

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

จันทร์เพ็ญ อักกะวินศ 2539. เทคนิคฮิวริสติกเชิงรวมสำหรับการจัดตารางงานแบบโฟลว์ช็อป
วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ศุภชัย ปทุมนากุล และ วนิดา รัตนมณี 2546. การหาผลเฉลยโดยวิธี Tabu search ว. สงขลา
นกรินทร์ วทท. 25 (6) : 799-805

สมศักดิ์ สันเทศ 2547. การศึกษาเปรียบเทียบวิธีค้นหาแบบตามูและ วิธีเชิงพันธุกรรมสำหรับ
ปัญหาพื้นผิวดอสนอง วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

หทัยชนก แสงศิลป์มณี 2546. แนวทางการปรับ BLASTN ให้ทำงานแบบขนาน วิทยานิพนธ์
ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Al-Turki, U.,Fedjki, C and Andijani, A. 2001 Tabu search for a class of single-machine
scheduling problems. **Compyter & Operations Research** 28: 1223-1230.

Ben-Daya and Al-Fawzan. 1998. A tabu search approach for the flow shop scheduling problem.
European Journal of Operations Reseach 109: 88-95.

Bland , J.A. and G.P.Dawson. 1991. Tabu search and design optimization. **Computer-aided
Design** 23 (3): 195-201

Cheng, T.C. and G. Wang. 1999. Scheduling the fabrication and assembly of components
in a two-machine flowshop. **IIE Transactions** 31 (2): 135-143.

Elmaghraby, S.E. and K.A. Thoney. 1999. The two-machine stochastic flowshop problem
with arbitrary processing time distributions. **IIE Transactions** 31(5): 467-477.

Glover, F. 1990. Tabu search: A tutorial. **Interface** 20 (4): 74-79.

- Glover, F. 1993. Tabu search – Part II **ORSA Journal on Computer** 2 (1): 4-32
- Jain, A.K. and H.A. Elmaraghy. 1997. Single process plan scheduling with genetic algorithms. **Production Planning & Control** 8 (4): 363-376.
- Karniadakis, G. 2003. **Parallel scientific computing in C++ and MPI**. Cambridge University Press, New York.
- Khamsawang, S., Boonseng, C. and Pothiya, S. 2002. Solving the economic dispatch problem with tabu search algorithm. **2002 IEEE International Conference** 1: 274-278.
- Kouvelis, P., R.L. Daniels and G. Vairaktarakis. 2000. Robust scheduling of a two- machine flow shop with uncertain processing times. **IIE Transactions** 32 (5): 421-432.
- Kumar, V., A. Grama, A. Gupta and G. Karypis. 1994. **Introduction to parallel computing: Design and Analysis of Algorithms**. The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc., California.
- Mcmullen, P.R. and G.V. Frazier. 2000. A simulated annealing approach to mixed-model sequencing with multiple objectives on a just-in-time line. **IIE Transactions** 32 (8): 679-686.
- Ogbu F.A. and Smith D.K. 1990. The application of the simulated annealing algorithm to the solution of the $n/m/C_{\max}$ flow shop problem. **Computers and Operation Research** 17: 243-253.
- South M.C., Wetherill B., and Tham M.T. 1993. Hitch-hikers guide to genetic algorithms. **Journal of Applied Statistics** 20: 153-175.

Taillard, E. 1993. Benchmarks for basic scheduling problems. **European Journal of Operation Research** 64: 278-285.

Yamada T. and C. Reeves. 1997 Permutation flowshop scheduling by genetic local search. **Proc. of the 2nd IEE/IEEE Int. Conf. on Genetic ALgorithms in Engineering Systems (GALESIA '97)**: 232-238.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
แสดงตัวอย่างการจัดลำดับงานกับปัญหามิติต่างๆ

สำหรับทุกตัวอย่างใช้ข้อมูลจากปัญหาของโพลีของ Taillard (1993) โดยในแต่ละตัวอย่างจะประกอบไปด้วยข้อมูล 2 ส่วน คือ

1. N และ M โดยการแทนจำนวนงาน N งาน ที่ถูกผลิตบนเครื่องจักร M เครื่อง
2. เวลาของงานแต่ละงานที่ใช้ในแต่ละเครื่องจักร

ปัญหา 50 × 5

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

ปัญหา 50 × 10

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

ปัญหา 50 × 20

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

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

ปัญหา 100 × 5

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

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

ปัญหา 100 × 10

100 10

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

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

ปัญหา 100 × 20

100 20

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

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

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

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

ปัญหา 200 × 10

200 10

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

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

101	87 49 74 40 44 98 68 8 12 70	126	70 88 88 86 87 94 11 8 43 60
102	62 90 16 43 66 54 74 44 11 88	127	62 39 44 10 20 17 63 86 55 54
103	69 6 90 23 39 2 12 91 72 31	128	81 56 74 57 84 45 74 62 89 52
104	79 76 7 30 41 71 69 83 32 7	129	61 24 18 88 28 68 6 41 4 71
105	69 94 14 16 60 94 38 75 81 81	130	65 91 95 59 59 60 23 66 1 9
106	35 76 47 76 11 69 74 66 21 58	131	65 86 2 73 65 93 94 94 97 99
107	25 79 48 30 31 51 98 98 81 2	132	33 80 22 43 56 30 93 54 65 41
108	68 66 36 59 65 80 86 77 64 89	133	62 58 7 25 2 5 26 9 38 30
109	14 51 62 64 16 79 72 8 45 1	134	19 54 82 37 36 31 49 75 87 23
110	9 14 1 72 67 85 76 6 4 80	135	57 57 52 70 41 30 30 43 58 60
111	74 89 63 61 19 56 53 26 10 52	136	82 42 17 97 7 71 50 9 47 1
112	61 87 86 13 69 79 94 47 90 15	137	78 32 59 29 23 29 47 10 53 67
113	58 1 49 81 56 46 45 55 11 25	138	94 5 42 33 25 82 89 79 51 55
114	81 65 48 25 96 71 30 39 88 11	139	65 43 51 99 81 20 43 10 40 64
115	52 53 3 90 78 85 39 91 52 97	140	14 80 79 34 6 13 32 97 80 21
116	93 19 51 67 36 52 60 78 96 90	141	9 86 93 96 67 94 45 39 20 16
117	44 21 80 21 56 42 69 49 92 62	142	29 47 65 65 5 47 47 30 24 94
118	57 98 86 70 12 66 12 23 44 69	143	70 95 27 90 89 57 68 74 77 11
119	89 90 97 96 37 82 83 92 54 34	144	90 86 25 52 71 95 13 52 37 90
120	81 45 4 99 1 91 21 68 28 66	145	86 40 60 95 86 8 86 90 13 48
121	69 77 58 64 50 48 25 88 85 54	146	12 31 72 3 48 46 97 12 29 85
122	98 54 79 68 43 70 50 9 51 84	147	40 61 29 64 50 80 2 61 28 34
123	78 86 28 61 58 21 47 38 21 62	148	12 12 55 21 54 32 16 34 18 7
124	70 2 19 36 13 82 43 60 4 71	149	64 64 58 16 21 7 27 88 22 79
125	3 3 93 57 55 12 58 2 42 70	150	32 17 22 70 83 34 38 27 75 95

151	18 52 58 67 27 33 53 68 24 50	176	41 14 75 49 27 86 27 22 47 28
152	11 56 61 13 38 33 37 14 79 78	177	58 58 96 94 36 84 99 43 22 8
153	40 35 89 96 79 18 94 88 99 39	178	62 89 28 63 94 15 11 60 9 8
154	14 60 67 57 71 29 78 74 35 79	179	45 44 12 96 65 99 91 20 68 48
155	22 75 14 7 53 19 84 71 45 69	180	67 16 99 43 89 8 78 32 4 7
156	49 10 10 30 2 74 49 14 95 27	181	64 20 63 73 23 87 97 67 67 55
157	95 50 40 96 9 58 25 16 46 42	182	6 69 19 19 93 61 23 1 92 51
158	82 66 11 98 49 52 59 46 15 15	183	77 67 26 19 14 42 48 42 49 89
159	7 53 99 72 79 10 36 47 7 51	184	94 80 8 81 57 25 20 95 23 61
160	19 58 7 31 39 70 33 54 24 44	185	24 81 72 82 93 35 99 84 37 82
161	95 12 20 11 28 78 15 91 45 71	186	38 82 55 69 60 64 39 37 16 39
162	39 66 78 36 39 59 36 89 20 32	187	73 27 67 13 82 74 53 30 39 89
163	71 81 6 10 70 32 47 59 35 66	188	59 5 1 85 16 40 3 12 47 47
164	34 51 71 20 72 20 83 39 61 49	189	61 44 23 32 69 89 65 87 94 24
165	89 75 48 26 70 12 24 52 97 8	190	14 38 35 34 57 4 81 13 71 79
166	63 71 39 67 38 98 71 91 69 7	191	59 53 6 57 8 43 47 60 36 86
167	85 46 58 13 48 18 7 21 78 44	192	83 16 89 69 52 12 25 92 72 60
168	60 88 7 60 57 12 6 90 13 1	193	3 48 93 63 98 28 36 52 67 67
169	91 58 17 50 11 57 55 58 53 15	194	46 16 88 49 67 68 44 51 78 10
170	49 73 63 28 38 73 43 74 16 6	195	16 31 86 56 19 46 29 91 13 61
171	46 27 73 32 37 91 82 30 94 51	196	56 79 37 37 56 23 85 76 68 60
172	10 26 43 49 56 46 40 63 59 91	197	40 75 53 54 38 3 26 32 36 68
173	19 38 14 54 64 64 78 19 64 33	198	7 14 45 60 75 70 4 81 69 72
174	50 48 66 46 64 92 64 18 72 77	199	79 67 32 97 69 81 9 57 28 9
175	65 8 59 15 68 45 96 88 13 69	200	55 70 69 44 14 14 59 71 69 47

ปัญหา 200 × 20

200 20

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

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

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

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

101 1 50 79 70 64 22 12 99 38 36 66 83 67 92 29 14 69 44 96 11
 102 37 87 26 36 32 32 99 57 55 94 63 35 64 8 98 17 28 8 51 82
 103 91 77 57 23 23 34 24 50 80 3 88 53 92 79 45 31 95 16 53 26
 104 59 88 98 72 94 37 85 48 36 35 45 1 35 5 66 37 38 93 95 57
 105 2 80 27 23 93 58 35 50 39 37 52 35 55 72 64 85 89 93 76 33
 106 44 75 66 28 69 7 13 2 99 48 89 67 99 77 86 84 19 64 95 21
 107 29 41 89 14 75 53 20 20 59 66 83 26 23 60 75 7 6 65 50 37
 108 37 84 90 48 65 70 54 80 35 31 80 13 52 21 64 54 52 1 52 67
 109 30 24 44 54 68 20 46 6 1 4 58 52 30 23 83 40 70 40 27 22
 110 20 27 91 86 93 88 23 75 96 6 52 31 6 51 12 95 4 74 97 33
 111 19 52 36 81 4 34 27 70 64 23 21 11 81 16 69 97 81 59 96 47
 112 79 73 66 12 91 34 90 16 84 48 34 37 91 73 7 44 1 21 88 3
 113 41 75 71 26 15 27 74 73 38 50 96 13 89 59 27 4 36 79 92 55
 114 79 23 32 76 83 40 96 4 79 41 69 73 45 20 20 46 30 9 33 19
 115 49 52 80 41 38 46 52 45 75 23 81 37 33 83 92 10 13 2 23 61
 116 21 97 25 89 34 38 55 92 12 57 65 56 55 9 28 63 90 70 38 38
 117 97 40 32 70 67 35 12 15 46 5 61 55 74 60 36 76 30 88 37 63
 118 86 50 39 54 24 99 61 70 60 5 82 81 46 68 2 23 66 3 11 42
 119 15 95 38 6 78 65 63 41 33 23 75 61 50 14 86 95 28 95 6 20
 120 57 34 5 65 41 58 13 6 81 21 61 75 29 67 71 73 36 77 55 62
 121 76 2 97 7 87 17 56 42 13 58 22 34 2 86 34 78 38 76 40 45
 122 14 76 56 14 55 5 49 42 86 96 52 2 80 35 74 46 48 94 1 78
 123 57 26 65 88 83 41 50 21 5 9 10 29 12 58 86 40 97 90 69 57
 124 80 48 14 98 5 46 85 7 76 40 50 2 63 13 68 34 56 67 96 31
 125 93 16 58 57 34 14 42 43 12 2 30 60 96 55 94 92 92 27 76 33

126 31 20 35 19 16 10 52 64 46 55 84 17 88 57 78 42 93 18 46 71
 127 66 86 97 72 57 70 54 89 39 2 86 55 47 14 38 56 81 49 66 73
 128 30 62 24 41 66 44 47 77 91 9 16 3 21 79 77 4 24 3 8 87
 129 82 54 46 40 23 97 70 41 86 78 54 94 30 72 69 63 38 79 84 46
 130 11 50 91 62 13 79 36 93 49 37 54 70 44 27 56 93 39 12 62 21
 131 71 26 53 47 35 50 49 33 7 52 70 35 64 42 12 72 33 6 95 52
 132 94 4 29 65 8 57 81 36 56 78 37 71 51 59 64 63 7 72 30 95
 133 35 4 72 14 17 68 23 73 75 18 18 62 95 58 99 62 75 46 20 66
 134 71 59 43 99 20 80 64 66 73 85 96 92 57 36 41 30 43 7 90 24
 135 76 24 62 65 18 47 20 64 58 79 80 39 96 63 25 91 92 56 66 27
 136 76 14 27 14 66 27 97 43 88 6 80 47 62 1 58 96 44 33 76 63
 137 26 49 57 99 10 12 36 8 3 23 21 10 11 45 20 53 35 59 46 48
 138 31 35 14 65 48 24 36 75 40 47 58 72 8 10 86 19 2 86 38 43
 139 58 78 92 62 71 88 53 50 56 82 70 5 92 8 58 40 96 33 41 87
 140 31 77 69 30 64 3 88 11 43 66 71 40 1 66 13 14 28 28 83 44
 141 98 72 61 6 97 98 42 41 27 24 62 1 51 62 20 16 13 84 43 87
 142 26 10 8 80 59 29 93 50 93 14 4 15 32 95 11 66 67 59 37 58
 143 92 87 78 52 25 23 94 15 30 9 1 67 96 88 33 54 61 54 93 24
 144 11 24 43 35 67 8 61 71 36 37 4 10 88 69 55 54 71 99 80 50
 145 72 26 53 25 5 55 92 76 10 1 69 31 15 38 5 64 20 30 68 33
 146 46 46 2 54 15 86 16 73 98 33 70 40 5 30 71 86 54 14 92 62
 147 20 40 72 44 33 98 4 23 65 94 77 7 56 60 62 31 53 65 94 56
 148 38 86 23 40 6 90 88 21 49 82 28 54 68 33 50 99 75 34 21 86
 149 57 40 85 99 27 46 75 80 59 60 47 86 10 87 93 10 58 6 68 58
 150 5 8 49 21 34 22 85 40 76 79 78 4 89 91 74 2 74 91 53 42

151 19 39 6 74 12 19 28 43 10 4 64 2 43 48 6 74 65 89 76 84
 152 65 11 34 10 28 24 7 40 24 69 58 89 4 46 39 29 21 80 40 35
 153 35 96 6 46 15 95 84 6 84 92 47 36 51 18 90 77 60 34 4 91
 154 89 74 51 99 36 75 63 4 11 51 17 33 84 31 5 14 72 35 89 49
 155 41 22 17 88 22 97 69 46 8 7 67 98 35 22 81 30 4 91 52 52
 156 15 22 66 91 82 95 94 30 33 36 84 70 53 2 28 14 85 44 54 86
 157 99 50 31 57 43 99 23 66 54 96 59 91 82 96 33 48 47 52 87 45
 158 19 6 58 85 97 78 2 16 90 40 51 64 41 56 78 1 80 73 86 62
 159 74 95 84 62 6 30 43 26 30 15 47 41 62 17 95 4 71 93 20 3
 160 63 83 70 46 28 6 26 25 51 53 61 19 78 49 82 71 26 98 15 50
 161 92 70 87 88 65 86 7 39 24 90 51 24 72 87 38 54 73 30 61 83
 162 29 1 99 11 45 59 44 69 4 19 97 84 32 35 41 30 36 20 25 57
 163 47 8 88 27 73 7 12 45 51 19 65 50 17 69 4 42 38 58 85 8
 164 80 94 60 35 63 61 51 39 16 97 7 51 9 66 94 43 13 34 58 88
 165 7 65 4 50 41 53 19 90 67 39 71 60 67 69 44 33 66 14 6 10
 166 43 70 2 68 12 54 5 50 21 37 75 3 74 30 10 32 82 46 40 88
 167 89 61 99 58 11 25 62 32 90 4 47 56 27 30 28 12 2 61 98 50
 168 9 80 79 47 85 55 28 92 9 25 83 79 55 77 33 68 76 73 93 22
 169 99 82 49 44 82 8 96 87 18 63 1 8 76 98 66 8 29 87 78 49
 170 38 23 53 37 41 80 9 10 6 95 46 34 1 55 16 82 90 41 55 44
 171 76 51 16 76 87 52 70 43 72 12 54 93 41 78 45 27 36 9 75 6
 172 52 92 64 30 84 67 8 14 33 55 76 79 73 45 51 59 32 57 97 26
 173 48 25 72 98 25 17 94 18 54 89 54 72 89 84 89 20 84 82 52 34
 174 55 23 59 57 59 78 22 91 27 11 59 7 2 47 69 60 78 17 27 40
 175 17 40 62 7 89 57 74 12 46 38 37 90 45 58 23 76 94 19 32 26

176 63 69 66 15 86 92 94 28 52 47 47 2 99 24 9 44 45 32 81 49
 177 92 42 92 84 15 1 13 34 69 45 55 76 37 56 8 29 14 47 73 93
 178 77 13 28 39 17 42 9 72 34 27 76 1 74 50 43 68 72 89 29 77
 179 31 17 72 62 44 70 95 87 29 2 75 7 95 53 64 24 3 2 34 38
 180 44 27 50 1 71 34 78 36 92 98 23 57 78 12 15 46 18 94 35 15
 181 76 74 80 41 15 86 51 7 14 89 41 19 48 43 15 94 58 17 78 50
 182 18 7 48 59 10 78 26 48 62 24 28 2 95 73 26 79 87 98 29 15
 183 7 25 12 92 68 69 58 21 39 58 78 11 11 3 48 68 30 13 45 22
 184 40 73 32 51 58 87 53 56 27 84 58 84 28 32 9 49 73 84 25 88
 185 47 81 76 82 33 49 31 5 4 33 51 9 21 91 11 85 71 12 54 42
 186 73 84 33 49 14 34 74 88 96 24 40 88 8 25 56 87 5 66 74 63
 187 41 40 65 78 3 80 35 16 63 71 16 50 88 44 75 17 77 90 77 56
 188 70 28 18 87 89 38 59 4 15 25 21 52 29 55 75 99 60 86 85 61
 189 86 86 88 60 94 14 39 43 62 14 88 49 60 97 63 76 6 83 64 64
 190 8 17 60 55 19 93 53 49 63 37 59 10 2 10 17 81 61 75 2 63
 191 63 66 67 57 33 86 53 42 40 45 3 23 47 42 93 52 23 67 27 30
 192 77 33 54 70 55 35 43 91 72 30 39 30 15 73 38 24 29 33 81 4
 193 91 20 61 11 55 18 18 64 30 27 73 75 1 74 22 57 2 40 17 21
 194 24 84 72 62 37 11 37 99 30 43 34 43 64 16 22 8 67 56 31 95
 195 19 23 50 53 26 19 8 60 91 36 45 88 55 47 17 36 69 21 37 20
 196 63 73 42 95 22 29 69 9 94 88 20 66 32 68 24 67 38 43 20 30
 197 72 25 30 97 75 56 18 11 88 44 66 23 49 9 93 57 37 1 69 86
 198 17 87 24 9 4 2 68 10 89 20 35 34 20 92 17 66 80 92 59 95
 199 46 2 27 85 82 58 63 88 99 29 96 1 33 4 48 5 51 4 39 82
 200 66 15 6 17 30 2 48 41 63 48 24 82 68 48 27 69 34 44 13 10

ภาคผนวก ข

แสดงตัวอย่าง ผลของการจัดลำดับงานกับปัญหาขนาดต่างๆ

ปัญหา 50×5 เมื่อแก้ปัญหาคด้วยโปรแกรมจัดการการผลิตแบบต่อเนื่อง โดยวิธีหาพื้นที่ทำงานแบบขนาน ได้ผลดังนี้

ประมวลผล 20000 รอบ ใช้เวลา 217.9 วินาที (4 Processors) ได้ Makespan เท่ากับ 2745
จากลำดับงาน

31 41 42 34 24 49 36 13 8 32 5 47 18 40 30 2 29 45 39 38 43 21 28 12 25
26 50 7 16 10 3 15 20 27 44 4 6 17 35 37 1 9 14 22 23 46 11 33 19 48

ปัญหา 50×10 เมื่อแก้ปัญหาคด้วยโปรแกรมจัดการการผลิตแบบต่อเนื่อง โดยวิธีหาพื้นที่ทำงานแบบขนาน ได้ผลดังนี้

ประมวลผล 20000 รอบ ใช้เวลา 321.7 วินาที (4 Processors) ได้ Makespan เท่ากับ 3025
จากลำดับงาน

18 34 44 33 37 43 42 49 14 6 30 2 20 22 23 10 38 40 15 31 25 9 35 29 27
46 4 11 48 41 36 13 28 47 12 3 1 7 17 32 5 21 45 26 16 50 8 19 24 39

ปัญหา 50×20 เมื่อแก้ปัญหาคด้วยโปรแกรมจัดการการผลิตแบบต่อเนื่อง โดยวิธีหาพื้นที่ทำงานแบบขนาน ได้ผลดังนี้

ประมวลผล 20000 รอบ ใช้เวลา 514.1 วินาที (4 Processors) ได้ Makespan เท่ากับ 3899
จากลำดับงาน

35 43 31 37 34 39 47 14 17 15 5 8 7 10 33 28 45 27 29 6 24 49 1 42 46
16 48 19 40 30 2 20 44 36 41 23 12 9 22 26 11 21 13 32 4 18 38 25 50 3

ปัญหา 100×5 เมื่อแก้ปัญหาคด้วยโปรแกรมจัดการการผลิตแบบต่อเนื่อง โดยวิธีหาพื้นที่ทำงานแบบขนาน ได้ผลดังนี้

ประมวลผล 20000 รอบ ใช้เวลา 1003.6 วินาที (4 Processors) ได้ Makespan เท่ากับ 5527
จากลำดับงาน

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

ปัญหา 100×10 เมื่อแก้ปัญหาคด้วยโปรแกรมจัดการรายการผลิตแบบต่อเนื่อง โดยวิธีทาบูที่ทำงานแบบขนาน ได้ผลดังนี้

ประมวลผล 20000 รอบ ใช้เวลา 1638.9 วินาที (4 Processors) ได้ Makespan เท่ากับ 5825 จากลำดับงาน

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

ปัญหา 100×20 เมื่อแก้ปัญหาคด้วยโปรแกรมจัดการรายการผลิตแบบต่อเนื่อง โดยวิธีทาบูที่ทำงานแบบขนาน ได้ผลดังนี้

ประมวลผล 20000 รอบ ใช้เวลา 6315.3 วินาที (4 Processors) ได้ Makespan เท่ากับ 6352 จากลำดับงาน

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

ปัญหา 200×10 เมื่อแก้ปัญหาคด้วยโปรแกรมจัดการรายการผลิตแบบต่อเนื่อง โดยวิธีทาบูที่ทำงานแบบขนาน ได้ผลดังนี้

ประมวลผล 20000 รอบ ใช้เวลา 13200.2 วินาที (4 Processors) ได้ Makespan เท่ากับ 10983 จากลำดับงาน

66 23 87 74 132 124 131 4 190 195 44 191 193 89 134 146 123 164 45 11
 153 90 148 188 177 46 22 197 181 94 31 60 85 175 182 10 7 41 71 141 155
 48 156 159 96 36 172 70 8 103 154 81 77 166 47 151 21 107 25 105 28 184
 1 120 170 2 32 13 35 130 86 144 142 180 121 24 139 194 189 95 34 68 116
 14 152 161 115 129 17 110 128 69 111 119 82 99 18 163 6 20 136 53 102
 135 50 117 150 196 37 80 76 169 59 5 109 118 122 198 145 56 75 143 33
 186 127 97 12 104 84 173 61 3 16 185 51 65 165 42 187 192 93 171 54 149
 98 108 160 183 38 140 200 147 199 52 55 15 101 58 100 83 112 49 125 106
 63 62 92 19 137 174 78 9 126 30 57 114 73 64 178 29 67 43 113 40 162
 176 179 91 133 79 138 26 39 88 167 27 158 72 157 168

ปัญหา 200×20 เมื่อแก้ปัญหาคด้วยโปรแกรมจัดการการผลิตแบบต่อเนื่อง โดยวิธีหาบูที่ทำงานแบบขนาน ได้ผลดังนี้

ประมวลผล 20000 รอบ ใช้เวลา 28952.5 วินาที (4 Processors) ได้ Makespan เท่ากับ 11438 จากลำดับงาน

79 76 57 182 83 158 77 89 94 150 151 167 33 198 155 13 63 188 133 110
 101 172 105 54 7 22 31 5 126 144 146 178 4 187 141 195 123 85 148 88
 147 106 50 36 81 48 51 70 108 104 154 149 177 166 175 66 67 107 25 26
 139 72 168 120 64 136 91 170 98 35 86 181 142 39 121 2 40 156 189 95 34
 90 111 132 152 44 71 135 164 75 128 69 53 119 52 113 18 163 6 196 24
 116 102 28 61 117 130 10 37 80 115 169 59 8 138 118 122 131 145 56 41
 143 161 186 60 97 12 14 127 173 157 162 129 17 3 65 47 42 87 96 125 9
 190 194 197 103 191 74 32 140 55 199 62 174 200 82 112 58 153 171 45
 192 93 23 73 11 124 27 78 99 137 46 43 92 193 1 16 84 19 29 179 30 49
 134 176 184 38 183 185 180 109 21 160 15 20 159 100 68 114 165

ภาคผนวก ค
โปรแกรม

```

#include <stdio.h>
#include <fstream.h>
#include <conio.h>
#include <string.h>
#include <math.h>
#include <stdlib.h>
#include <time.h>
#include "mpi.h"

int n,m,inf=300000,v1,v2,*up,tot,aseed,**tabu,prob,bb[150],bc[150],cbb;
int besttot,bestseed,bestrank,*bestsol,rank,besttiter,balliter,bltabu;

double timebest;

int **q,ltabu,*memtb1,*memtb2,tc,**fin,**st,nump,h,l,tct,loop,loopchk,bestloop=0;
long iter;

void swapp(int&,int&);
void cal(int*);
void initial(int*);
void modify(int*);
void updatetabu();
void srand(unsigned);
int random(int _num);
clock_t t1, t2;
unsigned int seed;

int main(int argc, char *argv[])
{
    int i,*p,j,k;
    long maxiter;
    double start, end;

    MPI_Init(&argc, &argv);
    MPI_Comm_rank(MPI_COMM_WORLD,&rank);
    MPI_Comm_size(MPI_COMM_WORLD,&nump);

```

```

MPI_Status status;

if(rank==0)
    {cout<<"Enter number of iteration "<<endl;
      cin>>maxiter;
      cout<<"Enter number of tabusize "<<endl;
      cin>>ltabu;
      cout<<"Enter number of seed"<<endl;
      cin>>seed;
      ifstream yy("shop1.txt");
      yy>>prob;
      yy>>n;
      yy>>m;
      tabu=new int*[n+1];
p=new int[n+1];
up=new int[n+1];
bestsol=new int[n+1];
q=new int*[n+1];
fin=new int*[m+1];
st=new int*[m+1];
for(j=1;j<=m;j++)
{
    fin[j]=new int[n+2];
    st[j]=new int[n+2];
}
for(i=0;i<=n;i++)
{ tabu[i]=new int[n+1];
  q[i]=new int[m+1];
}
for(i=1;i<=n;i++)
{ for(j=1;j<=m;j++)

```

```

    { yy>>k;
      yy>>q[i][j];
    }
  }
  memtb1=new int[ltabu+1];
  memtb2=new int[ltabu+1];
  yy.close();
}

MPI_Barrier(MPI_COMM_WORLD);

    MPI_Bcast(&maxiter, 1, MPI_INT, 0, MPI_COMM_WORLD);
    MPI_Bcast(&ltabu, 1, MPI_INT, 0, MPI_COMM_WORLD);
    MPI_Bcast(&seed, 1, MPI_INT, 0, MPI_COMM_WORLD);
    MPI_Bcast(&prob, 1, MPI_INT, 0, MPI_COMM_WORLD);
    MPI_Bcast(&n, 1, MPI_INT, 0, MPI_COMM_WORLD);
    MPI_Bcast(&m, 1, MPI_INT, 0, MPI_COMM_WORLD);

MPI_Barrier(MPI_COMM_WORLD);

if(rank!=0)
{
  tabu=new int*[n+1];
  p=new int[n+1];
  up=new int[n+1];
  bestsol=new int[n+1];
  q=new int*[n+1];
  fin=new int*[m+1];
  st=new int*[m+1];
  for(j=1;j<=m;j++)
  {
    fin[j]=new int[n+2];
    st[j]=new int[n+2];
  }
}

```

```

}

for(i=0;i<=n;i++)
{
    tabu[i]=new int[n+1];
    q[i]=new int[m+1];
}

membt1=new int[ltabu+1];
membt2=new int[ltabu+1];
}

MPI_Barrier(MPI_COMM_WORLD);
for(i=1;i<=n;i++)
    MPI_Bcast(&(q[i][1]), m, MPI_INT, 0, MPI_COMM_WORLD);
cout<<"Com "<<rank<<"maxiter="<<maxiter<<" tabu size = "<<ltabu<<"seed = "<<seed;
cout<<" (Prob Ta"<<prob<<","<<n<<" job "<<m<<" machines)"<<endl;
MPI_Barrier(MPI_COMM_WORLD);
cout<<"Com "<<rank<<" Load Data complete "<<endl;

for(i=1;i<=150;i++)
{
    bb[i-1]=0;
    bc[i-1]=0;
}

cbb=0;
t1=clock();
start = MPI_Wtime();
tot=inf;

srand(seed);
initial(p);
bb[cbb]=0;
bc[cbb]=tc;
cbb=cbb+1;
iter=0;
do{ iter++;

```

```

        loopchk=0;
        modify(p);
MPI_Barrier(MPI_COMM_WORLD);
MPI_Allreduce(&tct,&besttot,1,MPI_INT,MPI_MIN,MPI_COMM_WORLD);
if(tct!=besttot)
    loopchk=500000;
MPI_Barrier(MPI_COMM_WORLD);
MPI_Allreduce(&loopchk,&bestloop,1,MPI_INT,MPI_MIN,MPI_COMM_WORLD);
if (loopchk==bestloop)
    {
        MPI_Send(&h,1,MPI_INT,0,0,MPI_COMM_WORLD);
        MPI_Send(&l,1,MPI_INT,0,1,MPI_COMM_WORLD);
        MPI_Send(&v1,1,MPI_INT,0,2,MPI_COMM_WORLD);
        MPI_Send(&v2,1,MPI_INT,0,3,MPI_COMM_WORLD);
        MPI_Send(&tct,1,MPI_INT,0,4,MPI_COMM_WORLD);
    }
MPI_Barrier(MPI_COMM_WORLD);
if (rank==0)
    {
        MPI_Recv(&h,1,MPI_INT,MPI_ANY_SOURCE,0,MPI_COMM_WORLD,&status);
        MPI_Recv(&l,1,MPI_INT,MPI_ANY_SOURCE,1,MPI_COMM_WORLD,&status);
        MPI_Recv(&v1,1,MPI_INT,MPI_ANY_SOURCE,2,MPI_COMM_WORLD,&status);
        MPI_Recv(&v2,1,MPI_INT,MPI_ANY_SOURCE,3,MPI_COMM_WORLD,&status);
        MPI_Recv(&tct,1,MPI_INT,MPI_ANY_SOURCE,4,MPI_COMM_WORLD,&status);
    }
MPI_Barrier(MPI_COMM_WORLD);
    MPI_Bcast(&h, 1, MPI_INT, 0, MPI_COMM_WORLD);
    MPI_Bcast(&l, 1, MPI_INT, 0, MPI_COMM_WORLD);
    MPI_Bcast(&v1, 1, MPI_INT, 0, MPI_COMM_WORLD);
    MPI_Bcast(&v2, 1, MPI_INT, 0, MPI_COMM_WORLD);

```

```

        MPI_Bcast(&tc, 1, MPI_INT, 0, MPI_COMM_WORLD);
MPI_Barrier(MPI_COMM_WORLD);
        swapp(p[1],p[h+1]);
        cal(p);
if (tc<tot)
{tot=tc;
for(i=1;i<=n;i++)
up[i]=p[i];
aseed=seed;
balliter=iter;
}
        if (iter==1)
        cout<<"iter= "<<iter<<" ("<<tc<<") "<<" Makespan = "<<tot<<endl;
        if ((iter%100)==0)
        cout<<"iter= "<<iter<<" ("<<tc<<") "<<" Makespan = "<<tot<<endl;
if(cbb<=150)
if(bc[cbb-1]!=tot)
{
        bb[cbb]=iter;
        bc[cbb]=tot;
        cbb++;
}
        updatetabu();
MPI_Barrier(MPI_COMM_WORLD);
}while(iter<maxiter);
end = MPI_Wtime();
t2=clock();
if (rank==0){
ofstream hut("outsolution.txt");
        hut<<"Problem ta "<<prob<<" "<<nump<<" Processor "<<endl;

```

```

        for(i=1;i<=n;i++)
        { hut<<up[i]<<" ";
        if ((i%10)==0) hut<<endl;
        }

        hut<<"Iterations = "<<maxiter<<endl;
        hut<<"Makespan          = "<<tot<<" [iter= "<<balliter<<" ]"<<endl;
        hut<<"seed            ="<<aseed<<endl;
        hut<<"tabu list size ="<<ltabu<<endl;

        hut<<"The Overall time was: "<<((t2 - t1)/1000.00 )<<endl;
        hut<<"\n result of tabu search each iteration \n"<<endl;

        for(i=1;i<=150;i++)
        if(bc[i-1]!=0)
        {
            hut<<i<<"\t"<<bb[i-1]<<"\t"<<bc[i-1]<<endl;
        }

        hut.close();
    }

    MPI_Finalize();

    return 0;
}

void swapp(int &x,int &y)
{ int z;

  z=x;

  x=y; y=z;
}

void initial(int *p)
{ int *v,maxv,*vv,sv,i,j;

v=new int[n+1];
vv=new int[n+1];

    for(i=1;i<=n;i++)

```

```

v[i]=random(2*n);
for(i=1;i<=n;i++)
{maxv=-1;
for(j=1;j<=n;j++)
{if ((v[j]>maxv)&&(vv[j]!=1)) {sv=j;maxv=v[j];}
}
p[i]=sv; vv[sv]=1;
}
cal(p);
if (tc<tot)
{tot=tc;
for(i=1;i<=n;i++)
up[i]=p[i];
aseed=seed;
}
for(i=1;i<=ltabu;i++)
{memb1[i]=0; memb2[i]=0;}
for(i=0;i<=n;i++)
for(j=0;j<=n;j++)
tabu[i][j]=0;
}
void modify(int *p)
{ int i,b,tmax=inf,numk=rank,numj=0;
loop=0;
for(b=1;b<=n-2;b++)
for(i=b;i<=n-1;i++)
{ loop++;
if(numj==rank)
if (tabu[p[b]][p[i+1]]==0)
{swapp(p[b],p[i+1]);

```

```

cal(p);
if (tc<tmax)
{h=i;
l=b;
tmax=tc;
    tct=tc;
    loopchk=loop;
v1=p[b];
v2=p[i+1];
}
swapp(p[i+1],p[b]);
}

    numj++;
if(numj==nump)numj=0;
}
}

void updatetabu()
{int i;
    tabu[v1][v2]=1; tabu[v2][v1]=1;
    tabu[memtb1[1]][memtb2[1]]=0; tabu[memtb2[1]][memtb1[1]]=0;
    for(i=1;i<=ltabu-1;i++)
    {memtb1[i]=memtb1[i+1];
    memtb2[i]=memtb2[i+1];
    }

    memtb1[ltabu]=v1;
    memtb2[ltabu]=v2;
}

void cal(int *p)
{ int i,j,t;
    for(j=1;j<=m;j++)

```

```

        fin[j][n+1]=0;
for(t=n;t>=1;t--)
    {
        for(j=1;j<=m;j++)
            {
                if (j>1)
                    {
                        if (fin[j][t+1] > fin[j-1][t])
                            st[j][t]=fin[j][t+1];
                        else st[j][t]=fin[j-1][t];
                    }else st[1][t]=fin[1][t+1];
                fin[j][t]=st[j][t]+q[p[n-t+1]][j];
            }
    }
tc=fin[m][1];
}

int random(int __num)
{ return(int)(((long)rand()*__num)/(RAND_MAX+1)); }

```