

## SUPPLEMENT for the paper "Evolutionary Algorithm with a Directional Local Search for Multiobjective Optimization in Combinatorial Problems"

Krzysztof Michalak<sup>a\*</sup>

<sup>a</sup>*Department of Information Technologies,  
Institute of Business Informatics,*

*Wroclaw University of Economics, Wroclaw, Poland*

*(Received 00 Month 20XX; final version received 00 Month 20XX)*

### S.1. Tables

This section contains tables summarizing the hypervolume values attained by the tested algorithms and the running times.

Table S.1.1. Median, minimum, average and maximum hypervolume values attained for the 2-objective TSP problem and the p-values obtained in statistical tests

Problem instance	HV (DirLS) - median - min - avg - max	HV (DLS) - median - min - avg - max	HV (PLS) - median - min - avg - max	Wilcoxon test p-value		Adjusted p-value
				vs. DLS	vs. PLS	
kroAB100	<b>2.604</b> · 10 <sup>10</sup>	2.594 · 10 <sup>10</sup>	2.365 · 10 <sup>10</sup>	1.921 · 10 <sup>-6</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	3.655 · 10 <sup>-6</sup>
	<b>2.599</b> · 10 <sup>10</sup>	2.573 · 10 <sup>10</sup>	2.257 · 10 <sup>10</sup>			
	<b>2.603</b> · 10 <sup>10</sup>	2.593 · 10 <sup>10</sup>	2.360 · 10 <sup>10</sup>			
	<b>2.609</b> · 10 <sup>10</sup>	2.601 · 10 <sup>10</sup>	2.425 · 10 <sup>10</sup>			
kroAC100	<b>2.550</b> · 10 <sup>10</sup>	2.536 · 10 <sup>10</sup>	2.314 · 10 <sup>10</sup>	2.353 · 10 <sup>-6</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	4.088 · 10 <sup>-6</sup>
	<b>2.545</b> · 10 <sup>10</sup>	2.521 · 10 <sup>10</sup>	2.209 · 10 <sup>10</sup>			
	<b>2.550</b> · 10 <sup>10</sup>	2.536 · 10 <sup>10</sup>	2.307 · 10 <sup>10</sup>			
	<b>2.556</b> · 10 <sup>10</sup>	2.552 · 10 <sup>10</sup>	2.353 · 10 <sup>10</sup>			
kroBC100	<b>2.360</b> · 10 <sup>10</sup>	2.355 · 10 <sup>10</sup>	2.132 · 10 <sup>10</sup>	4.729 · 10 <sup>-6</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	6.464 · 10 <sup>-6</sup>
	<b>2.352</b> · 10 <sup>10</sup>	2.341 · 10 <sup>10</sup>	2.062 · 10 <sup>10</sup>			
	<b>2.360</b> · 10 <sup>10</sup>	2.355 · 10 <sup>10</sup>	2.126 · 10 <sup>10</sup>			
	<b>2.364</b> · 10 <sup>10</sup>	2.361 · 10 <sup>10</sup>	2.180 · 10 <sup>10</sup>			
kroAB150	<b>5.417</b> · 10 <sup>10</sup>	5.404 · 10 <sup>10</sup>	4.854 · 10 <sup>10</sup>	5.752 · 10 <sup>-6</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	7.486 · 10 <sup>-6</sup>
	<b>5.406</b> · 10 <sup>10</sup>	5.370 · 10 <sup>10</sup>	4.543 · 10 <sup>10</sup>			
	<b>5.416</b> · 10 <sup>10</sup>	5.403 · 10 <sup>10</sup>	4.832 · 10 <sup>10</sup>			
	<b>5.425</b> · 10 <sup>10</sup>	5.420 · 10 <sup>10</sup>	4.925 · 10 <sup>10</sup>			
kroAB200	<b>9.929</b> · 10 <sup>10</sup>	9.910 · 10 <sup>10</sup>	8.775 · 10 <sup>10</sup>	3.724 · 10 <sup>-5</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	3.898 · 10 <sup>-5</sup>
	<b>9.909</b> · 10 <sup>10</sup>	9.860 · 10 <sup>10</sup>	8.601 · 10 <sup>10</sup>			
	<b>9.929</b> · 10 <sup>10</sup>	9.909 · 10 <sup>10</sup>	8.776 · 10 <sup>10</sup>			
	<b>9.946</b> · 10 <sup>10</sup>	9.945 · 10 <sup>10</sup>	8.913 · 10 <sup>10</sup>			
kroAB300	<b>2.216</b> · 10 <sup>11</sup>	2.211 · 10 <sup>11</sup>	1.926 · 10 <sup>11</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	3.469 · 10 <sup>-6</sup>
	<b>2.213</b> · 10 <sup>11</sup>	2.207 · 10 <sup>11</sup>	1.912 · 10 <sup>11</sup>			
	<b>2.215</b> · 10 <sup>11</sup>	2.210 · 10 <sup>11</sup>	1.927 · 10 <sup>11</sup>			
	<b>2.218</b> · 10 <sup>11</sup>	2.212 · 10 <sup>11</sup>	1.945 · 10 <sup>11</sup>			
kroAB400	<b>3.874</b> · 10 <sup>11</sup>	3.863 · 10 <sup>11</sup>	3.333 · 10 <sup>11</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	3.469 · 10 <sup>-6</sup>
	<b>3.870</b> · 10 <sup>11</sup>	3.858 · 10 <sup>11</sup>	3.308 · 10 <sup>11</sup>			
	<b>3.874</b> · 10 <sup>11</sup>	3.863 · 10 <sup>11</sup>	3.335 · 10 <sup>11</sup>			
	<b>3.879</b> · 10 <sup>11</sup>	3.869 · 10 <sup>11</sup>	3.379 · 10 <sup>11</sup>			

\*Corresponding author. Tel.: +48 71 36 80 377 Email: krzysztof.michalak@ue.wroc.pl

Table S.1.2. Median, minimum, average and maximum hypervolume values attained for the 3-objective TSP problem and the p-values obtained in statistical tests

Problem instance	HV (DirLS) - median - min - avg - max	HV (DLS) - median - min - avg - max	HV (PLS) - median - min - avg - max	Wilcoxon test p-value		Adjusted p-value
				vs. DLS	vs. PLS	
100	<b>3.726</b> · 10 <sup>15</sup> <b>3.657</b> · 10 <sup>15</sup> <b>3.724</b> · 10 <sup>15</sup> <b>3.789</b> · 10 <sup>15</sup>	3.460 · 10 <sup>15</sup> 3.272 · 10 <sup>15</sup> 3.456 · 10 <sup>15</sup> 3.562 · 10 <sup>15</sup>	2.716 · 10 <sup>15</sup> 2.646 · 10 <sup>15</sup> 2.715 · 10 <sup>15</sup> 2.780 · 10 <sup>15</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	3.469 · 10 <sup>-6</sup>
150	<b>1.326</b> · 10 <sup>16</sup> <b>1.313</b> · 10 <sup>16</sup> <b>1.326</b> · 10 <sup>16</sup> <b>1.346</b> · 10 <sup>16</sup>	1.236 · 10 <sup>16</sup> 1.157 · 10 <sup>16</sup> 1.234 · 10 <sup>16</sup> 1.278 · 10 <sup>16</sup>	0.940 · 10 <sup>16</sup> 0.914 · 10 <sup>16</sup> 0.939 · 10 <sup>16</sup> 0.962 · 10 <sup>16</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	3.469 · 10 <sup>-6</sup>
200	<b>3.011</b> · 10 <sup>16</sup> <b>2.984</b> · 10 <sup>16</sup> <b>3.013</b> · 10 <sup>16</sup> <b>3.057</b> · 10 <sup>16</sup>	2.781 · 10 <sup>16</sup> 2.634 · 10 <sup>16</sup> 2.768 · 10 <sup>16</sup> 2.862 · 10 <sup>16</sup>	2.067 · 10 <sup>16</sup> 2.028 · 10 <sup>16</sup> 2.068 · 10 <sup>16</sup> 2.113 · 10 <sup>16</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	3.469 · 10 <sup>-6</sup>
300	<b>9.555</b> · 10 <sup>16</sup> <b>9.464</b> · 10 <sup>16</sup> <b>9.549</b> · 10 <sup>16</sup> <b>9.627</b> · 10 <sup>16</sup>	8.811 · 10 <sup>16</sup> 8.499 · 10 <sup>16</sup> 8.789 · 10 <sup>16</sup> 9.002 · 10 <sup>16</sup>	6.337 · 10 <sup>16</sup> 6.164 · 10 <sup>16</sup> 6.346 · 10 <sup>16</sup> 6.523 · 10 <sup>16</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	3.469 · 10 <sup>-6</sup>
400	<b>2.250</b> · 10 <sup>17</sup> <b>2.233</b> · 10 <sup>17</sup> <b>2.252</b> · 10 <sup>17</sup> <b>2.282</b> · 10 <sup>17</sup>	2.088 · 10 <sup>17</sup> 2.008 · 10 <sup>17</sup> 2.084 · 10 <sup>17</sup> 2.138 · 10 <sup>17</sup>	1.446 · 10 <sup>17</sup> 1.425 · 10 <sup>17</sup> 1.448 · 10 <sup>17</sup> 1.481 · 10 <sup>17</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	3.469 · 10 <sup>-6</sup>

Table S.1.3. Median, minimum, average and maximum hypervolume values attained for the 4-objective TSP problem and the p-values obtained in statistical tests

Problem instance	HV (DirLS) - median - min - avg - max	HV (DLS) - median - min - avg - max	HV (PLS) - median - min - avg - max	Wilcoxon test p-value		Adjusted p-value
				vs. DLS	vs. PLS	
100	<b>4.298</b> · 10 <sup>20</sup> <b>4.192</b> · 10 <sup>20</sup> <b>4.300</b> · 10 <sup>20</sup> <b>4.435</b> · 10 <sup>20</sup>	3.688 · 10 <sup>20</sup> 3.528 · 10 <sup>20</sup> 3.702 · 10 <sup>20</sup> 3.900 · 10 <sup>20</sup>	2.242 · 10 <sup>15</sup> 2.170 · 10 <sup>20</sup> 2.232 · 10 <sup>20</sup> 2.275 · 10 <sup>20</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	3.469 · 10 <sup>-6</sup>
150	<b>2.404</b> · 10 <sup>21</sup> <b>2.344</b> · 10 <sup>21</sup> <b>2.405</b> · 10 <sup>21</sup> <b>2.477</b> · 10 <sup>21</sup>	2.041 · 10 <sup>21</sup> 1.944 · 10 <sup>21</sup> 2.051 · 10 <sup>21</sup> 2.168 · 10 <sup>21</sup>	1.166 · 10 <sup>21</sup> 1.141 · 10 <sup>21</sup> 1.167 · 10 <sup>21</sup> 1.209 · 10 <sup>21</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	3.469 · 10 <sup>-6</sup>
200	<b>7.389</b> · 10 <sup>21</sup> <b>7.223</b> · 10 <sup>21</sup> <b>7.404</b> · 10 <sup>21</sup> <b>7.703</b> · 10 <sup>21</sup>	6.121 · 10 <sup>21</sup> 5.720 · 10 <sup>21</sup> 6.118 · 10 <sup>21</sup> 6.499 · 10 <sup>21</sup>	3.458 · 10 <sup>21</sup> 3.325 · 10 <sup>21</sup> 3.456 · 10 <sup>21</sup> 3.572 · 10 <sup>21</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	3.469 · 10 <sup>-6</sup>
300	<b>3.600</b> · 10 <sup>22</sup> <b>3.532</b> · 10 <sup>22</sup> <b>3.594</b> · 10 <sup>22</sup> <b>3.682</b> · 10 <sup>22</sup>	2.914 · 10 <sup>22</sup> 2.760 · 10 <sup>22</sup> 2.918 · 10 <sup>22</sup> 3.117 · 10 <sup>22</sup>	1.540 · 10 <sup>22</sup> 1.497 · 10 <sup>22</sup> 1.545 · 10 <sup>22</sup> 1.616 · 10 <sup>22</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	3.469 · 10 <sup>-6</sup>
400	<b>1.121</b> · 10 <sup>23</sup> <b>1.105</b> · 10 <sup>23</sup> <b>1.122</b> · 10 <sup>23</sup> <b>1.146</b> · 10 <sup>23</sup>	0.939 · 10 <sup>23</sup> 0.888 · 10 <sup>23</sup> 0.937 · 10 <sup>23</sup> 0.984 · 10 <sup>23</sup>	0.461 · 10 <sup>23</sup> 0.448 · 10 <sup>23</sup> 0.461 · 10 <sup>23</sup> 0.475 · 10 <sup>23</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	3.469 · 10 <sup>-6</sup>

Table S.1.4. Average running times (and standard deviations) for  $N_{gen} = 200$  generations for the 2-objective TSP problem

Problem instance	DirLS	DLS	PLS
kroAB100	23.031 (0.503)	<b>22.701 (0.930)</b>	31.582 (1.209)
kroAC100	23.212 (1.285)	<b>22.516 (0.899)</b>	31.370 (0.375)
kroBC100	23.081 (0.902)	<b>22.553 (0.965)</b>	31.220 (0.671)
kroAB150	73.312 (2.374)	<b>71.721 (1.352)</b>	103.284 (1.476)
kroAB200	<b>169.362 (2.386)</b>	171.318 (9.491)	250.198 (9.227)
kroAB300	586.138 (14.439)	<b>583.245 (13.382)</b>	894.815 (12.494)
kroAB400	1459.193 (78.733)	<b>1437.806 (47.512)</b>	2234.707 (68.543)

Table S.1.5. Average running times (and standard deviations) for  $N_{gen} = 200$  generations for the 3-objective TSP problem

Problem instance	DirLS	DLS	PLS
kroA100	63.379 (12.972)	90.086 (23.565)	<b>47.100 (0.870)</b>
kroA150	171.554 (18.471)	298.265 (62.462)	<b>150.551 (4.645)</b>
kroA200	408.463 (45.074)	502.032 (60.052)	<b>358.452 (5.167)</b>
kroA300	<b>1182.068 (81.133)</b>	1275.671 (99.744)	1266.226 (10.014)
kroA400	<b>2880.951 (171.818)</b>	3092.383 (206.744)	3132.574 (128.585)

Table S.1.6. Average running times (and standard deviations) for  $N_{gen} = 200$  generations for the 4-objective TSP problem

Problem instance	DirLS	DLS	PLS
kroA100	180.945 (48.544)	601.729 (159.981)	<b>87.784 (3.993)</b>
kroA150	591.581 (156.962)	2154.789 (333.217)	<b>251.696 (9.103)</b>
kroA200	1131.713 (291.774)	3444.529 (694.409)	<b>562.459 (20.343)</b>
kroA300	4313.078 (993.883)	10184.992 (646.423)	<b>1849.505 (46.393)</b>
kroA400	10398.935 (2762.852)	22825.036 (1438.242)	<b>4310.435 (53.250)</b>

Table S.1.7. Median, minimum, average and maximum hypervolume values attained for the 2-objective QAP problem ( $n = 25$ ) and the p-values obtained in statistical tests

Problem instance	HV (DirLS) - median - min - avg - max	HV (DLS) - median - min - avg - max	HV (PLS) - median - min - avg - max	Wilcoxon test p-value		Adjusted p-value
				vs. DLS	vs. PLS	
$\rho = -0.75$	<b>1.029</b> · 10 <sup>11</sup> <b>1.018</b> · 10 <sup>11</sup> <b>1.028</b> · 10 <sup>11</sup> <b>1.035</b> · 10 <sup>11</sup>	1.019 · 10 <sup>11</sup> 1.009 · 10 <sup>11</sup> 1.020 · 10 <sup>11</sup> 1.032 · 10 <sup>11</sup>	0.859 · 10 <sup>11</sup> 0.837 · 10 <sup>11</sup> 0.862 · 10 <sup>11</sup> 0.901 · 10 <sup>11</sup>	3.112 · 10 <sup>-5</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	3.286 · 10 <sup>-5</sup>
$\rho = -0.50$	<b>9.381</b> · 10 <sup>10</sup> <b>9.120</b> · 10 <sup>10</sup> <b>9.355</b> · 10 <sup>10</sup> <b>9.653</b> · 10 <sup>10</sup>	9.089 · 10 <sup>10</sup> 8.958 · 10 <sup>10</sup> 9.108 · 10 <sup>10</sup> 9.403 · 10 <sup>10</sup>	7.671 · 10 <sup>10</sup> 7.421 · 10 <sup>10</sup> 7.655 · 10 <sup>10</sup> 7.959 · 10 <sup>10</sup>	4.286 · 10 <sup>-6</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	6.020 · 10 <sup>-6</sup>
$\rho = -0.25$	<b>0.973</b> · 10 <sup>11</sup> <b>0.945</b> · 10 <sup>11</sup> <b>0.974</b> · 10 <sup>11</sup> <b>1.009</b> · 10 <sup>11</sup>	0.939 · 10 <sup>11</sup> 0.911 · 10 <sup>11</sup> 0.944 · 10 <sup>11</sup> 0.984 · 10 <sup>11</sup>	0.788 · 10 <sup>11</sup> 0.766 · 10 <sup>11</sup> 0.789 · 10 <sup>11</sup> 0.817 · 10 <sup>11</sup>	1.360 · 10 <sup>-5</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	1.534 · 10 <sup>-5</sup>
$\rho = 0.00$	<b>6.642</b> · 10 <sup>10</sup> <b>6.336</b> · 10 <sup>10</sup> <b>6.667</b> · 10 <sup>10</sup> <b>6.990</b> · 10 <sup>10</sup>	6.427 · 10 <sup>10</sup> 6.208 · 10 <sup>10</sup> 6.436 · 10 <sup>10</sup> 6.767 · 10 <sup>10</sup>	5.484 · 10 <sup>10</sup> 5.162 · 10 <sup>10</sup> 5.494 · 10 <sup>10</sup> 5.922 · 10 <sup>10</sup>	2.163 · 10 <sup>-5</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	2.336 · 10 <sup>-5</sup>
$\rho = +0.25$	<b>4.984</b> · 10 <sup>10</sup> <b>4.792</b> · 10 <sup>10</sup> <b>4.988</b> · 10 <sup>10</sup> <b>5.346</b> · 10 <sup>10</sup>	4.737 · 10 <sup>10</sup> 4.483 · 10 <sup>10</sup> 4.740 · 10 <sup>10</sup> 5.102 · 10 <sup>10</sup>	4.166 · 10 <sup>10</sup> 4.000 · 10 <sup>10</sup> 4.163 · 10 <sup>10</sup> 4.517 · 10 <sup>10</sup>	5.217 · 10 <sup>-6</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	6.951 · 10 <sup>-5</sup>
$\rho = +0.50$	<b>3.974</b> · 10 <sup>10</sup> <b>3.709</b> · 10 <sup>10</sup> <b>3.958</b> · 10 <sup>10</sup> <b>4.283</b> · 10 <sup>10</sup>	3.848 · 10 <sup>10</sup> 3.554 · 10 <sup>10</sup> 3.871 · 10 <sup>10</sup> 4.282 · 10 <sup>10</sup>	3.554 · 10 <sup>10</sup> 3.357 · 10 <sup>10</sup> 3.589 · 10 <sup>10</sup> 4.154 · 10 <sup>10</sup>	0.031603	1.127 · 10 <sup>-5</sup>	0.031614
$\rho = +0.75$	2.971 · 10 <sup>10</sup> 2.666 · 10 <sup>10</sup> 3.010 · 10 <sup>10</sup> <b>3.539</b> · 10 <sup>10</sup>	3.070 · 10 <sup>10</sup> 2.674 · 10 <sup>10</sup> <b>3.091</b> · 10 <sup>10</sup> 3.486 · 10 <sup>10</sup>	<b>3.086</b> · 10 <sup>10</sup> <b>2.684</b> · 10 <sup>10</sup> 3.058 · 10 <sup>10</sup> 3.494 · 10 <sup>10</sup>	0.065641	0.46528	0.500380

Table S.1.8. Median, minimum, average and maximum hypervolume values attained for the 2-objective QAP problem ( $n = 50$ ) and the p-values obtained in statistical tests

Problem instance	HV (DirLS) - median - min - avg - max	HV (DLS) - median - min - avg - max	HV (PLS) - median - min - avg - max	Wilcoxon test p-value		Adjusted p-value
				vs. DLS	vs. PLS	
$\rho = -0.75$	<b>7.739</b> · 10 <sup>11</sup> <b>7.703</b> · 10 <sup>11</sup> <b>7.745</b> · 10 <sup>11</sup> <b>7.796</b> · 10 <sup>11</sup>	7.698 · 10 <sup>11</sup> 7.638 · 10 <sup>11</sup> 7.697 · 10 <sup>11</sup> 7.750 · 10 <sup>11</sup>	5.993 · 10 <sup>11</sup> 5.769 · 10 <sup>11</sup> 5.981 · 10 <sup>11</sup> 6.244 · 10 <sup>11</sup>	1.494 · 10 <sup>-5</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	1.667 · 10 <sup>-5</sup>
$\rho = -0.50$	<b>7.749</b> · 10 <sup>11</sup> <b>7.530</b> · 10 <sup>11</sup> <b>7.736</b> · 10 <sup>11</sup> <b>7.862</b> · 10 <sup>11</sup>	7.499 · 10 <sup>11</sup> 7.331 · 10 <sup>11</sup> 7.498 · 10 <sup>11</sup> 7.651 · 10 <sup>11</sup>	5.737 · 10 <sup>11</sup> 5.538 · 10 <sup>11</sup> 5.731 · 10 <sup>11</sup> 5.894 · 10 <sup>11</sup>	2.603 · 10 <sup>-6</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	4.338 · 10 <sup>-6</sup>
$\rho = -0.25$	<b>5.777</b> · 10 <sup>11</sup> <b>5.495</b> · 10 <sup>11</sup> <b>5.788</b> · 10 <sup>11</sup> <b>5.935</b> · 10 <sup>11</sup>	5.447 · 10 <sup>11</sup> 5.278 · 10 <sup>11</sup> 5.441 · 10 <sup>11</sup> 5.598 · 10 <sup>11</sup>	4.183 · 10 <sup>11</sup> 3.985 · 10 <sup>11</sup> 4.191 · 10 <sup>11</sup> 4.392 · 10 <sup>11</sup>	1.921 · 10 <sup>-6</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	3.655 · 10 <sup>-6</sup>
$\rho = 0.00$	<b>4.732</b> · 10 <sup>11</sup> <b>4.585</b> · 10 <sup>11</sup> <b>4.747</b> · 10 <sup>11</sup> <b>5.028</b> · 10 <sup>11</sup>	4.271 · 10 <sup>11</sup> 4.142 · 10 <sup>11</sup> 4.284 · 10 <sup>11</sup> 4.456 · 10 <sup>11</sup>	3.404 · 10 <sup>11</sup> 3.178 · 10 <sup>11</sup> 3.395 · 10 <sup>11</sup> 3.614 · 10 <sup>11</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	3.469 · 10 <sup>-6</sup>
$\rho = +0.25$	<b>4.774</b> · 10 <sup>11</sup> <b>4.575</b> · 10 <sup>11</sup> <b>4.792</b> · 10 <sup>11</sup> <b>5.363</b> · 10 <sup>11</sup>	4.297 · 10 <sup>11</sup> 4.122 · 10 <sup>11</sup> 4.307 · 10 <sup>11</sup> 4.469 · 10 <sup>11</sup>	3.551 · 10 <sup>11</sup> 3.371 · 10 <sup>11</sup> 3.574 · 10 <sup>11</sup> 3.843 · 10 <sup>11</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	3.469 · 10 <sup>-6</sup>
$\rho = +0.50$	<b>4.034</b> · 10 <sup>11</sup> <b>3.717</b> · 10 <sup>11</sup> <b>4.051</b> · 10 <sup>11</sup> <b>4.428</b> · 10 <sup>11</sup>	3.770 · 10 <sup>11</sup> 3.439 · 10 <sup>11</sup> 3.758 · 10 <sup>11</sup> 3.975 · 10 <sup>11</sup>	3.314 · 10 <sup>11</sup> 3.148 · 10 <sup>11</sup> 3.325 · 10 <sup>11</sup> 3.627 · 10 <sup>11</sup>	2.603 · 10 <sup>-6</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	4.338 · 10 <sup>-6</sup>
$\rho = +0.75$	<b>2.710</b> · 10 <sup>11</sup> <b>2.529</b> · 10 <sup>11</sup> <b>2.713</b> · 10 <sup>11</sup> 2.937 · 10 <sup>11</sup>	2.648 · 10 <sup>11</sup> 2.463 · 10 <sup>11</sup> 2.665 · 10 <sup>11</sup> <b>2.992</b> · 10 <sup>11</sup>	2.478 · 10 <sup>11</sup> 2.299 · 10 <sup>11</sup> 2.502 · 10 <sup>11</sup> 2.965 · 10 <sup>11</sup>	0.14704	3.405 · 10 <sup>-5</sup>	0.14707

Table S.1.9. Median, minimum, average and maximum hypervolume values attained for the 2-objective QAP problem ( $n = 75$ ) and the p-values obtained in statistical tests

Problem instance	HV (DirLS) - median - min - avg - max	HV (DLS) - median - min - avg - max	HV (PLS) - median - min - avg - max	Wilcoxon test p-value		Adjusted p-value
				vs. DLS	vs. PLS	
$\rho = -0.75$	<b>2.596</b> · 10 <sup>12</sup> <b>2.581</b> · 10 <sup>12</sup> <b>2.595</b> · 10 <sup>12</sup> <b>2.612</b> · 10 <sup>12</sup>	2.582 · 10 <sup>12</sup> 2.559 · 10 <sup>12</sup> 2.582 · 10 <sup>12</sup> 2.598 · 10 <sup>12</sup>	1.883 · 10 <sup>12</sup> 1.848 · 10 <sup>12</sup> 1.890 · 10 <sup>12</sup> 1.938 · 10 <sup>12</sup>	6.320 · 10 <sup>-5</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	6.493 · 10 <sup>-5</sup>
$\rho = -0.50$	<b>2.466</b> · 10 <sup>12</sup> <b>2.402</b> · 10 <sup>12</sup> <b>2.461</b> · 10 <sup>12</sup> <b>2.511</b> · 10 <sup>12</sup>	2.380 · 10 <sup>12</sup> 2.337 · 10 <sup>12</sup> 2.382 · 10 <sup>12</sup> 2.426 · 10 <sup>12</sup>	1.731 · 10 <sup>12</sup> 1.678 · 10 <sup>12</sup> 1.735 · 10 <sup>12</sup> 1.859 · 10 <sup>12</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	3.469 · 10 <sup>-6</sup>
$\rho = -0.25$	<b>1.856</b> · 10 <sup>12</sup> <b>1.795</b> · 10 <sup>12</sup> <b>1.849</b> · 10 <sup>12</sup> <b>1.891</b> · 10 <sup>12</sup>	1.731 · 10 <sup>12</sup> 1.675 · 10 <sup>12</sup> 1.729 · 10 <sup>12</sup> 1.775 · 10 <sup>12</sup>	1.267 · 10 <sup>12</sup> 1.217 · 10 <sup>12</sup> 1.268 · 10 <sup>12</sup> 1.301 · 10 <sup>12</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	3.469 · 10 <sup>-6</sup>
$\rho = 0.00$	<b>1.439</b> · 10 <sup>12</sup> <b>1.397</b> · 10 <sup>12</sup> <b>1.446</b> · 10 <sup>12</sup> <b>1.531</b> · 10 <sup>12</sup>	1.263 · 10 <sup>12</sup> 1.217 · 10 <sup>12</sup> 1.269 · 10 <sup>12</sup> 1.344 · 10 <sup>12</sup>	0.928 · 10 <sup>12</sup> 0.883 · 10 <sup>12</sup> 0.931 · 10 <sup>12</sup> 1.013 · 10 <sup>12</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	3.469 · 10 <sup>-6</sup>
$\rho = +0.25$	<b>1.327</b> · 10 <sup>12</sup> <b>1.217</b> · 10 <sup>12</sup> <b>1.322</b> · 10 <sup>12</sup> <b>1.426</b> · 10 <sup>12</sup>	1.137 · 10 <sup>12</sup> 1.082 · 10 <sup>12</sup> 1.133 · 10 <sup>12</sup> 1.187 · 10 <sup>12</sup>	0.895 · 10 <sup>12</sup> 0.819 · 10 <sup>12</sup> 0.890 · 10 <sup>12</sup> 0.967 · 10 <sup>12</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	3.469 · 10 <sup>-6</sup>
$\rho = +0.50$	<b>1.150</b> · 10 <sup>12</sup> <b>1.108</b> · 10 <sup>12</sup> <b>1.150</b> · 10 <sup>12</sup> <b>1.209</b> · 10 <sup>12</sup>	1.009 · 10 <sup>12</sup> 0.960 · 10 <sup>12</sup> 1.004 · 10 <sup>12</sup> 1.062 · 10 <sup>12</sup>	0.866 · 10 <sup>12</sup> 0.818 · 10 <sup>12</sup> 0.874 · 10 <sup>12</sup> 0.998 · 10 <sup>12</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	3.469 · 10 <sup>-6</sup>
$\rho = +0.75$	<b>9.051</b> · 10 <sup>11</sup> <b>8.474</b> · 10 <sup>11</sup> <b>9.100</b> · 10 <sup>11</sup> <b>9.775</b> · 10 <sup>11</sup>	8.937 · 10 <sup>11</sup> 8.291 · 10 <sup>11</sup> 8.934 · 10 <sup>11</sup> 9.576 · 10 <sup>11</sup>	8.318 · 10 <sup>11</sup> 7.698 · 10 <sup>11</sup> 8.336 · 10 <sup>11</sup> 9.347 · 10 <sup>11</sup>	0.059836	3.182 · 10 <sup>-6</sup>	0.059839

Table S.1.10. Average running times (and standard deviations) for  $N_{gen} = 200$  generations for the 2-objective QAP problem

Problem instance	DirLS	DLS	PLS
$n = 25$			
$\rho = -0.75$	57.534 (0.109)	57.167 (0.121)	<b>56.634 (0.125)</b>
$\rho = -0.50$	57.542 (0.149)	56.753 (0.087)	<b>56.556 (0.078)</b>
$\rho = -0.25$	57.698 (0.167)	57.016 (0.069)	<b>56.873 (0.099)</b>
$\rho = 0.00$	58.023 (0.156)	56.939 (0.116)	<b>56.799 (0.129)</b>
$\rho = +0.25$	58.181 (0.155)	57.029 (0.072)	<b>56.873 (0.089)</b>
$\rho = +0.50$	58.236 (0.160)	56.851 (0.131)	<b>56.653 (0.120)</b>
$\rho = +0.75$	<b>57.131 (0.148)</b>	57.311 (0.078)	57.149 (0.081)
$n = 50$			
$\rho = -0.75$	1300.567 (1.705)	1296.678 (2.264)	<b>1280.750 (4.389)</b>
$\rho = -0.50$	1295.914 (1.067)	1285.855 (3.027)	<b>1279.327 (4.053)</b>
$\rho = -0.25$	1290.026 (3.621)	1286.940 (3.562)	<b>1279.729 (4.364)</b>
$\rho = 0.00$	<b>1274.192 (16.918)</b>	1285.931 (2.748)	1277.026 (4.601)
$\rho = +0.25$	<b>1264.091 (38.149)</b>	1287.792 (4.117)	1281.023 (10.100)
$\rho = +0.50$	<b>1276.017 (6.754)</b>	1287.193 (3.157)	1279.680 (5.880)
$\rho = +0.75$	1286.447 (3.803)	1287.773 (3.002)	<b>1283.800 (4.841)</b>
$n = 75$			
$\rho = -0.75$	7861.955 (8.723)	7832.961 (28.289)	<b>7648.363 (44.574)</b>
$\rho = -0.50$	7850.525 (8.935)	7742.745 (35.159)	<b>7634.916 (68.698)</b>
$\rho = -0.25$	7790.041 (32.652)	7749.880 (25.119)	<b>7627.296 (48.365)</b>
$\rho = 0.00$	<b>7494.297 (267.446)</b>	7732.484 (43.279)	7612.436 (61.302)
$\rho = +0.25$	<b>7161.494 (331.957)</b>	7743.099 (30.975)	7606.796 (61.198)
$\rho = +0.50$	<b>7421.067 (137.831)</b>	7731.411 (33.308)	7591.488 (55.194)
$\rho = +0.75$	<b>7623.372 (49.312)</b>	7674.767 (41.188)	7631.984 (43.698)

Table S.1.11. Median, minimum, average and maximum hypervolume values attained for the 3-objective QAP problem ( $n = 25$ ) and the p-values obtained in statistical tests

Problem instance	HV (DirLS) - median - min - avg - max	HV (DLS) - median - min - avg - max	HV (PLS) - median - min - avg - max	Wilcoxon test p-value		Adjusted p-value
				vs. DLS	vs. PLS	
$\rho = -0.75$	<b>1.580</b> · 10 <sup>16</sup> <b>1.529</b> · 10 <sup>16</sup> <b>1.582</b> · 10 <sup>16</sup> <b>1.634</b> · 10 <sup>16</sup>	1.453 · 10 <sup>16</sup> 1.393 · 10 <sup>16</sup> 1.456 · 10 <sup>16</sup> 1.526 · 10 <sup>16</sup>	1.057 · 10 <sup>16</sup> 1.017 · 10 <sup>16</sup> 1.060 · 10 <sup>16</sup> 1.135 · 10 <sup>16</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	3.469 · 10 <sup>-6</sup>
$\rho = -0.50$	<b>1.524</b> · 10 <sup>16</sup> <b>1.481</b> · 10 <sup>16</sup> <b>1.529</b> · 10 <sup>16</sup> <b>1.599</b> · 10 <sup>16</sup>	1.421 · 10 <sup>16</sup> 1.348 · 10 <sup>16</sup> 1.431 · 10 <sup>16</sup> 1.523 · 10 <sup>16</sup>	1.063 · 10 <sup>16</sup> 1.011 · 10 <sup>16</sup> 1.060 · 10 <sup>16</sup> 1.143 · 10 <sup>16</sup>	2.127 · 10 <sup>-6</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	3.861 · 10 <sup>-6</sup>
$\rho = -0.25$	<b>1.968</b> · 10 <sup>16</sup> <b>1.907</b> · 10 <sup>16</sup> <b>1.964</b> · 10 <sup>16</sup> <b>2.023</b> · 10 <sup>16</sup>	1.827 · 10 <sup>16</sup> 1.763 · 10 <sup>16</sup> 1.826 · 10 <sup>16</sup> 1.894 · 10 <sup>16</sup>	1.315 · 10 <sup>16</sup> 1.261 · 10 <sup>16</sup> 1.317 · 10 <sup>16</sup> 1.396 · 10 <sup>16</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	3.469 · 10 <sup>-6</sup>
$\rho = 0.00$	<b>1.778</b> · 10 <sup>16</sup> <b>1.729</b> · 10 <sup>16</sup> <b>1.788</b> · 10 <sup>16</sup> <b>1.893</b> · 10 <sup>16</sup>	1.661 · 10 <sup>16</sup> 1.583 · 10 <sup>16</sup> 1.669 · 10 <sup>16</sup> 1.760 · 10 <sup>16</sup>	1.220 · 10 <sup>16</sup> 1.185 · 10 <sup>16</sup> 1.225 · 10 <sup>16</sup> 1.281 · 10 <sup>16</sup>	1.921 · 10 <sup>-6</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	3.655 · 10 <sup>-6</sup>
$\rho = +0.25$	<b>1.386</b> · 10 <sup>16</sup> <b>1.341</b> · 10 <sup>16</sup> <b>1.393</b> · 10 <sup>16</sup> <b>1.453</b> · 10 <sup>16</sup>	1.290 · 10 <sup>16</sup> 1.238 · 10 <sup>16</sup> 1.295 · 10 <sup>16</sup> 1.357 · 10 <sup>16</sup>	0.937 · 10 <sup>16</sup> 0.875 · 10 <sup>16</sup> 0.937 · 10 <sup>16</sup> 0.990 · 10 <sup>16</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	3.469 · 10 <sup>-6</sup>
$\rho = +0.50$	<b>1.933</b> · 10 <sup>16</sup> <b>1.860</b> · 10 <sup>16</sup> <b>1.933</b> · 10 <sup>16</sup> <b>1.983</b> · 10 <sup>16</sup>	1.789 · 10 <sup>16</sup> 1.690 · 10 <sup>16</sup> 1.792 · 10 <sup>16</sup> 1.882 · 10 <sup>16</sup>	1.298 · 10 <sup>16</sup> 1.252 · 10 <sup>16</sup> 1.305 · 10 <sup>16</sup> 1.393 · 10 <sup>16</sup>	1.921 · 10 <sup>-6</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	3.655 · 10 <sup>-6</sup>
$\rho = +0.75$	<b>1.884</b> · 10 <sup>16</sup> <b>1.810</b> · 10 <sup>16</sup> <b>1.886</b> · 10 <sup>16</sup> <b>1.966</b> · 10 <sup>16</sup>	1.743 · 10 <sup>16</sup> 1.674 · 10 <sup>16</sup> 1.750 · 10 <sup>16</sup> 1.863 · 10 <sup>16</sup>	1.280 · 10 <sup>16</sup> 1.204 · 10 <sup>16</sup> 1.280 · 10 <sup>16</sup> 1.341 · 10 <sup>16</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	3.469 · 10 <sup>-6</sup>

Table S.1.12. Median, minimum, average and maximum hypervolume values attained for the 3-objective QAP problem ( $n = 50$ ) and the p-values obtained in statistical tests

Problem instance	HV (DirLS) - median - min - avg - max	HV (DLS) - median - min - avg - max	HV (PLS) - median - min - avg - max	Wilcoxon test p-value		Adjusted p-value
				vs. DLS	vs. PLS	
$\rho = -0.75$	<b>2.797</b> · 10 <sup>17</sup> <b>2.692</b> · 10 <sup>17</sup> <b>2.813</b> · 10 <sup>17</sup> <b>3.044</b> · 10 <sup>17</sup>	2.523 · 10 <sup>17</sup> 2.407 · 10 <sup>17</sup> 2.530 · 10 <sup>17</sup> 2.685 · 10 <sup>17</sup>	1.522 · 10 <sup>17</sup> 1.435 · 10 <sup>17</sup> 1.529 · 10 <sup>17</sup> 1.630 · 10 <sup>17</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	3.469 · 10 <sup>-6</sup>
$\rho = -0.50$	<b>2.868</b> · 10 <sup>17</sup> <b>2.761</b> · 10 <sup>17</sup> <b>2.863</b> · 10 <sup>17</sup> <b>2.998</b> · 10 <sup>17</sup>	2.515 · 10 <sup>17</sup> 2.425 · 10 <sup>17</sup> 2.531 · 10 <sup>17</sup> 2.705 · 10 <sup>17</sup>	1.514 · 10 <sup>17</sup> 1.425 · 10 <sup>17</sup> 1.516 · 10 <sup>17</sup> 1.666 · 10 <sup>17</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	3.469 · 10 <sup>-6</sup>
$\rho = -0.25$	<b>2.664</b> · 10 <sup>17</sup> <b>2.533</b> · 10 <sup>17</sup> <b>2.668</b> · 10 <sup>17</sup> <b>2.760</b> · 10 <sup>17</sup>	2.360 · 10 <sup>17</sup> 2.285 · 10 <sup>17</sup> 2.364 · 10 <sup>17</sup> 2.491 · 10 <sup>17</sup>	1.426 · 10 <sup>17</sup> 1.342 · 10 <sup>17</sup> 1.420 · 10 <sup>17</sup> 1.531 · 10 <sup>17</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	3.469 · 10 <sup>-6</sup>
$\rho = 0.00$	<b>2.739</b> · 10 <sup>17</sup> <b>2.613</b> · 10 <sup>17</sup> <b>2.737</b> · 10 <sup>17</sup> <b>2.861</b> · 10 <sup>17</sup>	2.475 · 10 <sup>17</sup> 2.319 · 10 <sup>17</sup> 2.468 · 10 <sup>17</sup> 2.666 · 10 <sup>17</sup>	1.481 · 10 <sup>17</sup> 1.384 · 10 <sup>17</sup> 1.482 · 10 <sup>17</sup> 1.592 · 10 <sup>17</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	3.469 · 10 <sup>-6</sup>
$\rho = +0.25$	<b>2.977</b> · 10 <sup>17</sup> <b>2.877</b> · 10 <sup>17</sup> <b>2.977</b> · 10 <sup>17</sup> <b>3.084</b> · 10 <sup>17</sup>	2.651 · 10 <sup>17</sup> 2.515 · 10 <sup>17</sup> 2.650 · 10 <sup>17</sup> 2.755 · 10 <sup>17</sup>	1.592 · 10 <sup>17</sup> 1.503 · 10 <sup>17</sup> 1.593 · 10 <sup>17</sup> 1.702 · 10 <sup>17</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	3.469 · 10 <sup>-6</sup>
$\rho = +0.50$	<b>3.336</b> · 10 <sup>17</sup> <b>3.211</b> · 10 <sup>17</sup> <b>3.340</b> · 10 <sup>17</sup> <b>3.456</b> · 10 <sup>17</sup>	2.965 · 10 <sup>17</sup> 2.884 · 10 <sup>17</sup> 2.977 · 10 <sup>17</sup> 3.073 · 10 <sup>17</sup>	1.802 · 10 <sup>17</sup> 1.727 · 10 <sup>17</sup> 1.815 · 10 <sup>17</sup> 1.950 · 10 <sup>17</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	3.469 · 10 <sup>-6</sup>
$\rho = +0.75$	<b>2.767</b> · 10 <sup>17</sup> <b>2.675</b> · 10 <sup>17</sup> <b>2.765</b> · 10 <sup>17</sup> <b>2.870</b> · 10 <sup>17</sup>	2.454 · 10 <sup>17</sup> 2.386 · 10 <sup>17</sup> 2.465 · 10 <sup>17</sup> 2.583 · 10 <sup>17</sup>	1.488 · 10 <sup>17</sup> 1.398 · 10 <sup>17</sup> 1.489 · 10 <sup>17</sup> 1.694 · 10 <sup>17</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	3.469 · 10 <sup>-6</sup>

Table S.1.13. Median, minimum, average and maximum hypervolume values attained for the 3-objective QAP problem ( $n = 75$ ) and the p-values obtained in statistical tests

Problem instance	HV (DirLS) - median - min - avg - max	HV (DLS) - median - min - avg - max	HV (PLS) - median - min - avg - max	Wilcoxon test p-value		Adjusted p-value
				vs. DLS	vs. PLS	
$\rho = -0.75$	<b>1.362</b> · 10 <sup>18</sup> <b>1.330</b> · 10 <sup>18</sup> <b>1.365</b> · 10 <sup>18</sup> <b>1.443</b> · 10 <sup>18</sup>	1.176 · 10 <sup>18</sup> 1.134 · 10 <sup>18</sup> 1.185 · 10 <sup>18</sup> 1.242 · 10 <sup>18</sup>	0.620 · 10 <sup>18</sup> 0.575 · 10 <sup>18</sup> 0.620 · 10 <sup>18</sup> 0.682 · 10 <sup>18</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	3.469 · 10 <sup>-6</sup>
$\rho = -0.50$	<b>1.501</b> · 10 <sup>18</sup> <b>1.460</b> · 10 <sup>18</sup> <b>1.504</b> · 10 <sup>18</sup> <b>1.585</b> · 10 <sup>18</sup>	1.311 · 10 <sup>18</sup> 1.255 · 10 <sup>18</sup> 1.313 · 10 <sup>18</sup> 1.364 · 10 <sup>18</sup>	0.699 · 10 <sup>18</sup> 0.646 · 10 <sup>18</sup> 0.694 · 10 <sup>18</sup> 0.740 · 10 <sup>18</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	3.469 · 10 <sup>-6</sup>
$\rho = -0.25$	<b>1.481</b> · 10 <sup>18</sup> <b>1.418</b> · 10 <sup>18</sup> <b>1.481</b> · 10 <sup>18</sup> <b>1.531</b> · 10 <sup>18</sup>	1.284 · 10 <sup>18</sup> 1.239 · 10 <sup>18</sup> 1.295 · 10 <sup>18</sup> 1.352 · 10 <sup>18</sup>	0.685 · 10 <sup>18</sup> 0.641 · 10 <sup>18</sup> 0.689 · 10 <sup>18</sup> 0.740 · 10 <sup>18</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	3.469 · 10 <sup>-6</sup>
$\rho = 0.00$	<b>1.472</b> · 10 <sup>18</sup> <b>1.414</b> · 10 <sup>18</sup> <b>1.472</b> · 10 <sup>18</sup> <b>1.538</b> · 10 <sup>18</sup>	1.290 · 10 <sup>18</sup> 1.227 · 10 <sup>18</sup> 1.289 · 10 <sup>18</sup> 1.339 · 10 <sup>18</sup>	0.694 · 10 <sup>18</sup> 0.640 · 10 <sup>18</sup> 0.689 · 10 <sup>18</sup> 0.739 · 10 <sup>18</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	3.469 · 10 <sup>-6</sup>
$\rho = +0.25$	<b>1.410</b> · 10 <sup>18</sup> <b>1.354</b> · 10 <sup>18</sup> <b>1.406</b> · 10 <sup>18</sup> <b>1.470</b> · 10 <sup>18</sup>	1.222 · 10 <sup>18</sup> 1.174 · 10 <sup>18</sup> 1.222 · 10 <sup>18</sup> 1.282 · 10 <sup>18</sup>	0.646 · 10 <sup>18</sup> 0.604 · 10 <sup>18</sup> 0.648 · 10 <sup>18</sup> 0.713 · 10 <sup>18</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	3.469 · 10 <sup>-6</sup>
$\rho = +0.50$	<b>1.400</b> · 10 <sup>18</sup> <b>1.359</b> · 10 <sup>18</sup> <b>1.397</b> · 10 <sup>18</sup> <b>1.448</b> · 10 <sup>18</sup>	1.232 · 10 <sup>18</sup> 1.176 · 10 <sup>18</sup> 1.231 · 10 <sup>18</sup> 1.268 · 10 <sup>18</sup>	0.649 · 10 <sup>18</sup> 0.616 · 10 <sup>18</sup> 0.652 · 10 <sup>18</sup> 0.696 · 10 <sup>18</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	3.469 · 10 <sup>-6</sup>
$\rho = +0.75$	<b>1.350</b> · 10 <sup>18</sup> <b>1.312</b> · 10 <sup>18</sup> <b>1.351</b> · 10 <sup>18</sup> <b>1.411</b> · 10 <sup>18</sup>	1.161 · 10 <sup>18</sup> 1.113 · 10 <sup>18</sup> 1.165 · 10 <sup>18</sup> 1.230 · 10 <sup>18</sup>	0.626 · 10 <sup>18</sup> 0.565 · 10 <sup>18</sup> 0.623 · 10 <sup>18</sup> 0.677 · 10 <sup>18</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	3.469 · 10 <sup>-6</sup>

Table S.1.14. Average running times (and standard deviations) for  $N_{gen} = 200$  generations for the 3-objective QAP problem

Problem instance	DirLS	DLS	PLS
$n = 25$			
$\rho = -0.75$	92.927 (0.287)	91.276 (0.180)	<b>90.736 (0.190)</b>
$\rho = -0.50$	92.280 (0.240)	91.135 (0.181)	<b>90.443 (0.248)</b>
$\rho = -0.25$	92.708 (2.319)	91.228 (0.138)	<b>90.777 (0.200)</b>
$\rho = 0.00$	92.983 (0.315)	91.213 (0.144)	<b>90.590 (0.217)</b>
$\rho = +0.25$	92.945 (0.211)	91.214 (0.137)	<b>90.562 (0.245)</b>
$\rho = +0.50$	93.181 (0.316)	91.227 (0.174)	<b>90.637 (0.247)</b>
$\rho = +0.75$	92.709 (0.251)	91.328 (0.144)	<b>90.751 (0.219)</b>
$n = 50$			
$\rho = -0.75$	2072.104 (5.563)	2073.644 (3.466)	<b>2067.603 (5.581)</b>
$\rho = -0.50$	2065.692 (5.738)	2071.065 (2.928)	<b>2061.499 (5.555)</b>
$\rho = -0.25$	2076.094 (4.742)	2073.713 (5.702)	<b>2067.214 (8.400)</b>
$\rho = 0.00$	2080.120 (4.964)	2070.867 (4.543)	<b>2062.911 (6.417)</b>
$\rho = +0.25$	2081.471 (5.558)	2071.684 (4.110)	<b>2065.422 (7.589)</b>
$\rho = +0.50$	2077.203 (6.418)	2075.733 (5.788)	<b>2068.636 (4.784)</b>
$\rho = +0.75$	2067.483 (5.583)	2073.822 (4.432)	<b>2060.338 (7.387)</b>
$n = 75$			
$\rho = -0.75$	12882.409 (83.996)	13030.056 (67.171)	<b>12875.501 (82.978)</b>
$\rho = -0.50$	12851.054 (78.763)	12997.073 (64.614)	<b>12836.118 (89.540)</b>
$\rho = -0.25$	<b>12876.827 (85.040)</b>	13003.596 (74.060)	12891.343 (80.079)
$\rho = 0.00$	12915.299 (91.499)	12997.515 (65.053)	<b>12864.359 (91.495)</b>
$\rho = +0.25$	12916.079 (76.868)	12985.747 (51.498)	<b>12842.136 (100.975)</b>
$\rho = +0.50$	<b>12880.916 (91.046)</b>	13028.013 (62.177)	12922.545 (88.152)
$\rho = +0.75$	12857.457 (76.747)	12982.274 (62.664)	<b>12835.188 (85.710)</b>

Table S.1.15. Median, minimum, average and maximum hypervolume values attained for the 4-objective QAP problem ( $n = 25$ ) and the p-values obtained in statistical tests

Problem instance	HV (DirLS) - median - min - avg - max	HV (DLS) - median - min - avg - max	HV (PLS) - median - min - avg - max	Wilcoxon test p-value		Adjusted p-value
				vs. DLS	vs. PLS	
$\rho = -0.75$	<b>3.726</b> · 10 <sup>21</sup> <b>3.603</b> · 10 <sup>21</sup> <b>3.734</b> · 10 <sup>21</sup> <b>3.940</b> · 10 <sup>21</sup>	3.390 · 10 <sup>21</sup> 3.271 · 10 <sup>21</sup> 3.396 · 10 <sup>21</sup> 3.500 · 10 <sup>21</sup>	2.063 · 10 <sup>21</sup> 1.950 · 10 <sup>21</sup> 2.076 · 10 <sup>21</sup> 2.245 · 10 <sup>21</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	3.469 · 10 <sup>-6</sup>
$\rho = -0.50$	<b>3.638</b> · 10 <sup>21</sup> <b>3.489</b> · 10 <sup>21</sup> <b>3.644</b> · 10 <sup>21</sup> <b>3.880</b> · 10 <sup>21</sup>	3.317 · 10 <sup>21</sup> 3.184 · 10 <sup>21</sup> 3.316 · 10 <sup>21</sup> 3.420 · 10 <sup>21</sup>	2.027 · 10 <sup>21</sup> 1.891 · 10 <sup>21</sup> 2.020 · 10 <sup>21</sup> 2.151 · 10 <sup>21</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	3.469 · 10 <sup>-6</sup>
$\rho = -0.25$	<b>5.827</b> · 10 <sup>21</sup> <b>5.672</b> · 10 <sup>21</sup> <b>5.840</b> · 10 <sup>21</sup> <b>6.119</b> · 10 <sup>21</sup>	5.357 · 10 <sup>21</sup> 5.217 · 10 <sup>21</sup> 5.354 · 10 <sup>21</sup> 5.611 · 10 <sup>21</sup>	3.146 · 10 <sup>21</sup> 2.982 · 10 <sup>21</sup> 3.172 · 10 <sup>21</sup> 3.501 · 10 <sup>21</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	3.469 · 10 <sup>-6</sup>
$\rho = 0.00$	<b>4.689</b> · 10 <sup>21</sup> <b>4.589</b> · 10 <sup>21</sup> <b>4.715</b> · 10 <sup>21</sup> <b>5.090</b> · 10 <sup>21</sup>	4.337 · 10 <sup>21</sup> 4.257 · 10 <sup>21</sup> 4.336 · 10 <sup>21</sup> 4.474 · 10 <sup>21</sup>	2.566 · 10 <sup>21</sup> 2.395 · 10 <sup>21</sup> 2.570 · 10 <sup>21</sup> 2.824 · 10 <sup>21</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	3.469 · 10 <sup>-6</sup>
$\rho = +0.25$	<b>3.598</b> · 10 <sup>21</sup> <b>3.427</b> · 10 <sup>21</sup> <b>3.589</b> · 10 <sup>21</sup> <b>3.744</b> · 10 <sup>21</sup>	3.286 · 10 <sup>21</sup> 3.221 · 10 <sup>21</sup> 3.290 · 10 <sup>21</sup> 3.382 · 10 <sup>21</sup>	1.961 · 10 <sup>21</sup> 1.861 · 10 <sup>21</sup> 1.961 · 10 <sup>21</sup> 2.081 · 10 <sup>21</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	3.469 · 10 <sup>-6</sup>
$\rho = +0.50$	<b>4.921</b> · 10 <sup>21</sup> <b>4.739</b> · 10 <sup>21</sup> <b>4.923</b> · 10 <sup>21</sup> <b>5.189</b> · 10 <sup>21</sup>	4.462 · 10 <sup>21</sup> 4.286 · 10 <sup>21</sup> 4.463 · 10 <sup>21</sup> 4.650 · 10 <sup>21</sup>	2.646 · 10 <sup>21</sup> 2.519 · 10 <sup>21</sup> 2.665 · 10 <sup>21</sup> 2.845 · 10 <sup>21</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	3.469 · 10 <sup>-6</sup>
$\rho = +0.75$	<b>4.663</b> · 10 <sup>21</sup> <b>4.503</b> · 10 <sup>21</sup> <b>4.664</b> · 10 <sup>21</sup> <b>4.869</b> · 10 <sup>21</sup>	4.256 · 10 <sup>21</sup> 4.116 · 10 <sup>21</sup> 4.258 · 10 <sup>21</sup> 4.386 · 10 <sup>21</sup>	2.556 · 10 <sup>21</sup> 2.318 · 10 <sup>21</sup> 2.552 · 10 <sup>21</sup> 2.724 · 10 <sup>21</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	3.469 · 10 <sup>-6</sup>

Table S.1.16. Median, minimum, average and maximum hypervolume values attained for the 4-objective QAP problem ( $n = 50$ ) and the p-values obtained in statistical tests

Problem instance	HV (DirLS) - median - min - avg - max	HV (DLS) - median - min - avg - max	HV (PLS) - median - min - avg - max	Wilcoxon test p-value		Adjusted p-value
				vs. DLS	vs. PLS	
$\rho = -0.75$	<b>1.532</b> · 10 <sup>23</sup> <b>1.463</b> · 10 <sup>23</sup> <b>1.535</b> · 10 <sup>23</sup> <b>1.617</b> · 10 <sup>23</sup>	1.326 · 10 <sup>23</sup> 1.255 · 10 <sup>23</sup> 1.326 · 10 <sup>23</sup> 1.406 · 10 <sup>23</sup>	0.591 · 10 <sup>23</sup> 0.548 · 10 <sup>23</sup> 0.595 · 10 <sup>23</sup> 0.666 · 10 <sup>23</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	3.469 · 10 <sup>-6</sup>
$\rho = -0.50$	<b>1.815</b> · 10 <sup>23</sup> <b>1.759</b> · 10 <sup>23</sup> <b>1.831</b> · 10 <sup>23</sup> <b>1.954</b> · 10 <sup>23</sup>	1.592 · 10 <sup>23</sup> 1.514 · 10 <sup>23</sup> 1.588 · 10 <sup>23</sup> 1.676 · 10 <sup>23</sup>	0.708 · 10 <sup>23</sup> 0.655 · 10 <sup>23</sup> 0.708 · 10 <sup>23</sup> 0.757 · 10 <sup>23</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	3.469 · 10 <sup>-6</sup>
$\rho = -0.25$	<b>1.574</b> · 10 <sup>23</sup> <b>1.493</b> · 10 <sup>23</sup> <b>1.574</b> · 10 <sup>23</sup> <b>1.633</b> · 10 <sup>23</sup>	1.354 · 10 <sup>23</sup> 1.301 · 10 <sup>23</sup> 1.356 · 10 <sup>23</sup> 1.422 · 10 <sup>23</sup>	0.614 · 10 <sup>23</sup> 0.555 · 10 <sup>23</sup> 0.619 · 10 <sup>23</sup> 0.675 · 10 <sup>23</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	3.469 · 10 <sup>-6</sup>
$\rho = 0.00$	<b>1.588</b> · 10 <sup>23</sup> <b>1.518</b> · 10 <sup>23</sup> <b>1.591</b> · 10 <sup>23</sup> <b>1.664</b> · 10 <sup>23</sup>	1.363 · 10 <sup>23</sup> 1.299 · 10 <sup>23</sup> 1.360 · 10 <sup>23</sup> 1.430 · 10 <sup>23</sup>	0.625 · 10 <sup>23</sup> 0.589 · 10 <sup>23</sup> 0.624 · 10 <sup>23</sup> 0.669 · 10 <sup>23</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	3.469 · 10 <sup>-6</sup>
$\rho = +0.25$	<b>1.605</b> · 10 <sup>23</sup> <b>1.544</b> · 10 <sup>23</sup> <b>1.607</b> · 10 <sup>23</sup> <b>1.664</b> · 10 <sup>23</sup>	1.388 · 10 <sup>23</sup> 1.345 · 10 <sup>23</sup> 1.387 · 10 <sup>23</sup> 1.442 · 10 <sup>23</sup>	0.612 · 10 <sup>23</sup> 0.568 · 10 <sup>23</sup> 0.619 · 10 <sup>23</sup> 0.695 · 10 <sup>23</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	3.469 · 10 <sup>-6</sup>
$\rho = +0.50$	<b>1.704</b> · 10 <sup>23</sup> <b>1.624</b> · 10 <sup>23</sup> <b>1.708</b> · 10 <sup>23</sup> <b>1.792</b> · 10 <sup>23</sup>	1.474 · 10 <sup>23</sup> 1.426 · 10 <sup>23</sup> 1.471 · 10 <sup>23</sup> 1.514 · 10 <sup>23</sup>	0.631 · 10 <sup>23</sup> 0.604 · 10 <sup>23</sup> 0.634 · 10 <sup>23</sup> 0.704 · 10 <sup>23</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	3.469 · 10 <sup>-6</sup>
$\rho = +0.75$	<b>1.491</b> · 10 <sup>23</sup> <b>1.446</b> · 10 <sup>23</sup> <b>1.491</b> · 10 <sup>23</sup> <b>1.537</b> · 10 <sup>23</sup>	1.281 · 10 <sup>23</sup> 1.218 · 10 <sup>23</sup> 1.280 · 10 <sup>23</sup> 1.334 · 10 <sup>23</sup>	0.571 · 10 <sup>23</sup> 0.538 · 10 <sup>23</sup> 0.573 · 10 <sup>23</sup> 0.625 · 10 <sup>23</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	3.469 · 10 <sup>-6</sup>

Table S.1.17. Median, minimum, average and maximum hypervolume values attained for the 4-objective QAP problem ( $n = 75$ ) and the p-values obtained in statistical tests

Problem instance	HV (DirLS) - median - min - avg - max	HV (DLS) - median - min - avg - max	HV (PLS) - median - min - avg - max	Wilcoxon test p-value		Adjusted p-value
				vs. DLS	vs. PLS	
$\rho = -0.75$	<b>1.336</b> · 10 <sup>24</sup> <b>1.284</b> · 10 <sup>24</sup> <b>1.334</b> · 10 <sup>24</sup> <b>1.386</b> · 10 <sup>24</sup>	1.113 · 10 <sup>24</sup> 1.032 · 10 <sup>24</sup> 1.107 · 10 <sup>24</sup> 1.141 · 10 <sup>24</sup>	0.403 · 10 <sup>24</sup> 0.378 · 10 <sup>24</sup> 0.406 · 10 <sup>24</sup> 0.441 · 10 <sup>24</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	3.469 · 10 <sup>-6</sup>
$\rho = -0.50$	<b>1.556</b> · 10 <sup>24</sup> <b>1.482</b> · 10 <sup>24</sup> <b>1.554</b> · 10 <sup>24</sup> <b>1.639</b> · 10 <sup>24</sup>	1.296 · 10 <sup>24</sup> 1.251 · 10 <sup>24</sup> 1.299 · 10 <sup>24</sup> 1.348 · 10 <sup>24</sup>	0.488 · 10 <sup>24</sup> 0.463 · 10 <sup>24</sup> 0.487 · 10 <sup>24</sup> 0.524 · 10 <sup>24</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	3.469 · 10 <sup>-6</sup>
$\rho = -0.25$	<b>1.488</b> · 10 <sup>24</sup> <b>1.450</b> · 10 <sup>24</sup> <b>1.493</b> · 10 <sup>24</sup> <b>1.541</b> · 10 <sup>24</sup>	1.257 · 10 <sup>24</sup> 1.215 · 10 <sup>24</sup> 1.256 · 10 <sup>24</sup> 1.317 · 10 <sup>24</sup>	0.472 · 10 <sup>24</sup> 0.441 · 10 <sup>24</sup> 0.478 · 10 <sup>24</sup> 0.532 · 10 <sup>24</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	3.469 · 10 <sup>-6</sup>
$\rho = 0.00$	<b>1.328</b> · 10 <sup>24</sup> <b>1.260</b> · 10 <sup>24</sup> <b>1.326</b> · 10 <sup>24</sup> <b>1.390</b> · 10 <sup>24</sup>	1.106 · 10 <sup>24</sup> 1.050 · 10 <sup>24</sup> 1.104 · 10 <sup>24</sup> 1.153 · 10 <sup>24</sup>	0.405 · 10 <sup>24</sup> 0.374 · 10 <sup>24</sup> 0.406 · 10 <sup>24</sup> 0.442 · 10 <sup>24</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	3.469 · 10 <sup>-6</sup>
$\rho = +0.25$	<b>1.334</b> · 10 <sup>24</sup> <b>1.269</b> · 10 <sup>24</sup> <b>1.335</b> · 10 <sup>24</sup> <b>1.393</b> · 10 <sup>24</sup>	1.110 · 10 <sup>24</sup> 1.065 · 10 <sup>24</sup> 1.107 · 10 <sup>24</sup> 1.165 · 10 <sup>24</sup>	0.414 · 10 <sup>24</sup> 0.381 · 10 <sup>24</sup> 0.411 · 10 <sup>24</sup> 0.439 · 10 <sup>24</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	3.469 · 10 <sup>-6</sup>
$\rho = +0.50$	<b>1.172</b> · 10 <sup>24</sup> <b>1.139</b> · 10 <sup>24</sup> <b>1.174</b> · 10 <sup>24</sup> <b>1.223</b> · 10 <sup>24</sup>	0.973 · 10 <sup>24</sup> 0.919 · 10 <sup>24</sup> 0.976 · 10 <sup>24</sup> 1.022 · 10 <sup>24</sup>	0.358 · 10 <sup>24</sup> 0.337 · 10 <sup>24</sup> 0.360 · 10 <sup>24</sup> 0.388 · 10 <sup>24</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	3.469 · 10 <sup>-6</sup>
$\rho = +0.75$	<b>1.390</b> · 10 <sup>24</sup> <b>1.321</b> · 10 <sup>24</sup> <b>1.384</b> · 10 <sup>24</sup> <b>1.431</b> · 10 <sup>24</sup>	1.155 · 10 <sup>24</sup> 1.080 · 10 <sup>24</sup> 1.152 · 10 <sup>24</sup> 1.192 · 10 <sup>24</sup>	0.431 · 10 <sup>24</sup> 0.407 · 10 <sup>24</sup> 0.430 · 10 <sup>24</sup> 0.465 · 10 <sup>24</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	1.734 · 10 <sup>-6</sup>	3.469 · 10 <sup>-6</sup>



Table S.1.18. Average running times (and standard deviations) for  $N_{gen} = 200$  generations for the 4-objective QAP problem

Problem instance	DirLS	DLS	PLS
$n = 25$			
$\rho = -0.75$	128.999 (1.688)	126.913 (1.319)	<b>120.716 (0.460)</b>
$\rho = -0.50$	128.988 (1.551)	127.356 (1.359)	<b>120.650 (0.491)</b>
$\rho = -0.25$	136.036 (3.035)	132.220 (1.749)	<b>121.403 (0.398)</b>
$\rho = 0.00$	135.134 (3.078)	131.637 (1.708)	<b>121.089 (0.400)</b>
$\rho = +0.25$	130.513 (1.764)	128.583 (1.140)	<b>120.897 (0.450)</b>
$\rho = +0.50$	131.322 (1.986)	130.083 (1.826)	<b>121.114 (0.418)</b>
$\rho = +0.75$	130.228 (1.949)	128.343 (0.890)	<b>120.945 (0.404)</b>
$n = 50$			
$\rho = -0.75$	2825.455 (8.660)	2851.698 (3.897)	<b>2818.335 (10.402)</b>
$\rho = -0.50$	2821.024 (7.176)	2839.821 (4.190)	<b>2809.276 (8.503)</b>
$\rho = -0.25$	2823.437 (8.749)	2840.654 (7.144)	<b>2818.357 (7.199)</b>
$\rho = 0.00$	2837.835 (5.758)	2839.611 (3.366)	<b>2809.964 (8.594)</b>
$\rho = +0.25$	2838.275 (9.786)	2844.779 (3.052)	<b>2817.119 (10.005)</b>
$\rho = +0.50$	2827.411 (9.057)	2848.118 (5.803)	<b>2824.636 (9.435)</b>
$\rho = +0.75$	2821.272 (6.783)	2839.072 (3.121)	<b>2810.863 (9.386)</b>
$n = 75$			
$\rho = -0.75$	<b>17271.897 (107.584)</b>	17665.280 (45.083)	17275.516 (117.436)
$\rho = -0.50$	<b>17203.652 (93.362)</b>	17629.009 (53.634)	17238.637 (166.481)
$\rho = -0.25$	<b>17224.815 (92.201)</b>	17649.242 (38.587)	17341.757 (96.022)
$\rho = 0.00$	17341.426 (95.257)	17629.035 (64.887)	<b>17317.555 (114.197)</b>
$\rho = +0.25$	17362.072 (94.072)	17624.459 (56.007)	<b>17303.467 (111.949)</b>
$\rho = +0.50$	<b>17252.169 (81.941)</b>	17625.964 (66.664)	17320.362 (104.217)
$\rho = +0.75$	17243.207 (96.646)	17632.898 (49.428)	<b>17217.119 (171.479)</b>

## S.2. Figures

This section contains figures that show median values of the hypervolume attained by the tested algorithms with respect to time.

### Median values of the hypervolume attained for the TSP

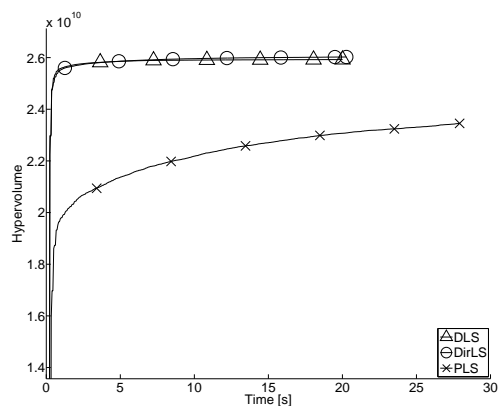


Figure S.2.1. The attained median HV for the 2-objective TSP problem instance kroAB100.

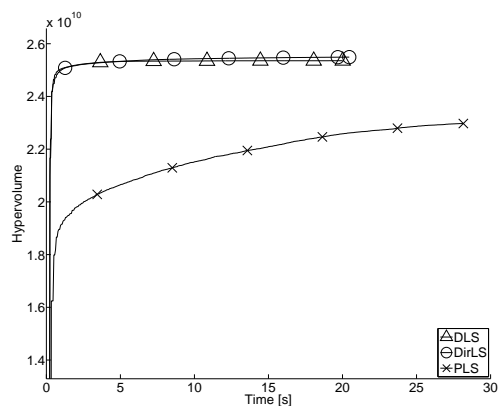


Figure S.2.2. The attained median HV for the 2-objective TSP problem instance kroAC100.

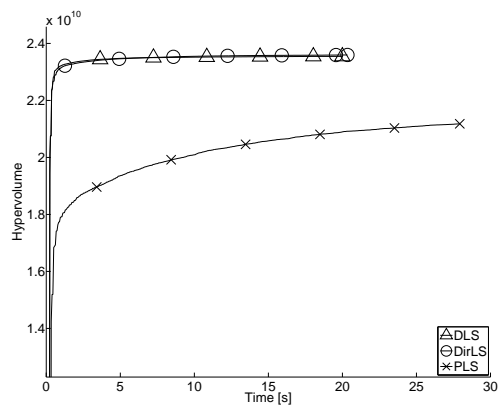


Figure S.2.3. The attained median HV for the 2-objective TSP problem instance kroBC100.

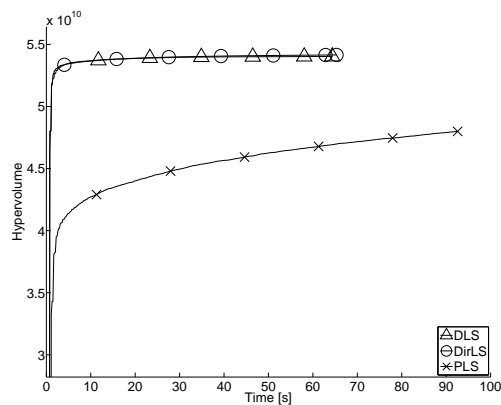


Figure S.2.4. The attained median HV for the 2-objective TSP problem instance kroAB150.

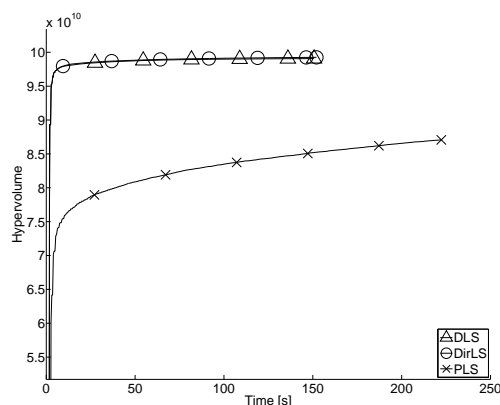


Figure S.2.5. The attained median HV for the 2-objective TSP problem instance kroAB200.

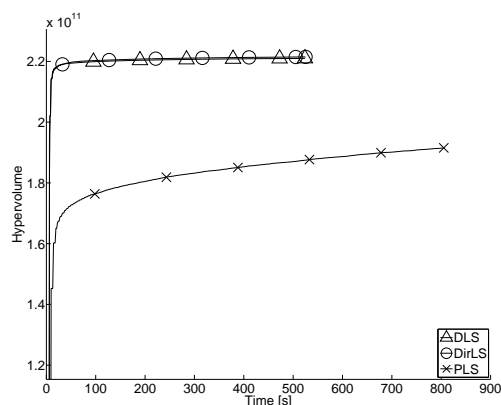


Figure S.2.6. The attained median HV for the 2-objective TSP problem instance kroAB300.

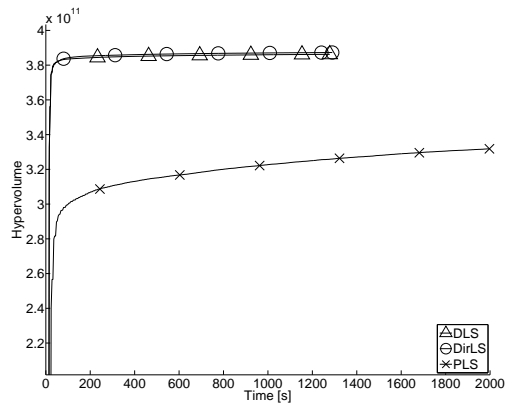


Figure S.2.7. The attained median HV for the 2-objective TSP problem instance kroAB400.

### Median values of the hypervolume attained for the QAP ( $n = 25$ )

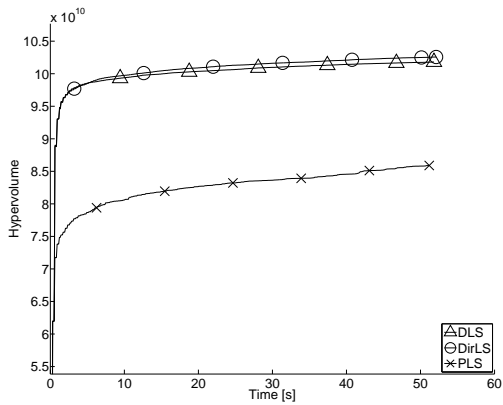


Figure S.2.8. The attained median HV for the 2-objective QAP problem instance with  $n = 25$  and  $\rho = -0.75$ .

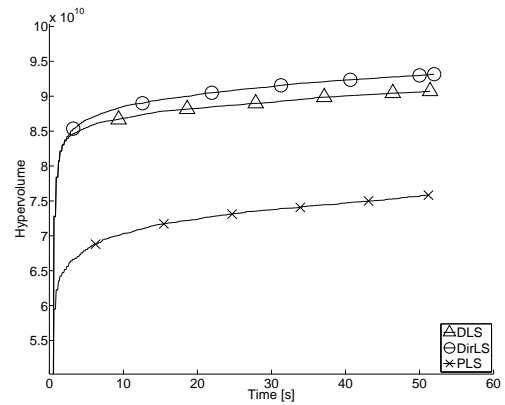


Figure S.2.9. The attained median HV for the 2-objective QAP problem instance with  $n = 25$  and  $\rho = -0.50$ .

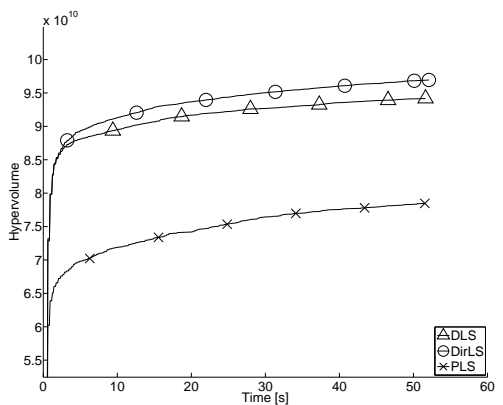


Figure S.2.10. The attained median HV for the 2-objective QAP problem instance with  $n = 25$  and  $\rho = -0.25$ .

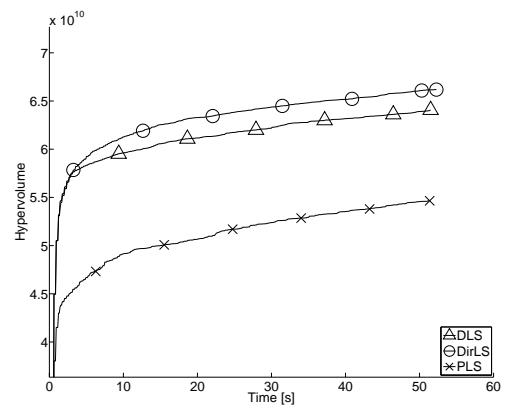


Figure S.2.11. The attained median HV for the 2-objective QAP problem instance with  $n = 25$  and  $\rho = 0.00$ .

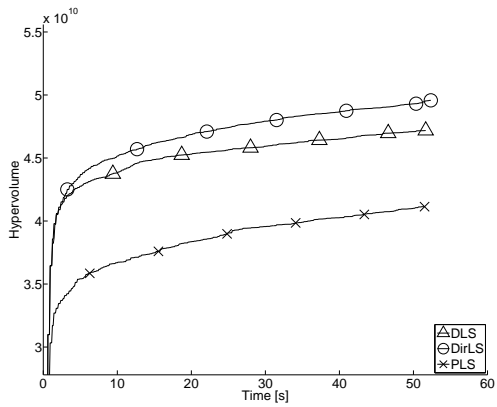


Figure S.2.12. The attained median HV for the 2-objective QAP problem instance with  $n = 25$  and  $\rho = +0.25$ .

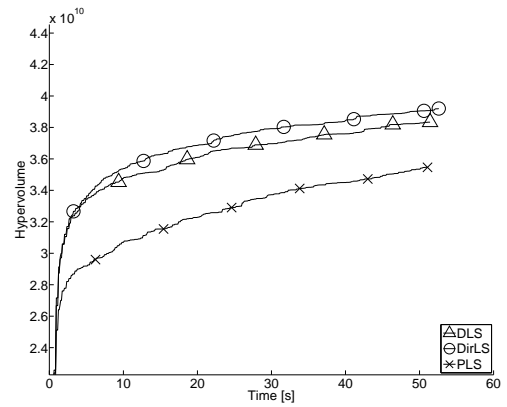


Figure S.2.13. The attained median HV for the 2-objective QAP problem instance with  $n = 25$  and  $\rho = +0.50$ .

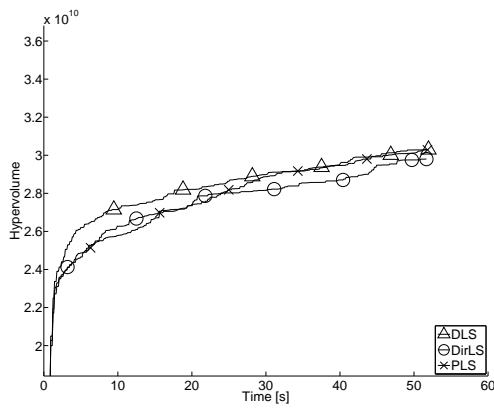


Figure S.2.14. The attained median HV for the 2-objective QAP problem instance with  $n = 25$  and  $\rho = +0.75$ .

### Median values of the hypervolume attained for the QAP ( $n = 50$ )

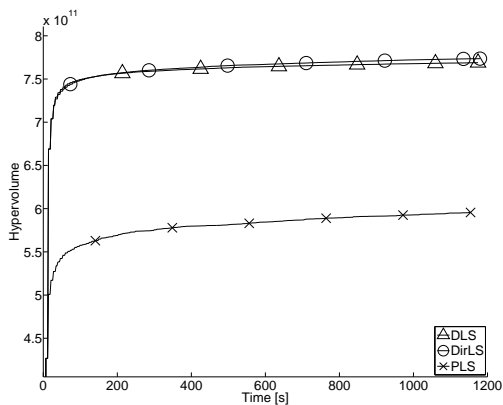


Figure S.2.15. The attained median HV for the 2-objective QAP problem instance with  $n = 50$  and  $\rho = -0.75$ .

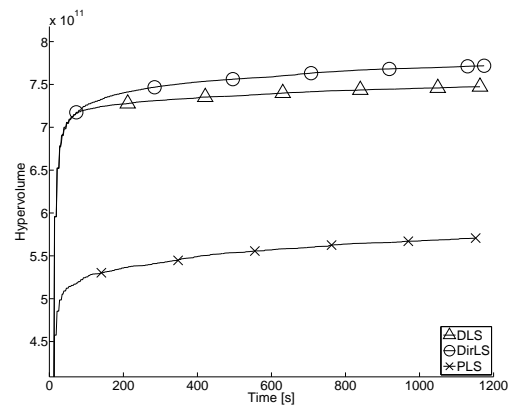


Figure S.2.16. The attained median HV for the 2-objective QAP problem instance with  $n = 50$  and  $\rho = -0.50$ .

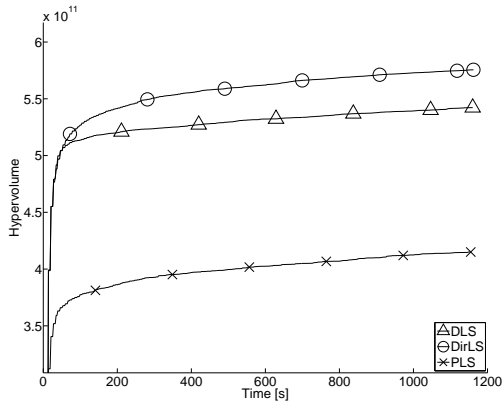


Figure S.2.17. The attained median HV for the 2-objective QAP problem instance with  $n = 50$  and  $\rho = -0.25$ .

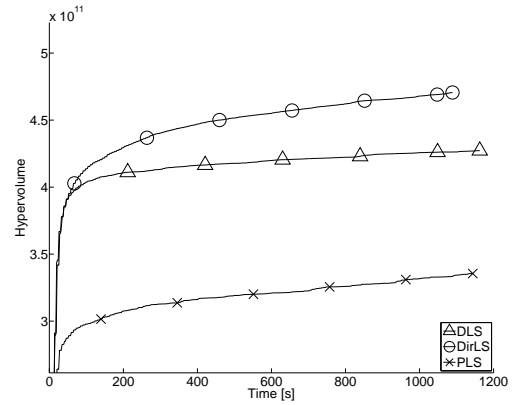


Figure S.2.18. The attained median HV for the 2-objective QAP problem instance with  $n = 50$  and  $\rho = 0.00$ .

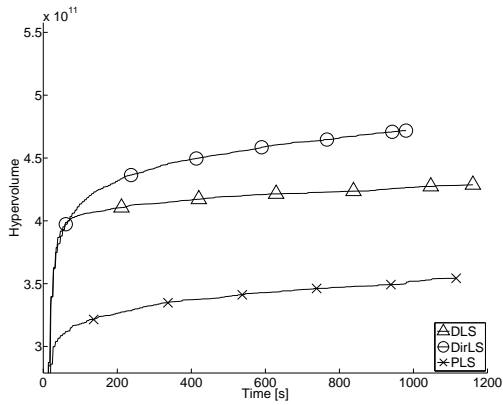


Figure S.2.19. The attained median HV for the 2-objective QAP problem instance with  $n = 50$  and  $\rho = +0.25$ .

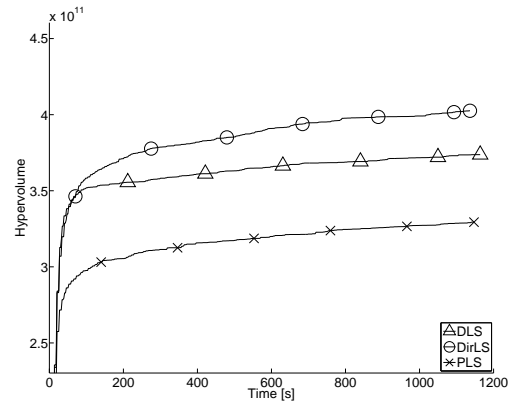


Figure S.2.20. The attained median HV for the 2-objective QAP problem instance with  $n = 50$  and  $\rho = +0.50$ .

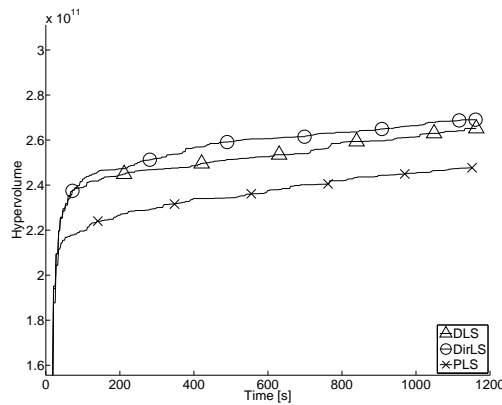


Figure S.2.21. The attained median HV for the 2-objective QAP problem instance with  $n = 50$  and  $\rho = +0.75$ .

## Median values of the hypervolume attained for the QAP ( $n = 75$ )

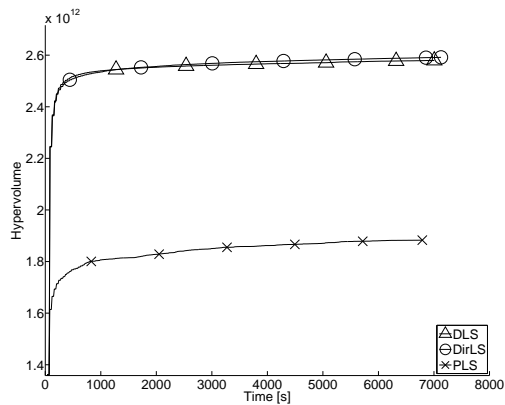


Figure S.2.22. The attained median HV for the 2-objective QAP problem instance with  $n = 75$  and  $\rho = -0.75$ .

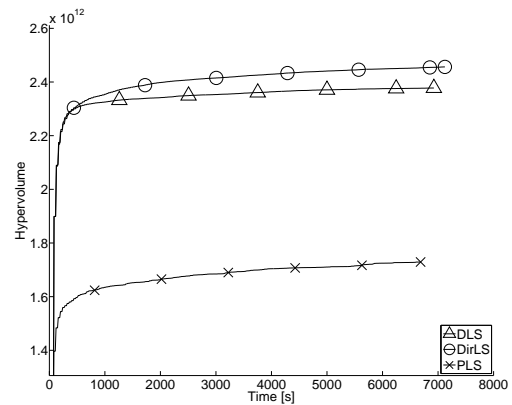


Figure S.2.23. The attained median HV for the 2-objective QAP problem instance with  $n = 75$  and  $\rho = -0.50$ .

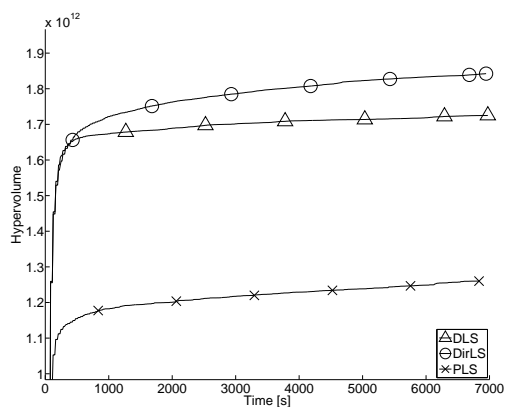


Figure S.2.24. The attained median HV for the 2-objective QAP problem instance with  $n = 75$  and  $\rho = -0.25$ .

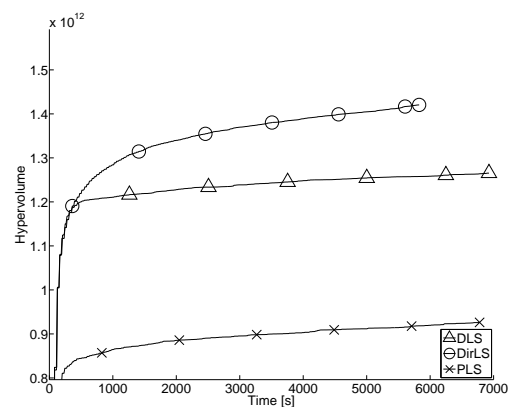


Figure S.2.25. The attained median HV for the 2-objective QAP problem instance with  $n = 75$  and  $\rho = 0.00$ .

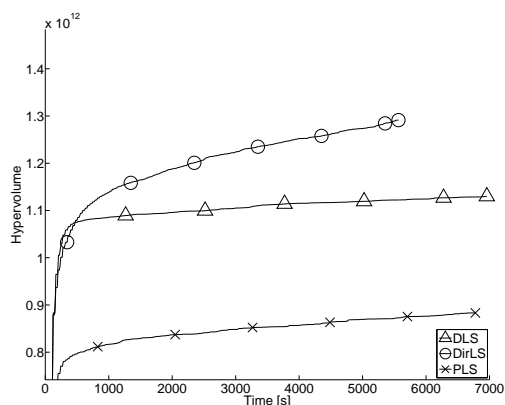


Figure S.2.26. The attained median HV for the 2-objective QAP problem instance with  $n = 75$  and  $\rho = +0.25$ .

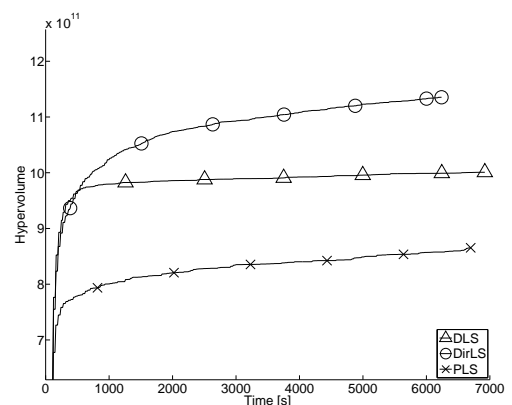


Figure S.2.27. The attained median HV for the 2-objective QAP problem instance with  $n = 75$  and  $\rho = +0.50$ .

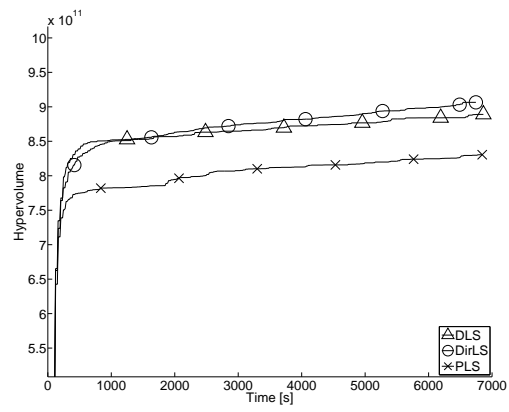


Figure S.2.28. The attained median HV for the 2-objective QAP problem instance with  $n = 75$  and  $\rho = +0.75$ .