

# Detailed computational results on the paper *Spanning Trees with a constraint on the number of leaves. A new formulation*

Luis Gouveia<sup>1</sup>                      Luidi G. Simonetti<sup>2</sup>  
<sup>1</sup> legouveia@fc.ul.pt                      <sup>2</sup> luidi@cos.ufrj.br

October 2015

## 1 Computational results - Minimum Spanning Tree Problem with a Constraint on the number of Leaves

- Inst. - Name of the instance
- k - number of leaves
- LP - lower bound given by the linear relaxation
- Gap - gap between LP and optimum value (or the best solution)
- Nodes - number of nodes evaluated by the enumeration
- UP - Best solution
- LW - Best bound
- F - Faster
- SU - Speed Up factor
- sol - Solved or not

Inst.	k	New									Old								
		LP	Gap	Nodes	UP	LW	T(s)	F	SU	sol	LP	Gap	Nodes	UP	LW	T(s)	Fr	SU	sol
N10D15I1 = 2		3874.5	0.22	2	3883	3883	0	1	1	1	3874.5	0.22	2	3883	3883	0.01	0	10	1
N10D50I1 = 2		3275	0.00	1	3275	3275	0	1	1	1	3275	0.00	1	3275	3275	0	1	1	1
N10D15I1 = 5		3900	0.00	1	3900	3900	0	1	1	1	3567	8.54	11	3900	3900	0.01	0	10	1
N10D50I1 = 5		3133	0.00	1	3133	3133	0	1	1	1	3131	0.06	3	3133	3133	0.01	0	10	1
N10D15I1 ≥ 2		3567	0.00	1	3567	3567	0	1	1	1	3567	0.00	1	3567	3567	0	1	1	1
N10D50I1 ≥ 2		3130	0.00	1	3130	3130	0	1	1	1	3130	0.00	1	3130	3130	0.01	0	10	1
N10D15I1 ≥ 5		3900	0.00	1	3900	3900	0	1	1	1	3567	8.54	11	3900	3900	0.01	0	10	1
N10D50I1 ≥ 5		3133	0.00	1	3133	3133	0	1	1	1	3131	0.06	3	3133	3133	0.01	0	10	1
N10D15I1 ≤ 2		3874.5	0.22	2	3883	3883	0	1	1	1	3874.5	0.22	2	3883	3883	0.01	0	10	1
N10D50I1 ≤ 2		3275	0.00	1	3275	3275	0	1	1	1	3275	0.00	1	3275	3275	0	1	1	1
N10D15I1 ≤ 5		3567	0.00	1	3567	3567	0	1	1	1	3567	0.00	1	3567	3567	0	1	1	1
N10D50I1 ≤ 5		3130	0.00	1	3130	3130	0	1	1	1	3130	0.00	1	3130	3130	0.01	0	10	1

Table 1: Detailed results for 10 node instances and the three constrained versions

Inst.	k	New									Old								
		LP	Gap	Nodes	UP	LW	T(s)	F	SU	sol	LP	Gap	Nodes	UP	LW	T(s)	Fr	SU	sol
N15D50I1 = 2		4133	0.00	1	4133	4133	0.01	1	1	1	4133	0.00	1	4133	4133	0.01	1	1	1
N15D50I1 = 5		3512	0.00	1	3512	3512	0	1	1	1	3512	0.00	1	3512	3512	0.01	0	10	1
N15D50I1 = 10		3694	0.00	1	3694	3694	0	1	1	1	3536	4.28	15	3694	3694	0.05	0	50	1
N15D50I1 $\geq$ 2		3403	0.00	1	3403	3403	0	1	1	1	3403	0.00	1	3403	3403	0.01	0	10	1
N15D50I1 $\geq$ 5		3403	0.00	1	3403	3403	0	1	1	1	3403	0.00	2	3403	3403	0.01	0	10	1
N15D50I1 $\geq$ 10		3694	0.00	1	3694	3694	0	1	1	1	3536	4.28	9	3694	3694	0.06	0	60	1
N15D50I1 $\leq$ 2		4133	0.00	1	4133	4133	0	1	1	1	4133	0.00	1	4133	4133	0.01	0	10	1
N15D50I1 $\leq$ 5		3512	0.00	1	3512	3512	0	1	1	1	3512	0.00	1	3512	3512	0.01	0	10	1
N15D50I1 $\leq$ 10		3403	0.00	1	3403	3403	0	1	1	1	3403	0.00	1	3403	3403	0.01	0	10	1

Table 2: Detailed results for 15 node instances and the three constrained versions



Inst.	k	New										Old									
		LP	Gap	Nodes	UP	LW	T(s)	F	SU	sol	LP	Gap	Nodes	UP	LW	T(s)	Fr	SU	sol		
N30D15I1	≥ 2	9202	0.00	1	9202	9202	0.01	1	1	1	9202	0.00	1	9202	9202	0.02	0	2	1		
N30D15I2	≥ 2	6422	0.00	1	6422	6422	0	1	1	1	6422	0.00	1	6422	6422	0.02	0	20	1		
N30D15I3	≥ 2	16839	0.00	1	16839	16839	0.01	1	1	1	16839	0.00	1	16839	16839	0.02	0	2	1		
N30D15I4	≥ 2	4668	0.00	1	4668	4668	0.01	1	1	1	4668	0.00	1	4668	4668	0.01	1	1	1		
N30D15I5	≥ 2	6412	0.00	1	6412	6412	0.01	1	1	1	6412	0.00	1	6412	6412	0.02	0	2	1		
N30D50I1	≥ 2	3062	0.00	1	3062	3062	0.01	1	1	1	3062	0.00	3	3062	3062	0.04	0	4	1		
N30D50I2	≥ 2	1939	0.00	1	1939	1939	0.03	1	1	1	1939	0.00	3	1939	1939	0.07	0	2.33	1		
N30D50I3	≥ 2	18175	0.00	1	18175	18175	0.01	1	1	1	18175	0.00	1	18175	18175	0.04	0	4	1		
N30D50I4	≥ 2	6335	0.00	1	6335	6335	0.01	1	1	1	6335	0.00	1	6335	6335	0.04	0	4	1		
N30D50I5	≥ 2	5252	0.00	1	5252	5252	0.01	1	1	1	5252	0.00	1	5252	5252	0.03	0	3	1		
N30D15I1	≥ 5	9202	0.00	1	9202	9202	0.01	1	1	1	9202	0.00	1	9202	9202	0.02	0	2	1		
N30D15I2	≥ 5	6422	0.00	1	6422	6422	0.01	1	1	1	6422	0.00	1	6422	6422	0.02	0	2	1		
N30D15I3	≥ 5	16839	0.00	1	16839	16839	0.01	1	1	1	16839	0.00	1	16839	16839	0.02	0	2	1		
N30D15I4	≥ 5	4668	0.00	1	4668	4668	0.01	1	1	1	4668	0.00	1	4668	4668	0.01	1	1	1		
N30D15I5	≥ 5	6412	0.00	1	6412	6412	0.01	1	1	1	6412	0.00	1	6412	6412	0.02	0	2	1		
N30D50I1	≥ 5	3062	0.00	1	3062	3062	0.01	1	1	1	3062	0.00	1	3062	3062	0.04	0	4	1		
N30D50I2	≥ 5	1939	0.00	1	1939	1939	0.02	1	1	1	1939	0.00	2	1939	1939	0.07	0	3.5	1		
N30D50I3	≥ 5	18175	0.00	1	18175	18175	0.01	1	1	1	18175	0.00	2	18175	18175	0.05	0	5	1		
N30D50I4	≥ 5	6335	0.00	1	6335	6335	0.01	1	1	1	6335	0.00	1	6335	6335	0.04	0	4	1		
N30D50I5	≥ 5	5252	0.00	1	5252	5252	0.01	1	1	1	5252	0.00	1	5252	5252	0.03	0	3	1		
N30D15I1	≥ 10	9202	0.00	1	9202	9202	0.01	1	1	1	9202	0.00	1	9202	9202	0.02	0	2	1		
N30D15I2	≥ 10	6422	0.00	1	6422	6422	0.01	1	1	1	6422	0.00	1	6422	6422	0.02	0	2	1		
N30D15I3	≥ 10	16839	0.00	1	16839	16839	0.01	1	1	1	16839	0.00	1	16839	16839	0.02	0	2	1		
N30D15I4	≥ 10	4673	0.00	1	4673	4673	0.01	1	1	1	4670.5	0.05	3	4673	4673	0.03	0	3	1		
N30D15I5	≥ 10	6412	0.00	1	6412	6412	0.01	1	1	1	6412	0.00	1	6412	6412	0.02	0	2	1		
N30D50I1	≥ 10	3062	0.00	1	3062	3062	0.01	1	1	1	3062	0.00	3	3062	3062	0.04	0	4	1		
N30D50I2	≥ 10	1943	0.00	1	1943	1943	0.03	1	1	1	1939	0.21	31	1943	1943	0.23	0	7.67	1		
N30D50I3	≥ 10	18175	0.00	1	18175	18175	0.01	1	1	1	18175	0.00	2	18175	18175	0.05	0	5	1		
N30D50I4	≥ 10	6335	0.00	1	6335	6335	0.01	1	1	1	6335	0.00	9	6335	6335	0.06	0	6	1		
N30D50I5	≥ 10	5252	0.00	1	5252	5252	0.01	1	1	1	5252	0.00	2	5252	5252	0.04	0	4	1		
N30D15I1	≥ 15	9409	0.00	1	9409	9409	0.01	1	1	1	9329	0.85	8	9409	9409	0.07	0	7	1		
N30D15I2	≥ 15	6617.67	0.28	2	6636	6636	0.01	1	1	1	6473.43	2.45	63	6636	6636	0.17	0	17	1		
N30D15I3	≥ 15	17048	0.00	1	17048	17048	0.01	1	1	1	16918.92	0.76	51	17048	17048	0.22	0	22	1		
N30D15I4	≥ 15	4793	0.00	1	4793	4793	0.01	1	1	1	4760.43	0.68	7	4793	4793	0.04	0	4	1		
N30D15I5	≥ 15	6692	0.00	1	6692	6692	0.01	1	1	1	6491.5	3.00	124	6692	6692	0.34	0	34	1		
N30D50I1	≥ 15	3085	0.00	1	3085	3085	0.02	1	1	1	3062	0.75	23	3085	3085	0.09	0	4.5	1		
N30D50I2	≥ 15	1977	0.00	3	1977	1977	0.11	1	1	1	1949.77	1.38	409	1977	1977	1.3	0	11.82	1		
N30D50I3	≥ 15	18186	0.00	1	18186	18186	0.01	1	1	1	18175	0.06	11	18186	18186	0.08	0	8	1		
N30D50I4	≥ 15	6443	0.00	1	6443	6443	0.02	1	1	1	6335	1.68	67	6443	6443	0.29	0	14.5	1		
N30D50I5	≥ 15	5376	0.04	2	5378	5378	0.02	1	1	1	5262.17	2.15	55	5378	5378	0.27	0	13.5	1		
N30D15I1	≥ 20	10285	0.01	2	10286	10286	0.02	1	1	1	10010	2.68	61	10286	10286	0.29	0	14.5	1		
N30D15I2	≥ 20	7912	0.00	1	7912	7912	0.01	1	1	1	7350.3	7.10	73	7912	7912	0.35	0	35	1		
N30D15I3	≥ 20	17773	0.00	1	17773	17773	0.01	1	1	1	17456.85	1.78	205	17773	17773	0.91	0	91	1		
N30D15I4	≥ 20	5285	0.00	1	5285	5285	0.01	1	1	1	5164.5	2.28	21	5285	5285	0.17	0	17	1		
N30D15I5	≥ 20	7804	0.00	1	7804	7804	0.01	1	1	1	7386.38	5.35	51	7804	7804	0.38	0	38	1		
N30D50I1	≥ 20	3481.5	0.19	2	3488	3488	0.06	1	1	1	3303.95	5.28	255	3488	3488	1.06	0	17.67	1		
N30D50I2	≥ 20	2082.5	0.26	4	2088	2088	0.35	1	1	1	2020.51	3.23	1145	2088	2088	7.17	0	20.49	1		
N30D50I3	≥ 20	18494.5	0.28	2	18546	18546	0.02	1	1	1	18309	1.28	15	18546	18546	0.13	0	6.5	1		
N30D50I4	≥ 20	7872	0.09	2	7879	7879	0.06	1	1	1	7207.17	8.53	239	7879	7879	1.38	0	23	1		
N30D50I5	≥ 20	5901	0.00	1	5901	5901	0.02	1	1	1	5715.42	3.14	23	5901	5901	0.25	0	12.5	1		

Table 4: Detailed results for 30 node instances and the  $\geq$  constrained version

Inst.	k	New									Old								
		LP	Gap	Nodes	UP	LW	T(s)	F	SU	sol	LP	Gap	Nodes	UP	LW	T(s)	Fr	SU	sol
N30D15I1	$\geq 25$	0	0.00	1	-	-	0.11	1	1	1	13522.59	0.00	13	-	-	0.36	0	3.27	1
N30D15I2	$\geq 25$	0	0.00	1	-	-	0.02	1	1	1	13449	0.00	3	-	-	0.03	0	1.5	1
N30D15I3	$\geq 25$	0	0.00	1	-	-	0.09	1	1	1	20133.09	0.00	7	-	-	0.19	0	2.11	1
N30D15I4	$\geq 25$	0	0.00	1	-	-	0.03	1	1	1	7556.22	0.00	7	-	-	0.23	0	7.67	1
N30D15I5	$\geq 25$	0	0.00	1	-	-	0.03	1	1	1	11863.3	0.00	9	-	-	0.34	0	11.33	1
N30D50I1	$\geq 25$	5005	2.38	9	5127	5127	0.4	1	1	1	4668.64	8.94	71	5127	5127	0.87	0	2.17	1
N30D50I2	$\geq 25$	2411.34	0.48	4	2423	2423	1.62	1	1	1	2302	4.99	169	2423	2423	3.34	0	2.06	1
N30D50I3	$\geq 25$	21027	0.00	1	21027	21027	0.03	1	1	1	20432.43	2.83	15	21027	21027	0.58	0	19.33	1
N30D50I4	$\geq 25$	13137.5	0.41	2	13192	13192	0.72	1	1	1	11858.94	10.11	137	13192	13192	1.84	0	2.56	1
N30D50I5	$\geq 25$	8315.55	2.62	17	8539	8539	1.69	1	1	1	7796	8.70	213	8539	8539	4.26	0	2.52	1

Table 5: (Cont.) Detailed results for 30 node instances and the  $\geq$  constrained version

Inst.	k	New									Old								
		LP	Gap	Nodes	UP	LW	T(s)	F	SU	sol	LP	Gap	Nodes	UP	LW	T(s)	Fr	SU	sol
N30D15I1	≤ 2	10378.5	0.36	11	10416	10416	0.07	0	2.33	1	10378.5	0.36	4	10416	10416	0.03	1	1	1
N30D15I2	≤ 2	8254	0.00	1	8254	8254	0.01	1	1	1	8254	0.00	1	8254	8254	0.01	1	1	1
N30D15I3	≤ 2	17669	0.16	4	17698	17698	0.03	1	1	1	17669	0.16	13	17698	17698	0.03	1	1	1
N30D15I4	≤ 2	5380	0.65	5	5415	5415	0.02	1	1	1	5380	0.65	5	5415	5415	0.03	0	1.5	1
N30D15I5	≤ 2	7572.5	1.76	8	7708	7708	0.05	0	1.25	1	7572.5	1.76	17	7708	7708	0.04	1	1	1
N30D50I1	≤ 2	4082	0.07	2	4085	4085	0.04	1	1	1	4082	0.07	11	4085	4085	0.05	0	1.25	1
N30D50I2	≤ 2	2009	0.00	2	2009	2009	0.05	0	2.5	1	2009	0.00	1	2009	2009	0.02	1	1	1
N30D50I3	≤ 2	20209	0.00	1	20209	20209	0.01	1	1	1	20209	0.00	1	20209	20209	0.02	0	2	1
N30D50I4	≤ 2	8017	0.00	1	8017	8017	0.01	1	1	1	8017	0.00	1	8017	8017	0.02	0	2	1
N30D50I5	≤ 2	6439	0.00	1	6439	6439	0.02	1	1	1	6439	0.00	1	6439	6439	0.03	0	1.5	1
N30D15I1	≤ 5	9568	0.00	1	9568	9568	0.01	1	1	1	9568	0.00	1	9568	9568	0.01	1	1	1
N30D15I2	≤ 5	7054	0.00	1	7054	7054	0.01	1	1	1	7054	0.00	1	7054	7054	0.02	0	2	1
N30D15I3	≤ 5	17139	0.00	1	17139	17139	0.01	1	1	1	17139	0.00	1	17139	17139	0.01	1	1	1
N30D15I4	≤ 5	4911	0.00	1	4911	4911	0.01	1	1	1	4911	0.00	1	4911	4911	0.01	1	1	1
N30D15I5	≤ 5	6774	0.00	1	6774	6774	0.01	1	1	1	6774	0.00	1	6774	6774	0.01	1	1	1
N30D50I1	≤ 5	3467	0.00	1	3467	3467	0.01	1	1	1	3467	0.00	1	3467	3467	0.02	0	2	1
N30D50I2	≤ 5	1953	0.00	1	1953	1953	0.02	1	1	1	1953	0.00	1	1953	1953	0.02	1	1	1
N30D50I3	≤ 5	19375	0.00	1	19375	19375	0.02	1	1	1	19375	0.00	1	19375	19375	0.02	1	1	1
N30D50I4	≤ 5	7050	0.00	1	7050	7050	0.01	1	1	1	7050	0.00	1	7050	7050	0.02	0	2	1
N30D50I5	≤ 5	5714	0.14	2	5722	5722	0.04	1	1	1	5714	0.14	7	5722	5722	0.06	0	1.5	1
N30D15I1	≤ 10	9202	0.00	1	9202	9202	0.01	1	1	1	9202	0.00	1	9202	9202	0.02	0	2	1
N30D15I2	≤ 10	6484	0.00	1	6484	6484	0.01	1	1	1	6484	0.00	1	6484	6484	0.01	1	1	1
N30D15I3	≤ 10	16841	0.00	1	16841	16841	0.01	1	1	1	16841	0.00	1	16841	16841	0.02	0	2	1
N30D15I4	≤ 10	4668	0.00	1	4668	4668	0.01	1	1	1	4668	0.00	1	4668	4668	0.01	1	1	1
N30D15I5	≤ 10	6412	0.00	1	6412	6412	0.01	1	1	1	6412	0.00	1	6412	6412	0.01	1	1	1
N30D50I1	≤ 10	3097	0.00	1	3097	3097	0.01	1	1	1	3097	0.00	1	3097	3097	0.03	0	3	1
N30D50I2	≤ 10	1939	0.00	1	1939	1939	0.02	1	1	1	1939	0.00	5	1939	1939	0.09	0	4.5	1
N30D50I3	≤ 10	18532	0.00	1	18532	18532	0.01	1	1	1	18532	0.00	1	18532	18532	0.03	0	3	1
N30D50I4	≤ 10	6425	0.00	1	6425	6425	0.01	1	1	1	6425	0.00	1	6425	6425	0.03	0	3	1
N30D50I5	≤ 10	5267	0.00	1	5267	5267	0.01	1	1	1	5267	0.00	1	5267	5267	0.03	0	3	1
N30D15I1	≤ 15	9202	0.00	1	9202	9202	0.01	1	1	1	9202	0.00	1	9202	9202	0.02	0	2	1
N30D15I2	≤ 15	6422	0.00	1	6422	6422	0.01	1	1	1	6422	0.00	1	6422	6422	0.02	0	2	1
N30D15I3	≤ 15	16839	0.00	1	16839	16839	0.01	1	1	1	16839	0.00	1	16839	16839	0.02	0	2	1
N30D15I4	≤ 15	4668	0.00	1	4668	4668	0.01	1	1	1	4668	0.00	1	4668	4668	0.01	1	1	1
N30D15I5	≤ 15	6412	0.00	1	6412	6412	0.01	1	1	1	6412	0.00	1	6412	6412	0.02	0	2	1
N30D50I1	≤ 15	3062	0.00	1	3062	3062	0.01	1	1	1	3062	0.00	2	3062	3062	0.04	0	4	1
N30D50I2	≤ 15	1939	0.00	1	1939	1939	0.02	1	1	1	1939	0.00	3	1939	1939	0.07	0	3.5	1
N30D50I3	≤ 15	18175	0.00	1	18175	18175	0.01	1	1	1	18175	0.00	3	18175	18175	0.05	0	5	1
N30D50I4	≤ 15	6335	0.00	1	6335	6335	0.01	1	1	1	6335	0.00	1	6335	6335	0.04	0	4	1
N30D50I5	≤ 15	5252	0.00	1	5252	5252	0.01	1	1	1	5252	0.00	1	5252	5252	0.03	0	3	1
N30D15I1	≤ 20	9202	0.00	1	9202	9202	0.01	1	1	1	9202	0.00	1	9202	9202	0.02	0	2	1
N30D15I2	≤ 20	6422	0.00	1	6422	6422	0.01	1	1	1	6422	0.00	1	6422	6422	0.02	0	2	1
N30D15I3	≤ 20	16839	0.00	1	16839	16839	0.01	1	1	1	16839	0.00	1	16839	16839	0.02	0	2	1
N30D15I4	≤ 20	4668	0.00	1	4668	4668	0.01	1	1	1	4668	0.00	1	4668	4668	0.01	1	1	1
N30D15I5	≤ 20	6412	0.00	1	6412	6412	0.01	1	1	1	6412	0.00	1	6412	6412	0.02	0	2	1
N30D50I1	≤ 20	3062	0.00	1	3062	3062	0.01	1	1	1	3062	0.00	3	3062	3062	0.04	0	4	1
N30D50I2	≤ 20	1939	0.00	1	1939	1939	0.02	1	1	1	1939	0.00	3	1939	1939	0.07	0	3.5	1
N30D50I3	≤ 20	18175	0.00	1	18175	18175	0.01	1	1	1	18175	0.00	2	18175	18175	0.04	0	4	1
N30D50I4	≤ 20	6335	0.00	1	6335	6335	0.01	1	1	1	6335	0.00	1	6335	6335	0.04	0	4	1
N30D50I5	≤ 20	5252	0.00	1	5252	5252	0.01	1	1	1	5252	0.00	1	5252	5252	0.03	0	3	1

Table 6: Detailed results for 30 node instances and the  $\leq$  constrained version

Inst.	k	New									Old								
		LP	Gap	Nodes	UP	LW	T(s)	F	SU	sol	LP	Gap	Nodes	UP	LW	T(s)	Fr	SU	sol
N30D15I1	$\leq 25$	9202	0.00	1	9202	9202	0.01	1	1	1	9202	0.00	1	9202	9202	0.02	0	2	1
N30D15I2	$\leq 25$	6422	0.00	1	6422	6422	0.01	1	1	1	6422	0.00	1	6422	6422	0.02	0	2	1
N30D15I3	$\leq 25$	16839	0.00	1	16839	16839	0.01	1	1	1	16839	0.00	1	16839	16839	0.02	0	2	1
N30D15I4	$\leq 25$	4668	0.00	1	4668	4668	0.01	1	1	1	4668	0.00	1	4668	4668	0.01	1	1	1
N30D15I5	$\leq 25$	6412	0.00	1	6412	6412	0.01	1	1	1	6412	0.00	1	6412	6412	0.02	0	2	1
N30D50I1	$\leq 25$	3062	0.00	1	3062	3062	0.01	1	1	1	3062	0.00	3	3062	3062	0.04	0	4	1
N30D50I2	$\leq 25$	1939	0.00	1	1939	1939	0.03	1	1	1	1939	0.00	3	1939	1939	0.07	0	2.33	1
N30D50I3	$\leq 25$	18175	0.00	1	18175	18175	0.01	1	1	1	18175	0.00	2	18175	18175	0.04	0	4	1
N30D50I4	$\leq 25$	6335	0.00	1	6335	6335	0.01	1	1	1	6335	0.00	1	6335	6335	0.04	0	4	1
N30D50I5	$\leq 25$	5252	0.00	1	5252	5252	0.01	1	1	1	5252	0.00	1	5252	5252	0.03	0	3	1

Table 7: (Cont.) Detailed results for 30 node instances and the  $\leq$  constrained version

Inst.	k	New									Old								
		LP	Gap	Nodes	UP	LW	T(s)	F	SU	sol	LP	Gap	Nodes	UP	LW	T(s)	Fr	SU	sol
N40D15I1 = 2		10278.5	0.32	3	10312	10312	0.05	0	1.25	1	10278.5	0.32	3	10312	10312	0.04	1	1	1
N40D15I2 = 2		24428.67	0.02	2	24434	24434	0.08	0	1.6	1	24428.67	0.02	5	24434	24434	0.05	1	1	1
N40D15I3 = 2		17203	0.92	9	17362	17362	0.1	0	1.43	1	17203	0.92	9	17362	17362	0.07	1	1	1
N40D15I4 = 2		10547	0.04	3	10551	10551	0.05	0	2.5	1	10547	0.04	2	10551	10551	0.02	1	1	1
N40D15I5 = 2		12283	0.00	1	12283	12283	0.01	1	1	1	12283	0.00	1	12283	12283	0.01	1	1	1
N40D50I1 = 2		7402.25	0.15	8	7413	7413	0.33	0	2.07	1	7402.25	0.15	17	7413	7413	0.16	1	1	1
N40D50I2 = 2		21486	0.00	1	21486	21486	0.03	1	1	1	21486	0.00	1	21486	21486	0.03	1	1	1
N40D50I3 = 2		4104	0.00	1	4104	4104	0.06	0	1.5	1	4104	0.00	1	4104	4104	0.04	1	1	1
N40D50I4 = 2		7184	0.00	1	7184	7184	0.03	1	1	1	7184	0.00	1	7184	7184	0.03	1	1	1
N40D50I5 = 2		22616	0.00	1	22616	22616	0.03	1	1	1	22616	0.00	1	22616	22616	0.04	0	1.33	1
N40D15I1 = 5		8826	0.00	1	8826	8826	0.02	1	1	1	8826	0.00	1	8826	8826	0.02	1	1	1
N40D15I2 = 5		23847.5	0.01	2	23850	23850	0.04	1	1	1	23847.5	0.01	2	23850	23850	0.04	1	1	1
N40D15I3 = 5		15187	0.00	1	15187	15187	0.01	1	1	1	15187	0.00	1	15187	15187	0.02	0	2	1
N40D15I4 = 5		9065.67	0.18	2	9082	9082	0.04	1	1	1	9065.67	0.18	5	9082	9082	0.04	1	1	1
N40D15I5 = 5		11454	0.00	1	11454	11454	0.02	1	1	1	11454	0.00	1	11454	11454	0.02	1	1	1
N40D50I1 = 5		6902	0.00	1	6902	6902	0.03	1	1	1	6902	0.00	1	6902	6902	0.03	1	1	1
N40D50I2 = 5		21248	0.00	2	21249	21249	0.1	0	1.43	1	21248	0.00	2	21249	21249	0.07	1	1	1
N40D50I3 = 5		4079	0.00	1	4079	4079	0.03	1	1	1	4079	0.00	1	4079	4079	0.04	0	1.33	1
N40D50I4 = 5		6424	0.00	1	6424	6424	0.04	1	1	1	6424	0.00	1	6424	6424	0.04	1	1	1
N40D50I5 = 5		22248	0.01	4	22251	22251	0.14	0	1.4	1	22248	0.01	4	22251	22251	0.1	1	1	1
N40D15I1 = 10		7914	0.00	1	7914	7914	0.01	1	1	1	7914	0.00	1	7914	7914	0.02	0	2	1
N40D15I2 = 10		23202	0.00	1	23202	23202	0.02	1	1	1	23202	0.00	1	23202	23202	0.02	1	1	1
N40D15I3 = 10		13518	0.00	1	13518	13518	0.01	1	1	1	13518	0.00	1	13518	13518	0.02	0	2	1
N40D15I4 = 10		7314	0.00	1	7314	7314	0.01	1	1	1	7314	0.00	1	7314	7314	0.02	0	2	1
N40D15I5 = 10		10474	0.00	1	10474	10474	0.01	1	1	1	10474	0.00	1	10474	10474	0.03	0	3	1
N40D50I1 = 10		6523	0.03	2	6525	6525	0.04	1	1	1	6523	0.03	3	6525	6525	0.07	0	1.75	1
N40D50I2 = 10		20978	0.00	1	20978	20978	0.03	1	1	1	20978	0.00	1	20978	20978	0.03	1	1	1
N40D50I3 = 10		4057	0.00	1	4057	4057	0.04	1	1	1	4057	0.00	1	4057	4057	0.05	0	1.25	1
N40D50I4 = 10		5794	0.00	1	5794	5794	0.02	1	1	1	5794	0.00	1	5794	5794	0.05	0	2.5	1
N40D50I5 = 10		21793	0.00	1	21793	21793	0.03	1	1	1	21793	0.00	1	21793	21793	0.04	0	1.33	1
N40D15I1 = 15		7726	0.00	1	7726	7726	0.01	1	1	1	7726	0.00	1	7726	7726	0.03	0	3	1
N40D15I2 = 15		22904	0.00	1	22904	22904	0.01	1	1	1	22904	0.00	1	22904	22904	0.03	0	3	1
N40D15I3 = 15		12931	0.00	1	12931	12931	0.01	1	1	1	12931	0.00	1	12931	12931	0.02	0	2	1
N40D15I4 = 15		6585	0.00	1	6585	6585	0.01	1	1	1	6585	0.00	1	6585	6585	0.02	0	2	1
N40D15I5 = 15		10032	0.00	1	10032	10032	0.01	1	1	1	10032	0.00	1	10032	10032	0.04	0	4	1
N40D50I1 = 15		6330	0.00	1	6330	6330	0.03	1	1	1	6330	0.00	1	6330	6330	0.09	0	3	1
N40D50I2 = 15		20827	0.00	1	20827	20827	0.03	1	1	1	20827	0.00	1	20827	20827	0.07	0	2.33	1
N40D50I3 = 15		4049.5	0.01	2	4050	4050	0.05	1	1	1	4049.5	0.01	2	4050	4050	0.09	0	1.8	1
N40D50I4 = 15		5649.5	0.15	5	5658	5658	0.07	1	1	1	5649.5	0.15	17	5658	5658	0.19	0	2.71	1
N40D50I5 = 15		21606	0.00	1	21606	21606	0.03	1	1	1	21606	0.00	1	21606	21606	0.06	0	2	1
N40D15I1 = 20		7971	0.00	1	7971	7971	0.01	1	1	1	7897.88	0.92	21	7971	7971	0.1	0	10	1
N40D15I2 = 20		22877	0.00	1	22877	22877	0.02	1	1	1	22874	0.01	5	22877	22877	0.06	0	3	1
N40D15I3 = 20		12868	0.00	1	12868	12868	0.01	1	1	1	12868	0.00	1	12868	12868	0.03	0	3	1
N40D15I4 = 20		6402	0.00	1	6402	6402	0.01	1	1	1	6383	0.30	2	6402	6402	0.03	0	3	1
N40D15I5 = 20		10265	0.00	1	10265	10265	0.01	1	1	1	10147.41	1.15	23	10265	10265	0.15	0	15	1
N40D50I1 = 20		6325	0.00	1	6325	6325	0.04	1	1	1	6310	0.24	17	6325	6325	0.25	0	6.25	1
N40D50I2 = 20		20798	0.00	1	20798	20798	0.02	1	1	1	20794	0.02	17	20798	20798	0.22	0	11	1
N40D50I3 = 20		4049	0.00	1	4049	4049	0.02	1	1	1	4049	0.00	2	4049	4049	0.07	0	3.5	1
N40D50I4 = 20		5763	0.00	1	5763	5763	0.02	1	1	1	5670.33	1.61	217	5763	5763	1.26	0	63	1
N40D50I5 = 20		21646	0.01	2	21649	21649	0.05	1	1	1	21606.5	0.20	73	21649	21649	0.58	0	11.6	1

Table 8: Detailed results for 40 node instances and the = constrained version



Inst.	k	New								Old									
		LP	Gap	Nodes	UP	LW	T(s)	F	SU	sol	LP	Gap	Nodes	UP	LW	T(s)	Fr	SU	sol
N40D15I1 = 25		8683	0.00	1	8683	8683	0.01	1	1	1	8512.89	1.96	15	8683	8683	0.24	0	24	1
N40D15I2 = 25		23039	0.00	1	23039	23039	0.01	1	1	1	23017	0.10	7	23039	23039	0.11	0	11	1
N40D15I3 = 25		14151	0.00	1	14151	14151	0.02	1	1	1	13750.62	2.83	17	14151	14151	0.27	0	13.5	1
N40D15I4 = 25		6992	0.00	1	6992	6992	0.01	1	1	1	6917.83	1.06	9	6992	6992	0.13	0	13	1
N40D15I5 = 25		11113	0.00	1	11113	11113	0.02	1	1	1	10850.31	2.36	141	11113	11113	0.67	0	33.5	1
N40D50I1 = 25		6461	0.00	1	6461	6461	0.03	1	1	1	6404.5	0.87	17	6461	6461	0.47	0	15.67	1
N40D50I2 = 25		20989	0.00	1	20989	20989	0.04	1	1	1	20897.33	0.44	97	20989	20989	1.02	0	25.5	1
N40D50I3 = 25		4056.5	0.01	2	4057	4057	0.05	1	1	1	4053.5	0.09	12	4057	4057	0.38	0	7.6	1
N40D50I4 = 25		6229	0.00	1	6229	6229	0.02	1	1	1	6003	3.63	185	6229	6229	1.54	0	77	1
N40D50I5 = 25		21829	0.00	1	21829	21829	0.03	1	1	1	21745.07	0.38	87	21829	21829	0.82	0	27.33	1
N40D15I1 = 30		10573.67	0.09	2	10583	10583	0.09	1	1	1	10154.59	4.05	29	10583	10583	0.42	0	4.67	1
N40D15I2 = 30		23806	0.00	1	23806	23806	0.01	1	1	1	23720.75	0.36	15	23806	23806	0.27	0	27	1
N40D15I3 = 30		19036	0.00	1	19036	19036	0.05	1	1	1	17290.99	9.17	301	19036	19036	2.68	0	53.6	1
N40D15I4 = 30		8981	0.00	1	8981	8981	0.02	1	1	1	8767.29	2.38	7	8981	8981	0.3	0	15	1
N40D15I5 = 30		13241	0.03	2	13245	13245	0.18	1	1	1	12660.94	4.41	417	13245	13245	3.31	0	18.39	1
N40D50I1 = 30		7095	0.03	2	7097	7097	0.16	1	1	1	6915.75	2.55	35	7097	7097	0.96	0	6	1
N40D50I2 = 30		21447.67	0.07	11	21462	21462	0.64	1	1	1	21287.33	0.81	359	21462	21462	6.08	0	9.5	1
N40D50I3 = 30		4100	0.00	1	4100	4100	0.03	1	1	1	4090.07	0.24	61	4100	4100	1.85	0	61.67	1
N40D50I4 = 30		7174	0.00	1	7174	7174	0.02	1	1	1	6981.59	2.68	19	7174	7174	0.8	0	40	1
N40D50I5 = 30		22429	0.00	1	22429	22429	0.04	1	1	1	22256.85	0.77	213	22429	22429	3.3	0	82.5	1
N40D15I1 = 35		0	0.00	0	-	-	0.05	0	2.5	1	0	0.00	0	-	-	0.02	1	1	1
N40D15I2 = 35		0	0.00	1	-	-	0.06	1	1	1	27857.31	0.00	3	-	-	0.26	0	4.33	1
N40D15I3 = 35		0	0.00	0	-	-	0.07	0	2.33	1	0	0.00	0	-	-	0.03	1	1	1
N40D15I4 = 35		0	0.00	0	-	-	0.04	0	2	1	0	0.00	0	-	-	0.02	1	1	1
N40D15I5 = 35		0	0.00	0	-	-	0.05	0	2.5	1	0	0.00	0	-	-	0.02	1	1	1
N40D50I1 = 35		9753.74	3.43	29	10100	10100	11.44	1	1	1	9171.53	9.19	245	10100	10100	23.77	0	2.08	1
N40D50I2 = 35		22875.13	1.43	201	23207	23207	81.58	0	1.07	1	22499.11	3.05	555	23207	23207	76.28	1	1	1
N40D50I3 = 35		4259.04	0.37	21	4275	4275	6.54	1	1	1	4225.03	1.17	181	4275	4275	11.45	0	1.75	1
N40D50I4 = 35		11200.29	2.06	7	11436	11436	1.67	1	1	1	10729.46	6.18	55	11436	11436	3.64	0	2.18	1
N40D50I5 = 35		24792	0.00	1	24792	24792	0.21	1	1	1	24451.3	1.37	17	24792	24792	2.71	0	12.91	1

Table 9: (Cont.) Detailed results for 40 node instances and the = constrained version

Inst.	k	New									Old								
		LP	Gap	Nodes	UP	LW	T(s)	F	SU	sol	LP	Gap	Nodes	UP	LW	T(s)	Fr	SU	sol
N40D15I1	≥ 2	7717	0.00	1	7717	7717	0.01	1	1	1	7717	0.00	1	7717	7717	0.03	0	3	1
N40D15I2	≥ 2	22874	0.00	1	22874	22874	0.02	1	1	1	22874	0.00	1	22874	22874	0.05	0	2.5	1
N40D15I3	≥ 2	12838	0.00	1	12838	12838	0.01	1	1	1	12838	0.00	1	12838	12838	0.02	0	2	1
N40D15I4	≥ 2	6367	0.00	1	6367	6367	0.01	1	1	1	6367	0.00	1	6367	6367	0.02	0	2	1
N40D15I5	≥ 2	10010	0.00	1	10010	10010	0.01	1	1	1	10010	0.00	1	10010	10010	0.04	0	4	1
N40D50I1	≥ 2	6310	0.00	1	6310	6310	0.03	1	1	1	6310	0.00	1	6310	6310	0.15	0	5	1
N40D50I2	≥ 2	20794	0.00	1	20794	20794	0.03	1	1	1	20794	0.00	1	20794	20794	0.08	0	2.67	1
N40D50I3	≥ 2	4049	0.00	1	4049	4049	0.02	1	1	1	4049	0.00	1	4049	4049	0.06	0	3	1
N40D50I4	≥ 2	5649	0.00	1	5649	5649	0.02	1	1	1	5649	0.00	1	5649	5649	0.09	0	4.5	1
N40D50I5	≥ 2	21595	0.00	1	21595	21595	0.03	1	1	1	21595	0.00	1	21595	21595	0.08	0	2.67	1
N40D15I1	≥ 5	7717	0.00	1	7717	7717	0.01	1	1	1	7717	0.00	1	7717	7717	0.03	0	3	1
N40D15I2	≥ 5	22874	0.00	1	22874	22874	0.02	1	1	1	22874	0.00	1	22874	22874	0.05	0	2.5	1
N40D15I3	≥ 5	12838	0.00	1	12838	12838	0.01	1	1	1	12838	0.00	1	12838	12838	0.02	0	2	1
N40D15I4	≥ 5	6367	0.00	1	6367	6367	0.01	1	1	1	6367	0.00	1	6367	6367	0.02	0	2	1
N40D15I5	≥ 5	10010	0.00	1	10010	10010	0.01	1	1	1	10010	0.00	1	10010	10010	0.04	0	4	1
N40D50I1	≥ 5	6310	0.00	1	6310	6310	0.03	1	1	1	6310	0.00	2	6310	6310	0.16	0	5.33	1
N40D50I2	≥ 5	20794	0.00	1	20794	20794	0.03	1	1	1	20794	0.00	1	20794	20794	0.08	0	2.67	1
N40D50I3	≥ 5	4049	0.00	1	4049	4049	0.02	1	1	1	4049	0.00	3	4049	4049	0.08	0	4	1
N40D50I4	≥ 5	5649	0.00	1	5649	5649	0.02	1	1	1	5649	0.00	1	5649	5649	0.09	0	4.5	1
N40D50I5	≥ 5	21595	0.00	1	21595	21595	0.03	1	1	1	21595	0.00	1	21595	21595	0.07	0	2.33	1
N40D15I1	≥ 10	7717	0.00	1	7717	7717	0.01	1	1	1	7717	0.00	1	7717	7717	0.03	0	3	1
N40D15I2	≥ 10	22874	0.00	1	22874	22874	0.02	1	1	1	22874	0.00	1	22874	22874	0.05	0	2.5	1
N40D15I3	≥ 10	12838	0.00	1	12838	12838	0.01	1	1	1	12838	0.00	1	12838	12838	0.02	0	2	1
N40D15I4	≥ 10	6367	0.00	1	6367	6367	0.01	1	1	1	6367	0.00	1	6367	6367	0.02	0	2	1
N40D15I5	≥ 10	10010	0.00	1	10010	10010	0.01	1	1	1	10010	0.00	1	10010	10010	0.04	0	4	1
N40D50I1	≥ 10	6310	0.00	1	6310	6310	0.03	1	1	1	6310	0.00	1	6310	6310	0.12	0	4	1
N40D50I2	≥ 10	20794	0.00	1	20794	20794	0.03	1	1	1	20794	0.00	1	20794	20794	0.09	0	3	1
N40D50I3	≥ 10	4049	0.00	1	4049	4049	0.02	1	1	1	4049	0.00	8	4049	4049	0.09	0	4.5	1
N40D50I4	≥ 10	5649	0.00	1	5649	5649	0.02	1	1	1	5649	0.00	1	5649	5649	0.08	0	4	1
N40D50I5	≥ 10	21595	0.00	1	21595	21595	0.03	1	1	1	21595	0.00	2	21595	21595	0.08	0	2.67	1
N40D15I1	≥ 15	7726	0.00	1	7726	7726	0.01	1	1	1	7726	0.00	1	7726	7726	0.03	0	3	1
N40D15I2	≥ 15	22874	0.00	1	22874	22874	0.02	1	1	1	22874	0.00	1	22874	22874	0.05	0	2.5	1
N40D15I3	≥ 15	12838	0.00	1	12838	12838	0.01	1	1	1	12838	0.00	1	12838	12838	0.02	0	2	1
N40D15I4	≥ 15	6367	0.00	1	6367	6367	0.01	1	1	1	6367	0.00	1	6367	6367	0.02	0	2	1
N40D15I5	≥ 15	10010	0.00	1	10010	10010	0.01	1	1	1	10010	0.00	2	10010	10010	0.04	0	4	1
N40D50I1	≥ 15	6310	0.00	1	6310	6310	0.03	1	1	1	6310	0.00	3	6310	6310	0.17	0	5.67	1
N40D50I2	≥ 15	20794	0.00	1	20794	20794	0.03	1	1	1	20794	0.00	3	20794	20794	0.1	0	3.33	1
N40D50I3	≥ 15	4049	0.00	1	4049	4049	0.02	1	1	1	4049	0.00	2	4049	4049	0.08	0	4	1
N40D50I4	≥ 15	5649	0.00	1	5649	5649	0.02	1	1	1	5649	0.00	1	5649	5649	0.08	0	4	1
N40D50I5	≥ 15	21595	0.00	1	21595	21595	0.03	1	1	1	21595	0.00	1	21595	21595	0.07	0	2.33	1
N40D15I1	≥ 20	7971	0.00	1	7971	7971	0.01	1	1	1	7897.88	0.92	21	7971	7971	0.1	0	10	1
N40D15I2	≥ 20	22877	0.00	1	22877	22877	0.02	1	1	1	22874	0.01	5	22877	22877	0.06	0	3	1
N40D15I3	≥ 20	12868	0.00	1	12868	12868	0.01	1	1	1	12868	0.00	1	12868	12868	0.03	0	3	1
N40D15I4	≥ 20	6402	0.00	1	6402	6402	0.01	1	1	1	6383	0.30	2	6402	6402	0.03	0	3	1
N40D15I5	≥ 20	10265	0.00	1	10265	10265	0.01	1	1	1	10147.41	1.15	23	10265	10265	0.15	0	15	1
N40D50I1	≥ 20	6325	0.00	1	6325	6325	0.04	1	1	1	6310	0.24	21	6325	6325	0.26	0	6.5	1
N40D50I2	≥ 20	20798	0.00	1	20798	20798	0.02	1	1	1	20794	0.02	19	20798	20798	0.19	0	9.5	1
N40D50I3	≥ 20	4049	0.00	1	4049	4049	0.02	1	1	1	4049	0.00	6	4049	4049	0.15	0	7.5	1
N40D50I4	≥ 20	5763	0.00	1	5763	5763	0.02	1	1	1	5670.33	1.61	217	5763	5763	1.26	0	63	1
N40D50I5	≥ 20	21646	0.01	2	21649	21649	0.05	1	1	1	21606.5	0.20	89	21649	21649	0.62	0	12.4	1

Table 10: Detailed results for 40 node instances and the  $\geq$  constrained version

Inst.	k	New								Old									
		LP	Gap	Nodes	UP	LW	T(s)	F	SU	sol	LP	Gap	Nodes	UP	LW	T(s)	Fr	SU	sol
N40D15I1	≥ 25	8683	0.00	1	8683	8683	0.01	1	1	1	8512.89	1.96	9	8683	8683	0.3	0	30	1
N40D15I2	≥ 25	23039	0.00	1	23039	23039	0.01	1	1	1	23017	0.10	7	23039	23039	0.11	0	11	1
N40D15I3	≥ 25	14151	0.00	1	14151	14151	0.02	1	1	1	13750.62	2.83	19	14151	14151	0.26	0	13	1
N40D15I4	≥ 25	6992	0.00	1	6992	6992	0.01	1	1	1	6917.83	1.06	9	6992	6992	0.13	0	13	1
N40D15I5	≥ 25	11113	0.00	1	11113	11113	0.02	1	1	1	10850.31	2.36	141	11113	11113	0.68	0	34	1
N40D50I1	≥ 25	6461	0.00	1	6461	6461	0.03	1	1	1	6404.5	0.87	19	6461	6461	0.38	0	12.67	1
N40D50I2	≥ 25	20989	0.00	1	20989	20989	0.04	1	1	1	20897.33	0.44	87	20989	20989	0.95	0	23.75	1
N40D50I3	≥ 25	4056.5	0.01	2	4057	4057	0.05	1	1	1	4053.5	0.09	23	4057	4057	0.39	0	7.8	1
N40D50I4	≥ 25	6229	0.00	1	6229	6229	0.02	1	1	1	6003	3.63	171	6229	6229	1.47	0	73.5	1
N40D50I5	≥ 25	21829	0.00	1	21829	21829	0.03	1	1	1	21745.07	0.38	41	21829	21829	0.63	0	21	1
N40D15I1	≥ 30	10573.67	0.09	2	10583	10583	0.09	1	1	1	10154.59	4.05	27	10583	10583	0.42	0	4.67	1
N40D15I2	≥ 30	23806	0.00	1	23806	23806	0.01	1	1	1	23720.75	0.36	15	23806	23806	0.28	0	28	1
N40D15I3	≥ 30	19036	0.00	1	19036	19036	0.05	1	1	1	17290.99	9.17	313	19036	19036	2.79	0	55.8	1
N40D15I4	≥ 30	8981	0.00	1	8981	8981	0.02	1	1	1	8767.29	2.38	7	8981	8981	0.25	0	12.5	1
N40D15I5	≥ 30	13241	0.03	2	13245	13245	0.18	1	1	1	12660.94	4.41	409	13245	13245	3.3	0	18.33	1
N40D50I1	≥ 30	7095	0.03	2	7097	7097	0.16	1	1	1	6915.75	2.55	69	7097	7097	1.58	0	9.88	1
N40D50I2	≥ 30	21447.67	0.07	11	21462	21462	0.64	1	1	1	21287.33	0.81	413	21462	21462	7.42	0	11.59	1
N40D50I3	≥ 30	4100	0.00	1	4100	4100	0.03	1	1	1	4090.07	0.24	161	4100	4100	2.88	0	96	1
N40D50I4	≥ 30	7174	0.00	1	7174	7174	0.02	1	1	1	6981.59	2.68	17	7174	7174	0.76	0	38	1
N40D50I5	≥ 30	22429	0.00	1	22429	22429	0.04	1	1	1	22256.85	0.77	109	22429	22429	1.94	0	48.5	1
N40D15I1	≥ 35	0	0.00	0	-	-	0.05	0	2.5	1	0	0.00	0	-	-	0.02	1	1	1
N40D15I2	≥ 35	0	0.00	1	-	-	0.06	1	1	1	27857.31	0.00	3	-	-	0.26	0	4.33	1
N40D15I3	≥ 35	0	0.00	0	-	-	0.07	0	2.33	1	0	0.00	0	-	-	0.03	1	1	1
N40D15I4	≥ 35	0	0.00	0	-	-	0.04	0	2	1	0	0.00	0	-	-	0.02	1	1	1
N40D15I5	≥ 35	0	0.00	0	-	-	0.05	0	2.5	1	0	0.00	0	-	-	0.02	1	1	1
N40D50I1	≥ 35	9753.74	3.43	53	10100	10100	11.49	1	1	1	9171.53	9.19	343	10100	10100	32.1	0	2.79	1
N40D50I2	≥ 35	22875.13	1.43	153	23207	23207	54.76	1	1	1	22499.11	3.05	433	23207	23207	55.66	0	1.02	1
N40D50I3	≥ 35	4259.04	0.37	23	4275	4275	7.48	0	1.27	1	4225.03	1.17	71	4275	4275	5.88	1	1	1
N40D50I4	≥ 35	11200.29	2.06	3	11436	11436	1.02	1	1	1	10729.46	6.18	29	11436	11436	3.08	0	3.02	1
N40D50I5	≥ 35	24792	0.00	1	24792	24792	0.21	1	1	1	24451.3	1.37	9	24792	24792	2.62	0	12.48	1

Table 11: (Cont.) Detailed results for 40 node instances and the  $\geq$  constrained version

Inst.	k	New										Old									
		LP	Gap	Nodes	UP	LW	T(s)	F	SU	sol	LP	Gap	Nodes	UP	LW	T(s)	Fr	SU	sol		
N40D15I1	≤ 2	10278.5	0.32	3	10312	10312	0.05	0	1.25	1	10278.5	0.32	3	10312	10312	0.04	1	1	1		
N40D15I2	≤ 2	24428.67	0.02	5	24434	24434	0.09	0	1.8	1	24428.67	0.02	5	24434	24434	0.05	1	1	1		
N40D15I3	≤ 2	17203	0.92	5	17362	17362	0.08	1	1	1	17203	0.92	9	17362	17362	0.08	1	1	1		
N40D15I4	≤ 2	10547	0.04	5	10551	10551	0.06	0	1.5	1	10547	0.04	3	10551	10551	0.04	1	1	1		
N40D15I5	≤ 2	12283	0.00	1	12283	12283	0.01	1	1	1	12283	0.00	1	12283	12283	0.02	0	2	1		
N40D50I1	≤ 2	7402.25	0.15	8	7413	7413	0.33	1	1	1	7402.25	0.15	112	7413	7413	0.64	0	1.94	1		
N40D50I2	≤ 2	21486	0.00	1	21486	21486	0.03	1	1	1	21486	0.00	1	21486	21486	0.03	1	1	1		
N40D50I3	≤ 2	4104	0.00	1	4104	4104	0.05	0	1.25	1	4104	0.00	1	4104	4104	0.04	1	1	1		
N40D50I4	≤ 2	7184	0.00	1	7184	7184	0.03	1	1	1	7184	0.00	1	7184	7184	0.03	1	1	1		
N40D50I5	≤ 2	22616	0.00	1	22616	22616	0.03	1	1	1	22616	0.00	1	22616	22616	0.04	0	1.33	1		
N40D15I1	≤ 5	8826	0.00	1	8826	8826	0.01	1	1	1	8826	0.00	1	8826	8826	0.02	0	2	1		
N40D15I2	≤ 5	23847.5	0.01	2	23850	23850	0.04	1	1	1	23847.5	0.01	2	23850	23850	0.04	1	1	1		
N40D15I3	≤ 5	15187	0.00	1	15187	15187	0.01	1	1	1	15187	0.00	1	15187	15187	0.02	0	2	1		
N40D15I4	≤ 5	9065.67	0.18	5	9082	9082	0.06	0	1.5	1	9065.67	0.18	5	9082	9082	0.04	1	1	1		
N40D15I5	≤ 5	11454	0.00	1	11454	11454	0.02	1	1	1	11454	0.00	1	11454	11454	0.02	1	1	1		
N40D50I1	≤ 5	6902	0.00	1	6902	6902	0.02	1	1	1	6902	0.00	1	6902	6902	0.03	0	1.5	1		
N40D50I2	≤ 5	21248	0.00	2	21249	21249	0.1	0	1.25	1	21248	0.00	2	21249	21249	0.08	1	1	1		
N40D50I3	≤ 5	4079	0.00	1	4079	4079	0.04	1	1	1	4079	0.00	1	4079	4079	0.05	0	1.25	1		
N40D50I4	≤ 5	6424	0.00	1	6424	6424	0.04	1	1	1	6424	0.00	1	6424	6424	0.04	1	1	1		
N40D50I5	≤ 5	22248	0.01	4	22251	22251	0.14	0	1.27	1	22248	0.01	5	22251	22251	0.11	1	1	1		
N40D15I1	≤ 10	7914	0.00	1	7914	7914	0.01	1	1	1	7914	0.00	1	7914	7914	0.02	0	2	1		
N40D15I2	≤ 10	23202	0.00	1	23202	23202	0.02	1	1	1	23202	0.00	1	23202	23202	0.02	1	1	1		
N40D15I3	≤ 10	13518	0.00	1	13518	13518	0.01	1	1	1	13518	0.00	1	13518	13518	0.02	0	2	1		
N40D15I4	≤ 10	7314	0.00	1	7314	7314	0.01	1	1	1	7314	0.00	1	7314	7314	0.02	0	2	1		
N40D15I5	≤ 10	10474	0.00	1	10474	10474	0.01	1	1	1	10474	0.00	1	10474	10474	0.03	0	3	1		
N40D50I1	≤ 10	6523	0.03	2	6525	6525	0.04	1	1	1	6523	0.03	3	6525	6525	0.07	0	1.75	1		
N40D50I2	≤ 10	20978	0.00	1	20978	20978	0.02	1	1	1	20978	0.00	1	20978	20978	0.04	0	2	1		
N40D50I3	≤ 10	4057	0.00	1	4057	4057	0.04	1	1	1	4057	0.00	1	4057	4057	0.06	0	1.5	1		
N40D50I4	≤ 10	5794	0.00	1	5794	5794	0.02	1	1	1	5794	0.00	1	5794	5794	0.05	0	2.5	1		
N40D50I5	≤ 10	21793	0.00	1	21793	21793	0.03	1	1	1	21793	0.00	1	21793	21793	0.04	0	1.33	1		
N40D15I1	≤ 15	7717	0.00	1	7717	7717	0.01	1	1	1	7717	0.00	1	7717	7717	0.02	0	2	1		
N40D15I2	≤ 15	22904	0.00	1	22904	22904	0.01	1	1	1	22904	0.00	1	22904	22904	0.03	0	3	1		
N40D15I3	≤ 15	12931	0.00	1	12931	12931	0.01	1	1	1	12931	0.00	1	12931	12931	0.02	0	2	1		
N40D15I4	≤ 15	6585	0.00	1	6585	6585	0.01	1	1	1	6585	0.00	1	6585	6585	0.02	0	2	1		
N40D15I5	≤ 15	10032	0.00	1	10032	10032	0.01	1	1	1	10032	0.00	1	10032	10032	0.04	0	4	1		
N40D50I1	≤ 15	6330	0.00	1	6330	6330	0.03	1	1	1	6330	0.00	1	6330	6330	0.09	0	3	1		
N40D50I2	≤ 15	20827	0.00	1	20827	20827	0.03	1	1	1	20827	0.00	1	20827	20827	0.07	0	2.33	1		
N40D50I3	≤ 15	4049.5	0.01	2	4050	4050	0.05	1	1	1	4049.5	0.01	2	4050	4050	0.07	0	1.4	1		
N40D50I4	≤ 15	5649.5	0.01	2	5650	5650	0.04	1	1	1	5649.5	0.01	2	5650	5650	0.08	0	2	1		
N40D50I5	≤ 15	21606	0.00	1	21606	21606	0.03	1	1	1	21606	0.00	1	21606	21606	0.06	0	2	1		
N40D15I1	≤ 20	7717	0.00	1	7717	7717	0.01	1	1	1	7717	0.00	1	7717	7717	0.03	0	3	1		
N40D15I2	≤ 20	22874	0.00	1	22874	22874	0.02	1	1	1	22874	0.00	1	22874	22874	0.05	0	2.5	1		
N40D15I3	≤ 20	12838	0.00	1	12838	12838	0.01	1	1	1	12838	0.00	1	12838	12838	0.02	0	2	1		
N40D15I4	≤ 20	6367	0.00	1	6367	6367	0.01	1	1	1	6367	0.00	1	6367	6367	0.02	0	2	1		
N40D15I5	≤ 20	10010	0.00	1	10010	10010	0.01	1	1	1	10010	0.00	1	10010	10010	0.04	0	4	1		
N40D50I1	≤ 20	6310	0.00	1	6310	6310	0.03	1	1	1	6310	0.00	1	6310	6310	0.15	0	5	1		
N40D50I2	≤ 20	20794	0.00	1	20794	20794	0.03	1	1	1	20794	0.00	2	20794	20794	0.09	0	3	1		
N40D50I3	≤ 20	4049	0.00	1	4049	4049	0.02	1	1	1	4049	0.00	1	4049	4049	0.06	0	3	1		
N40D50I4	≤ 20	5649	0.00	1	5649	5649	0.02	1	1	1	5649	0.00	1	5649	5649	0.09	0	4.5	1		
N40D50I5	≤ 20	21595	0.00	1	21595	21595	0.03	1	1	1	21595	0.00	1	21595	21595	0.08	0	2.67	1		

Table 12: Detailed results for 40 node instances and the  $\leq$  constrained version

Inst.	k	New									Old								
		LP	Gap	Nodes	UP	LW	T(s)	F	SU	sol	LP	Gap	Nodes	UP	LW	T(s)	Fr	SU	sol
N40D15I1	≤ 25	7717	0.00	1	7717	7717	0.01	1	1	1	7717	0.00	1	7717	7717	0.03	0	3	1
N40D15I2	≤ 25	22874	0.00	1	22874	22874	0.02	1	1	1	22874	0.00	1	22874	22874	0.05	0	2.5	1
N40D15I3	≤ 25	12838	0.00	1	12838	12838	0.01	1	1	1	12838	0.00	1	12838	12838	0.02	0	2	1
N40D15I4	≤ 25	6367	0.00	1	6367	6367	0.01	1	1	1	6367	0.00	1	6367	6367	0.02	0	2	1
N40D15I5	≤ 25	10010	0.00	1	10010	10010	0.01	1	1	1	10010	0.00	1	10010	10010	0.04	0	4	1
N40D50I1	≤ 25	6310	0.00	1	6310	6310	0.03	1	1	1	6310	0.00	1	6310	6310	0.15	0	5	1
N40D50I2	≤ 25	20794	0.00	1	20794	20794	0.03	1	1	1	20794	0.00	2	20794	20794	0.09	0	3	1
N40D50I3	≤ 25	4049	0.00	1	4049	4049	0.02	1	1	1	4049	0.00	1	4049	4049	0.06	0	3	1
N40D50I4	≤ 25	5649	0.00	1	5649	5649	0.02	1	1	1	5649	0.00	1	5649	5649	0.09	0	4.5	1
N40D50I5	≤ 25	21595	0.00	1	21595	21595	0.03	1	1	1	21595	0.00	1	21595	21595	0.07	0	2.33	1
N40D15I1	≤ 30	7717	0.00	1	7717	7717	0.01	1	1	1	7717	0.00	1	7717	7717	0.03	0	3	1
N40D15I2	≤ 30	22874	0.00	1	22874	22874	0.02	1	1	1	22874	0.00	1	22874	22874	0.05	0	2.5	1
N40D15I3	≤ 30	12838	0.00	1	12838	12838	0.01	1	1	1	12838	0.00	1	12838	12838	0.02	0	2	1
N40D15I4	≤ 30	6367	0.00	1	6367	6367	0.01	1	1	1	6367	0.00	1	6367	6367	0.02	0	2	1
N40D15I5	≤ 30	10010	0.00	1	10010	10010	0.01	1	1	1	10010	0.00	1	10010	10010	0.04	0	4	1
N40D50I1	≤ 30	6310	0.00	1	6310	6310	0.03	1	1	1	6310	0.00	1	6310	6310	0.15	0	5	1
N40D50I2	≤ 30	20794	0.00	1	20794	20794	0.03	1	1	1	20794	0.00	2	20794	20794	0.09	0	3	1
N40D50I3	≤ 30	4049	0.00	1	4049	4049	0.02	1	1	1	4049	0.00	1	4049	4049	0.06	0	3	1
N40D50I4	≤ 30	5649	0.00	1	5649	5649	0.02	1	1	1	5649	0.00	1	5649	5649	0.09	0	4.5	1
N40D50I5	≤ 30	21595	0.00	1	21595	21595	0.03	1	1	1	21595	0.00	1	21595	21595	0.08	0	2.67	1
N40D15I1	≤ 35	7717	0.00	1	7717	7717	0.01	1	1	1	7717	0.00	1	7717	7717	0.03	0	3	1
N40D15I2	≤ 35	22874	0.00	1	22874	22874	0.02	1	1	1	22874	0.00	1	22874	22874	0.05	0	2.5	1
N40D15I3	≤ 35	12838	0.00	1	12838	12838	0.01	1	1	1	12838	0.00	1	12838	12838	0.02	0	2	1
N40D15I4	≤ 35	6367	0.00	1	6367	6367	0.01	1	1	1	6367	0.00	1	6367	6367	0.02	0	2	1
N40D15I5	≤ 35	10010	0.00	1	10010	10010	0.01	1	1	1	10010	0.00	1	10010	10010	0.04	0	4	1
N40D50I1	≤ 35	6310	0.00	1	6310	6310	0.03	1	1	1	6310	0.00	1	6310	6310	0.15	0	5	1
N40D50I2	≤ 35	20794	0.00	1	20794	20794	0.03	1	1	1	20794	0.00	2	20794	20794	0.09	0	3	1
N40D50I3	≤ 35	4049	0.00	1	4049	4049	0.02	1	1	1	4049	0.00	1	4049	4049	0.06	0	3	1
N40D50I4	≤ 35	5649	0.00	1	5649	5649	0.02	1	1	1	5649	0.00	1	5649	5649	0.09	0	4.5	1
N40D50I5	≤ 35	21595	0.00	1	21595	21595	0.03	1	1	1	21595	0.00	1	21595	21595	0.07	0	2.33	1

Table 13: (Cont.) Detailed results for 40 node instances and the  $\leq$  constrained version















Inst.	k	New									Old								
		LP	Gap	Nodes	UP	LW	T(s)	F	SU	sol	LP	Gap	Nodes	UP	LW	T(s)	Fr	SU	sol
N60D15I1 = 2		17290	0.00	1	17290	17290	0.04	0	1.33	1	17290	0.00	1	17290	17290	0.03	1	1	1
N60D15I2 = 2		67927.75	0.02	4	67940	67940	0.24	0	1.33	1	67927.75	0.02	23	67940	67940	0.18	1	1	1
N60D15I3 = 2		6796	0.00	1	6796	6796	0.04	0	1.33	1	6796	0.00	1	6796	6796	0.03	1	1	1
N60D15I4 = 2		9865	0.00	1	9865	9865	0.04	0	1.33	1	9865	0.00	1	9865	9865	0.03	1	1	1
N60D15I5 = 2		13362.5	0.07	2	13372	13372	0.1	0	1.67	1	13362.5	0.07	2	13372	13372	0.06	1	1	1
N60D50I1 = 2		8548.5	0.04	4	8552	8552	0.68	0	2.83	1	8548.5	0.04	4	8552	8552	0.24	1	1	1
N60D50I2 = 2		30479	0.01	4	30481	30481	0.65	0	1.51	1	30479	0.01	9	30481	30481	0.43	1	1	1
N60D50I3 = 2		13751	0.09	27	13764	13764	1.84	0	1.72	1	13751	0.09	101	13764	13764	1.07	1	1	1
N60D50I4 = 2		3628	0.00	1	3628	3628	0.1	0	1.67	1	3628	0.00	1	3628	3628	0.06	1	1	1
N60D50I5 = 2		1395.5	0.04	2	1396	1396	0.31	0	1.35	1	1395.5	0.04	5	1396	1396	0.23	1	1	1
N60D15I1 = 5		15621.5	0.25	3	15661	15661	0.15	0	2.5	1	15621.5	0.25	5	15661	15661	0.06	1	1	1
N60D15I2 = 5		66944	0.01	3	66953	66953	0.22	0	2.44	1	66944	0.01	3	66953	66953	0.09	1	1	1
N60D15I3 = 5		6694	0.00	1	6694	6694	0.04	1	1	1	6694	0.00	4	6694	6694	0.12	0	3	1
N60D15I4 = 5		9386.5	0.05	3	9391	9391	0.08	1	1	1	9386.5	0.05	11	9391	9391	0.11	0	1.38	1
N60D15I5 = 5		12471	0.00	2	12471	12471	0.06	1	1	1	12471	0.00	2	12471	12471	0.06	1	1	1
N60D50I1 = 5		8240	0.00	1	8240	8240	0.09	1	1	1	8240	0.00	1	8240	8240	0.09	1	1	1
N60D50I2 = 5		30364	0.00	1	30364	30364	0.2	0	1.82	1	30364	0.00	1	30364	30364	0.11	1	1	1
N60D50I3 = 5		13485.5	0.04	2	13491	13491	0.36	0	1.5	1	13485.5	0.04	3	13491	13491	0.24	1	1	1
N60D50I4 = 5		3381	0.00	1	3381	3381	0.13	0	1.44	1	3381	0.00	1	3381	3381	0.09	1	1	1
N60D50I5 = 5		1377	0.00	9	1377	1377	1.07	0	2.33	1	1377	0.00	7	1377	1377	0.46	1	1	1
N60D15I1 = 10		13999	0.01	2	14001	14001	0.09	0	1.8	1	13999	0.01	2	14001	14001	0.05	1	1	1
N60D15I2 = 10		65732.5	0.04	2	65758	65758	0.08	0	1.33	1	65732.5	0.04	2	65758	65758	0.06	1	1	1
N60D15I3 = 10		6611	0.00	1	6611	6611	0.05	0	1.25	1	6611	0.00	1	6611	6611	0.04	1	1	1
N60D15I4 = 10		8914	0.00	6	8914	8914	0.12	0	2.4	1	8914	0.00	1	8914	8914	0.05	1	1	1
N60D15I5 = 10		11637	0.00	1	11637	11637	0.03	1	1	1	11637	0.00	1	11637	11637	0.05	0	1.67	1
N60D50I1 = 10		7932	0.00	1	7932	7932	0.13	0	1.3	1	7932	0.00	1	7932	7932	0.1	1	1	1
N60D50I2 = 10		30245	0.00	1	30245	30245	0.14	1	1	1	30245	0.00	1	30245	30245	0.14	1	1	1
N60D50I3 = 10		13226	0.00	1	13226	13226	0.18	0	1.13	1	13226	0.00	1	13226	13226	0.16	1	1	1
N60D50I4 = 10		3136	0.00	1	3136	3136	0.12	1	1	1	3136	0.00	1	3136	3136	0.12	1	1	1
N60D50I5 = 10		1358.33	0.05	3	1359	1359	0.39	1	1	1	1358.33	0.05	15	1359	1359	0.47	0	1.21	1
N60D15I1 = 15		12931	0.00	1	12931	12931	0.03	1	1	1	12931	0.00	1	12931	12931	0.04	0	1.33	1
N60D15I2 = 15		65074	0.00	1	65074	65074	0.05	1	1	1	65074	0.00	1	65074	65074	0.06	0	1.2	1
N60D15I3 = 15		6566.67	0.01	2	6567	6567	0.07	1	1	1	6566.67	0.01	2	6567	6567	0.08	0	1.14	1
N60D15I4 = 15		8650	0.00	1	8650	8650	0.03	1	1	1	8650	0.00	1	8650	8650	0.06	0	2	1
N60D15I5 = 15		11156	0.00	1	11156	11156	0.03	1	1	1	11156	0.00	1	11156	11156	0.05	0	1.67	1
N60D50I1 = 15		7739	0.00	1	7739	7739	0.07	1	1	1	7739	0.00	1	7739	7739	0.14	0	2	1
N60D50I2 = 15		30174	0.00	1	30174	30174	0.14	1	1	1	30174	0.00	1	30174	30174	0.21	0	1.5	1
N60D50I3 = 15		13108	0.00	2	13108	13108	0.15	1	1	1	13108	0.00	2	13108	13108	0.17	0	1.13	1
N60D50I4 = 15		2958	0.00	1	2958	2958	0.07	1	1	1	2958	0.00	1	2958	2958	0.1	0	1.43	1
N60D50I5 = 15		1344	0.00	1	1344	1344	0.14	1	1	1	1344	0.00	1	1344	1344	0.14	1	1	1

Table 20: Detailed results for 60 node instances and the = constrained version

Inst.	k	New										Old									
		LP	Gap	Nodes	UP	LW	T(s)	F	SU	sol	LP	Gap	Nodes	UP	LW	T(s)	Fr	SU	sol		
N60D15I1 = 20		12489	0.00	1	12489	12489	0.05	1	1	1	12489	0.00	1	12489	12489	0.05	1	1	1		
N60D15I2 = 20		64601	0.00	1	64601	64601	0.04	1	1	1	64601	0.00	1	64601	64601	0.07	0	1.75	1		
N60D15I3 = 20		6545.5	0.01	2	6546	6546	0.06	1	1	1	6545.5	0.01	3	6546	6546	0.1	0	1.67	1		
N60D15I4 = 20		8522	0.00	1	8522	8522	0.04	1	1	1	8522	0.00	1	8522	8522	0.07	0	1.75	1		
N60D15I5 = 20		10929	0.00	1	10929	10929	0.02	1	1	1	10929	0.00	1	10929	10929	0.03	0	1.5	1		
N60D50I1 = 20		7588.5	0.01	2	7589	7589	0.14	1	1	1	7588.5	0.01	2	7589	7589	0.16	0	1.14	1		
N60D50I2 = 20		30130	0.00	1	30130	30130	0.16	1	1	1	30130	0.00	1	30130	30130	0.18	0	1.13	1		
N60D50I3 = 20		13044	0.00	1	13044	13044	0.13	1	1	1	13044	0.00	1	13044	13044	0.17	0	1.31	1		
N60D50I4 = 20		2842	0.00	1	2842	2842	0.09	1	1	1	2842	0.00	1	2842	2842	0.12	0	1.33	1		
N60D50I5 = 20		1335	0.00	1	1335	1335	0.11	1	1	1	1335	0.00	1	1335	1335	0.22	0	2	1		
N60D15I1 = 25		12368	0.00	1	12368	12368	0.05	1	1	1	12368	0.00	1	12368	12368	0.07	0	1.4	1		
N60D15I2 = 25		64376	0.00	1	64376	64376	0.06	1	1	1	64376	0.00	1	64376	64376	0.06	1	1	1		
N60D15I3 = 25		6548	0.00	2	6548	6548	0.05	1	1	1	6545	0.05	15	6548	6548	0.16	0	3.2	1		
N60D15I4 = 25		8530	0.00	1	8530	8530	0.04	1	1	1	8512	0.21	123	8530	8530	0.59	0	14.75	1		
N60D15I5 = 25		10853	0.00	1	10853	10853	0.02	1	1	1	10853	0.00	1	10853	10853	0.06	0	3	1		
N60D50I1 = 25		7534	0.00	1	7534	7534	0.1	1	1	1	7534	0.00	1	7534	7534	0.29	0	2.9	1		
N60D50I2 = 25		30123	0.00	1	30123	30123	0.1	1	1	1	30123	0.00	7	30123	30123	0.28	0	2.8	1		
N60D50I3 = 25		13050	0.00	1	13050	13050	0.16	1	1	1	13035	0.11	351	13050	13050	3.5	0	21.88	1		
N60D50I4 = 25		2795	0.00	1	2795	2795	0.06	1	1	1	2795	0.00	1	2795	2795	0.2	0	3.33	1		
N60D50I5 = 25		1332	0.00	1	1332	1332	0.07	1	1	1	1332	0.00	1	1332	1332	0.21	0	3	1		
N60D15I1 = 30		12507	0.00	1	12507	12507	0.05	1	1	1	12374	1.06	27	12507	12507	0.24	0	4.8	1		
N60D15I2 = 30		64477	0.00	2	64477	64477	0.05	1	1	1	64387.83	0.14	99	64477	64477	0.6	0	12	1		
N60D15I3 = 30		6565	0.00	1	6565	6565	0.04	1	1	1	6550	0.23	31	6565	6565	0.34	0	8.5	1		
N60D15I4 = 30		8605	0.00	1	8605	8605	0.06	1	1	1	8515.79	1.04	239	8605	8605	1.44	0	24	1		
N60D15I5 = 30		10974	0.00	1	10974	10974	0.04	1	1	1	10906.17	0.62	53	10974	10974	0.45	0	11.25	1		
N60D50I1 = 30		7573	0.00	1	7573	7573	0.1	1	1	1	7539.5	0.44	77	7573	7573	1.1	0	11	1		
N60D50I2 = 30		30131	0.00	1	30131	30131	0.09	1	1	1	30123.25	0.03	131	30131	30131	1.69	0	18.78	1		
N60D50I3 = 30		13103	0.00	1	13103	13103	0.13	1	1	1	13050.33	0.40	819	13103	13103	10.68	0	82.15	1		
N60D50I4 = 30		2807	0.00	1	2807	2807	0.06	1	1	1	2798.75	0.29	15	2807	2807	0.29	0	4.83	1		
N60D50I5 = 30		1337	0.00	1	1337	1337	0.08	1	1	1	1332.75	0.32	143	1337	1337	1.97	0	24.63	1		
N60D15I1 = 35		13411	0.00	1	13411	13411	0.04	1	1	1	12930.25	3.58	151	13411	13411	1.12	0	28	1		
N60D15I2 = 35		64948	0.02	2	64962	64962	0.06	1	1	1	64676.5	0.44	189	64962	64962	1.37	0	22.83	1		
N60D15I3 = 35		6612	0.00	1	6612	6612	0.03	1	1	1	6595.5	0.25	51	6612	6612	0.76	0	25.33	1		
N60D15I4 = 35		8790	0.00	1	8790	8790	0.05	1	1	1	8641.88	1.69	563	8790	8790	3.53	0	70.6	1		
N60D15I5 = 35		11414	0.00	1	11414	11414	0.04	1	1	1	11179.51	2.05	431	11414	11414	3.48	0	87	1		
N60D50I1 = 35		7695	0.00	1	7695	7695	0.07	1	1	1	7620.92	0.96	95	7695	7695	2.23	0	31.86	1		
N60D50I2 = 35		30168	0.00	1	30168	30168	0.09	1	1	1	30143.04	0.08	711	30168	30168	9.22	0	102.44	1		
N60D50I3 = 35		13235	0.07	13	13244	13244	0.57	1	1	1	13118.47	0.95	4191	13244	13244	90.11	0	158.09	1		
N60D50I4 = 35		2899	0.00	1	2899	2899	0.12	1	1	1	2843.25	1.92	127	2899	2899	3.38	0	28.17	1		
N60D50I5 = 35		1349	0.00	2	1349	1349	0.14	1	1	1	1340.62	0.62	453	1349	1349	7.22	0	51.57	1		

Table 21: (Cont.) Detailed results for 60 node instances and the = constrained version

Inst.	k	New									Old								
		LP	Gap	Nodes	UP	LW	T(s)	F	SU	sol	LP	Gap	Nodes	UP	LW	T(s)	Fr	SU	sol
N60D15I1 = 40		15241	0.00	1	15241	15241	0.04	1	1	1	14771.4	3.08	67	15241	15241	1.36	0	34	1
N60D15I2 = 40		65906	0.00	1	65906	65906	0.04	1	1	1	65532.75	0.57	151	65906	65906	1.95	0	48.75	1
N60D15I3 = 40		6706	0.00	1	6706	6706	0.02	1	1	1	6690.99	0.22	19	6706	6706	0.78	0	39	1
N60D15I4 = 40		9239	0.00	1	9239	9239	0.03	1	1	1	9035.13	2.21	285	9239	9239	2.85	0	95	1
N60D15I5 = 40		12284.33	0.22	5	12312	12312	0.26	1	1	1	11859.25	3.68	1195	12312	12312	11.69	0	44.96	1
N60D50I1 = 40		8013	0.00	1	8013	8013	0.08	1	1	1	7902.48	1.38	323	8013	8013	9.01	0	112.63	1
N60D50I2 = 40		30249.5	0.00	5	30251	30251	0.45	1	1	1	30198.92	0.17	3277	30251	30251	59.25	0	131.67	1
N60D50I3 = 40		13471.57	0.25	19	13506	13506	2.38	1	1	1	13314.03	1.42	10055	13506	13506	246.88	0	103.73	1
N60D50I4 = 40		3150.5	0.05	2	3152	3152	0.44	1	1	1	3004	4.70	1279	3152	3152	33.93	0	77.11	1
N60D50I5 = 40		1369	0.00	1	1369	1369	0.1	1	1	1	1360.89	0.59	429	1369	1369	10.87	0	108.7	1
N60D15I1 = 45		19913.3	1.20	15	20155	20155	1.52	1	1	1	18759.96	6.92	661	20155	20155	14.21	0	9.35	1
N60D15I2 = 45		68135.75	0.15	9	68237	68237	0.88	1	1	1	67183	1.54	485	68237	68237	7.94	0	9.02	1
N60D15I3 = 45		6890	0.10	2	6897	6897	0.15	1	1	1	6852.61	0.64	163	6897	6897	5.25	0	35	1
N60D15I4 = 45		10148	0.15	5	10163	10163	0.78	1	1	1	9798.36	3.59	1013	10163	10163	11.97	0	15.35	1
N60D15I5 = 45		14016.25	1.02	17	14160	14160	1.09	1	1	1	13336.18	5.82	811	14160	14160	14.2	0	13.03	1
N60D50I1 = 45		8648	0.00	1	8648	8648	0.18	1	1	1	8426.19	2.56	307	8648	8648	15.35	0	85.28	1
N60D50I2 = 45		30401.16	0.02	2	30406	30406	1.06	1	1	1	30332.93	0.24	1487	30406	30406	43.59	0	41.12	1
N60D50I3 = 45		13906.69	0.27	33	13945	13945	5.04	1	1	1	13714	1.66	3243	13945	13945	107.3	0	21.29	1
N60D50I4 = 45		3694.78	0.20	5	3702	3702	2.14	1	1	1	3441.19	7.05	2355	3702	3702	120.42	0	56.27	1
N60D50I5 = 45		1408	0.21	11	1411	1411	2.46	1	1	1	1393.73	1.22	1835	1411	1411	118.67	0	48.24	1
N60D15I1 = 50		27891.85	5.21	135	29426	29426	25.77	1	1	1	25913.34	11.94	1343	29426	29426	70.7	0	2.74	1
N60D15I2 = 50		72446.24	1.52	569	73565	73565	49.79	0	1.07	1	71269.35	3.12	927	73565	73565	46.6	1	1	1
N60D15I3 = 50		7335.38	1.39	245	7439	7439	27.44	1	1	1	7231.6	2.79	1375	7439	7439	102.45	0	3.73	1
N60D15I4 = 50		11917.08	4.37	817	12462	12462	174.58	0	3.05	1	11359.79	8.84	2589	12462	12462	57.18	1	1	1
N60D15I5 = 50		18059.01	7.34	2047	19489	19489	352.96	0	3.44	1	17003.8	12.75	2423	19489	19489	102.67	1	1	1
N60D50I1 = 50		10033.34	3.55	601	10403	10403	157.75	1	1	1	9575.8	7.95	2211	10403	10403	405.87	0	2.57	1
N60D50I2 = 50		30764.84	0.17	41	30818	30818	15.27	1	1	1	30626.8	0.62	745	30818	30818	89.87	0	5.89	1
N60D50I3 = 50		14831.05	0.56	55	14915	14915	17.02	1	1	1	14584.7	2.21	381	14915	14915	24.82	0	1.46	1
N60D50I4 = 50		4837.82	5.88	329	5140	5140	104.66	1	1	1	4409.99	14.20	6369	5140	5140	774.06	0	7.4	1
N60D50I5 = 50		1486.24	0.79	213	1498	1498	36.85	1	1	1	1465.15	2.19	897	1498	1498	241.52	0	6.55	1
N60D15I1 = 55		0	0.00	0	-	-	0.13	0	1.86	1	0	0.00	0	-	-	0.07	1	1	1
N60D15I2 = 55		0	0.00	0	-	-	0.18	0	3	1	0	0.00	0	-	-	0.06	1	1	1
N60D15I3 = 55		0	0.00	0	-	-	0.17	0	1.89	1	0	0.00	0	-	-	0.09	1	1	1
N60D15I4 = 55		0	0.00	0	-	-	0.22	0	3.67	1	0	0.00	0	-	-	0.06	1	1	1
N60D15I5 = 55		0	0.00	0	-	-	0.3	0	3.75	1	0	0.00	0	-	-	0.08	1	1	1
N60D50I1 = 55		14918.31	7.29	278	16682	15244.05	3600	0	1.44	0	14004.77	12.97	3043	16092	16092	2498	1	1	1
N60D50I2 = 55		32265.95	0.54	239	32442	32442	804.89	0	4.09	1	31964.56	1.47	323	32442	32442	196.61	1	1	1
N60D50I3 = 55		17643.06	3.08	644	18336	18107.24	3600	0	9.11	0	17113.71	5.99	479	18204	18204	395.33	1	1	1
N60D50I4 = 55		8842.33	7.48	300	9557	9202.47	3600	0	13.01	0	8064.48	15.62	419	9557	9557	276.64	1	1	1
N60D50I5 = 55		1827.95	3.03	235	1897	1864.71	3600	0	11.29	0	1754.47	6.92	557	1885	1885	318.82	1	1	1

Table 22: (Cont.) Detailed results for 60 node instances and the = constrained version

Inst.	k	New									Old								
		LP	Gap	Nodes	UP	LW	T(s)	F	SU	sol	LP	Gap	Nodes	UP	LW	T(s)	Fr	SU	sol
N60D15I1	≥ 2	12353	0.00	1	12353	12353	0.05	1	1	1	12353	0.00	1	12353	12353	0.08	0	1.6	1
N60D15I2	≥ 2	64356	0.00	1	64356	64356	0.04	1	1	1	64356	0.00	1	64356	64356	0.08	0	2	1
N60D15I3	≥ 2	6545	0.00	1	6545	6545	0.04	1	1	1	6545	0.00	1	6545	6545	0.07	0	1.75	1
N60D15I4	≥ 2	8512	0.00	1	8512	8512	0.04	1	1	1	8512	0.00	2	8512	8512	0.08	0	2	1
N60D15I5	≥ 2	10843	0.00	1	10843	10843	0.02	1	1	1	10843	0.00	1	10843	10843	0.06	0	3	1
N60D50I1	≥ 2	7533	0.00	1	7533	7533	0.09	1	1	1	7533	0.00	1	7533	7533	0.25	0	2.78	1
N60D50I2	≥ 2	30123	0.00	1	30123	30123	0.09	1	1	1	30123	0.00	1	30123	30123	0.17	0	1.89	1
N60D50I3	≥ 2	13035	0.00	1	13035	13035	0.15	1	1	1	13035	0.00	1	13035	13035	0.23	0	1.53	1
N60D50I4	≥ 2	2795	0.00	1	2795	2795	0.06	1	1	1	2795	0.00	1	2795	2795	0.2	0	3.33	1
N60D50I5	≥ 2	1332	0.00	1	1332	1332	0.07	1	1	1	1332	0.00	1	1332	1332	0.23	0	3.29	1
N60D15I1	≥ 5	12353	0.00	1	12353	12353	0.05	1	1	1	12353	0.00	1	12353	12353	0.08	0	1.6	1
N60D15I2	≥ 5	64356	0.00	1	64356	64356	0.04	1	1	1	64356	0.00	1	64356	64356	0.08	0	2	1
N60D15I3	≥ 5	6545	0.00	1	6545	6545	0.04	1	1	1	6545	0.00	1	6545	6545	0.07	0	1.75	1
N60D15I4	≥ 5	8512	0.00	1	8512	8512	0.04	1	1	1	8512	0.00	1	8512	8512	0.07	0	1.75	1
N60D15I5	≥ 5	10843	0.00	1	10843	10843	0.02	1	1	1	10843	0.00	1	10843	10843	0.06	0	3	1
N60D50I1	≥ 5	7533	0.00	1	7533	7533	0.09	1	1	1	7533	0.00	1	7533	7533	0.25	0	2.78	1
N60D50I2	≥ 5	30123	0.00	1	30123	30123	0.09	1	1	1	30123	0.00	1	30123	30123	0.16	0	1.78	1
N60D50I3	≥ 5	13035	0.00	1	13035	13035	0.15	1	1	1	13035	0.00	1	13035	13035	0.18	0	1.2	1
N60D50I4	≥ 5	2795	0.00	1	2795	2795	0.06	1	1	1	2795	0.00	2	2795	2795	0.23	0	3.83	1
N60D50I5	≥ 5	1332	0.00	1	1332	1332	0.07	1	1	1	1332	0.00	2	1332	1332	0.19	0	2.71	1
N60D15I1	≥ 10	12353	0.00	1	12353	12353	0.05	1	1	1	12353	0.00	1	12353	12353	0.08	0	1.6	1
N60D15I2	≥ 10	64356	0.00	1	64356	64356	0.04	1	1	1	64356	0.00	1	64356	64356	0.08	0	2	1
N60D15I3	≥ 10	6545	0.00	1	6545	6545	0.04	1	1	1	6545	0.00	1	6545	6545	0.07	0	1.75	1
N60D15I4	≥ 10	8512	0.00	1	8512	8512	0.04	1	1	1	8512	0.00	1	8512	8512	0.07	0	1.75	1
N60D15I5	≥ 10	10843	0.00	1	10843	10843	0.02	1	1	1	10843	0.00	1	10843	10843	0.06	0	3	1
N60D50I1	≥ 10	7533	0.00	1	7533	7533	0.09	1	1	1	7533	0.00	1	7533	7533	0.25	0	2.78	1
N60D50I2	≥ 10	30123	0.00	1	30123	30123	0.09	1	1	1	30123	0.00	1	30123	30123	0.13	0	1.44	1
N60D50I3	≥ 10	13035	0.00	1	13035	13035	0.12	1	1	1	13035	0.00	2	13035	13035	0.21	0	1.75	1
N60D50I4	≥ 10	2795	0.00	1	2795	2795	0.06	1	1	1	2795	0.00	2	2795	2795	0.23	0	3.83	1
N60D50I5	≥ 10	1332	0.00	1	1332	1332	0.06	1	1	1	1332	0.00	1	1332	1332	0.21	0	3.5	1
N60D15I1	≥ 15	12353	0.00	1	12353	12353	0.05	1	1	1	12353	0.00	1	12353	12353	0.08	0	1.6	1
N60D15I2	≥ 15	64356	0.00	1	64356	64356	0.04	1	1	1	64356	0.00	1	64356	64356	0.08	0	2	1
N60D15I3	≥ 15	6545	0.00	1	6545	6545	0.04	1	1	1	6545	0.00	1	6545	6545	0.07	0	1.75	1
N60D15I4	≥ 15	8512	0.00	1	8512	8512	0.03	1	1	1	8512	0.00	4	8512	8512	0.1	0	3.33	1
N60D15I5	≥ 15	10843	0.00	1	10843	10843	0.02	1	1	1	10843	0.00	1	10843	10843	0.06	0	3	1
N60D50I1	≥ 15	7533	0.00	1	7533	7533	0.09	1	1	1	7533	0.00	1	7533	7533	0.25	0	2.78	1
N60D50I2	≥ 15	30123	0.00	1	30123	30123	0.09	1	1	1	30123	0.00	2	30123	30123	0.18	0	2	1
N60D50I3	≥ 15	13035	0.00	1	13035	13035	0.15	1	1	1	13035	0.00	3	13035	13035	0.24	0	1.6	1
N60D50I4	≥ 15	2795	0.00	1	2795	2795	0.06	1	1	1	2795	0.00	3	2795	2795	0.24	0	4	1
N60D50I5	≥ 15	1332	0.00	1	1332	1332	0.07	1	1	1	1332	0.00	1	1332	1332	0.21	0	3	1

Table 23: Detailed results for 60 node instances and the  $\geq$  constrained version

Inst.	k	New									Old								
		LP	Gap	Nodes	UP	LW	T(s)	F	SU	sol	LP	Gap	Nodes	UP	LW	T(s)	Fr	SU	sol
N60D15I1	≥ 20	12353	0.00	1	12353	12353	0.05	1	1	1	12353	0.00	1	12353	12353	0.08	0	1.6	1
N60D15I2	≥ 20	64356	0.00	1	64356	64356	0.03	1	1	1	64356	0.00	1	64356	64356	0.05	0	1.67	1
N60D15I3	≥ 20	6545	0.00	1	6545	6545	0.04	1	1	1	6545	0.00	1	6545	6545	0.08	0	2	1
N60D15I4	≥ 20	8512	0.00	1	8512	8512	0.04	1	1	1	8512	0.00	1	8512	8512	0.07	0	1.75	1
N60D15I5	≥ 20	10843	0.00	1	10843	10843	0.02	1	1	1	10843	0.00	1	10843	10843	0.06	0	3	1
N60D50I1	≥ 20	7533	0.00	1	7533	7533	0.09	1	1	1	7533	0.00	2	7533	7533	0.27	0	3	1
N60D50I2	≥ 20	30123	0.00	1	30123	30123	0.09	1	1	1	30123	0.00	1	30123	30123	0.16	0	1.78	1
N60D50I3	≥ 20	13035	0.00	1	13035	13035	0.12	1	1	1	13035	0.00	1	13035	13035	0.21	0	1.75	1
N60D50I4	≥ 20	2795	0.00	1	2795	2795	0.06	1	1	1	2795	0.00	4	2795	2795	0.24	0	4	1
N60D50I5	≥ 20	1332	0.00	1	1332	1332	0.06	1	1	1	1332	0.00	1	1332	1332	0.18	0	3	1
N60D15I1	≥ 25	12353	0.00	1	12353	12353	0.05	1	1	1	12353	0.00	3	12353	12353	0.09	0	1.8	1
N60D15I2	≥ 25	64356	0.00	1	64356	64356	0.03	1	1	1	64356	0.00	4	64356	64356	0.13	0	4.33	1
N60D15I3	≥ 25	6548	0.00	1	6548	6548	0.04	1	1	1	6545	0.05	15	6548	6548	0.16	0	4	1
N60D15I4	≥ 25	8530	0.00	1	8530	8530	0.04	1	1	1	8512	0.21	145	8530	8530	0.63	0	15.75	1
N60D15I5	≥ 25	10843	0.00	1	10843	10843	0.02	1	1	1	10843	0.00	1	10843	10843	0.06	0	3	1
N60D50I1	≥ 25	7533	0.00	1	7533	7533	0.09	1	1	1	7533	0.00	3	7533	7533	0.25	0	2.78	1
N60D50I2	≥ 25	30123	0.00	1	30123	30123	0.09	1	1	1	30123	0.00	1	30123	30123	0.16	0	1.78	1
N60D50I3	≥ 25	13050	0.00	1	13050	13050	0.16	1	1	1	13035	0.11	475	13050	13050	4.29	0	26.81	1
N60D50I4	≥ 25	2795	0.00	1	2795	2795	0.06	1	1	1	2795	0.00	4	2795	2795	0.31	0	5.17	1
N60D50I5	≥ 25	1332	0.00	1	1332	1332	0.06	1	1	1	1332	0.00	5	1332	1332	0.29	0	4.83	1
N60D15I1	≥ 30	12507	0.00	1	12507	12507	0.04	1	1	1	12374	1.06	27	12507	12507	0.24	0	6	1
N60D15I2	≥ 30	64477	0.00	1	64477	64477	0.03	1	1	1	64387.83	0.14	69	64477	64477	0.44	0	14.67	1
N60D15I3	≥ 30	6565	0.00	1	6565	6565	0.04	1	1	1	6550	0.23	31	6565	6565	0.34	0	8.5	1
N60D15I4	≥ 30	8605	0.00	1	8605	8605	0.06	1	1	1	8515.79	1.04	239	8605	8605	1.32	0	22	1
N60D15I5	≥ 30	10974	0.00	1	10974	10974	0.04	1	1	1	10906.17	0.62	53	10974	10974	0.45	0	11.25	1
N60D50I1	≥ 30	7573	0.00	1	7573	7573	0.1	1	1	1	7539.5	0.44	49	7573	7573	0.84	0	8.4	1
N60D50I2	≥ 30	30131	0.00	1	30131	30131	0.09	1	1	1	30123.25	0.03	103	30131	30131	1.42	0	15.78	1
N60D50I3	≥ 30	13103	0.00	1	13103	13103	0.13	1	1	1	13050.33	0.40	1043	13103	13103	11.87	0	91.31	1
N60D50I4	≥ 30	2807	0.00	1	2807	2807	0.06	1	1	1	2798.75	0.29	15	2807	2807	0.32	0	5.33	1
N60D50I5	≥ 30	1337	0.00	1	1337	1337	0.08	1	1	1	1332.75	0.32	177	1337	1337	2.27	0	28.38	1
N60D15I1	≥ 35	13411	0.00	1	13411	13411	0.04	1	1	1	12930.25	3.58	95	13411	13411	0.91	0	22.75	1
N60D15I2	≥ 35	64948	0.02	2	64962	64962	0.06	1	1	1	64676.5	0.44	189	64962	64962	1.36	0	22.67	1
N60D15I3	≥ 35	6612	0.00	1	6612	6612	0.03	1	1	1	6595.5	0.25	51	6612	6612	0.76	0	25.33	1
N60D15I4	≥ 35	8790	0.00	1	8790	8790	0.05	1	1	1	8641.88	1.69	393	8790	8790	2.77	0	55.4	1
N60D15I5	≥ 35	11414	0.00	1	11414	11414	0.04	1	1	1	11179.51	2.05	503	11414	11414	3.63	0	90.75	1
N60D50I1	≥ 35	7695	0.00	1	7695	7695	0.07	1	1	1	7620.92	0.96	105	7695	7695	2.07	0	29.57	1
N60D50I2	≥ 35	30168	0.00	1	30168	30168	0.09	1	1	1	30143.04	0.08	775	30168	30168	10.21	0	113.44	1
N60D50I3	≥ 35	13235	0.07	7	13244	13244	0.5	1	1	1	13118.47	0.95	5323	13244	13244	121.9	0	243.8	1
N60D50I4	≥ 35	2899	0.00	1	2899	2899	0.12	1	1	1	2843.25	1.92	139	2899	2899	3.28	0	27.33	1
N60D50I5	≥ 35	1349	0.00	2	1349	1349	0.14	1	1	1	1340.62	0.62	599	1349	1349	8.51	0	60.79	1

Table 24: (Cont.) Detailed results for 60 node instances and the  $\geq$  constrained version



Inst.	k	New									Old								
		LP	Gap	Nodes	UP	LW	T(s)	F	SU	sol	LP	Gap	Nodes	UP	LW	T(s)	Fr	SU	sol
N60D15I1	≥ 40	15241	0.00	1	15241	15241	0.04	1	1	1	14771.4	3.08	67	15241	15241	1.45	0	36.25	1
N60D15I2	≥ 40	65906	0.00	1	65906	65906	0.04	1	1	1	65532.75	0.57	151	65906	65906	1.92	0	48	1
N60D15I3	≥ 40	6706	0.00	1	6706	6706	0.02	1	1	1	6690.99	0.22	19	6706	6706	0.78	0	39	1
N60D15I4	≥ 40	9239	0.00	1	9239	9239	0.03	1	1	1	9035.13	2.21	393	9239	9239	3.72	0	124	1
N60D15I5	≥ 40	12284.33	0.22	5	12312	12312	0.26	1	1	1	11859.25	3.68	1261	12312	12312	11.64	0	44.77	1
N60D50I1	≥ 40	8013	0.00	1	8013	8013	0.08	1	1	1	7902.48	1.38	249	8013	8013	7.09	0	88.63	1
N60D50I2	≥ 40	30249.5	0.00	5	30251	30251	0.45	1	1	1	30198.92	0.17	2487	30251	30251	48.06	0	106.8	1
N60D50I3	≥ 40	13471.57	0.25	21	13506	13506	2.37	1	1	1	13314.03	1.42	10197	13506	13506	249.35	0	105.21	1
N60D50I4	≥ 40	3150.5	0.05	2	3152	3152	0.45	1	1	1	3004	4.70	1229	3152	3152	40.16	0	89.24	1
N60D50I5	≥ 40	1369	0.00	1	1369	1369	0.1	1	1	1	1360.89	0.59	285	1369	1369	6.78	0	67.8	1
N60D15I1	≥ 45	19913.3	1.20	13	20155	20155	1.61	1	1	1	18759.96	6.92	781	20155	20155	16.86	0	10.47	1
N60D15I2	≥ 45	68135.75	0.15	7	68237	68237	0.87	1	1	1	67183	1.54	363	68237	68237	6.39	0	7.35	1
N60D15I3	≥ 45	6890	0.10	2	6897	6897	0.15	1	1	1	6852.61	0.64	184	6897	6897	8.52	0	56.8	1
N60D15I4	≥ 45	10148	0.15	5	10163	10163	0.78	1	1	1	9798.36	3.59	705	10163	10163	8.11	0	10.4	1
N60D15I5	≥ 45	14016.25	1.02	13	14160	14160	1.06	1	1	1	13336.18	5.82	847	14160	14160	17.3	0	16.32	1
N60D50I1	≥ 45	8648	0.00	1	8648	8648	0.18	1	1	1	8426.19	2.56	399	8648	8648	18.15	0	100.83	1
N60D50I2	≥ 45	30401.16	0.02	2	30406	30406	1.06	1	1	1	30332.93	0.24	1615	30406	30406	47.79	0	45.09	1
N60D50I3	≥ 45	13906.69	0.27	11	13945	13945	2.75	1	1	1	13714	1.66	2183	13945	13945	71.41	0	25.97	1
N60D50I4	≥ 45	3694.78	0.20	5	3702	3702	2.15	1	1	1	3441.19	7.05	1869	3702	3702	94.38	0	43.9	1
N60D50I5	≥ 45	1408	0.21	11	1411	1411	2.45	1	1	1	1393.73	1.22	1221	1411	1411	94.99	0	38.77	1
N60D15I1	≥ 50	27891.85	5.21	183	29426	29426	29.36	1	1	1	25913.34	11.94	683	29426	29426	36.95	0	1.26	1
N60D15I2	≥ 50	72446.24	1.52	739	73565	73565	63.44	0	1.2	1	71269.35	3.12	939	73565	73565	52.7	1	1	1
N60D15I3	≥ 50	7335.38	1.39	273	7439	7439	25.32	1	1	1	7231.6	2.79	1169	7439	7439	94.03	0	3.71	1
N60D15I4	≥ 50	11917.08	4.37	817	12462	12462	108.47	0	1.99	1	11359.79	8.84	2299	12462	12462	54.48	1	1	1
N60D15I5	≥ 50	18059.01	7.34	1403	19489	19489	284.02	0	3.16	1	17003.8	12.75	2153	19489	19489	89.91	1	1	1
N60D50I1	≥ 50	10033.34	3.55	389	10403	10403	105.85	1	1	1	9575.8	7.95	2161	10403	10403	376.67	0	3.56	1
N60D50I2	≥ 50	30764.84	0.17	60	30818	30818	14.73	1	1	1	30626.8	0.62	937	30818	30818	108.57	0	7.37	1
N60D50I3	≥ 50	14831.05	0.56	69	14915	14915	18.92	1	1	1	14584.7	2.21	523	14915	14915	37.9	0	2.0	1
N60D50I4	≥ 50	4837.82	5.88	633	5140	5140	207.18	1	1	1	4409.99	14.20	4341	5140	5140	526.39	0	2.54	1
N60D50I5	≥ 50	1486.24	0.79	71	1498	1498	17.22	1	1	1	1465.15	2.19	309	1498	1498	75.68	0	4.4	1
N60D15I1	≥ 55	0	0.00	0	-	-	0.13	0	1.86	1	0	0.00	0	-	-	0.07	1	1	1
N60D15I2	≥ 55	0	0.00	0	-	-	0.18	0	3	1	0	0.00	0	-	-	0.06	1	1	1
N60D15I3	≥ 55	0	0.00	0	-	-	0.17	0	1.89	1	0	0.00	0	-	-	0.09	1	1	1
N60D15I4	≥ 55	0	0.00	0	-	-	0.22	0	2.75	1	0	0.00	0	-	-	0.08	1	1	1
N60D15I5	≥ 55	0	0.00	0	-	-	0.3	0	3.75	1	0	0.00	0	-	-	0.08	1	1	1
N60D50I1	≥ 55	14918.24	7.29	262	16837	15335.14	3600	0	1.89	0	14004.77	12.97	2541	16092	16092	1903.86	1	1	1
N60D50I2	≥ 55	32265.91	0.54	197	32442	32442	931.89	0	6.9	1	31964.56	1.47	227	32442	32442	134.97	1	1	1
N60D50I3	≥ 55	17643.11	3.08	475	18204	18204	1997.7	0	2.83	1	17113.71	5.99	713	18204	18204	706.17	1	1	1
N60D50I4	≥ 55	8842.31	7.48	323	10568	9213.71	3600	0	11.92	0	8064.48	15.62	413	9557	9557	301.92	1	1	1
N60D50I5	≥ 55	1827.94	3.03	187	1885	1875.38	3600	0	9.34	0	1754.47	6.92	625	1885	1885	385.53	1	1	1

Table 25: (Cont.) Detailed results for 60 node instances and the  $\geq$  constrained version

Inst.	k	New									Old								
		LP	Gap	Nodes	UP	LW	T(s)	F	SU	sol	LP	Gap	Nodes	UP	LW	T(s)	Fr	SU	sol
N60D15I1	≤ 2	17290	0.00	1	17290	17290	0.03	1	1	1	17290	0.00	1	17290	17290	0.03	1	1	1
N60D15I2	≤ 2	67927.75	0.02	9	67940	67940	0.29	0	1.71	1	67927.75	0.02	11	67940	67940	0.17	1	1	1
N60D15I3	≤ 2	6796	0.00	1	6796	6796	0.04	0	1.33	1	6796	0.00	1	6796	6796	0.03	1	1	1
N60D15I4	≤ 2	9865	0.00	1	9865	9865	0.03	1	1	1	9865	0.00	1	9865	9865	0.03	1	1	1
N60D15I5	≤ 2	13362.5	0.07	2	13372	13372	0.12	0	2.4	1	13362.5	0.07	2	13372	13372	0.05	1	1	1
N60D50I1	≤ 2	8548.5	0.04	5	8552	8552	0.77	0	2.75	1	8548.5	0.04	5	8552	8552	0.28	1	1	1
N60D50I2	≤ 2	30479	0.01	4	30481	30481	0.62	1	1	1	30479	0.01	51	30481	30481	0.69	0	1.11	1
N60D50I3	≤ 2	13751	0.09	37	13764	13764	2.29	0	2.54	1	13751	0.09	63	13764	13764	0.9	1	1	1
N60D50I4	≤ 2	3628	0.00	1	3628	3628	0.09	0	1.5	1	3628	0.00	1	3628	3628	0.06	1	1	1
N60D50I5	≤ 2	1395.5	0.04	2	1396	1396	0.37	0	1.54	1	1395.5	0.04	4	1396	1396	0.24	1	1	1
N60D15I1	≤ 5	15621.5	0.25	5	15661	15661	0.17	0	2.83	1	15621.5	0.25	5	15661	15661	0.06	1	1	1
N60D15I2	≤ 5	66944	0.01	3	66953	66953	0.18	0	1.64	1	66944	0.01	3	66953	66953	0.11	1	1	1
N60D15I3	≤ 5	6694	0.00	2	6694	6694	0.1	0	1.43	1	6694	0.00	1	6694	6694	0.07	1	1	1
N60D15I4	≤ 5	9386.5	0.05	2	9391	9391	0.08	1	1	1	9386.5	0.05	11	9391	9391	0.11	0	1.38	1
N60D15I5	≤ 5	12471	0.00	2	12471	12471	0.06	1	1	1	12471	0.00	3	12471	12471	0.07	0	1.17	1
N60D50I1	≤ 5	8240	0.00	1	8240	8240	0.09	1	1	1	8240	0.00	1	8240	8240	0.09	1	1	1
N60D50I2	≤ 5	30364	0.00	1	30364	30364	0.19	0	1.73	1	30364	0.00	1	30364	30364	0.11	1	1	1
N60D50I3	≤ 5	13485.5	0.04	2	13491	13491	0.32	0	1.14	1	13485.5	0.04	3	13491	13491	0.28	1	1	1
N60D50I4	≤ 5	3381	0.00	1	3381	3381	0.14	0	1.56	1	3381	0.00	1	3381	3381	0.09	1	1	1
N60D50I5	≤ 5	1377	0.00	8	1377	1377	1.01	0	2.46	1	1377	0.00	9	1377	1377	0.41	1	1	1
N60D15I1	≤ 10	13999	0.01	2	14001	14001	0.09	0	1.8	1	13999	0.01	2	14001	14001	0.05	1	1	1
N60D15I2	≤ 10	65732.5	0.04	2	65758	65758	0.07	0	1.4	1	65732.5	0.04	2	65758	65758	0.05	1	1	1
N60D15I3	≤ 10	6611	0.00	1	6611	6611	0.05	1	1	1	6611	0.00	1	6611	6611	0.05	1	1	1
N60D15I4	≤ 10	8914	0.00	3	8914	8914	0.07	1	1	1	8914	0.00	4	8914	8914	0.07	1	1	1
N60D15I5	≤ 10	11637	0.00	1	11637	11637	0.03	1	1	1	11637	0.00	1	11637	11637	0.05	0	1.67	1
N60D50I1	≤ 10	7932	0.00	1	7932	7932	0.13	0	1.44	1	7932	0.00	1	7932	7932	0.09	1	1	1
N60D50I2	≤ 10	30245	0.00	1	30245	30245	0.15	0	1.36	1	30245	0.00	1	30245	30245	0.11	1	1	1
N60D50I3	≤ 10	13226	0.00	1	13226	13226	0.18	0	1.13	1	13226	0.00	1	13226	13226	0.16	1	1	1
N60D50I4	≤ 10	3136	0.00	1	3136	3136	0.12	0	1.09	1	3136	0.00	1	3136	3136	0.11	1	1	1
N60D50I5	≤ 10	1358.33	0.05	29	1359	1359	2	0	4.55	1	1358.33	0.05	7	1359	1359	0.44	1	1	1
N60D15I1	≤ 15	12931	0.00	1	12931	12931	0.04	1	1	1	12931	0.00	1	12931	12931	0.05	0	1.25	1
N60D15I2	≤ 15	65074	0.00	1	65074	65074	0.05	1	1	1	65074	0.00	1	65074	65074	0.05	1	1	1
N60D15I3	≤ 15	6566.67	0.01	2	6567	6567	0.08	1	1	1	6566.67	0.01	3	6567	6567	0.08	1	1	1
N60D15I4	≤ 15	8650	0.00	1	8650	8650	0.03	1	1	1	8650	0.00	1	8650	8650	0.05	0	1.67	1
N60D15I5	≤ 15	11156	0.00	1	11156	11156	0.03	1	1	1	11156	0.00	1	11156	11156	0.05	0	1.67	1
N60D50I1	≤ 15	7739	0.00	1	7739	7739	0.07	1	1	1	7739	0.00	1	7739	7739	0.14	0	2	1
N60D50I2	≤ 15	30174	0.00	1	30174	30174	0.14	1	1	1	30174	0.00	2	30174	30174	0.17	0	1.21	1
N60D50I3	≤ 15	13108	0.00	1	13108	13108	0.1	1	1	1	13108	0.00	2	13108	13108	0.14	0	1.4	1
N60D50I4	≤ 15	2958	0.00	1	2958	2958	0.07	1	1	1	2958	0.00	1	2958	2958	0.08	0	1.14	1
N60D50I5	≤ 15	1344	0.00	1	1344	1344	0.11	1	1	1	1344	0.00	1	1344	1344	0.15	0	1.36	1

Table 26: Detailed results for 50 node instances and the  $\leq$  constrained version

Inst.	k	New									Old								
		LP	Gap	Nodes	UP	LW	T(s)	F	SU	sol	LP	Gap	Nodes	UP	LW	T(s)	Fr	SU	sol
N60D15I1	≤ 20	12489	0.00	1	12489	12489	0.05	1	1	1	12489	0.00	1	12489	12489	0.05	1	1	1
N60D15I2	≤ 20	64601	0.00	1	64601	64601	0.04	1	1	1	64601	0.00	1	64601	64601	0.06	0	1.5	1
N60D15I3	≤ 20	6545.5	0.01	2	6546	6546	0.07	1	1	1	6545.5	0.01	3	6546	6546	0.1	0	1.43	1
N60D15I4	≤ 20	8522	0.00	1	8522	8522	0.04	1	1	1	8522	0.00	1	8522	8522	0.06	0	1.5	1
N60D15I5	≤ 20	10929	0.00	1	10929	10929	0.02	1	1	1	10929	0.00	1	10929	10929	0.03	0	1.5	1
N60D50I1	≤ 20	7588.5	0.01	2	7589	7589	0.13	1	1	1	7588.5	0.01	2	7589	7589	0.2	0	1.54	1
N60D50I2	≤ 20	30130	0.00	1	30130	30130	0.13	1	1	1	30130	0.00	1	30130	30130	0.14	0	1.08	1
N60D50I3	≤ 20	13044	0.00	1	13044	13044	0.13	1	1	1	13044	0.00	1	13044	13044	0.23	0	1.77	1
N60D50I4	≤ 20	2842	0.00	1	2842	2842	0.09	1	1	1	2842	0.00	1	2842	2842	0.12	0	1.33	1
N60D50I5	≤ 20	1335	0.00	1	1335	1335	0.11	1	1	1	1335	0.00	1	1335	1335	0.2	0	1.82	1
N60D15I1	≤ 25	12368	0.00	1	12368	12368	0.05	1	1	1	12368	0.00	1	12368	12368	0.09	0	1.8	1
N60D15I2	≤ 25	64376	0.00	1	64376	64376	0.06	1	1	1	64376	0.00	1	64376	64376	0.06	1	1	1
N60D15I3	≤ 25	6545	0.00	1	6545	6545	0.04	1	1	1	6545	0.00	1	6545	6545	0.07	0	1.75	1
N60D15I4	≤ 25	8512	0.00	1	8512	8512	0.04	1	1	1	8512	0.00	2	8512	8512	0.08	0	2	1
N60D15I5	≤ 25	10853	0.00	1	10853	10853	0.02	1	1	1	10853	0.00	1	10853	10853	0.05	0	2.5	1
N60D50I1	≤ 25	7534	0.00	1	7534	7534	0.1	1	1	1	7534	0.00	1	7534	7534	0.27	0	2.7	1
N60D50I2	≤ 25	30123	0.00	1	30123	30123	0.09	1	1	1	30123	0.00	4	30123	30123	0.24	0	2.67	1
N60D50I3	≤ 25	13035	0.00	1	13035	13035	0.15	1	1	1	13035	0.00	2	13035	13035	0.2	0	1.33	1
N60D50I4	≤ 25	2795	0.00	1	2795	2795	0.06	1	1	1	2795	0.00	1	2795	2795	0.2	0	3.33	1
N60D50I5	≤ 25	1332	0.00	1	1332	1332	0.06	1	1	1	1332	0.00	2	1332	1332	0.21	0	3.5	1
N60D15I1	≤ 30	12353	0.00	1	12353	12353	0.05	1	1	1	12353	0.00	1	12353	12353	0.08	0	1.6	1
N60D15I2	≤ 30	64356	0.00	1	64356	64356	0.04	1	1	1	64356	0.00	1	64356	64356	0.08	0	2	1
N60D15I3	≤ 30	6545	0.00	1	6545	6545	0.04	1	1	1	6545	0.00	1	6545	6545	0.07	0	1.75	1
N60D15I4	≤ 30	8512	0.00	1	8512	8512	0.04	1	1	1	8512	0.00	2	8512	8512	0.08	0	2	1
N60D15I5	≤ 30	10843	0.00	1	10843	10843	0.02	1	1	1	10843	0.00	1	10843	10843	0.06	0	3	1
N60D50I1	≤ 30	7533	0.00	1	7533	7533	0.09	1	1	1	7533	0.00	2	7533	7533	0.25	0	2.78	1
N60D50I2	≤ 30	30123	0.00	1	30123	30123	0.09	1	1	1	30123	0.00	1	30123	30123	0.16	0	1.78	1
N60D50I3	≤ 30	13035	0.00	1	13035	13035	0.15	1	1	1	13035	0.00	2	13035	13035	0.19	0	1.27	1
N60D50I4	≤ 30	2795	0.00	1	2795	2795	0.06	1	1	1	2795	0.00	2	2795	2795	0.24	0	4	1
N60D50I5	≤ 30	1332	0.00	1	1332	1332	0.06	1	1	1	1332	0.00	1	1332	1332	0.3	0	5	1
N60D15I1	≤ 35	12353	0.00	1	12353	12353	0.05	1	1	1	12353	0.00	1	12353	12353	0.08	0	1.6	1
N60D15I2	≤ 35	64356	0.00	1	64356	64356	0.04	1	1	1	64356	0.00	1	64356	64356	0.08	0	2	1
N60D15I3	≤ 35	6545	0.00	1	6545	6545	0.04	1	1	1	6545	0.00	1	6545	6545	0.07	0	1.75	1
N60D15I4	≤ 35	8512	0.00	1	8512	8512	0.04	1	1	1	8512	0.00	2	8512	8512	0.08	0	2	1
N60D15I5	≤ 35	10843	0.00	1	10843	10843	0.02	1	1	1	10843	0.00	1	10843	10843	0.06	0	3	1
N60D50I1	≤ 35	7533	0.00	1	7533	7533	0.09	1	1	1	7533	0.00	2	7533	7533	0.25	0	2.78	1
N60D50I2	≤ 35	30123	0.00	1	30123	30123	0.09	1	1	1	30123	0.00	1	30123	30123	0.16	0	1.78	1
N60D50I3	≤ 35	13035	0.00	1	13035	13035	0.15	1	1	1	13035	0.00	2	13035	13035	0.19	0	1.27	1
N60D50I4	≤ 35	2795	0.00	1	2795	2795	0.06	1	1	1	2795	0.00	1	2795	2795	0.22	0	3.67	1
N60D50I5	≤ 35	1332	0.00	1	1332	1332	0.06	1	1	1	1332	0.00	1	1332	1332	0.3	0	5	1

Table 27: (Cont.) Detailed results for 60 node instances and the  $\leq$  constrained version

## 2 Computational results - Maximum leaves Spanning Tree Problem

Inst.	k	New									Old								
		LP	Gap	Nodes	UP	LW	T(s)	F	SU	sol	LP	Gap	Nodes	UP	LW	T(s)	Fr	SU	sol
N60D15I1	≤ 40	12353	0.00	1	12353	12353	0.05	1	1	1	12353	0.00	1	12353	12353	0.08	0	1.6	1
N60D15I2	≤ 40	64356	0.00	1	64356	64356	0.04	1	1	1	64356	0.00	1	64356	64356	0.08	0	2	1
N60D15I3	≤ 40	6545	0.00	1	6545	6545	0.05	1	1	1	6545	0.00	1	6545	6545	0.07	0	1.4	1
N60D15I4	≤ 40	8512	0.00	1	8512	8512	0.04	1	1	1	8512	0.00	2	8512	8512	0.08	0	2	1
N60D15I5	≤ 40	10843	0.00	1	10843	10843	0.02	1	1	1	10843	0.00	1	10843	10843	0.06	0	3	1
N60D50I1	≤ 40	7533	0.00	1	7533	7533	0.09	1	1	1	7533	0.00	2	7533	7533	0.25	0	2.78	1
N60D50I2	≤ 40	30123	0.00	1	30123	30123	0.09	1	1	1	30123	0.00	1	30123	30123	0.16	0	1.78	1
N60D50I3	≤ 40	13035	0.00	1	13035	13035	0.15	1	1	1	13035	0.00	2	13035	13035	0.2	0	1.33	1
N60D50I4	≤ 40	2795	0.00	1	2795	2795	0.06	1	1	1	2795	0.00	1	2795	2795	0.22	0	3.67	1
N60D50I5	≤ 40	1332	0.00	1	1332	1332	0.06	1	1	1	1332	0.00	2	1332	1332	0.3	0	5	1
N60D15I1	≤ 45	12353	0.00	1	12353	12353	0.05	1	1	1	12353	0.00	1	12353	12353	0.08	0	1.6	1
N60D15I2	≤ 45	64356	0.00	1	64356	64356	0.04	1	1	1	64356	0.00	1	64356	64356	0.08	0	2	1
N60D15I3	≤ 45	6545	0.00	1	6545	6545	0.04	1	1	1	6545	0.00	1	6545	6545	0.07	0	1.75	1
N60D15I4	≤ 45	8512	0.00	1	8512	8512	0.04	1	1	1	8512	0.00	2	8512	8512	0.08	0	2	1
N60D15I5	≤ 45	10843	0.00	1	10843	10843	0.02	1	1	1	10843	0.00	1	10843	10843	0.06	0	3	1
N60D50I1	≤ 45	7533	0.00	1	7533	7533	0.09	1	1	1	7533	0.00	2	7533	7533	0.25	0	2.78	1
N60D50I2	≤ 45	30123	0.00	1	30123	30123	0.09	1	1	1	30123	0.00	1	30123	30123	0.16	0	1.78	1
N60D50I3	≤ 45	13035	0.00	1	13035	13035	0.15	1	1	1	13035	0.00	2	13035	13035	0.19	0	1.27	1
N60D50I4	≤ 45	2795	0.00	1	2795	2795	0.06	1	1	1	2795	0.00	1	2795	2795	0.22	0	3.67	1
N60D50I5	≤ 45	1332	0.00	1	1332	1332	0.06	1	1	1	1332	0.00	1	1332	1332	0.19	0	3.17	1
N60D15I1	≤ 50	12353	0.00	1	12353	12353	0.05	1	1	1	12353	0.00	1	12353	12353	0.08	0	1.6	1
N60D15I2	≤ 50	64356	0.00	1	64356	64356	0.04	1	1	1	64356	0.00	1	64356	64356	0.08	0	2	1
N60D15I3	≤ 50	6545	0.00	1	6545	6545	0.04	1	1	1	6545	0.00	1	6545	6545	0.07	0	1.75	1
N60D15I4	≤ 50	8512	0.00	1	8512	8512	0.04	1	1	1	8512	0.00	2	8512	8512	0.08	0	2	1
N60D15I5	≤ 50	10843	0.00	1	10843	10843	0.02	1	1	1	10843	0.00	1	10843	10843	0.06	0	3	1
N60D50I1	≤ 50	7533	0.00	1	7533	7533	0.09	1	1	1	7533	0.00	2	7533	7533	0.25	0	2.78	1
N60D50I2	≤ 50	30123	0.00	1	30123	30123	0.1	1	1	1	30123	0.00	1	30123	30123	0.16	0	1.6	1
N60D50I3	≤ 50	13035	0.00	1	13035	13035	0.15	1	1	1	13035	0.00	2	13035	13035	0.19	0	1.27	1
N60D50I4	≤ 50	2795	0.00	1	2795	2795	0.06	1	1	1	2795	0.00	1	2795	2795	0.22	0	3.67	1
N60D50I5	≤ 50	1332	0.00	1	1332	1332	0.06	1	1	1	1332	0.00	2	1332	1332	0.3	0	5	1
N60D15I1	≤ 55	12353	0.00	1	12353	12353	0.05	1	1	1	12353	0.00	1	12353	12353	0.08	0	1.6	1
N60D15I2	≤ 55	64356	0.00	1	64356	64356	0.04	1	1	1	64356	0.00	1	64356	64356	0.08	0	2	1
N60D15I3	≤ 55	6545	0.00	1	6545	6545	0.04	1	1	1	6545	0.00	1	6545	6545	0.07	0	1.75	1
N60D15I4	≤ 55	8512	0.00	1	8512	8512	0.04	1	1	1	8512	0.00	2	8512	8512	0.08	0	2	1
N60D15I5	≤ 55	10843	0.00	1	10843	10843	0.02	1	1	1	10843	0.00	1	10843	10843	0.06	0	3	1
N60D50I1	≤ 55	7533	0.00	1	7533	7533	0.09	1	1	1	7533	0.00	2	7533	7533	0.25	0	2.78	1
N60D50I2	≤ 55	30123	0.00	1	30123	30123	0.09	1	1	1	30123	0.00	1	30123	30123	0.16	0	1.78	1
N60D50I3	≤ 55	13035	0.00	1	13035	13035	0.15	1	1	1	13035	0.00	2	13035	13035	0.19	0	1.27	1
N60D50I4	≤ 55	2795	0.00	1	2795	2795	0.06	1	1	1	2795	0.00	1	2795	2795	0.22	0	3.67	1
N60D50I5	≤ 55	1332	0.00	1	1332	1332	0.07	1	1	1	1332	0.00	2	1332	1332	0.3	0	4.29	1

Table 28: (Cont.) Detailed results for 60 node instances and the  $\leq$  constrained version

Inst.	OPT	Gendron	Old	STR	Inter	New
v030.d10	15	15.50	15.88	15.66	15.60	15.50
v030.d20	23	23.82	24.32	23.51	24.02	23.51
v030.d30	26	26.40	26.95	26.50	26.63	26.13
v030.d50	27	27.62	28.14	27.89	27.99	27.50
v030.d70	28	28.17	28.70	28.00	28.57	28.00
v050.d05	19	19.00	19.00	19.00	19.00	19.00
v050.d10	38	39.27	39.63	38.85	39.23	38.86
v050.d20	43	44.75	45.12	44.48	44.78	44.48
v050.d30	45	46.31	46.74	46.07	46.54	46.08
v050.d50	47	47.56	48.18	47.80	47.95	47.36
v050.d70	48	48.16	48.69	48.00	48.54	48.00
v070.d05	43	43.69	44.71	43.56	43.71	43.56
v070.d10	57	58.76	59.10	58.60	58.82	58.60
v070.d20	63	64.63	64.88	64.37	64.71	64.37
v070.d30	65	66.38	66.80	66.14	66.63	-
v070.d50	67	67.56	68.05	67.95	-	67.00
v070.d70	68	68.09	68.65	68.00	-	68.00
v100.d05	76	78.37	79.21	77.96	78.48	77.96
v100.d10	87	89.02	89.38	88.93	-	-
v100.d20	92	94.48	94.85	94.38	-	-
v100.d30	94	96.26	96.67	-	-	-
v100.d50	96	97.49	98.03	-	-	-
v100.d70	97	98.06	98.64	97.95	-	-
v120.d05	95	97.26	97.52	97.13	-	97.13
v120.d10	107	109.34	109.67	109.13	-	109.13
v120.d20	112	114.65	114.93	-	-	-
v120.d30	114	116.24	116.69	-	-	-
v120.d50	116	117.51	118.63	117.85	-	-
v120.d70	117	118.08	-	-	-	-
v150.d05	124	128.27	128.65	128.06	-	128.06
v150.d10	136	139.35	139.44	139.16	-	-
v150.d20	141	144.63	145.05	-	-	-
v150.d30	144	146.19	146.67	-	-	-
v150.d50	146	147.53	148.10	-	-	-
v150.d70	147	148.01	148.63	-	-	-
v200.d05	168	177.48	177.83	177.31	-	177.31
v200.d10	183	189.44	189.61	-	-	-
v200.d20	190	194.74	195.13	-	-	-
v200.d30	193	196.23	196.77	-	-	-
v200.d50	196	197.47	198.07	-	-	-
v200.d70	197	198.00	198.63	197.97	-	-
IEEE-14-Bus	9	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00
IEEE-30-Bus	19	19.00	19.00	19.00	19.00	19.00
IEEE-57-Bus	26	26.00	27.00	26.00	26.50	26.00
RTS96	41	41.00	43.02	41.00	41.17	41.00
IEEE-118-Bus	75	75.00	77.29	75.00	76.00	75.00
IEEE-300-Bus	171	171.00	177.25	171.00	-	171.00

Table 29: Linear programming lower bounds

Inst.	MLSTP			MCDSP		
	New	Old	STRP	IPBE	IPHY	Lazy
v30_d10	0.01	0.01	0.03	756.87	2.88	0.24
v30_d20	0.56	0.1	0.72	0	0.02	0.01
v30_d30	3.91	0.03	0.06	0.02	0.02	0.01
v30_d50	19.53	0.08	0.15	0	0.01	0.01
v30_d70	0.85	0.01	0.02	0	0	0.01
v50_d5	0.01	0.01	0.03	3600	9.46	0.59
v50_d10	2.28	0.36	3.68	3.09	3.89	0.12
v50_d20	30.77	1.32	135.92	0.09	0.16	0.08
v50_d30	1409.89	1.21	422.95	0.11	0.31	0.07
v50_d50	1857.8	0.51	0.18	0.01	0.01	0.01
v50_d70	15.32	0.04	0.03	0	0.01	0.02
v70_d5	1.08	0.26	0.89	3600	74.75	1.41
v70_d10	33.6	4.73	257.92	2.17	1.26	0.09
v70_d20	3600	16.3	3600	0.17	0.58	0.15
v70_d30	3600	2.9	3600	0.21	0.37	0.17
v70_d50	3600	1.33	0.51	0.02	0.02	0.01
v70_d70	1533.28	1.92	0.25	0.01	0.02	0.07
v100_d5	39.63	12.5	167.73	3600	142.49	0.36
v100_d10	3436	9.36	3600	0.33	1.7	0.34
v100_d20	3600	86.16	3600	1.26	2.7	0.4
v100_d30	3600	258.15	3600	2.46	4.42	0.94
v100_d50	3600	132.55	3600	0.76	1.56	0.7
v100_d70	3600	154.1	881.18	0.03	0.91	1.27
v120_d5	92.27	2.65	407.46	18.16	35.1	0.31
v120_d10	3600	65.49	3600	3.86	18.68	0.34
v120_d20	3600	393.47	3600	3.79	8.31	1.86
v120_d30	3600	653.7	3600	4.44	7.56	2.32
v120_d50	3600	815.64	3600	2.52	4.57	1.64
v120_d70	3600	356.31	484.11	0.04	2.22	2.44
v150_d5	3600	2954	3600	771.07	3600	3.46
v150_d10	3600	3247.89	3600	28.28	195.76	4.72
v150_d20	3600	3600	3600	271.65	903.76	9.34
v150_d30	3600	2617.35	3600	11.25	24.77	6.54
v150_d50	3600	2756.36	3600	5.78	10.79	2.41
v150_d70	3600	1828.86	910.85	0.06	2.95	4.77
v200_d5	3600	3600	3600	1658.85	3600	32.92
v200_d10	3600	3600	3600	3600	3600	496.43
v200_d20	3600	3600	3600	1945.8	3600	243.25
v200_d30	3600	3600	3600	1847.88	3600	172.55
v200_d50	3600	3600	3600	19.33	28.54	8.16
v200_d70	3600	3600	218.06	0.13	5.63	9.45
IEEE-14-Bus	0.02	0.01	-	0	0	0.01
IEEE-30-Bus	0.02	0.01	-	0	0.01	0.01
IEEE-57-Bus	0.07	0.16	-	3600	192.43	1.07
RTS96	0.07	1.66	-	3600	26.56	0.69
IEEE-118-Bus	0.12	0.36	-	3600	2.88	0.08
IEEE-300-Bus	0.53	1076.89	-	3600	3600	52.88

Table 30: Computational results: CPU time comparisons (in seconds)