

Optimalisatie van de planning in de thuiszorg

Afspraken inplannen met behulp van 'Particle Swarm Optimization'

Marieke Dijkink

Stefan Klootwijk

Joram Span





Plannen in de Thuiszorg

- Medewerkers
- Cliënten
- Afspraken

Medewerkers

- Bevoegdheid
- Werktijd
- Startlocatie

Cliënten

- Maximaal aantal medewerkers
- Medewerkers die hij/zij al gezien heeft
- EVV'er

Afspraken

- Cliënt
- Locatie
- Tijdsduur
- Tijdsvenster
- Bevoegdheid



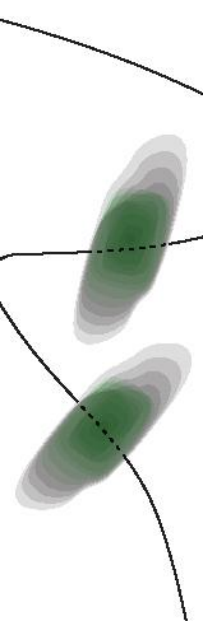
Randvoorwaarden

- Alle afspraken inplannen
- Voldoende bevoegdheid
- Medewerker moet dienst hebben tijdens afspraak
- Afspraak begint binnen tijdsvenster
- Voldoende tijd tussen opeenvolgende afspraken
- Niet te veel medewerkers per cliënt (eis zorgkantoor)
- Elke cliënt wordt gezien door de evv'er



Wiskundig model

- Doel
- Algoritme



$$\text{Minimaliseer } \alpha \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \delta_{ij} + \beta \sum_{j=1}^n t_j^{a/w} + M\xi + \frac{M\psi}{10}$$

s.t.

$$\begin{aligned} -t_j^{\text{plan}} &\leq -t_j^{\text{start}} && \forall j \in \{1, \dots, n\} \\ t_j^{\text{plan}} &\leq t_j^{\text{end}} && \forall j \in \{1, \dots, n\} \\ \sum_{i=1}^m y_{ji} &\leq 1 && \forall j \in \{1, \dots, n\} \\ y_{ji} &\leq w_{d,i} && \forall i \in \{1, \dots, m\} \quad \forall j \in \{1, \dots, n\} \\ Mv_{ij} + My_{ik} - y_{jk} &\leq 2M - 1 && \forall i \in \{1, \dots, n+W\} \quad \forall j \in \{1, \dots, n\} \quad \forall k \in \{1, \dots, m\} \\ Mv_{ij} &\leq M + d_i - d_j && \forall i \in \{1, \dots, n+W\} \quad \forall j \in \{1, \dots, n\} \\ Mv_{ij} &\leq M + d_j - d_i && \forall i \in \{1, \dots, n+W\} \quad \forall j \in \{1, \dots, n\} \\ My_{ji} &\leq M + s_i - \ell_j && \forall i \in \{1, \dots, m\} \quad \forall j \in \{1, \dots, n\} \\ \sum_{i=1}^{n+W} v_{ij} - \sum_{i=1}^m y_{ji} &= 0 && \forall j \in \{1, \dots, n\} \\ \sum_{j=1}^n v_{ij} &\leq 1 && \forall i \in \{1, \dots, n+W\} \\ t_i^{\text{plan}} - t_j^{\text{plan}} + Mv_{ij} &\leq M - t_i^{\text{dur}} - t_{ij} && \forall i \in \{1, \dots, n\} \quad \forall j \in \{1, \dots, n\} \\ z_{ci}^{\text{huidig}} - \sum_{j=1}^n a_{cj} y_{ji} &= 0 && \forall c \in \{1, \dots, C\} \quad \forall i \in \{1, \dots, m\} \\ \frac{1}{M} z_{ci}^{\text{huidig}} - z_{ci}^{\text{nieuwe}} &\leq -\frac{1}{M} z_{ci}^{\text{oud}} && \forall c \in \{1, \dots, C\} \quad \forall i \in \{1, \dots, m\} \\ z_{ci}^{\text{nieuwe}} - z_{ci}^{\text{huidig}} &\leq z_{ci}^{\text{oud}} && \forall c \in \{1, \dots, C\} \quad \forall i \in \{1, \dots, m\} \\ \sum_{i=1}^m z_{ci}^{\text{nieuwe}} &\leq z_c^{\text{max}} && \forall c \in \{1, \dots, C\} \\ t_{ij}^{\text{plan}} - t_i^{\text{plan}} - t_{ij}^{\text{zaaien}} &= t_{ij}^{\text{dur}} && \forall i \in \{1, \dots, n\} \quad \forall j \in \{1, \dots, n\} \\ t_{ij}^{\text{zaaien}} - \delta_{ij} + Mv_{ij} &\leq M && \forall i \in \{1, \dots, n\} \quad \forall j \in \{1, \dots, n\} \\ \delta_{ij} - t_{ij}^{\text{zaaien}} + Mv_{ij} &\leq M && \forall i \in \{1, \dots, n\} \quad \forall j \in \{1, \dots, n\} \\ \delta_{ij} - Mv_{ij} &\leq 0 && \forall i \in \{1, \dots, n\} \quad \forall j \in \{1, \dots, n\} \\ t_j^{\text{plan}} + z_j &= \frac{1}{2} t_j^{\text{start}} + \frac{1}{2} t_j^{\text{end}} && \forall j \in \{1, \dots, n\} \\ x_j^+ - x_j^- - z_j &= 0 && \forall j \in \{1, \dots, n\} \\ x_j^+ + z_j^- - t_j^{a/w} &= 0 && \forall j \in \{1, \dots, n\} \\ \xi + \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m y_{ji} &= n && \\ r_c - z_{ca}^{\text{huidig}} &\leq 0 && \forall c \in \{1, \dots, C\} \\ \frac{1}{M} z_{ca}^{\text{huidig}} - r_c &\leq 0 && \forall c \in \{1, \dots, C\} \\ \psi + \sum_{i=1}^C r_c &= C && \\ \delta_{ij} &\geq 0 && \forall i \in \{1, \dots, n\} \quad \forall j \in \{1, \dots, n\} \\ z_j^+ &\geq 0 && \forall j \in \{1, \dots, n\} \\ z_j^- &\geq 0 && \forall j \in \{1, \dots, n\} \\ y_{ji} &\in \{0, 1\} && \forall i \in \{1, \dots, m\} \quad \forall j \in \{1, \dots, n\} \\ v_{ij} &\in \{0, 1\} && \forall i \in \{1, \dots, n+W\} \quad \forall j \in \{1, \dots, n\} \\ z_{ci}^{\text{nieuwe}} &\in \{0, 1\} && \forall c \in \{1, \dots, C\} \quad \forall i \in \{1, \dots, m\} \\ r_c &\in \{0, 1\} && \forall c \in \{1, \dots, C\} \end{aligned}$$

Resultaten

- Data van een wijkteam in Losser
- Algoritme werkt
- Sneller en beter



Medewerker: Carolien
Functie: verzorgende plus
Dag: Zaterdag

7:50	8:10	01 - Verpleegkundige 010
8:10	8:30	01 - De Jong Van-Beek
8:30	8:40	01 - Verpleegkundige 010
8:40	9:00	01 - Verpleegkundige 010
9:00	9:15	01 - Verpleegkundige 010
9:15	9:25	01 - Verpleegkundige 010
9:25	10:10	01 - Verpleegkundige 010
10:10	10:40	01 - Verpleegkundige 010
20:00	20:20	01 - De Jong Van-Beek
20:20	20:30	01 - Verpleegkundige 010
20:30	20:50	01 - Verpleegkundige 010
20:50	21:00	01 - Verpleegkundige 010
21:00	21:15	01 - Verpleegkundige 010
21:15	21:30	01 - Verpleegkundige 010
21:30	21:35	01 - Verpleegkundige 010
21:35	21:45	01 - Verpleegkundige 010

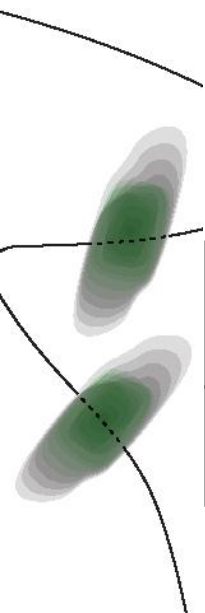
Medewerker: Jeannette
Functie: verpleegkundige
Dag: Zaterdag

7:30	7:55	01 - De Jong Van-Beek
7:55	8:05	01 - Verpleegkundige 010
8:05	8:20	01 - Verpleegkundige 010
8:20	8:40	01 - De Jong Van-Beek
8:40	8:50	01 - Verpleegkundige 010
8:50	9:05	01 - Verpleegkundige 010
9:05	9:35	01 - Verpleegkundige 010



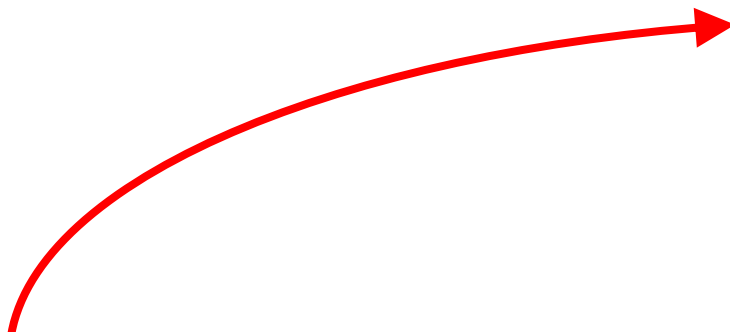
Wat moet er nog gedaan worden?

- Goede personeelsplanning nodig
- Structurele planning gebruiken
- ‘Kleine’ randvoorwaarden (bijv. echtparen)
- Tijdvensters oprekken zodra blijkt dat het niet anders kan
- Verstoringen in de planning opvangen
- Gebruiksvriendelijke interface



Activity	Start	End	Duration	ES	EF	LS	LF	TF	FF
1	0	1	1	0	1	0	1	0	0
2	0	2	2	0	2	0	2	0	0
3	1	3	2	1	3	1	3	0	0
4	2	4	2	2	4	2	4	0	0
5	3	5	2	3	5	3	5	0	0
6	4	6	2	4	6	4	6	0	0
7	5	7	2	5	7	5	7	0	0
8	6	8	2	6	8	6	8	0	0
9	7	9	2	7	9	7	9	0	0
10	8	10	2	8	10	8	10	0	0
11	9	11	2	9	11	9	11	0	0
12	10	12	2	10	12	10	12	0	0
13	11	13	2	11	13	11	13	0	0
14	12	14	2	12	14	12	14	0	0
15	13	15	2	13	15	13	15	0	0
16	14	16	2	14	16	14	16	0	0
17	15	17	2	15	17	15	17	0	0
18	16	18	2	16	18	16	18	0	0
19	17	19	2	17	19	17	19	0	0
20	18	20	2	18	20	18	20	0	0
21	19	21	2	19	21	19	21	0	0
22	20	22	2	20	22	20	22	0	0
23	21	23	2	21	23	21	23	0	0
24	22	24	2	22	24	22	24	0	0
25	23	25	2	23	25	23	25	0	0
26	24	26	2	24	26	24	26	0	0
27	25	27	2	25	27	25	27	0	0
28	26	28	2	26	28	26	28	0	0
29	27	29	2	27	29	27	29	0	0
30	28	30	2	28	30	28	30	0	0
31	29	31	2	29	31	29	31	0	0
32	30	32	2	30	32	30	32	0	0
33	31	33	2	31	33	31	33	0	0
34	32	34	2	32	34	32	34	0	0
35	33	35	2	33	35	33	35	0	0
36	34	36	2	34	36	34	36	0	0
37	35	37	2	35	37	35	37	0	0
38	36	38	2	36	38	36	38	0	0
39	37	39	2	37	39	37	39	0	0
40	38	40	2	38	40	38	40	0	0
41	39	41	2	39	41	39	41	0	0
42	40	42	2	40	42	40	42	0	0
43	41	43	2	41	43	41	43	0	0
44	42	44	2	42	44	42	44	0	0
45	43	45	2	43	45	43	45	0	0
46	44	46	2	44	46	44	46	0	0
47	45	47	2	45	47	45	47	0	0
48	46	48	2	46	48	46	48	0	0
49	47	49	2	47	49	47	49	0	0
50	48	50	2	48	50	48	50	0	0
51	49	51	2	49	51	49	51	0	0
52	50	52	2	50	52	50	52	0	0
53	51	53	2	51	53	51	53	0	0
54	52	54	2	52	54	52	54	0	0
55	53	55	2	53	55	53	55	0	0
56	54	56	2	54	56	54	56	0	0
57	55	57	2	55	57	55	57	0	0
58	56	58	2	56	58	56	58	0	0
59	57	59	2	57	59	57	59	0	0
60	58	60	2	58	60	58	60	0	0
61	59	61	2	59	61	59	61	0	0
62	60	62	2	60	62	60	62	0	0
63	61	63	2	61	63	61	63	0	0
64	62	64	2	62	64	62	64	0	0
65	63	65	2	63	65	63	65	0	0
66	64	66	2	64	66	64	66	0	0
67	65	67	2	65	67	65	67	0	0
68	66	68	2	66	68	66	68	0	0
69	67	69	2	67	69	67	69	0	0
70	68	70	2	68	70	68	70	0	0
71	69	71	2	69	71	69	71	0	0
72	70	72	2	70	72	70	72	0	0
73	71	73	2	71	73	71	73	0	0
74	72	74	2	72	74	72	74	0	0
75	73	75	2	73	75	73	75	0	0
76	74	76	2	74	76	74	76	0	0
77	75	77	2	75	77	75	77	0	0
78	76	78	2	76	78	76	78	0	0
79	77	79	2	77	79	77	79	0	0
80	78	80	2	78	80	78	80	0	0
81	79	81	2	79	81	79	81	0	0
82	80	82	2	80	82	80	82	0	0
83	81	83	2	81	83	81	83	0	0
84	82	84	2	82	84	82	84	0	0
85	83	85	2	83	85	83	85	0	0
86	84	86	2	84	86	84	86	0	0
87	85	87	2	85	87	85	87	0	0
88	86	88	2	86	88	86	88	0	0
89	87	89	2	87	89	87	89	0	0
90	88	90	2	88	90	88	90	0	0
91	89	91	2	89	91	89	91	0	0
92	90	92	2	90	92	90	92	0	0
93	91	93	2	91	93	91	93	0	0
94	92	94	2	92	94	92	94	0	0
95	93	95	2	93	95	93	95	0	0
96	94	96	2	94	96	94	96	0	0
97	95	97	2	95	97	95	97	0	0
98	96	98	2	96	98	96	98	0	0
99	97	99	2	97	99	97	99	0	0
100	98	100	2	98	100	98	100	0	0

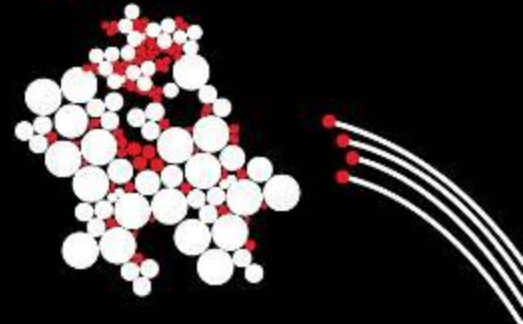
UNIVERSITEIT TWENTE.



$$\text{Minimaliseer } \alpha \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \delta_{ij} + \beta \sum_{j=1}^n t_j^{afw} + M\xi + \frac{M\psi}{10}$$

s.t.

$$\begin{aligned}
 -t_j^{plan} &\leq -t_j^{start} && \forall j \in \{1, \dots, n\} \\
 t_j^{plan} &\leq t_j^{end} && \forall j \in \{1, \dots, n\} \\
 \sum_{i=1}^m y_{ji} &\leq 1 && \forall j \in \{1, \dots, n\} \\
 y_{ji} &\leq w_{d,t} && \forall i \in \{1, \dots, m\} \quad \forall j \in \{1, \dots, n\} \\
 Mv_{ij} + My_{ik} - y_{jk} &\leq 2M - 1 && \forall i \in \{1, \dots, n+W\} \quad \forall j \in \{1, \dots, n\} \quad \forall k \in \{1, \dots, m\} \\
 Mv_{ij} &\leq M + d_i - d_j && \forall i \in \{1, \dots, n+W\} \quad \forall j \in \{1, \dots, n\} \\
 Mv_{ij} &\leq M + d_j - d_i && \forall i \in \{1, \dots, n+W\} \quad \forall j \in \{1, \dots, n\} \\
 My_{ji} &\leq M + s_i - \ell_j && \forall i \in \{1, \dots, m\} \quad \forall j \in \{1, \dots, n\} \\
 \sum_{i=1}^{n+W} v_{ij} - \sum_{i=1}^m y_{ji} &= 0 && \forall j \in \{1, \dots, n\} \\
 \sum_{j=1}^n v_{ij} &\leq 1 && \forall i \in \{1, \dots, n+W\} \\
 t_i^{plan} - t_j^{plan} + Mv_{ij} &\leq M - t_i^{dur} - t_{ij} && \forall i \in \{1, \dots, n\} \quad \forall j \in \{1, \dots, n\} \\
 z_{ca}^{huidig} - \sum_{j=1}^n a_{cj} y_{ji} &= 0 && \forall c \in \{1, \dots, C\} \quad \forall i \in \{1, \dots, m\} \\
 \frac{1}{M} z_{ca}^{huidig} - z_{ca}^{nieuw} &\leq -\frac{1}{M} z_{ca}^{oud} && \forall c \in \{1, \dots, C\} \quad \forall i \in \{1, \dots, m\} \\
 z_{ca}^{nieuw} - z_{ca}^{huidig} &\leq z_{ca}^{oud} && \forall c \in \{1, \dots, C\} \quad \forall i \in \{1, \dots, m\} \\
 \sum_{i=1}^m z_{ca}^{nieuw} &\leq z_c^{max} && \forall c \in \{1, \dots, C\} \\
 t_j^{plan} - t_i^{plan} - t_{ij}^{zaaien} &= t_i^{dur} && \forall i \in \{1, \dots, n\} \quad \forall j \in \{1, \dots, n\} \\
 t_{ij}^{zaaien} - \delta_{ij} + Mv_{ij} &\leq M && \forall i \in \{1, \dots, n\} \quad \forall j \in \{1, \dots, n\} \\
 \delta_{ij} - t_{ij}^{zaaien} + Mv_{ij} &\leq M && \forall i \in \{1, \dots, n\} \quad \forall j \in \{1, \dots, n\} \\
 \delta_{ij} - Mv_{ij} &\leq 0 && \forall i \in \{1, \dots, n\} \quad \forall j \in \{1, \dots, n\} \\
 t_j^{plan} + z_j &= \frac{1}{2} t_j^{start} + \frac{1}{2} t_j^{end} && \forall j \in \{1, \dots, n\} \\
 x_j^+ - x_j^- - z_j &= 0 && \forall j \in \{1, \dots, n\} \\
 x_j^+ + z_j^- - t_j^{afw} &= 0 && \forall j \in \{1, \dots, n\} \\
 \xi + \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m y_{ji} &= n && \\
 r_c - z_{ca}^{huidig} &\leq 0 && \forall c \in \{1, \dots, C\} \\
 \frac{1}{M} z_{ca}^{huidig} - r_c &\leq 0 && \forall c \in \{1, \dots, C\} \\
 \psi + \sum_{c=1}^C r_c &= C && \\
 \delta_{ij} &\geq 0 && \forall i \in \{1, \dots, n\} \quad \forall j \in \{1, \dots, n\} \\
 z_j^+ &\geq 0 && \forall j \in \{1, \dots, n\} \\
 z_j^- &\geq 0 && \forall j \in \{1, \dots, n\} \\
 y_{ji} &\in \{0, 1\} && \forall i \in \{1, \dots, m\} \quad \forall j \in \{1, \dots, n\} \\
 v_{ij} &\in \{0, 1\} && \forall i \in \{1, \dots, n+W\} \quad \forall j \in \{1, \dots, n\} \\
 z_{ca}^{nieuw} &\in \{0, 1\} && \forall c \in \{1, \dots, C\} \quad \forall i \in \{1, \dots, m\} \\
 r_c &\in \{0, 1\} && \forall c \in \{1, \dots, C\}
 \end{aligned}$$



Optimalisatie van de planning in de thuiszorg

Afspraken inplannen met behulp van 'Particle Swarm Optimization'

Marieke Dijkink

Stefan Klootwijk

Joram Span

