{5} X_i^2}{5} = \ldots \ldots \cdot \left( \ldots \ldots \right) \]

c) wartość współczynnika R^2 (do wpisania na wykresie Y'(X'))
\[ R^2 = \frac{\sum_{i=1}^{5} (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})^2}{\sum_{i=1}^{5} (X_i - \bar{X})^2 \cdot \sum_{i=1}^{5} (Y_i - \bar{Y})^2} = \ldots \ldots [\ldots \ldots] \]

4.2.3 Wyniki są skupione wokół teoretycznej jeżeli poniższa relacja jest prawdziwa (podstawić wartości)
\[ |\bar{a} - a_{teoret}| < U'(|\bar{a}|) \]

4.2.4 Wyniki są skupione wokół teoretycznej jeżeli poniższa relacja jest prawdziwa (podstawić wartości)
\[ |\bar{b} - b_{teoret}| < U'(|\bar{b}|) \]
5. PODSUMOWANIE ĆWICZENIA nr 0

5.1 Zestawienie zaokrąglonych wartości wyznaczonych wielkości:

<table>
<thead>
<tr>
<th>Parametr X</th>
<th>Parametr Y</th>
<th>Parametr a prostej</th>
<th>Parametr b prostej</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Wartość średnia</td>
<td>( \bar{X} = )</td>
<td>( \bar{Y} = )</td>
<td>( \bar{a} = )</td>
</tr>
<tr>
<td>Niepewność standardowa</td>
<td>( u_c(\bar{X}) = )</td>
<td>( u_c(\bar{Y}) = )</td>
<td>( u_c(\bar{a}) = )</td>
</tr>
<tr>
<td>Niepewność względna</td>
<td>( u_{cr}(\bar{X}) = )</td>
<td>( u_{cr}(\bar{Y}) = )</td>
<td>( u_{cr}(\bar{a}) = )</td>
</tr>
<tr>
<td>Niepewność rozszerzona</td>
<td>( U(\bar{X}) = )</td>
<td>( U(\bar{Y}) = )</td>
<td>( U(\bar{a}) = )</td>
</tr>
<tr>
<td>Wartość teoretyczna</td>
<td>( X_{\text{teoret}} = )</td>
<td>( Y_{\text{teoret}} = )</td>
<td>( a_{\text{teoret}} = )</td>
</tr>
</tbody>
</table>

Zestaw danych nr

5.2 Analiza rezultatów:

5.2.a.1 Który z parametrów (ilość powtórzeń czy niepewność pomiarowa wielkość X) miał większy wpływ na niepewność złożoną \( u_c(\bar{X}) \) wyznaczenia składowej X punktu celowania?

5.2.a.2 Który z parametrów (ilość powtórzeń czy niepewność pomiarowa wielkość Y) miał większy wpływ na niepewność złożoną \( u_c(\bar{Y}) \) wyznaczenia składowej Y punktu celowania?

5.2.a.3 Który z parametrów (niepewność złożona wielkości X albo Y) miała większy wpływ na niepewność wyznaczenia położenia punktu celowania?

5.2.b.1 Czy niepewności względne \( u_{cr}(\bar{X}), u_{cr}(\bar{Y}) \) są duże czy małe (granicą umowną jest wartość 0,1)? Wyciągnąć wnioski na temat występowania błędów grubych, systematycznych i przypadkowych.

5.2.c.1 Czy w punktach 4.1.7, 4.1.17 spełnione są relacje świadczące o skupieniu wyników wokół wartości średniej? Wyciągnąć wnioski o występowaniu błędów grubych, systematycznych i przypadkowych.

5.2.c.2 Czy w punktach 4.1.8, 4.1.18 spełnione są relacje świadczące o skupieniu wyników wokół wartości teoretycznej? Wyciągnąć wnioski o występowaniu błędów grubych, systematycznych i przypadkowych.
5.2.c.3 Czy w punkcie 4.2.3 spełnione są relacje świadczące o skupieniu wyników wokół teoretycznej wartości współczynnika kierunkowego prostej? Wyciągnąć wnioski o występowaniu błędów grubych, systematycznych i przypadkowych.

5.2.c.4 Czy w punkcie 4.2.4 spełnione są relacje świadczące o skupieniu wyników wokół teoretycznej wartości wyrazu wolnego prostej? Wyciągnąć wnioski o występowaniu błędów grubych, systematycznych i przypadkowych.

5.2.d.1 Na bazie wykresu Y(X) wyciągnąć wnioski na temat celowania: a) w środek elementu płotu, b) do linii będącej wycinkiem paraboli oraz występowania w tym przypadku błędów grubych, systematycznych i przypadkowych:

5.2.d.2 Na bazie wykresu Y'(X') wyciągnąć wnioski na temat celowania do linii będącej wycinkiem paraboli oraz występowania w tym przypadku błędów grubych, systematycznych i przypadkowych:

5.2.d.3 Na bazie wartości współczynnika $R^2$ z punktu 4.2.4.c) wyciągnąć wnioski na temat celowania do linii będącej wycinkiem paraboli oraz występowania w tym przypadku błędów grubych, systematycznych i przypadkowych.
5.3 Synteza rezultatów:

5.3.1 Czy otrzymane rezultaty wskazują na celowanie śnieżkami w środek płotu, czy w wycinek paraboli widoczny na płocie? Co miało największy wpływ na niepewność wyznaczonych wielkości?

...................................................................................................................................................................................
...................................................................................................................................................................................
...................................................................................................................................................................................
...................................................................................................................................................................................
...................................................................................................................................................................................
...................................................................................................................................................................................
...................................................................................................................................................................................
...................................................................................................................................................................................

5.3.2 Podać, czy w przyjętym modelu celowania (środek elementu płotu / wycinek paraboli) wystąpiły błędy grube, systematyczne i przypadkowe (gdzie są widoczne, jaki mogą być ich przyczyny)?

...................................................................................................................................................................................
...................................................................................................................................................................................
...................................................................................................................................................................................
...................................................................................................................................................................................
...................................................................................................................................................................................
...................................................................................................................................................................................
...................................................................................................................................................................................
...................................................................................................................................................................................
...................................................................................................................................................................................
...................................................................................................................................................................................

5.3.3 Cele ćwiczenia a), b), c) zostały lub nie zostały osiągnięte ponieważ:

a) ..............................................................................................................................................................................
...................................................................................................................................................................................
...................................................................................................................................................................................
...................................................................................................................................................................................
...................................................................................................................................................................................
...................................................................................................................................................................................

b) ..............................................................................................................................................................................
...................................................................................................................................................................................
...................................................................................................................................................................................
...................................................................................................................................................................................
...................................................................................................................................................................................
...................................................................................................................................................................................


c) ...............................................................................................................................................................................
...................................................................................................................................................................................
...................................................................................................................................................................................
...................................................................................................................................................................................
...................................................................................................................................................................................
...................................................................................................................................................................................