

1. Appendices

Appendix A. The complete data for the case study

Appendix A.1. Case study 1

Data left out with the sign (...) in Table A.1 is provided below,

{(4,100,1,146,2,1,1,1,5,12,-,12,9,-,-,-,-,-), (4,100,1,146,2,1,1,2,6,8,-,8,-,-,-,-,-), (4,100,1,146,2,1,1,3,1,10,12,-,10,-,-,-,-,-), (4,100,1,146,2,1,1,4,6,8,-,11,-,-,-,-,-), (4,100,1,146,2,1,1,5,4,-,11,9,9,-,-,-,-,-), (4,100,1,146,2,2,1,6,-,-,-,-,-,-,-,19,18,-,-), (4,100,1,146,2,2,1,7,-,-,-,-,-,20,-,20,-,-), (4,100,1,146,2,2,1,8,-,-,-,-,-,-,-,40,38), (4,100,1,146,2,2,1,9,1,12,12,11,12,-,-,-,-,-), (4,100,1,146,2,2,1,10,2,11,9,11,12,-,-,-,-,-), (4,100,1,146,2,2,1,11,4,11,9,9,-,-,-,-,-), (4,100,1,146,2,2,1,12,6,11,9,10,-,-,-,-,-), (4,100,1,146,2,2,1,13,-,-,-,-,-,24,-,18,-,-), (4,100,1,146,2,2,1,14,-,-,-,-,-,16,21,18,-,-), (4,100,1,146,2,2,1,15,-,-,-,-,-,-,42,34), (2,100,2,188,2,3,1,16,6,8,9,11,12,-,-,-,-,-), (2,100,2,188,2,3,1,17,1,10,12,-,-,-,-,-), (2,100,2,188,2,3,1,18,6,8,12,9,8,-,-,-,-,-), (2,100,2,188,2,3,1,19,6,9,-,11,-,-,-,-,-), (2,100,2,188,2,3,1,20,3,-,12,-,10,-,-,-,-,-), (2,100,2,188,2,3,1,21,5,9,11,11,11,-,-,-,-,-), (2,100,2,188,2,3,1,22,-,-,-,-,-,22,17,-,-), (2,100,2,188,2,3,1,23,-,-,-,-,-,22,16,-,-), (2,100,2,188,2,3,1,24,-,-,-,-,-,21,18,19,-,-), (2,100,2,188,2,3,1,25,-,-,-,-,-,-,45,42), (2,100,3,224,2,4,1,26,1,9,-,11,-,-,-,-,-), (2,100,3,224,2,4,1,27,3,12,12,12,9,-,-,-,-,-), (2,100,3,224,2,4,1,28,6,10,10,12,10,-,-,-,-,-), (2,100,3,224,2,4,1,29,-,-,-,-,-,19,20,20,-,-), (2,100,3,224,2,4,1,30,-,-,-,-,-,-,35,38), (2,100,3,224,2,5,1,31,5,12,12,12,11,-,-,-,-,-), (2,100,3,224,2,5,1,32,6,9,8,8,9,-,-,-,-,-), (2,100,3,224,2,5,1,33,4,9,-,9,-,-,-,-,-), (2,100,3,224,2,5,1,34,-,-,12,10,8,-,-,-,-,-), (2,100,3,224,2,5,1,35,-,-,-,-,-,21,21,16,-,-), (2,100,3,224,2,5,1,36,-,-,-,-,-,-,41,40), (1,100,4,169,2,6,1,37,6,11,-,9,-,-,-,-,-), (1,100,4,169,2,6,1,38,6,12,12,10,11,-,-,-,-,-), (1,100,4,169,2,6,1,39,5,9,8,-,8,-,-,-,-,-), (1,100,4,169,2,6,1,40,5,-,8,10,-,-,-,-,-), (1,100,4,169,2,6,1,41,-,-,-,-,-,19,21,17,-,-), (1,100,4,169,2,6,1,42,-,-,-,-,-,-,40,44), (1,100,4,169,2,7,1,43,5,10,-,10,8,-,-,-,-,-), (1,100,4,169,2,7,1,44,3,8,9,8,10,-,-,-,-,-), (1,100,4,169,2,7,1,45,4,10,12,9,12,-,-,-,-,-), (1,100,4,169,2,7,1,46,2,9,8,11,-,-,-,-,-), (1,100,4,169,2,7,1,47,-,-,-,-,-,20,20,16,-,-), (1,100,4,169,2,7,1,48,-,-,-,-,-,-,44,44), (3,100,5,253,2,8,1,49,5,8,-,12,10,-,-,-,-,-), (3,100,5,253,2,8,1,50,1,9,-,8,10,-,-,-,-,-), (3,100,5,253,2,8,1,51,2,11,11,9,12,-,-,-,-,-), (3,100,5,253,2,8,1,52,-,-,-,-,-,22,23,22,-,-), (3,100,5,253,2,8,1,53,-,-,-,-,-,37,35), (4,100,6,207,2,9,1,54,1,12,-,8,12,-,-,-,-,-), (4,100,6,207,2,9,1,55,1,-,11,-,11,-,-,-,-,-), (4,100,6,207,2,9,1,56,5,-,11,-,12,-,-,-,-,-), (4,100,6,207,2,9,1,57,-,-,-,-,-,21,16,21,-,-), (4,100,6,207,2,9,1,58,-,-,-,-,-,-,40,36), (4,100,6,207,2,10,1,59,5,-,11,-,11,-,-,-,-,-), (4,100,6,207,2,10,1,60,2,8,11,12,-,-,-,-,-), (4,100,6,207,2,10,1,61,6,-,8,10,-,-,-,-,-), (4,100,6,207,2,10,1,62,1,9,8,11,12,-,-,-,-,-), (4,100,6,207,2,10,1,63,-,-,-,-,-,24,19,18,-,-), (4,100,6,207,2,10,1,64,-,-,-,-,-,-,40,44), (4,100,7,119,2,11,1,65,3,-,12,10,8,-,-,-,-,-), (4,100,7,119,2,11,1,66,3,12,10,-,-,-,-,-), (4,100,7,119,2,11,1,67,5,8,11,12,12,-,-,-,-,-), (4,100,7,119,2,11,1,68,-,-,-,-,-,23,21,-,-), (4,100,7,119,2,11,1,69,-,-,-,-,-,38,41), (3,100,8,258,2,12,1,70,5,11,-,12,12,-,-,-,-,-), (3,100,8,258,2,12,1,71,2,-,11,8,-,-,-,-,-), (3,100,8,258,2,12,1,72,3,12,11,8,11,-,-,-,-,-), (3,100,8,258,2,12,1,73,-,-,-,-,-,22,16,-,-), (3,100,8,258,2,12,1,74,-,-,-,-,-,-,40,45), (3,100,8,258,2,13,1,75,3,12,12,10,10,-,-,-,-,-), (3,100,8,258,2,13,1,76,4,-,10,-,12,-,-,-,-,-), (3,100,8,258,2,13,1,77,5,12,10,11,10,-,-,-,-,-), (3,100,8,258,2,13,1,78,5,11,12,11,11,-,-,-,-,-), (3,100,8,258,2,13,1,79,-,-,-,-,-,16,18,19,-,-), (3,100,8,258,2,13,1,80,-,-,-,-,-,44,35), (1,100,9,213,2,14,1,81,2,10,10,12,8,-,-,-,-,-), (1,100,9,213,2,14,1,82,5,8,9,-,8,-,-,-,-,-), (1,100,9,213,2,14,1,83,4,9,11,9,-,-,-,-,-), (1,100,9,213,2,14,1,84,1,11,9,-,12,-,-,-,-,-), (1,100,9,213,2,14,1,85,1,12,10,10,-,-,-,-,-), (1,100,9,213,2,14,1,86,-,-,-,-,-,18,24,22,-,-), (1,100,9,213,2,14,1,87,-,-,-,-,-,17,23,18,-,-), (1,100,9,213,2,14,1,88,-,-,-,-,-,41,41), (1,100,9,213,2,15,1,89,3,8,10,-,12,-,-,-,-,-), (1,100,9,213,2,15,1,90,6,8,-,11,-,-,-,-,-), (1,100,9,213,2,15,1,91,3,9,12,12,-,-,-,-,-), (1,100,9,213,2,15,1,92,4,9,11,-,9,-,-,-,-,-), (1,100,9,213,2,15,1,93,-,-,-,-,-,19,18,24,-,-), (1,100,9,213,2,15,1,94,-,-,-,-,-,38,42), (2,100,10,167,2,16,1,95,2,-,12,-,8,-,-,-,-,-), (2,100,10,167,2,16,1,96,5,10,8,12,10,-,-,-,-,-), (2,100,10,167,2,16,1,97,2,8,9,11,10,-,-,-,-,-), (2,100,10,167,2,16,1,98,4,-,9,10,-,-,-,-,-), (2,100,10,167,2,16,1,99,-,-,-,-,-,21,24,21,-,-), (2,100,10,167,2,16,1,100,-,-,-,-,-,41,36))

Appendix A.2. Case study 2

Data left out with the sign (...) in Table A.2 is provided below,

{(4,100,1,268,2,1,1,2,3,12,12,9,10,-,-,-,-,-), (4,100,1,268,2,1,1,3,1,10,10,11,8,-,-,-,-,-), (4,100,1,268,2,1,1,4,3,12,9,9,8,-,-,-,-,-), (4,100,1,268,2,1,1,5,6,11,10,10,9,-,-,-,-,-), (4,100,1,268,2,1,1,6,6,9,11,10,9,-,-,-,-,-), (4,100,1,268,2,1,1,7,-,-,-,-,-,23,-,17,-,-), (4,100,1,268,2,1,1,8,-,-,-,-,-,23,18,-,-), (4,100,1,268,2,1,1,9,-,-,-,-,-,17,19,21,-,-), (4,100,1,268,2,1,1,10,-,-,-,-,-,37,34), (4,100,1,268,2,2,1,11,2,-,11,-,8,-,-,-,-,-), (4,100,1,268,2,2,1,12,2,11,10,-,11,-,-,-,-,-), (4,100,1,268,2,2,1,13,4,-,12,9,-,-,-,-,-), (4,100,1,268,2,2,1,14,4,12,8,11,10,-,-,-,-,-), (4,100,1,268,2,2,1,15,-,-,-,-,-,22,19,-,-), (4,100,1,268,2,2,1,16,-,-,-,-,-,20,24,23,-,-), (4,100,1,268,2,2,1,17,-,-,-,-,-,-,36,36), (2,100,2,254,2,3,1,18,3,-,8,-,10,-,-,-,-,-), (2,100,2,254,2,3,1,19,2,12,-,9,-,-,-,-,-), (2,100,2,254,2,3,1,20,6,-,11,8,-,-,-,-,-), (2,100,2,254,2,3,1,21,1,-,11,12,-,-,-,-,-), (2,100,2,254,2,3,1,22,1,11,11,9,12,-,-,-,-,-), (2,100,2,254,2,3,1,23,1,10,11,8,10,-,-,-,-,-), (2,100,2,254,2,3,1,24,1,-,8,10,-,-,-,-,-), (2,100,2,254,2,3,1,25,-,-,-,-,-,21,16,17,-,-), (2,100,2,254,2,3,1,26,-,-,-,-,-,19,18,22,-,-), (2,100,2,254,2,3,1,27,-,-,-,-,-,-,44,45), (2,100,3,178,2,4,1,28,4,11,12,12,11,-,-,-,-,-), (2,100,3,178,2,4,1,29,4,-,11,-,8,-,-,-,-,-), (2,100,3,178,2,4,1,30,1,8,8,-,-,-,-,-), (2,100,3,178,2,4,1,31,6,9,9,11,9,-,-,-,-,-), (2,100,3,178,2,4,1,32,5,8,11,-,-,-,-,-), (2,100,3,178,2,4,1,33,-,-,-,-,-,18,22,16,-,-), (2,100,3,178,2,4,1,34,-,-,-,-,-,38,42), (2,100,3,178,2,5,1,35,5,-,11,-,9,-,-,-,-,-), (2,100,3,178,2,5,1,36,1,11,8,9,-,-,-,-,-), (2,100,3,178,2,5,1,37,6,12,12,-,-,-,-,-), (2,100,3,178,2,5,1,38,6,10,-,9,-,-,-,-,-), (2,100,3,178,2,5,1,39,6,9,9,10,9,-,-,-,-,-), (2,100,3,178,2,5,1,40,6,11,-,10,11,-,-,-,-,-), (2,100,3,178,2,5,1,41,-,-,-,-,-,24,23,-,-), (2,100,3,178,2,5,1,42,-,-,-,-,-,18,18,22,-,-), (2,100,3,178,2,5,1,43,-,-,-,-,-,-,37,42), (1,100,4,316,2,6,1,44,5,9,11,8,-,-,-,-,-), (1,100,4,316,2,6,1,45,4,-,9,8,-,-,-,-,-), (1,100,4,316,2,6,1,46,2,11,11,-,-,-,-,-), (1,100,4,316,2,6,1,47,3,10,-,8,-,-,-,-,-), (1,100,4,316,2,6,1,48,1,11,11,10,10,-,-,-,-,-), (1,100,4,316,2,6,1,49,1,9,-,10,-,-,-,-,-), (1,100,4,316,2,6,1,50,6,8,12,-,-,-,-,-), (1,100,4,316,2,6,1,51,-,-,-,-,-,18,19,-,-), (1,100,4,316,2,6,1,52,-,-,-,-,-,20,-,23,-,-), (1,100,4,316,2,6,1,53,-,-,-,-,-,19,-,24,-,-), (1,100,4,316,2,6,1,54,-,-,-,-,-,40,37), (1,100,5,237,2,7,1,55,2,11,-,11,-,-,-,-,-), (1,100,5,237,2,7,1,56,2,8,10,12,11,-,-,-,-,-), (1,100,5,237,2,7,1,57,2,10,-,11,9,-,-,-,-,-), (1,100,5,237,2,7,1,58,3,8,-,9,-,-,-,-,-), (1,100,5,237,2,7,1,59,4,11,9,10,8,-,-,-,-,-), (1,100,5,237,2,7,1,60,-,-,-,-,-,20,18,21,-,-), (1,100,5,237,2,7,1,61,-,-,-,-,-,-,44,38), (1,100,5,237,2,8,1,62,1,9,9,-,10,-,-,-,-,-), (1,100,5,237,2,8,1,63,6,8,-,9,-,-,-,-,-), (1,100,5,237,2,8,1,64,4,10,-,10,11,-,-,-,-,-), (1,100,5,237,2,8,1,65,-,-,-,-,-,20,24,-,-), (1,100,5,237,2,8,1,66,-,-,-,-,-,42,42), (4,100,6,226,2,9,1,67,6,11,10,-,11,-,-,-,-,-), (4,100,6,226,2,9,1,68,3,8,10,12,-,-,-,-,-), (4,100,6,226,2,9,1,69,3,-,11,11,-,-,-,-,-), (4,100,6,226,2,9,1,70,1,11,8,12,9,-,-,-,-,-), (4,100,6,226,2,9,1,71,-,-,-,-,-,17,24,20,-,-), (4,100,6,226,2,9,1,72,-,-,-,-,-,21,16,23,-,-), (4,100,6,226,2,9,1,73,-,-,-,-,-,-,43,45), (2,100,7,382,2,10,1,74,2,12,9,9,9,-,-,-,-,-), (2,100,7,382,2,10,1,75,4,9,-,10,10,-,-,-,-,-), (2,100,7,382,2,10,1,76,2,-,11,8,-,-,-,-,-), (2,100,7,382,2,10,1,77,6,-,9,10,-,-,-,-,-), (2,100,7,382,2,10,1,78,1,11,12,10,12,-,-,-,-,-), (2,100,7,382,2,10,1,79,6,12,0,8,11,-,-,-,-,-), (2,100,7,382,2,10,1,80,-,-,-,-,-,24,19,20,-,-), (2,100,7,382,2,10,1,81,-,-,-,-,-,-,24,21,-,-), (2,100,7,382,2,10,1,82,-,-,-,-,-,17,21,-,-), (2,100,7,382,2,10,1,83,-,-,-,-,-,-,39,44), (2,100,7,382,2,11,1,84,4,8,11,-,-,-,-,-), (2,100,7,382,2,11,1,85,5,9,-,10,-,-,-,-,-), (2,100,7,382,2,11,1,86,6,8,-,12,-,-,-,-,-), (2,100,7,382,2,11,1,87,2,9,8,8,12,-,-,-,-,-), (2,100,7,382,2,11,1,88,3,9,12,10,12,-,-,-,-,-), (2,100,7,382,2,11,1,89,3,-,12,9,11,-,-,-,-,-), (2,100,7,382,2,11,1,90,-,-,-,-,-,18,23,-,-), (2,100,7,382,2,11,1,91,-,-,-,-,-,21,16,23,-,-), (2,100,7,382,2,11,1,92,-,-,-,-,-,36,38), (3,100,8,335,2,12,1,93,5,8,9,11,10,-,-,-,-,-), (3,100,8,335,2,12,1,94,5,-,11,-,9,-,-,-,-,-), (3,100,8,335,2,12,1,95,1,11,8,10,11,-,-,-,-,-), (3,100,8,335,2,12,1,96,2,9,-,12,11,-,-,-,-,-), (3,100,8,335,2,12,1,97,3,-,11,10,9,-,-,-,-,-), (3,100,8,335,2,12,1,98,1,9,8,-,-,-,-,-), (3,100,8,335,2,12,1,99,-,-,-,-,-,16,18,21,-,-), (3,100,8,335,2,12,1,100,-,-,-,-,-,20,20,-,-), (3,100,8,335,2,12,1,101,-,-,-,-,-,-,35,38), (3,100,8,335,2,13,1,102,4,11,-,9,11,-,-,-,-,-), (3,100,8,335,2,13,1,103,3,-,8,8,12,-,-,-,-,-), (3,100,8,335,2,13,1,104,2,9,9,8,-,-,-,-,-), (3,100,8,335,2,13,1,105,2,9,-,8,12,-,-,-,-,-), (3,100,8,335,2,13,1,106,6,9,10,12,12,-,-,-,-,-), (3,100,8,335,2,13,1,107,-,-,-,-,-,18,16,-,-), (3,100,8,335,2,13,1,108,-,-,-,-,-,21,18,-,-), (3,100,8,335,2,13,1,109,-

Table A.1: Processing time data of the real-world case study 1

Customer/ No.	DC/ cost	Order /No.	DD/ time	TC/ cost	Produ- ct/No.	IC/ cost	Item /No.	Mold /type	Stage 1				Stage 2			Stage 3	
									M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9
4	100	1	146	2	1	1	1	5	12	-	12	9	-	-	-	-	-
4	100	1	146	2	1	1	2	6	8	-	8	-	-	-	-	-	-
4	100	1	146	2	1	1	3	1	10	12	-	10	-	-	-	-	-
4	100	1	146	2	1	1	4	6	8	-	-	11	-	-	-	-	-
4	100	1	146	2	1	1	5	4	-	11	9	9	-	-	-	-	-
...
2	100	10	167	2	16	1	96	5	10	8	12	10	-	-	-	-	-
2	100	10	167	2	16	1	97	2	8	9	11	10	-	-	-	-	-
2	100	10	167	2	16	1	98	4	-	-	9	10	-	-	-	-	-
2	100	10	167	2	16	1	99	-	-	-	-	-	21	24	21	-	-
2	100	10	167	2	16	1	100	-	-	-	-	-	-	-	-	41	36

Table A.2: Processing time data of the real-world case study 2

Customer/ No.	DC/ cost	Order /No.	DD/ time	UTC/ cost	Produ- ct/No.	IC/ cost	Item /No.	Mold /type	Stage 1				Stage 2			Stage 3	
									M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9
4	100	1	268	2	1	1	1	4	10	9	11	8	-	-	-	-	-
4	100	1	268	2	1	1	2	3	12	12	9	10	-	-	-	-	-
4	100	1	268	2	1	1	3	1	10	10	11	8	-	-	-	-	-
4	100	1	268	2	1	1	4	3	12	9	9	8	-	-	-	-	-
4	100	1	268	2	1	1	5	6	11	10	10	9	-	-	-	-	-
...
3	100	12	225	2	18	1	144	6	10	9	12	-	-	-	-	-	-
3	100	12	225	2	18	1	147	2	12	11	11	11	-	-	-	-	-
3	100	12	225	2	18	1	148	2	-	11	8	9	-	-	-	-	-
3	100	12	225	2	18	1	149	-	-	-	-	-	-	21	18	-	-
3	100	12	225	2	18	1	150	-	-	-	-	-	-	-	-	34	37

,37,43},{3,100,9,248,2,14,1,110,5,10,12,12,11,-,-,-,-
 },{3,100,9,248,2,14,1,111,3,9,10,11,9,-,-,-,-},{3,100,9,248,2,14,1,112,6,12,9,9,12,-
 ,,-,-,-},{3,100,9,248,2,14,1,113,1,9,9,12,9,-,-,-,-},{3,100,9,248,2,14,1,114,5,-,-,9,12,-,-
 ,,-},{3,100,9,248,2,14,1,115,5,-,9,11,8,-,-,-,-},{3,100,9,248,2,14,1,116,-,-,-,-,23,-,23,-
 ,,-},{3,100,9,248,2,14,1,117,-,-,-,-,16,19,-,-,-},{3,100,9,248,2,14,1,118,-,-,-,-,24,24,-
 ,,-},{3,100,9,248,2,14,1,119,-,-,-,-,36,40},{3,100,9,248,2,15,1,120,4,10,8,-,11,-,-,-,-
 },{3,100,9,248,2,15,1,121,2,12,12,-,11,-,-,-,-},{3,100,9,248,2,15,1,122,4,-,10,10,8,-,-
 ,,-},{3,100,9,248,2,15,1,123,2,12,10,11,-,-,-,-},{3,100,9,248,2,15,1,124,1,9,-,12,11,-
 ,,-,-},{3,100,9,248,2,15,1,125,-,-,-,-,24,22,-,-},{3,100,9,248,2,15,1,126,-,-,-,-,16,-
 ,19,-,-},{3,100,9,248,2,15,1,127,-,-,-,-,36,34},{2,100,10,344,2,16,1,128,2,9,10,8,10,-
 ,,-,-},{2,100,10,344,2,16,1,129,6,-,8,-,10,-,-,-,-},{2,100,10,344,2,16,1,130,1,-
 ,9,12,10,-,-,-,-},{2,100,10,344,2,16,1,131,2,12,10,-,11,-,-,-,-
 },{2,100,10,344,2,16,1,132,1,-,11,11,-,-,-,-},{2,100,10,344,2,16,1,133,3,11,12,-
 ,12,-,-,-,-},{2,100,10,344,2,16,1,134,1,10,8,12,-,-,-,-},{2,100,10,344,2,16,1,135,-
 ,,-,-,20,-,23,-,-},{2,100,10,344,2,16,1,136,-,-,-,-,19,-,17,-
 ,},{2,100,10,344,2,16,1,137,-,-,-,-,35,43},{1,100,11,184,2,17,1,138,6,12,9,-,9,-,-,-,-
 },{1,100,11,184,2,17,1,139,2,12,12,11,-,-,-,-},{1,100,11,184,2,17,1,140,1,-,8,8,11,-,-,-
 ,,-},{1,100,11,184,2,17,1,141,2,9,9,-,9,-,-,-,-},{1,100,11,184,2,17,1,142,-,-,-,-,21,24,23,-
 ,,-},{1,100,11,184,2,17,1,143,-,-,-,-,38,43},{3,100,12,225,2,18,1,144,3,8,9,8,8,-,-,-,-
 },{3,100,12,225,2,18,1,145,1,10,10,9,10,-,-,-,-},{3,100,12,225,2,18,1,146,6,10,9,12,-,-,-
 ,,-},{3,100,12,225,2,18,1,147,2,12,11,11,11,-,-,-,-},{3,100,12,225,2,18,1,148,2,-,11,8,9,-
 ,,-,-},{3,100,12,225,2,18,1,149,-,-,-,-,21,18,-,-},{3,100,12,225,2,18,1,150,-,-,-,-,
 ,34,37}}