



**POLITECHNIKA
BYDGOSKA**
Wydział Telekomunikacji,
Informatyki i Elektrotechniki

„POLTELEINFO”
Ogólnopolska Olimpiada Liderów Telekomunikacji i Informatyki
Rok szkolny 2022/2023

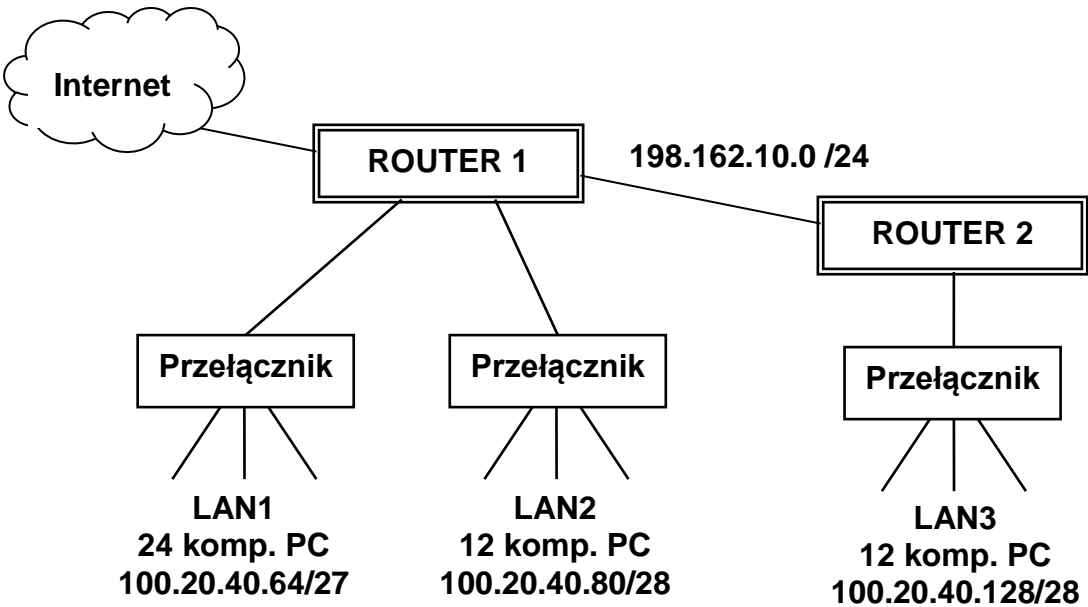
Zadania dla grupy telekomunikacyjnej na zawody III stopnia

Instrukcja dla zdającego

1. Czas trwania zawodów: 120 minut.
2. III stopień Olimpiady zawiera 6 zadań otwartych.
3. Należy podać poprawną odpowiedź wraz z tokiem rozwiązania.
4. Za każdą prawidłową odpowiedź uzyskuje się maksymalnie 10 punktów. Maksymalna liczba punktów do zdobycia za 6 zadań to 60 punktów.
5. Można korzystać z przyborów do pisania, rozdawanych kart czystopisu i brudnopisu, kalkulatorów i tablic matematycznych. Korzystanie z notebooków, tabletów, telefonów komórkowych, smartfonów, smartwatchy, kalkulatorów programowalnych, itp. jest zabronione.

Życzymy powodzenia!

Lp.	Zadanie
1.	<p>Wyznaczyć odległość horyzontu radiowego d_h [km], jeżeli wysokość zawieszenia anteny nadawczej $h_N = 15$ m, wysokość zawieszenia anteny odbiorczej $h_O = 8$ m, zaś częstotliwość robocza $f = 156$ MHz. Propagacja odbywa się nad morzem, polaryzacja pionowa. Pozorne wzniesienie anteny wynosi $h_m = 7,4$ m.</p> <p>Odpowiedź:</p> $d_h \text{ [km]} = 4,12 (\sqrt{h_1 \text{ [m]}} + \sqrt{h_2 \text{ [m]}})$ $h_1 = \sqrt{h_N^2 + h_m^2} = 16,7 \text{ m}$ $h_2 = \sqrt{h_O^2 + h_m^2} = 10,9 \text{ m}$ $d_h = 30,44 \text{ km}$
2.	<p>Wyznaczyć tłumienie mocy sygnału w wolnej przestrzeni L_s [dB], na drodze od Ziemi do granic Układu Słonecznego, przyjmując że odległość ta wynosi w przybliżeniu $d \approx 17,8$ mld km, dla częstotliwości roboczej $f = 2$ GHz.</p> <p>Wyznaczyć długość kabla koncentrycznego, którego tłumienność jednostkowa $k = 0,08$ dB/m, zapewniającego analogiczne tłumienie sygnału.</p>

	<p>Odpowiedź:</p> <p>$L_s = (4\pi d / \lambda)^2$ stąd $L_s[\text{dB}] = 303,5 \text{ dB}$ Długość kabla o analogicznym tłumieniu: $l = L_s / k = 3,79 \text{ km}$</p>
3.	<p>W wielu systemach bezprzewodowych, w tym m.in. Wi-Fi (802.11a, 802.11g, 802.11n), WiMax (802.16) oraz DVB-T i LTE transmisja danych jest realizowana w postaci równoległych strumieni symboli wielowartościowych modulacji cyfrowych przy zastosowaniu techniki transmisji OFDM. W technice tej do transmisji symboli wykorzystuje się wiele ortogonalnych częstotliwości podnośnych.</p> <p>Wyznaczyć odstęp między częstotliwościami ortogonalnymi podnośnych Δf_p jeżeli czas trwania symbolu T_s wynosi $T_s = T_g + T_u = 72 \mu\text{s}$, gdzie T_u jest czasem użytecznym trwania symbolu a czas ochronny wynosi $T_g = 8 \mu\text{s}$.</p> <p>Ortogonalność nośnych musi być zapewniona dla użytecznej części symbolu.</p>
	<p>Odpowiedź:</p> <p>$\Delta f_p = 1 / T_u = 1 / 64 \mu\text{s} = 15,625 \text{ kHz}$</p>
4.	<p>Jak długi czas w ciągu jednej godziny poświęca średnio użytkownik na rozmowy telefoniczne, jeżeli średnie natężenie ruchu użytkownika wynosi $A_u = 0,03 \text{ E}$?</p>
	<p>Odpowiedź:</p> <p>Natężenie ruchu użytkownika to ułamek czasu, przez jaki korzysta on z systemu, zatem $H = 0,03 \text{ E} \cdot 60 \text{ min} = 0,03 [\text{s/s}] \cdot 60 \text{ min} = 1,8 \text{ min} = 108 \text{ s}$ Można też skorzystać ze wzoru $A_u = \lambda \cdot H$, gdzie λ – średnia liczba połączeń w jednostce czasu, H – średni czas trwania połączenia; Przyjmując $\lambda = 1 / 60 \text{ min}$, otrzymujemy: $H = A_u / \lambda = 0,03 \text{ E} \cdot 60 \text{ min} = 1,8 \text{ min} = 108 \text{ s}$</p>
5.	<p>Administrator sporządził szkic podziału publicznych adresów IP 100.20.40.64/26 na trzy podsieci, przy czym do łącza między ruterami postanowił wykorzystać adresy prywatne.</p> <p>Wskaż błędy, jakie popełnił administrator.</p>  <pre> graph TD Internet((Internet)) --- R1[ROUTER 1] R1 --- R2[ROUTER 2] R1 --- S1[Przełącznik] R1 --- S2[Przełącznik] R2 --- S3[Przełącznik] S1 --- LAN1[LAN1 24 komp. PC 100.20.40.64/27] S2 --- LAN2[LAN2 12 komp. PC 100.20.40.80/28] S3 --- LAN3[LAN3 12 komp. PC 100.20.40.128/28] </pre>

	<div>Odpowiedź:</div> <p>Sieć 198.162.10.0/24 nie należy do puli adresów prywatnych (pow. być 192.168.10.0/24) Sieć 100.20.40.64/27 jest wydzielona poprawnie Sieć 100.20.40.80/28 zawiera się w sieci 100.20.40.64/27 (pow. być 100.20.40.96/28) Sieć 100.20.40.128/28 nie należy do sieci 100.20.40.64/26 (pow. być 100.20.40.112/28)</p>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
6.	<p>Operator sieci CATV ma centralę telefoniczną i dzierżawi 10 linii telefonicznych łączących tę centralę z publiczną siecią telefoniczną. Ilu abonentów telefonicznych można podłączyć do centrali operatora CATV, aby prawdopodobieństwo blokowania nie przekraczało 5%, jeżeli średnie natężenie ruchu abonenta wynosi 0,02 E.</p> <p>Tablica <i>Erlang B Traffic Table</i> poniżej ma oznaczenia: N (dla wierszy) – liczba punktów obsługi, np. linii telefonicznych, B (dla kolumn) – prawdopodobieństwo blokowania, wyrażone w procentach; Na przecięciu wiersza i kolumny jest natężenie ruchu A [E].</p> <p style="text-align: center;">Erlang B Traffic Table</p> <p style="text-align: center;">Maximum Offered Load Versus B and N B is in %</p> <table><tr><th>N/B</th><th>0.01</th><th>0.05</th><th>0.1</th><th>0.5</th><th>1.0</th><th>2</th><th>5</th><th>10</th><th>15</th><th>20</th><th>30</th><th>40</th></tr><tr><td>1</td><td>.0001</td><td>.0005</td><td>.0010</td><td>.0050</td><td>.0101</td><td>.0204</td><td>.0526</td><td>.1111</td><td>.1765</td><td>.2500</td><td>.4286</td><td>.6667</td></tr><tr><td>2</td><td>.0142</td><td>.0321</td><td>.0458</td><td>.1054</td><td>.1526</td><td>.2235</td><td>.3813</td><td>.5954</td><td>.7962</td><td>1.000</td><td>1.449</td><td>2.000</td></tr><tr><td>3</td><td>.0868</td><td>.1517</td><td>.1938</td><td>.3490</td><td>.4555</td><td>.6022</td><td>.8994</td><td>1.271</td><td>1.603</td><td>1.930</td><td>2.633</td><td>3.480</td></tr><tr><td>4</td><td>.2347</td><td>.3624</td><td>.4393</td><td>.7012</td><td>.8694</td><td>1.092</td><td>1.525</td><td>2.045</td><td>2.501</td><td>2.945</td><td>3.891</td><td>5.021</td></tr><tr><td>5</td><td>.4520</td><td>.6486</td><td>.7621</td><td>1.132</td><td>1.361</td><td>1.657</td><td>2.219</td><td>2.881</td><td>3.454</td><td>4.010</td><td>5.189</td><td>6.596</td></tr><tr><td>6</td><td>.7282</td><td>.9957</td><td>1.146</td><td>1.622</td><td>1.909</td><td>2.276</td><td>2.960</td><td>3.758</td><td>4.445</td><td>5.109</td><td>6.514</td><td>8.191</td></tr><tr><td>7</td><td>1.054</td><td>1.392</td><td>1.579</td><td>2.158</td><td>2.501</td><td>2.935</td><td>3.738</td><td>4.666</td><td>5.461</td><td>6.230</td><td>7.856</td><td>9.800</td></tr><tr><td>8</td><td>1.422</td><td>1.830</td><td>2.051</td><td>2.730</td><td>3.128</td><td>3.627</td><td>4.543</td><td>5.597</td><td>6.498</td><td>7.369</td><td>9.213</td><td>11.42</td></tr><tr><td>9</td><td>1.826</td><td>2.302</td><td>2.558</td><td>3.333</td><td>3.783</td><td>4.345</td><td>5.370</td><td>6.546</td><td>7.551</td><td>8.522</td><td>10.58</td><td>13.05</td></tr><tr><td>10</td><td>2.260</td><td>2.803</td><td>3.092</td><td>3.961</td><td>4.461</td><td>5.084</td><td>6.216</td><td>7.511</td><td>8.616</td><td>9.685</td><td>11.95</td><td>14.68</td></tr><tr><td>11</td><td>2.722</td><td>3.329</td><td>3.651</td><td>4.610</td><td>5.160</td><td>5.842</td><td>7.076</td><td>8.487</td><td>9.691</td><td>10.86</td><td>13.33</td><td>16.31</td></tr><tr><td>12</td><td>3.207</td><td>3.878</td><td>4.231</td><td>5.279</td><td>5.876</td><td>6.615</td><td>7.950</td><td>9.474</td><td>10.78</td><td>12.04</td><td>14.72</td><td>17.95</td></tr><tr><td>13</td><td>3.713</td><td>4.447</td><td>4.831</td><td>5.964</td><td>6.607</td><td>7.402</td><td>8.835</td><td>10.47</td><td>11.87</td><td>13.22</td><td>16.11</td><td>19.60</td></tr><tr><td>14</td><td>4.239</td><td>5.032</td><td>5.446</td><td>6.663</td><td>7.352</td><td>8.200</td><td>9.730</td><td>11.47</td><td>12.97</td><td>14.41</td><td>17.50</td><td>21.24</td></tr><tr><td>15</td><td>4.781</td><td>5.634</td><td>6.077</td><td>7.376</td><td>8.108</td><td>9.010</td><td>10.63</td><td>12.48</td><td>14.07</td><td>15.61</td><td>18.90</td><td>22.89</td></tr><tr><td>16</td><td>5.339</td><td>6.250</td><td>6.722</td><td>8.100</td><td>8.875</td><td>9.828</td><td>11.54</td><td>13.50</td><td>15.18</td><td>16.81</td><td>20.30</td><td>24.54</td></tr><tr><td>17</td><td>5.911</td><td>6.878</td><td>7.378</td><td>8.834</td><td>9.652</td><td>10.66</td><td>12.46</td><td>14.52</td><td>16.29</td><td>18.01</td><td>21.70</td><td>26.19</td></tr><tr><td>18</td><td>6.496</td><td>7.519</td><td>8.046</td><td>9.578</td><td>10.44</td><td>11.49</td><td>13.39</td><td>15.55</td><td>17.41</td><td>19.22</td><td>23.10</td><td>27.84</td></tr><tr><td>19</td><td>7.093</td><td>8.170</td><td>8.724</td><td>10.33</td><td>11.23</td><td>12.33</td><td>14.32</td><td>16.58</td><td>18.53</td><td>20.42</td><td>24.51</td><td>29.50</td></tr><tr><td>20</td><td>7.701</td><td>8.831</td><td>9.412</td><td>11.09</td><td>12.03</td><td>13.18</td><td>15.25</td><td>17.61</td><td>19.65</td><td>21.64</td><td>25.92</td><td>31.15</td></tr><tr><td>21</td><td>8.319</td><td>9.501</td><td>10.11</td><td>11.86</td><td>12.84</td><td>14.04</td><td>16.19</td><td>18.65</td><td>20.77</td><td>22.85</td><td>27.33</td><td>32.81</td></tr><tr><td>22</td><td>8.946</td><td>10.18</td><td>10.81</td><td>12.64</td><td>13.65</td><td>14.90</td><td>17.13</td><td>19.69</td><td>21.90</td><td>24.06</td><td>28.74</td><td>34.46</td></tr><tr><td>23</td><td>9.583</td><td>10.87</td><td>11.52</td><td>13.42</td><td>14.47</td><td>15.76</td><td>18.08</td><td>20.74</td><td>23.03</td><td>25.28</td><td>30.15</td><td>36.12</td></tr><tr><td>24</td><td>10.23</td><td>11.56</td><td>12.24</td><td>14.20</td><td>15.30</td><td>16.63</td><td>19.03</td><td>21.78</td><td>24.16</td><td>26.50</td><td>31.56</td><td>37.78</td></tr><tr><td>25</td><td>10.88</td><td>12.26</td><td>12.97</td><td>15.00</td><td>16.13</td><td>17.51</td><td>19.99</td><td>22.83</td><td>25.30</td><td>27.72</td><td>32.97</td><td>39.44</td></tr></table>	N/B	0.01	0.05	0.1	0.5	1.0	2	5	10	15	20	30	40	1	.0001	.0005	.0010	.0050	.0101	.0204	.0526	.1111	.1765	.2500	.4286	.6667	2	.0142	.0321	.0458	.1054	.1526	.2235	.3813	.5954	.7962	1.000	1.449	2.000	3	.0868	.1517	.1938	.3490	.4555	.6022	.8994	1.271	1.603	1.930	2.633	3.480	4	.2347	.3624	.4393	.7012	.8694	1.092	1.525	2.045	2.501	2.945	3.891	5.021	5	.4520	.6486	.7621	1.132	1.361	1.657	2.219	2.881	3.454	4.010	5.189	6.596	6	.7282	.9957	1.146	1.622	1.909	2.276	2.960	3.758	4.445	5.109	6.514	8.191	7	1.054	1.392	1.579	2.158	2.501	2.935	3.738	4.666	5.461	6.230	7.856	9.800	8	1.422	1.830	2.051	2.730	3.128	3.627	4.543	5.597	6.498	7.369	9.213	11.42	9	1.826	2.302	2.558	3.333	3.783	4.345	5.370	6.546	7.551	8.522	10.58	13.05	10	2.260	2.803	3.092	3.961	4.461	5.084	6.216	7.511	8.616	9.685	11.95	14.68	11	2.722	3.329	3.651	4.610	5.160	5.842	7.076	8.487	9.691	10.86	13.33	16.31	12	3.207	3.878	4.231	5.279	5.876	6.615	7.950	9.474	10.78	12.04	14.72	17.95	13	3.713	4.447	4.831	5.964	6.607	7.402	8.835	10.47	11.87	13.22	16.11	19.60	14	4.239	5.032	5.446	6.663	7.352	8.200	9.730	11.47	12.97	14.41	17.50	21.24	15	4.781	5.634	6.077	7.376	8.108	9.010	10.63	12.48	14.07	15.61	18.90	22.89	16	5.339	6.250	6.722	8.100	8.875	9.828	11.54	13.50	15.18	16.81	20.30	24.54	17	5.911	6.878	7.378	8.834	9.652	10.66	12.46	14.52	16.29	18.01	21.70	26.19	18	6.496	7.519	8.046	9.578	10.44	11.49	13.39	15.55	17.41	19.22	23.10	27.84	19	7.093	8.170	8.724	10.33	11.23	12.33	14.32	16.58	18.53	20.42	24.51	29.50	20	7.701	8.831	9.412	11.09	12.03	13.18	15.25	17.61	19.65	21.64	25.92	31.15	21	8.319	9.501	10.11	11.86	12.84	14.04	16.19	18.65	20.77	22.85	27.33	32.81	22	8.946	10.18	10.81	12.64	13.65	14.90	17.13	19.69	21.90	24.06	28.74	34.46	23	9.583	10.87	11.52	13.42	14.47	15.76	18.08	20.74	23.03	25.28	30.15	36.12	24	10.23	11.56	12.24	14.20	15.30	16.63	19.03	21.78	24.16	26.50	31.56	37.78	25	10.88	12.26	12.97	15.00	16.13	17.51	19.99	22.83	25.30	27.72	32.97	39.44
N/B	0.01	0.05	0.1	0.5	1.0	2	5	10	15	20	30	40																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
1	.0001	.0005	.0010	.0050	.0101	.0204	.0526	.1111	.1765	.2500	.4286	.6667																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
2	.0142	.0321	.0458	.1054	.1526	.2235	.3813	.5954	.7962	1.000	1.449	2.000																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
3	.0868	.1517	.1938	.3490	.4555	.6022	.8994	1.271	1.603	1.930	2.633	3.480																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
4	.2347	.3624	.4393	.7012	.8694	1.092	1.525	2.045	2.501	2.945	3.891	5.021																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
5	.4520	.6486	.7621	1.132	1.361	1.657	2.219	2.881	3.454	4.010	5.189	6.596																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
6	.7282	.9957	1.146	1.622	1.909	2.276	2.960	3.758	4.445	5.109	6.514	8.191																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
7	1.054	1.392	1.579	2.158	2.501	2.935	3.738	4.666	5.461	6.230	7.856	9.800																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
8	1.422	1.830	2.051	2.730	3.128	3.627	4.543	5.597	6.498	7.369	9.213	11.42																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
9	1.826	2.302	2.558	3.333	3.783	4.345	5.370	6.546	7.551	8.522	10.58	13.05																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
10	2.260	2.803	3.092	3.961	4.461	5.084	6.216	7.511	8.616	9.685	11.95	14.68																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
11	2.722	3.329	3.651	4.610	5.160	5.842	7.076	8.487	9.691	10.86	13.33	16.31																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
12	3.207	3.878	4.231	5.279	5.876	6.615	7.950	9.474	10.78	12.04	14.72	17.95																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
13	3.713	4.447	4.831	5.964	6.607	7.402	8.835	10.47	11.87	13.22	16.11	19.60																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
14	4.239	5.032	5.446	6.663	7.352	8.200	9.730	11.47	12.97	14.41	17.50	21.24																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
15	4.781	5.634	6.077	7.376	8.108	9.010	10.63	12.48	14.07	15.61	18.90	22.89																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
16	5.339	6.250	6.722	8.100	8.875	9.828	11.54	13.50	15.18	16.81	20.30	24.54																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
17	5.911	6.878	7.378	8.834	9.652	10.66	12.46	14.52	16.29	18.01	21.70	26.19																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
18	6.496	7.519	8.046	9.578	10.44	11.49	13.39	15.55	17.41	19.22	23.10	27.84																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
19	7.093	8.170	8.724	10.33	11.23	12.33	14.32	16.58	18.53	20.42	24.51	29.50																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
20	7.701	8.831	9.412	11.09	12.03	13.18	15.25	17.61	19.65	21.64	25.92	31.15																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
21	8.319	9.501	10.11	11.86	12.84	14.04	16.19	18.65	20.77	22.85	27.33	32.81																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
22	8.946	10.18	10.81	12.64	13.65	14.90	17.13	19.69	21.90	24.06	28.74	34.46																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
23	9.583	10.87	11.52	13.42	14.47	15.76	18.08	20.74	23.03	25.28	30.15	36.12																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
24	10.23	11.56	12.24	14.20	15.30	16.63	19.03	21.78	24.16	26.50	31.56	37.78																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
25	10.88	12.26	12.97	15.00	16.13	17.51	19.99	22.83	25.30	27.72	32.97	39.44																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
	<div>Odpowiedź:</div> <p>A = 6,216 E (w tablicy Erlanga, w kolumnie dla B = 5 % i wierszu dla N = 10) $A = M \cdot A_u$, stąd $M = A / A_u = 6,216 \text{ E} / 0,02 \text{ E/os.} = 310 \text{ os.}$</p>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		

<p>Opracowali: dr inż. Lindner Stanisław dr inż. Kaczorek Piotr</p>	<p>Sprawdził: dr inż. Jacek Majewski</p>	<p>Zatwierdził: Przewodniczący Rady Naukowej Olimpiady dr hab. inż. Tomasz Andrysiak, prof. PBŚ</p>
--	--	--