

## A Total cost results

Instance	Cost (Gap%)	LS	BS	SQ	SK	TK	VLS	VRP	VTR	TT	FL	AGV	Cells	RT
VFRF														
Inst3WS1	91777 (0%)	3	0	1	0	5	0.10	0.03	0.02	1	—	—	2	34
Inst3WS2	51037 (0%)	5	0	1	0	3	0.01	0.05	0.02	1	—	—	2	117
Inst3WS3	224741 (0%)	6	0	2	0	5	0.17	0.03	0.02	1	—	—	3	1156
Inst3WS4	166455 (0%)	2	1	3	0	4	0.14	0.18	0.16	1	—	—	5	277
Inst3WS5	200286 (0%)	11	2	1	0	2	0.10	0.04	0.03	1	—	—	4	12989
Inst3WS6	83504 (6.90%)	5	0	4	0	6	0.03	0.07	0.05	1	—	—	5	43200
Inst4WS1	184107 (0%)	4	0	2	0	6	0.28	0.04	0.05	1	—	—	3	212
Inst4WS2	113298 (0%)	3	0	3	0	4	0.03	0.06	0.05	1	—	—	4	1606
Inst4WS3	314874 (0%)	9	0	4	0	5	0.10	0.11	0.11	1	—	—	5	30823
Inst4WS4	146116 (3.26%)	7	0	4	0	5	0.06	0.04	0.04	1	—	—	5	43200
Inst4WS5	51466 (0%)	3	0	3	0	4	0.01	0.07	0.04	1	—	—	4	543
Inst4WS6	190577 (2.55%)	8	0	5	0	5	0.09	0.09	0.07	1	—	—	6	43200
Inst5WS1	284831 (0.69%)	10	1	4	0	5	0.13	0.09	0.10	1	—	—	6	43200
Inst5WS2	239178 (0%)	6	0	3	0	7	0.83	0.04	0.03	1	—	—	4	2564
Inst5WS3	375284 (0%)	11	2	3	0	5	0.18	0.16	0.16	1	—	—	6	30476
Inst5WS4	253280 (0%)	10	0	2	0	4	0.25	0.05	0.04	1	—	—	3	11359
Inst5WS5	344215 (0.49%)	12	1	3	0	4	0.46	0.06	0.04	1	—	—	5	43200
Inst5WS6	138745 (0%)	2	0	6	0	2	0	0.09	0.10	1	—	—	7	1154
Inst6WS1	198632 (0%)	12	0	1	0	3	0.15	0.02	0.04	1	—	—	2	16355
Inst6WS2	213153 (6.16%)	9	2	3	0	4	0.14	0.04	0.06	1	—	—	6	43200
Inst6WS3	257564 (1.51%)	15	1	3	0	4	0.19	0.03	0.04	1	—	—	5	43200
Inst6WS4	338198 (1.52%)	15	2	3	0	5	0.51	0.03	0.03	1	—	—	6	43200
Inst6WS5	268133 (3.64%)	7	2	5	0	4	0.20	0.17	0.19	1	—	—	8	43200
Inst6WS6	232150 (20.54%)	10	1	7	0	5	0.07	0.07	0.06	1	—	—	9	43200
Inst7WS1	236071 (0%)	15	0	2	0	4	0.16	0.03	0.04	1	—	—	3	7247
Inst7WS2	476960 (1.71%)	16	1	5	0	6	0.59	0.05	0.06	1	—	—	7	43200
Inst7WS3	568819 (1.60%)	10	0	7	0	5	3.47	0.15	0.15	4	—	—	8	43200
Inst7WS4	499294 (6.96%)	12	1	6	0	7	0.79	0.19	0.13	2	—	—	8	43200
Inst7WS5	442575 (9.82%)	16	2	6	0	6	0.29	0.06	0.09	1	—	—	9	43200
Inst7WS6	407585 (17.80%)	13	3	5	1	4	0.27	0.16	0.12	1	—	—	10	43200
VORF														
Inst3WS1	91777 (0%)	3	0	1	0	5	0.10	0.03	0.02	1	0	0	2	153
Inst3WS2	51037 (0%)	5	0	1	0	3	0.01	0.05	0.02	1	0	0	2	425
Inst3WS3	224741 (0%)	6	0	2	0	5	0.17	0.03	0.02	1	0	0	3	1808
Inst3WS4	157277 (0%)	3	0	3	0	4	0.02	0.58	0.46	1	0	1	4	609
Inst3WS5	200350 (6.35%)	11	1	2	0	2	0.33	0.05	0.06	0	0	1	4	43200
Inst3WS6	83504 (0%)	5	0	4	0	6	0.03	0.07	0.05	1	0	0	5	10081
Inst4WS1	182764 (0%)	4	0	2	0	6	0.90	0.06	0.06	1	0	1	3	1058
Inst4WS2	113298 (0%)	3	0	3	0	4	0.03	0.06	0.05	1	0	0	4	5875
Inst4WS3	313270 (0.30%)	9	0	4	0	5	0.34	0.28	0.34	0	0	1	5	43200
Inst4WS4	146116 (4.11%)	7	0	4	0	5	0.06	0.04	0.04	1	0	0	5	43200
Inst4WS5	51466 (0%)	3	0	3	0	4	0.01	0.07	0.04	1	0	0	4	6405
Inst4WS6	190014 (5.75%)	7	0	6	0	5	0.19	0.29	0.29	0	0	1	7	43200
Inst5WS1	281845 (0%)	11	0	4	0	5	0.46	0.23	0.31	0	0	1	5	17314
Inst5WS2	239178 (1.64%)	6	0	3	0	7	0.83	0.04	0.03	1	0	0	4	43200
Inst5WS3	372998 (3.66%)	12	1	3	0	5	0.23	0.41	0.53	1	0	1	5	43200
Inst5WS4	253280 (4.47%)	10	0	2	0	4	0.25	0.05	0.04	1	0	0	3	43200
Inst5WS5	343992 (3.17%)	12	0	4	0	4	1.10	0.09	0.03	1	0	1	5	43200
Inst5WS6	138745 (0%)	2	0	6	0	2	0	0.09	0.10	1	0	0	7	4239
Inst6WS1	198633 (0%)	13	0	1	0	3	0.15	0.02	0.04	1	0	0	2	2151
Inst6WS2	212852 (5.79%)	10	2	2	0	4	0.49	0.11	0.15	0	0	1	5	43200
Inst6WS3	256933 (1.69%)	15	0	4	0	4	0.66	0.08	0.11	0	0	1	5	43200
Inst6WS4	337722 (13.67%)	14	3	3	0	5	0.33	0.43	0.63	1	0	1	7	43200

Continued on next page

Table continued from previous page

Instance	Cost (Gap%)	LS	BS	SQ	SK	TK	VLS	VRP	VTR	TT	FL	AGV	Cells	RT
Inst6WS5	259228 (17.42%)	6	3	5	0	4	0.03	0.84	0.30	1	0	1	9	43200
Inst6WS6	232150 (27.77%)	10	1	7	0	5	0.07	0.07	0.06	1	0	0	9	43200
Inst7WS1	236071 (0%)	15	0	2	0	4	0.16	0.03	0.04	1	0	0	3	22611
Inst7WS2	477507 (1.23%)	16	2	4	0	6	0.59	0.05	0.06	1	0	0	7	43200
Inst7WS3	566011 (2.93%)	11	0	6	0	5	3.47	0.44	0.53	4	0	1	7	43200
Inst7WS4	492406 (19.11%)	16	0	6	0	4	0.99	0.28	0.33	1	0	1	7	43200
Inst7WS5	443118 (12.09%)	16	2	6	0	6	0.67	0.20	0.26	1	0	1	9	43200
Inst7WS6	404583 (26.33%)	14	2	6	0	4	0.28	0.42	0.57	1	0	1	9	43200
<b>VFRO</b>														
Inst3WS1	91309 (0%)	3	0	1	0	5	0.09	0.03	0.02	1	—	—	2	184
Inst3WS2	50839 (0%)	5	0	1	0	3	0.01	0.05	0.02	1	—	—	2	1431
Inst3WS3	224507 (0%)	7	0	2	0	5	0.16	0.03	0.02	1	—	—	3	2187
Inst3WS4	165343 (0%)	2	1	3	0	4	0.13	0.17	0.16	1	—	—	5	32536
Inst3WS5	200142 (0.77%)	11	2	1	0	2	0.10	0.04	0.03	1	—	—	4	43200
Inst3WS6	83331 (9.62%)	5	1	3	0	6	0.03	0.07	0.04	1	—	—	5	43200
Inst4WS1	183901 (0%)	4	0	2	0	6	0.27	0.04	0.05	1	—	—	3	2239
Inst4WS2	113032 (2.30%)	3	0	3	0	4	0.03	0.06	0.05	1	—	—	4	43200
Inst4WS3	314332 (1.36%)	9	0	4	0	5	0.10	0.10	0.11	1	—	—	5	43200
Inst4WS4	145957 (4.65%)	7	0	4	0	5	0.06	0.04	0.04	1	—	—	5	43200
Inst4WS5	51255 (8.49%)	3	0	3	0	4	0.01	0.07	0.04	1	—	—	4	43200
Inst4WS6	190158 (17.09%)	8	0	5	0	5	0.08	0.08	0.07	1	—	—	6	43200
Inst5WS1	284444 (1.96%)	10	1	4	0	5	0.13	0.09	0.10	1	—	—	6	43200
Inst5WS2	237908 (2.30%)	6	0	3	0	7	0.78	0.04	0.05	1	—	—	4	43200
Inst5WS3	374323 (2.13%)	10	2	3	0	4	0.17	0.15	0.16	1	—	—	6	43200
Inst5WS4	252390 (3.94%)	10	0	2	0	4	0.24	0.05	0.04	1	—	—	3	43200
Inst5WS5	343205 (1.71%)	12	1	3	0	4	0.44	0.06	0.04	1	—	—	5	43200
Inst5WS6	138451 (0%)	2	0	6	0	2	0	0.09	0.10	1	—	—	7	32474
Inst6WS1	198004 (0%)	12	0	1	0	3	0.14	0.02	0.04	1	—	—	2	5046
Inst6WS2	213004 (6%)	9	2	3	0	4	0.14	0.04	0.06	1	—	—	6	43200
Inst6WS3	256816 (2.21%)	15	1	3	0	4	0.17	0.03	0.04	1	—	—	5	43200
Inst6WS4	337688 (12.41%)	15	2	3	0	5	0.50	0.03	0.03	1	—	—	6	43200
Inst6WS5	267778 (16.15%)	6	3	5	0	4	0.16	0.18	0.19	1	—	—	9	43200
Inst6WS6	231879 (31.58%)	10	1	7	0	5	0.07	0.06	0.06	1	—	—	9	43200
Inst7WS1	235491 (2.16%)	15	0	2	0	4	0.15	0.03	0.04	1	—	—	3	43200
Inst7WS2	475198 (18.55%)	17	1	4	0	6	0.55	0.04	0.06	1	—	—	6	43200
Inst7WS3	557577 (3.34%)	10	1	6	0	5	3.22	0.15	0.15	4	—	—	8	43200
Inst7WS4	494249 (17.55%)	16	1	5	0	4	0.84	0.08	0.13	2	—	—	7	43200
Inst7WS5	444387 (23.32%)	17	4	6	0	3	0.26	0.08	0.12	1	—	—	11	43200
Inst7WS6	407196 (22.66%)	14	3	6	0	3	0.26	0.16	0.15	1	—	—	10	43200
<b>VORO</b>														
Inst3WS1	91309 (0%)	3	0	1	0	5	0.09	0.03	0.02	1	0	0	2	729
Inst3WS2	50839 (0%)	5	0	1	0	3	0.01	0.05	0.02	1	0	0	2	2893
Inst3WS3	223737 (0%)	7	0	2	0	5	0.42	0.06	0.07	0	0	1	3	4673
Inst3WS4	154536 (0%)	3	0	3	0	4	0.06	0.57	0.38	1	0	1	4	15229
Inst3WS5	199503 (1.76%)	11	1	2	0	2	0.26	0.04	0.06	0	0	1	4	43200
Inst3WS6	83331 (11.81%)	5	1	3	0	6	0.03	0.07	0.04	1	0	0	5	43200
Inst4WS1	178898 (0%)	4	0	2	0	6	0.71	0.04	0.06	0	0	1	3	4873
Inst4WS2	113032 (0%)	3	0	3	0	4	0.03	0.06	0.05	1	0	0	4	27769
Inst4WS3	311895 (1.91%)	9	0	4	0	5	0.26	0.26	0.29	0	0	1	5	43200
Inst4WS4	145957 (5.69%)	6	0	4	0	5	0.06	0.04	0.04	1	0	0	5	43200
Inst4WS5	51255 (0%)	3	0	3	0	4	0.01	0.07	0.04	1	0	0	4	15721
Inst4WS6	188944 (16.60%)	7	0	6	0	5	0.15	0.23	0.29	0	0	1	7	43200
Inst5WS1	280403 (21.35%)	11	0	4	0	5	0.36	0.20	0.29	0	0	1	5	43200
Inst5WS2	231479 (2.04%)	5	1	3	0	7	0.33	1.35	0.31	0	0	2	5	43200
Inst5WS3	370693 (7.67%)	12	1	3	0	5	0.28	0.39	0.45	1	0	1	5	43200

Continued on next page

Table continued from previous page

Instance	Cost (Gap%)	LS	BS	SQ	SK	TK	VLS	VRP	VTR	TT	FL	AGV	Cells	RT
Inst5WS4	250273 (5.09%)	10	0	2	0	4	0.69	0.10	0.13	0	0	1	3	43200
Inst5WS5	341174 (18.06%)	12	0	4	0	4	1.06	0.07	0.04	1	0	1	5	43200
Inst5WS6	138451 (9.27%)	2	0	6	0	2	0	0.09	0.10	1	0	0	7	43200
Inst6WS1	198004 (0%)	13	0	1	0	3	0.14	0.02	0.04	1	0	0	2	35620
Inst6WS2	211664 (6.81%)	10	2	2	0	4	0.39	0.09	0.15	0	0	1	5	43200
Inst6WS3	255461 (2.61%)	15	0	4	0	4	0.53	0.06	0.11	0	0	1	5	43200
Inst6WS4	332880 (15.28%)	15	2	3	0	5	0.95	0.36	0.67	0	0	2	6	43200
Inst6WS5	257243 (24.48%)	9	0	5	0	4	0.18	0.59	0.23	1	0	1	6	43200
Inst6WS6	231879 (44.98%)	10	1	7	0	5	0.07	0.06	0.06	1	0	0	9	43200
Inst7WS1	235491 (2.37%)	15	0	2	0	4	0.15	0.03	0.04	1	0	0	3	43200
Inst7WS2	472843 (23.09%)	17	1	4	0	6	1.72	0.11	0.16	0	0	2	6	43200
Inst7WS3	551178 (3.33%)	11	0	6	0	5	4.03	0.35	0.45	3	0	2	7	43200
Inst7WS4	491230 (7.37%)	12	2	5	0	7	0.32	1.01	0.14	1	0	1	8	43200
Inst7WS5	445180 (46.39%)	18	3	6	0	3	0.72	0.15	0.20	1	0	1	10	43200
Inst7WS6	405466 (25.96%)	13	1	6	3	3	0.45	0.36	0.34	1	0	1	9	43200

Table 1: Results overview small layout. Shown for each instance: total cost (MIP gap), number of part families assigned to LS, BS, SQ, SK, TK, fractional number of vehicles required for LS, RP and TR, the total integer number of tow trains, forklifts and AGVs to be acquired, number of cell constructed and the total runtime.

Instance	Cost (Gap%)	LS	BS	SQ	SK	TK	VLS	VRP	VTR	TT	FL	AGV	Cells	RT
VFRF														
Inst3WS1	98496 (0%)	3	0	1	0	5	0.20	0.05	0.03	1	—	—	2	42
Inst3WS2	53912 (0%)	5	0	1	0	3	0.02	0.09	0.03	1	—	—	2	2835
Inst3WS3	235304 (0%)	6	0	2	0	4	0.34	0.05	0.04	1	—	—	3	1401
Inst3WS4	185529 (0%)	2	1	3	0	4	0.24	0.28	0.29	1	—	—	5	353
Inst3WS5	207821 (1.37%)	11	2	1	0	2	0.20	0.07	0.05	1	—	—	4	43202
Inst3WS6	89427 (5.24%)	5	0	4	0	6	0.06	0.12	0.09	1	—	—	5	43200
Inst4WS1	201825 (0%)	4	0	2	0	6	0.57	0.06	0.10	1	—	—	3	342
Inst4WS2	119410 (0%)	3	0	3	0	4	0.07	0.10	0.10	1	—	—	4	1766
Inst4WS3	328614 (1.50%)	7	0	3	0	4	0.21	0.18	0.21	1	—	—	5	43200
Inst4WS4	152496 (4.23%)	7	0	4	0	5	0.12	0.07	0.08	1	—	—	5	43200
Inst4WS5	56007 (0%)	3	0	3	0	4	0.01	0.12	0.07	1	—	—	4	648
Inst4WS6	200974 (3.49%)	8	0	5	0	5	0.18	0.15	0.13	1	—	—	6	43200
Inst5WS1	327088 (0%)	12	3	0	0	4	0.36	0.42	0.12	1	—	—	4	43200
Inst5WS2	299605 (0%)	6	0	3	0	7	1.71	0.33	0.06	3	—	—	4	3136
Inst5WS3	433147 (0%)	12	3	1	0	5	0.66	0.31	0.23	2	—	—	6	9203
Inst5WS4	282676 (0%)	10	0	2	0	4	0.55	0.28	0.08	1	—	—	3	547
Inst5WS5	390450 (0.43%)	12	1	3	0	4	0.95	0.47	0.07	2	—	—	5	43200
Inst5WS6	164575 (0%)	3	0	5	0	2	0.09	0.42	0.12	1	—	—	6	1832
Inst6WS1	208706 (0%)	12	0	2	0	3	0.31	0.04	0.05	1	—	—	3	1171
Inst6WS2	224652 (4.59%)	9	3	2	0	4	0.29	0.07	0.10	1	—	—	6	43200
Inst6WS3	271012 (2.54%)	14	1	4	0	4	0.40	0.06	0.07	1	—	—	6	43200
Inst6WS4	370077 (1.05%)	15	2	3	0	5	1.08	0.06	0.06	2	—	—	6	43200
Inst6WS5	296421 (3.76%)	9	0	5	0	4	0.48	0.25	0.32	2	—	—	6	43200
Inst6WS6	241364 (22.80%)	10	1	7	0	5	0.15	0.12	0.12	1	—	—	9	43200
Inst7WS1	248664 (2.06%)	15	0	2	0	4	0.36	0.05	0.07	1	—	—	3	43200
Inst7WS2	518172 (0.61%)	15	2	5	0	6	1.30	0.09	0.12	2	—	—	8	43200
Inst7WS3	795264 (1.36%)	10	0	7	0	5	7.73	0.26	0.34	9	—	—	8	43200
Inst7WS4	560389 (11.99%)	14	2	6	0	4	1.71	0.33	0.26	3	—	—	9	43200
Inst7WS5	465713 (15.57%)	15	3	6	0	6	0.61	0.13	0.16	1	—	—	10	43200
Inst7WS6	437667 (19.30%)	13	3	5	1	4	0.61	0.27	0.26	2	—	—	10	43200
VORF														

Continued on next page

Table continued from previous page

Instance	Cost (Gap%)	LS	BS	SQ	SK	TK	VLS	VRP	VTR	TT	FL	AGV	Cells	RT
Inst3WS1	98496 (0%)	3	0	1	0	5	0.20	0.05	0.03	1	0	0	2	208
Inst3WS2	53912 (0%)	5	0	1	0	3	0.02	0.09	0.03	1	0	0	2	187
Inst3WS3	235304 (0%)	7	0	2	0	5	0.34	0.05	0.04	1	0	0	3	1890
Inst3WS4	182776 (0%)	2	1	3	0	4	0.01	1.09	0.29	1	0	1	5	1949
Inst3WS5	207821 (0%)	11	2	1	0	2	0.20	0.07	0.05	1	0	0	4	34173
Inst3WS6	89427 (0%)	5	0	4	0	6	0.06	0.12	0.09	1	0	0	5	29481
Inst4WS1	201825 (0%)	4	0	2	0	6	0.57	0.06	0.10	1	0	0	3	790
Inst4WS2	119410 (0%)	3	0	3	0	4	0.07	0.10	0.10	1	0	0	4	24489
Inst4WS3	328614 (2.78%)	9	0	4	0	5	0.21	0.18	0.21	1	0	0	5	43200
Inst4WS4	152496 (4.96%)	7	0	4	0	5	0.12	0.07	0.08	1	0	0	5	43200
Inst4WS5	56007 (0%)	3	0	3	0	4	0.01	0.12	0.07	1	0	0	4	7166
Inst4WS6	200974 (10.31%)	8	0	5	0	5	0.18	0.15	0.13	1	0	0	6	43200
Inst5WS1	306378 (1.32%)	9	1	4	0	5	0.28	0.84	0.21	1	0	1	6	43200
Inst5WS2	290783 (0%)	6	0	3	0	7	1.71	0.24	0.06	2	0	1	4	3475
Inst5WS3	409780 (5.18%)	11	3	2	0	5	0.49	0.98	0.24	1	0	1	6	43200
Inst5WS4	276082 (2.35%)	10	0	2	0	4	0.52	0.47	0.08	1	0	1	3	43200
Inst5WS5	375974 (0.87%)	12	0	4	0	4	1.02	0.31	0.11	1	0	1	5	43200
Inst5WS6	153523 (0%)	2	0	6	0	2	0.01	0.84	0.20	1	0	1	7	6060
Inst6WS1	208706 (0%)	12	0	2	0	3	0.31	0.04	0.05	1	0	0	3	6747
Inst6WS2	224652 (2.71%)	9	3	2	0	4	0.29	0.07	0.10	1	0	0	6	43200
Inst6WS3	271012 (2.92%)	14	1	4	0	4	0.40	0.06	0.07	1	0	0	6	43200
Inst6WS4	370170 (15.08%)	14	2	4	0	5	1.08	0.06	0.06	2	0	0	7	43200
Inst6WS5	295638 (17.99%)	9	0	5	0	4	0.14	1.58	0.32	1	0	2	6	43200
Inst6WS6	241364 (32.40%)	10	1	7	0	5	0.15	0.12	0.12	1	0	0	9	43200
Inst7WS1	248664 (2.31%)	15	0	2	0	4	0.36	0.05	0.07	1	0	0	3	43200
Inst7WS2	518296 (14.78%)	15	1	5	0	7	1.30	0.09	0.11	2	0	0	7	43200
Inst7WS3	795264 (3.33%)	10	0	7	0	5	7.73	0.26	0.34	9	0	0	8	43200
Inst7WS4	559387 (21.99%)	11	2	6	0	7	1.69	0.33	0.26	3	0	0	9	43200
Inst7WS5	469121 (10.95%)	16	3	6	0	5	0.64	0.13	0.14	1	0	0	10	43200
Inst7WS6	470114 (37.05%)	11	8	2	1	4	0.64	0.25	0.26	2	0	0	12	43200
<b>VFRO</b>														
Inst3WS1	96157 (0%)	3	0	1	0	5	0.16	0.04	0.03	1	—	—	2	284
Inst3WS2	52923 (0%)	5	0	1	0	3	0.01	0.07	0.03	1	—	—	2	454
Inst3WS3	232141 (0%)	7	0	2	0	5	0.29	0.04	0.04	1	—	—	3	2504
Inst3WS4	180440 (0%)	3	0	3	0	4	0.24	0.23	0.29	1	—	—	4	11337
Inst3WS5	206237 (1.53%)	6	1	1	0	8	0.14	0.06	0.05	1	—	—	3	43200
Inst3WS6	87844 (4.86%)	5	1	3	0	6	0.06	0.10	0.08	1	—	—	5	43200
Inst4WS1	200788 (0%)	4	0	2	0	6	0.56	0.06	0.09	1	—	—	3	4241
Inst4WS2	117910 (2.81%)	3	0	3	0	4	0.05	0.09	0.10	1	—	—	4	43200
Inst4WS3	325866 (2.21%)	9	0	4	0	5	0.19	0.15	0.21	1	—	—	5	43200
Inst4WS4	151321 (6.48%)	7	0	4	0	5	0.11	0.06	0.09	1	—	—	5	43200
Inst4WS5	54798 (0%)	3	0	3	0	4	0.01	0.10	0.07	1	—	—	4	19538
Inst4WS6	198543 (11.53%)	8	0	5	0	5	0.15	0.12	0.13	1	—	—	6	43200
Inst5WS1	297728 (2.96%)	11	1	4	0	4	0.24	0.13	0.21	1	—	—	6	43200
Inst5WS2	273730 (0%)	6	0	3	0	7	1.41	0.07	0.11	2	—	—	4	19671
Inst5WS3	393465 (8.74%)	11	2	3	0	5	0.33	0.22	0.33	1	—	—	6	43200
Inst5WS4	265176 (1.32%)	10	0	2	0	4	0.44	0.07	0.08	1	—	—	3	43200
Inst5WS5	365693 (1.55%)	12	1	3	0	4	0.83	0.10	0.06	1	—	—	5	43200
Inst5WS6	149015 (0%)	3	0	5	0	2	0.08	0.11	0.12	1	—	—	6	23985
Inst6WS1	205762 (0%)	12	0	2	0	3	0.26	0.04	0.05	1	—	—	3	8227
Inst6WS2	223968 (6.48%)	9	3	2	0	4	0.29	0.07	0.08	1	—	—	6	43200
Inst6WS3	267205 (2.53%)	15	1	3	0	4	0.33	0.06	0.07	1	—	—	5	43200
Inst6WS4	363180 (4.52%)	15	2	3	0	5	0.95	0.06	0.05	2	—	—	6	43200
Inst6WS5	288929 (21.58%)	9	0	5	0	4	0.40	0.25	0.28	1	—	—	6	43200
Inst6WS6	240311 (26.40%)	10	1	7	0	5	0.13	0.11	0.12	1	—	—	9	43200

Continued on next page

Table continued from previous page

Instance	Cost (Gap%)	LS	BS	SQ	SK	TK	VLS	VRP	VTR	TT	FL	AGV	Cells	RT
Inst7WS1	245752 (2.81%)	15	0	2	0	4	0.31	0.04	0.07	1	—	—	3	43200
Inst7WS2	506403 (18.32%)	16	2	4	0	6	1.07	0.07	0.11	2	—	—	7	43200
Inst7WS3	728231 (4.62%)	11	1	5	0	5	6.60	0.13	0.08	7	—	—	7	43200
Inst7WS4	551085 (17.60%)	16	1	5	0	4	1.80	0.12	0.28	3	—	—	7	43200
Inst7WS5	469019 (22.60%)	18	3	6	0	3	0.55	0.13	0.20	1	—	—	10	43200
Inst7WS6	433845 (23.85%)	13	4	4	2	3	0.49	0.24	0.26	1	—	—	10	43200
<b>VORO</b>														
Inst3WS1	96157 (0%)	2	0	1	0	5	0.16	0.04	0.03	1	0	0	2	650
Inst3WS2	52923 (0%)	5	0	1	0	3	0.01	0.07	0.03	1	0	0	2	1597
Inst3WS3	232141 (0%)	7	0	2	0	5	0.29	0.04	0.04	1	0	0	3	6987
Inst3WS4	176203 (0%)	3	0	3	0	4	0.22	0.95	0.29	1	0	1	4	35383
Inst3WS5	206237 (1.56%)	6	1	1	0	8	0.14	0.06	0.05	1	0	0	3	43200
Inst3WS6	87844 (7.45%)	5	1	3	0	6	0.06	0.10	0.08	1	0	0	5	43200
Inst4WS1	200459 (0%)	4	0	2	0	6	0.51	0.13	0.22	1	0	1	3	23660
Inst4WS2	117910 (3.71%)	3	0	3	0	4	0.05	0.09	0.10	1	0	0	4	43200
Inst4WS3	325866 (4.12%)	9	0	4	0	5	0.19	0.15	0.21	1	0	0	5	43200
Inst4WS4	151321 (7.04%)	7	0	4	0	5	0.11	0.06	0.09	1	0	0	5	43200
Inst4WS5	54798 (0%)	3	0	3	0	4	0.01	0.10	0.07	1	0	0	4	19719
Inst4WS6	198543 (25.76%)	8	0	5	0	5	0.15	0.12	0.13	1	0	0	6	43200
Inst5WS1	297728 (15.98%)	11	1	4	0	4	0.24	0.13	0.21	1	0	0	6	43200
Inst5WS2	270962 (2.32%)	6	0	3	0	7	1.68	0.17	0.06	2	0	1	4	43200
Inst5WS3	393465 (5.93%)	11	2	3	0	5	0.33	0.22	0.33	1	0	0	6	43200
Inst5WS4	265176 (5.39%)	10	0	2	0	4	0.44	0.07	0.08	1	0	0	3	43200
Inst5WS5	361058 (22.66%)	12	1	3	0	4	2.05	0.14	0.06	1	0	2	5	43200
Inst5WS6	149186 (17.68%)	2	0	6	0	2	0.01	0.21	0.20	1	0	0	7	43200
Inst6WS1	205762 (0.68%)	12	0	2	0	3	0.26	0.04	0.05	1	0	0	3	43200
Inst6WS2	223968 (7.87%)	9	3	2	0	4	0.29	0.07	0.08	1	0	0	6	43200
Inst6WS3	267205 (2.96%)	15	1	3	0	4	0.33	0.06	0.07	1	0	0	5	43200
Inst6WS4	363180 (12.58%)	15	2	3	0	5	0.95	0.06	0.05	2	0	0	6	43200
Inst6WS5	283977 (27.97%)	9	0	5	0	4	0.15	1.18	0.31	1	0	1	6	43200
Inst6WS6	242870 (36.14%)	13	1	6	0	3	0.13	0.11	0.11	1	0	0	8	43200
Inst7WS1	245752 (3.28%)	15	0	2	0	4	0.31	0.04	0.07	1	0	0	3	43200
Inst7WS2	506403 (20.02%)	16	2	4	0	6	1.07	0.07	0.11	2	0	0	7	43200
Inst7WS3	728231 (4.82%)	11	1	5	0	5	6.60	0.13	0.08	7	0	0	7	43200
Inst7WS4	544670 (26.21%)	13	4	5	0	4	0.51	3.10	0.31	1	0	3	10	43200
Inst7WS5	466426 (21.17%)	17	2	6	0	5	0.60	0.08	0.16	1	0	0	9	43200
Inst7WS6	433863 (28.35%)	13	3	3	3	4	0.51	0.23	0.26	1	0	0	9	43200

Table 2: Results overview large layout. Shown for each instance: total cost (MIP gap), number of part families assigned to LS, BS, SQ, SK, TK, fractional number of vehicles required for LS, RP and TR, the total integer number of tow trains, forklifts and AGVs to be acquired, number of cell constructed and the total runtime.

## B Total cost results BS-only scenario

Instance	Cost (Gap%)	LS	BS	SQ	SK	TK	VLS	VRP	VTR	TT	FL	AGV	Cells	RT
<b>VFRF</b>														
Inst3WS1	137881 (0%)	0	9	0	0	0	0	0.25	0.17	1	—	—	9	244
Inst3WS2	93846 (0%)	0	9	0	0	0	0	0.06	0.01	1	—	—	9	455
Inst3WS3	439329 (0%)	0	14	0	0	0	0	0.51	0.10	1	—	—	14	8841
Inst3WS4	338523 (0%)	0	10	0	0	0	0	0.51	0.09	1	—	—	10	31316
Inst3WS5	355468 (0.40%)	0	16	0	0	0	0	0.35	0.14	1	—	—	16	43200
Inst3WS6	137740 (0%)	0	15	0	0	0	0	0.09	0.05	1	—	—	15	1679
Inst4WS1	275819 (0%)	0	12	0	0	0	0	0.42	0.12	1	—	—	12	1221
Inst4WS2	243612 (0%)	0	10	0	0	0	0	0.09	0.06	1	—	—	10	314
Inst4WS3	498606 (0%)	0	18	0	0	0	0	0.20	0.14	1	—	—	18	3530
Inst4WS4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	43200
Inst4WS5	102202 (0%)	0	10	0	0	0	0	0.07	0.03	1	—	—	10	959
Inst4WS6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	121
Inst5WS1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	152.01
Inst5WS2	554115 (0.06%)	0	16	0	0	0	0	3.82	0.17	4	—	—	16	43200
Inst5WS3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	160
Inst5WS4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	10061
Inst5WS5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	982
Inst5WS6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	45
Inst6WS1	360159 (0%)	0	17	0	0	0	0	0.18	0.15	1	—	—	17	2891
Inst6WS2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	173
Inst6WS3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	318
Inst6WS4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	43201
Inst6WS5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	1723
Inst6WS6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	247
Inst7WS1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	152
Inst7WS2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	544
Inst7WS3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	0.12
Inst7WS4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	325
Inst7WS5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	550
Inst7WS6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	488
<b>VORF</b>														
Inst3WS1	127044 (0%)	0	9	0	0	0	0	0.27	0.28	0	0	1	9	13346
Inst3WS2	93845 (0.13%)	0	9	0	0	0	0	0.06	0.01	1	0	0	9	43200
Inst3WS3	421842 (0.35%)	0	14	0	0	0	0	0.47	0.27	0	0	1	14	43200
Inst3WS4	323408 (0%)	0	10	0	0	0	0	0.70	0.26	0	0	1	10	3423
Inst3WS5	342427 (0.80%)	0	16	0	0	0	0	0.29	0.31	0	0	1	16	43200
Inst3WS6	137740 (1.70%)	0	15	0	0	0	0	0.09	0.05	1	0	0	15	43200
Inst4WS1	266461 (0.96%)	0	12	0	0	0	0	0.71	0.32	1	0	1	12	43200
Inst4WS2	243612 (0%)	0	10	0	0	0	0	0.09	0.06	1	0	0	10	43200
Inst4WS3	495923 (0.29%)	0	18	0	0	0	0	0.52	0.44	0	0	1	18	43200
Inst4WS4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	43200
Inst4WS5	102202 (0.05%)	0	10	0	0	0	0	0.07	0.03	1	0	0	10	43200
Inst4WS6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	43200
Inst5WS1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	43200
Inst5WS2	397624 (0.81%)	0	16	0	0	0	0	2.01	0.17	1	0	2	16	43200
Inst5WS3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	6184
Inst5WS4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	43201
Inst5WS5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	43200
Inst5WS6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	495
Inst6WS1	357416 (0.30%)	0	17	0	0	0	0	0.39	0.53	0	0	1	17	43200
Inst6WS2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	2352
Inst6WS3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	2015

Continued on next page

Table continued from previous page

Instance	Cost (Gap%)	LS	BS	SQ	SK	TK	VLS	VRP	VTR	TT	FL	AGV	Cells	RT
Inst6WS4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	43200
Inst6WS5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	43200
Inst6WS6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	1363
Inst7WS1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	1631
Inst7WS2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	43200
Inst7WS3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	0.07
Inst7WS4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	576
Inst7WS5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	814
Inst7WS6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	43200
<b>VFRO</b>														
Inst3WS1	137079 (0.55%)	0	9	0	0	0	0	0.24	0.17	1	—	—	9	43200
Inst3WS2	93665 (0%)	0	9	0	0	0	0	0.05	0.01	1	—	—	9	43200
Inst3WS3	438052 (1.22%)	0	14	0	0	0	0	0.48	0.10	1	—	—	14	43200
Inst3WS4	337479 (0.34%)	0	10	0	0	0	0	0.49	0.09	1	—	—	10	43200
Inst3WS5	354661 (1.44%)	0	16	0	0	0	0	0.33	0.14	1	—	—	16	43200
Inst3WS6	137457 (1.86%)	0	15	0	0	0	0	0.09	0.05	1	—	—	15	43200
Inst4WS1	274576 (0.97%)	0	12	0	0	0	0	0.40	0.12	1	—	—	12	43200
Inst4WS2	243347 (0.01%)	0	10	0	0	0	0	0.09	0.06	1	—	—	10	43200
Inst4WS3	497999 (0.66%)	0	18	0	0	0	0	0.19	0.14	1	—	—	18	43200
Inst4WS4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	43200
Inst4WS5	102202 (0.15%)	0	10	0	0	0	0	0.07	0.03	1	—	—	10	43200
Inst4WS6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	43200
Inst5WS1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	43200
Inst5WS2	542309 (2.01%)	0	16	0	0	0	0	3.57	0.17	4	—	—	16	43200
Inst5WS3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	43200
Inst5WS4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	43200
Inst5WS5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	43200
Inst5WS6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	2688
Inst6WS1	359765 (0.82%)	0	17	0	0	0	0	0.18	0.14	1	—	—	17	43200
Inst6WS2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	43200
Inst6WS3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	7156
Inst6WS4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	43200
Inst6WS5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	43200
Inst6WS6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	1700
Inst7WS1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	1429
Inst7WS2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	43214
Inst7WS3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	0.05
Inst7WS4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	1169
Inst7WS5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	2453
Inst7WS6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	2036
<b>VORO</b>														
Inst3WS1	126449 (0.69%)	0	9	0	0	0	0	0.21	0.28	0	0	1	9	43200
Inst3WS2	93665 (0.12%)	0	9	0	0	0	0	0.05	0.01	1	0	0	9	43200
Inst3WS3	420786 (1.21%)	0	14	0	0	0	0	0.39	0.24	0	0	1	14	43200
Inst3WS4	321833 (0.07%)	0	10	0	0	0	0	0.57	0.23	0	0	1	10	43200
Inst3WS5	341734 (1.60%)	0	16	0	0	0	0	0.27	0.26	0	0	1	16	43200
Inst3WS6	137457 (2.17%)	0	15	0	0	0	0	0.09	0.05	1	0	0	15	43200
Inst4WS1	262789 (1.46%)	0	12	0	0	0	0	0.58	0.34	0	0	1	12	43200
Inst4WS2	243347 (0.11%)	0	10	0	0	0	0	0.09	0.06	1	0	0	10	43200
Inst4WS3	494749 (0.82%)	0	18	0	0	0	0	0.45	0.39	0	0	1	18	43200
Inst4WS4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	43200
Inst4WS5	102202 (0.26%)	0	10	0	0	0	0	0.07	0.03	1	0	0	10	43200
Inst4WS6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	43200
Inst5WS1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	43200
Inst5WS2	390587 (2.27%)	0	16	0	0	0	0	1.58	0.45	1	0	2	16	43200

Continued on next page

Table continued from previous page

Instance	Cost (Gap%)	LS	BS	SQ	SK	TK	VLS	VRP	VTR	TT	FL	AGV	Cells	RT
Inst5WS3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	27703
Inst5WS4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	43200
Inst5WS5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	37792
Inst5WS6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	4276
Inst6WS1	356526 (1.05%)	0	17	0	0	0	0	0.35	0.48	0	0	1	17	43200
Inst6WS2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	39766
Inst6WS3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	13403
Inst6WS4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	43200
Inst6WS5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	43200
Inst6WS6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	15823
Inst7WS1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	43200
Inst7WS2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	—	—
Inst7WS3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	0.11
Inst7WS4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	15116
Inst7WS5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	43200
Inst7WS6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	43200

Table 3: Results overview small layout BS-only case. Shown for each instance: total cost (MIP gap), number of part families assigned to LS, BS, SQ, SK, TK, fractional number of vehicles required for LS, RP and TR, the total integer number of tow trains, forklifts and AGVs to be acquired, number of cell constructed and the total runtime.

Instance	Cost (Gap%)	LS	BS	SQ	SK	TK	VLS	VRP	VTR	TT	FL	AGV	Cells	RT
VFRF														
Inst3WS1	153436 (0%)	0	9	0	0	0	0	0.44	0.32	1	—	—	9	255
Inst3WS2	96339 (0%)	0	9	0	0	0	0	0.10	0.02	1	—	—	9	514
Inst3WS3	462039 (0.22%)	0	14	0	0	0	0	0.87	0.17	2	—	—	14	43200
Inst3WS4	361085 (0%)	0	10	0	0	0	0	0.87	0.17	2	—	—	10	2165
Inst3WS5	372777 (0%)	0	16	0	0	0	0	0.59	0.25	1	—	—	16	4350
Inst3WS6	142960 (0.71%)	0	15	0	0	0	0	0.16	0.10	1	—	—	15	43200
Inst4WS1	295860 (0%)	0	12	0	0	0	0	0.73	0.24	1	—	—	12	2622
Inst4WS2	249307 (0%)	0	10	0	0	0	0	0.15	0.11	1	—	—	10	384
Inst4WS3	511739 (0%)	0	18	0	0	0	0	0.34	0.28	1	—	—	18	2762
Inst4WS4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	43200
Inst4WS5	105850 (0%)	0	10	0	0	0	0	0.12	0.05	1	—	—	10	1151
Inst4WS6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	121
Inst5WS1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	160
Inst5WS2	1826277 (0.04%)	0	16	0	0	0	0	29.27	0.34	30	—	—	16	43200
Inst5WS3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	220
Inst5WS4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	8079
Inst5WS5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	43200
Inst5WS6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	57
Inst6WS1	374566 (0%)	0	17	0	0	0	0	0.31	0.32	1	—	—	17	2063
Inst6WS2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	184
Inst6WS3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	235
Inst6WS4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	43200
Inst6WS5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	357
Inst6WS6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	217
Inst7WS1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	224
Inst7WS2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	432
Inst7WS3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	0.02
Inst7WS4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	297
Inst7WS5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	846
Inst7WS6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	380

Continued on next page



Table continued from previous page

Instance	Cost (Gap%)	LS	BS	SQ	SK	TK	VLS	VRP	VTR	TT	FL	AGV	Cells	RT
<b>VORF</b>														
Inst3WS1	146686 (0.40%)	0	9	0	0	0	0	0.94	1.03	0	0	2	9	43200
Inst3WS2	96339 (0.20%)	0	9	0	0	0	0	0.10	0.02	1	0	0	9	43200
Inst3WS3	445904 (1.06%)	0	14	0	0	0	0	1.23	0.17	1	0	2	14	43200
Inst3WS4	346143 (0.36%)	0	10	0	0	0	0	1.10	0.17	1	0	1	10	43200
Inst3WS5	359843 (2.03%)	0	16	0	0	0	0	0.77	0.25	1	0	1	16	43200
Inst3WS6	142959 (1.90%)	0	15	0	0	0	0	0.16	0.10	1	0	0	15	43200
Inst4WS1	295860 (1.08%)	0	12	0	0	0	0	0.73	0.24	1	0	0	12	43200
Inst4WS2	249307 (0.01%)	0	10	0	0	0	0	0.15	0.11	1	0	0	10	43200
Inst4WS3	511739 (0.62%)	0	18	0	0	0	0	0.34	0.28	1	0	0	18	43200
Inst4WS4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	43200
Inst4WS5	105850 (0.34%)	0	10	0	0	0	0	0.12	0.05	1	0	0	10	43200
Inst4WS6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	43200
Inst5WS1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	43200
Inst5WS2	487574 (0.67%)	0	16	0	0	0	0	7.08	0.34	1	0	7	16	43200
Inst5WS3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	3934
Inst5WS4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	43200
Inst5WS5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	43200
Inst5WS6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	626
Inst6WS1	374566 (0.68%)	0	17	0	0	0	0	0.31	0.32	1	0	0	17	43200
Inst6WS2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	43200
Inst6WS3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	43200
Inst6WS4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	43200
Inst6WS5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	43200
Inst6WS6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	1254
Inst7WS1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	43200
Inst7WS2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	9013
Inst7WS3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	0.06
Inst7WS4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	43200
Inst7WS5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	736
Inst7WS6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	43200
<b>VFRO</b>														
Inst3WS1	149426 (0.34%)	0	9	0	0	0	0	0.35	0.32	1	—	—	9	43200
Inst3WS2	95438 (0.57%)	0	9	0	0	0	0	0.08	0.02	1	—	—	9	43200
Inst3WS3	453053 (1.51%)	0	14	0	0	0	0	0.72	0.17	1	—	—	14	43200
Inst3WS4	352516 (1.03%)	0	10	0	0	0	0	0.73	0.17	1	—	—	10	43200
Inst3WS5	367819 (2.14%)	0	16	0	0	0	0	0.49	0.25	1	—	—	16	43200
Inst3WS6	141548 (1.92%)	0	15	0	0	0	0	0.13	0.09	1	—	—	15	43200
Inst4WS1	289330 (0.52%)	0	12	0	0	0	0	0.59	0.24	1	—	—	12	43200
Inst4WS2	247983 (0.03%)	0	10	0	0	0	0	0.14	0.10	1	—	—	10	43200
Inst4WS3	508700 (0.88%)	0	18	0	0	0	0	0.28	0.27	1	—	—	18	43200
Inst4WS4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	43200
Inst4WS5	105104 (0.07%)	0	10	0	0	0	0	0.11	0.05	1	—	—	10	43200
Inst4WS6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	43200
Inst5WS1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	43200
Inst5WS2	638117 (0.58%)	0	16	0	0	0	0	5.33	0.34	6	—	—	16	43200
Inst5WS3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	43200
Inst5WS4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	43201
Inst5WS5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	43200
Inst5WS6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	3274
Inst6WS1	372597 (1.10%)	0	17	0	0	0	0	0.31	0.28	1	—	—	17	43200
Inst6WS2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	43200
Inst6WS3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	43200
Inst6WS4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	43200
Inst6WS5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	43200

Continued on next page

Table continued from previous page

Instance	Cost (Gap%)	LS	BS	SQ	SK	TK	VLS	VRP	VTR	TT	FL	AGV	Cells	RT
Inst6WS6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	43200
Inst7WS1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	43200
Inst7WS2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	29934
Inst7WS3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	0.04
Inst7WS4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	910
Inst7WS5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	1377
Inst7WS6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	1852
<b>VORO</b>														
Inst3WS1	143711 (0.30%)	0	9	0	0	0	0	0.63	1.03	0	0	2	9	43200
Inst3WS2	95438 (0.80%)	0	9	0	0	0	0	0.08	0.02	1	0	0	9	43200
Inst3WS3	435270 (1.80%)	0	14	0	0	0	0	0.98	0.21	1	0	1	14	43200
Inst3WS4	340377 (0.44%)	0	10	0	0	0	0	1.08	0.23	1	0	1	10	43200
Inst3WS5	356988 (2.53%)	0	16	0	0	0	0	0.65	0.25	1	0	1	16	43200
Inst3WS6	141548 (3.15%)	0	15	0	0	0	0	0.13	0.09	1	0	0	15	43200
Inst4WS1	288900 (2.33%)	0	12	0	0	0	0	1.65	0.25	1	0	2	12	43200
Inst4WS2	247983 (0.29%)	0	10	0	0	0	0	0.14	0.10	1	0	0	10	43200
Inst4WS3	508700 (2.10%)	0	18	0	0	0	0	0.28	0.27	1	0	0	18	43200
Inst4WS4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	43200
Inst4WS5	105104 (0.18%)	0	10	0	0	0	0	0.11	0.05	1	0	0	10	43200
Inst4WS6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	43200
Inst5WS1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	43200
Inst5WS2	448929 (2.98%)	0	16	0	0	0	0	4.25	0.34	1	0	4	16	43200
Inst5WS3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	43200
Inst5WS4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	43200
Inst5WS5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	43200
Inst5WS6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	4637
Inst6WS1	372597 (2.91%)	0	17	0	0	0	0	0.31	0.28	1	0	0	17	43200
Inst6WS2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	43200
Inst6WS3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	43200
Inst6WS4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	43200
Inst6WS5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	43200
Inst6WS6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	12150
Inst7WS1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	43200
Inst7WS2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	—
Inst7WS3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	0.11
Inst7WS4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	1726
Inst7WS5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	43200
Inst7WS6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	—

Table 4: Results overview large layout BS-only case. Shown for each instance: total cost (MIP gap), number of part families assigned to LS, BS, SQ, SK, TK, fractional number of vehicles required for LS, RP and TR, the total integer number of tow trains, forklifts and AGVs to be acquired, number of cell constructed and the total runtime.