



Optimalisatie van de planning/ roostering in de wijkverpleging

BACHELOR
TECHNISCHE BEDRIJFSKUNDE
Universiteit Twente
IRENE KUIN – S1696920
Juli 2018

Document

Titel: Optimalisatie van de planning/ roostering in de wijkverpleging
Datum: 16 juli 2018
Plaats: Enschede

Auteur

I. C. H. Kuin
Bachelor Technische Bedrijfskunde

CarintReggeland

Boortorenweg 20
7554 RS Hengelo
Nederland
(0)88 367 7000

Universiteit Twente

Drienerlolaan 5
7522 NB Enschede
Nederland
(0)53 489 9111

Externe begeleiders

Dhr. J. Joenoes
Projectleider
DiVetro

Mevr. C. Kniest
Wijkmanager en projectmanager
CarintReggeland

Begeleider Universiteit Twente

Dr. ir. J. M. J. Schutten
Faculteit Behavioural, Management
and Social Sciences
Technische Bedrijfskunde
Universiteit Twente

Tweede lezer Universiteit Twente

Dr. P. C. Schuur
Faculteit Behavioural, Management,
and Social Sciences
Technische Bedrijfskunde
Universiteit Twente

Belangrijk: Dit is een publieke versie van het rapport, wat betekent dat sommige delen zijn aangepast of weggelaten om de vertrouwelijkheid van het onderzoek te kunnen waarborgen.

Voorwoord

Voor u ligt het rapport geschreven ter afronding van de bachelor 'Technische Bedrijfskunde'. Dit verslag is, naast het prototype van een tool, het resultaat van mijn bachelor-afstudeeropdracht.

Ik wil graag CarintReggeland bedanken voor de kans die ik heb gekregen om het proces van plannen en roosteren te mogen bestuderen, analyseren en verbetermogelijkheden hiervan in kaart te brengen. In het bijzonder wil ik graag Jeffrey Joenoes en Chantal Kniest bedanken voor de begeleiding en fijne samenwerking. Hiernaast wil ik graag Marco Schutten en Peter Schuur bedanken voor de begeleiding vanuit de universiteit. Tot slot wil ik graag mijn familie en vrienden bedanken voor de steun en hulp die ik van ze heb gekregen. Mede dankzij de hulp van bovengenoemden is het rapport in deze vorm tot stand gekomen.

Irene Kuin,

Enschede, juli 2018

Managementsamenvatting

In de managementsamenvatting beschrijven we kort wat de aanleiding van het onderzoek is, hoe we het onderzoek hebben uitgevoerd en wat de resultaten hiervan zijn. Dit onderzoek is uitgevoerd door Irene Kuin, als afstudeeropdracht voor de bachelor Technische Bedrijfskunde aan de Universiteit Twente.

Aanleiding en hoofdvraag

CarintReggeland heeft afgelopen jaar Déhora Consultancy Group (hierna te noemen: Déhora) gevraagd verbetermogelijkheden van de planning en roostering in kaart te brengen, waarna de planning en roostering geoptimaliseerd kan worden.

Déhora heeft een rapport naar buiten gebracht met daarin een aantal adviezen met betrekking tot planning en roostering. Op basis van deze bevindingen heeft Déhora geadviseerd het werkaanbod te concretiseren, dit vervolgens te vertalen naar bezettingseisen per roostereenheid en deze bezettingseisen ten slotte te verwerken in een roostersleutel.

We hebben het onderzoek ingekaderd, waarna de volgende hoofdvraag tot stand is gekomen: “Hoe kan het operationele planningsproces van extramurale locaties bij CarintReggeland worden verbeterd opdat het rooster zich aanpast aan de hand van een gegeven (veranderend) werkaanbod en een gegeven (veranderde) werkvraag, waardoor het roosteren minder tijd kost?”

Manier van onderzoeken

Om de hoofdvraag te kunnen beantwoorden, hebben we allereerst de huidige manier van plannen en roosteren in kaart gebracht. Dit hebben we gedaan aan de hand van interviews met planners en roosteraars en een korte analyse van het elektronische systeem dat CarintReggeland haar medewerkers aanbiedt om te kunnen plannen en roosteren. Hierna hebben we gezocht naar strategieën en heuristieken die de literatuur geeft op basis waarvan een goede planning voor extramurale thuiszorg kan worden opgesteld. Vervolgens zijn we op zoek gegaan naar de input die nodig is om een planning en rooster te kunnen maken, zodat er daarna een roostersleutel kan worden aangereikt op basis waarvan de planning en het rooster kan worden opgesteld.

Resultaten

Uit de literatuur bleek dat Mixed Integer Lineair Programming (MILP)-modellen kunnen worden toegepast om het plannen en roosteren in de wijkverpleging te automatiseren, waardoor het roosteren een stuk minder tijd kost. We hebben – met name op basis van de modellen uit de literatuur – een MILP-model voor onze situatie opgesteld. Echter was dit MILP-model voor ons niet oplosbaar. Toen zijn we overgestapt op een andere methode, om toch een roostersleutel aan te kunnen bieden. Zo hebben we met behulp van constructieheuristieken in Excel-VBA een prototype van een tool gemaakt die het creëren van een rooster automatiseert.

Vervolgens hebben we dit prototype getest door de input van week 21 van 2018 van vier verschillende extramurale teams binnen *Wijk X* in het prototype te stoppen en de uitkomst hiervan te vergelijken met de handgemaakte planning die door de teams zelf gemaakt was. Uit het vergelijken van de handgemaakte

en de geautomatiseerde planningen kunnen we concluderen dat de reistijden verlaagd en het percentage op tijd ingeplande taken verhoogd zouden kunnen worden, ten koste van de wachttijd.

Aanbevelingen

Aan de hand van de zojuist gegeven resultaten, hebben we een aantal aanbevelingen opgesteld. Dit betreft niet alleen aanbevelingen om de tool te verbeteren, maar hier geven we ook aanbevelingen die betrekking hebben op de manier van roosteren.

Het prototype neemt nog niet alle restricties mee welke we graag mee zouden willen nemen. Zo berekent ons prototype bijvoorbeeld alleen de beste oplossing van een week, waarbij er geen rekening gehouden wordt met hoe de planning en het rooster er de afgelopen tijd uit hebben gezien. Dit zouden we wel graag in de tool verwerkt willen hebben, maar wegens tijdsbeperkingen was dit helaas niet mogelijk. Vandaar dat we dit soort verbetermogelijkheden als beperkingen van het model hebben geschetst.

Aangezien de interface van de tool nog niet gebruiksvriendelijk is en het zeer tijdrovend was om de benodigde input uit het systeem van CarintReggeland te halen, bevelen we aan deze tool nog niet te gebruiken om het hele rooster samen te stellen; wel bevelen we aan om aan de hand van de tool nieuwe inzichten te creëren in hoe de planning en het rooster opgesteld kunnen worden.

We bevelen aan om per team duidelijk op papier te zetten wat de eisen en wensen zijn die het team in het rooster verwerkt wil hebben. Op basis hiervan kunnen de teams dan meer tests uitvoeren wat betreft de prioriteitswaarden in de boetefunctie, waarna het prototype van de tool gebruikt kan worden om de hierdoor gegenereerde roosters te vergelijken met het huidige rooster en op basis hiervan verbetermogelijkheden te ontdekken.

Verder zijn er nog een aantal zaken die ons opgevallen zijn aan de manier van roosteren en waar we ruimte voor verbetering zien. Zo waren er bijvoorbeeld geen eenduidige afspraken wat betreft het aantal afspraken dat door de eerst verantwoordelijke verzorgende (de verzorgende/ verpleegkundige die binnen het team verantwoordelijk is voor de praktische uitvoering van de zorg voor die cliënt) moet worden uitgevoerd.

Inhoudsopgave

1.	Inleiding	1
1.1.	Introductie en toelichting begrippen	1
1.2.	Aanleiding	1
1.3.	Probleemidentificatie	2
1.4.	Onderzoek.....	4
1.4.1.	Inkadering onderzoek	4
1.4.2.	Belanghebbenden	5
1.4.3.	Benodigde informatie	5
1.4.4.	Deelvragen	5
1.5.	Plan van aanpak	6
1.5.1.	Beantwoording deelvraag 1	6
1.5.2.	Theoretisch kader (beantwoording deelvraag 2)	6
1.5.3.	Beantwoording deelvragen 3a, 3b, 3c en 3d	6
2.	Huidige situatie	9
2.1.	Algemeen roosteringsproces	9
2.2.	Roosteringsmethode <i>Team 1</i>	10
2.3.	Roosteringsmethode <i>Team 2</i>	10
2.4.	Roosteringsmethode <i>Team 3</i>	10
2.5.	Roosteringsmethode <i>Team 4</i>	11
2.6.	Conclusie huidige situatie	11
3.	Literatuur	13
3.1.	Strategieën en heuristieken voor de roostering	13
3.1.1.	Inleiding	13
3.1.2.	Roosteringsmethode 1 (Laesanklang & Landa-Silva, 2016)	13
3.1.3.	Roosteringsmethode 2 (Trautsamwieser & Hirsch, 2014)	14
3.1.4.	Roosteringsmethode 3 (uit het artikel van Liu, Jiang & Yuan).....	15
3.1.5.	Roosteringsmethode 4 (uit het artikel van Nickel, Schröder en Steeg).....	16
3.1.6.	Roosteringsmethode 5 (uit het artikel van Cappanera et al.)	16
3.1.7.	Conclusie theoretisch kader.....	17
3.2.	Eisen cao-vvt regeling en arbeidstijdenwet	17
3.2.1.	Eisen die mee worden genomen in het onderzoek.....	18
3.2.2.	Beperkingen	18
3.2.3.	Conclusie eisen cao-vvt regeling en arbeidstijdenwet	19
4.	Input model	21
4.1.	Werkaanbod <i>Wijk X</i>	21
4.2.	Tijdsduur van taken.....	22
4.3.	Voorkeuren werknemers <i>Wijk X</i>	23
4.4.	Conclusie input model	23
5.	Ontwerp van de oplossing	25
5.1.	Verkennen mogelijkheden lineair programmeringsmodel	25
5.1.1.	Indices, parameters en variabelen	25
5.1.2.	Restricties	27

5.1.3. Doelfunctie	29
5.2. Heuristiek.....	30
5.2.1. Algemene idee van de heuristiek.....	30
5.2.2. Boetefunctie	33
5.3 (Prototype) tool	35
5.4. Conclusie ontwerp van de oplossing.....	37
6. Toetsen van de oplossing.....	39
6.1. Vergelijking met huidige roosters	39
6.2. Gevoeligheidsanalyse.....	41
6.3. Conclusie toetsen van de oplossing	42
7. Conclusies, discussie en aanbevelingen	43
7.1. Conclusies	43
7.2. Discussie	44
7.3. Aanbevelingen	45
Referenties.....	47
Bijlage 1: Opgeschoonde lijst met problemen	51
Bijlage 2: Volledige wettelijke eisen met betrekking tot planning/ roostering	53
B2.1. Inleiding	53
B2.2. Toelichting definities.....	53
B2.3. Regels met betrekking tot werktijdenregeling.....	54
B2.3.1. Verschillen in regels voor verschillende leeftijden.....	54
B2.3.2. Regels met betrekking tot rusttijden	54
B2.3.3. Regels met betrekking tot nachtdiensten.....	55
B2.3.4. Uitzonderingen met betrekking tot de werktijdenregelgeving	55
B2.4. Regels met betrekking tot werk en privé	56
B2.4.1. Regels met betrekking tot de vakantieplanning.....	56
B2.4.2. Regels met betrekking tot mantelzorgers.....	57
B2.4.3. Regels met betrekking tot onbetaald verlof	58
B2.5. Regels m.b.t. verlof voor vakbondsactiviteiten.....	58
B2.6. Conclusie.....	58
Bijlage 3: Lijst met taken	61
B3.1. Soorten acties	61
B3.2. Actievlakken.....	61
Bijlage 4: Benodigde zorg in week 21 van 2018.....	63
Bijlage 5: Tests voor bepaling π_1 , π_2 , π_3 en π_4	69
Bijlage 6: Afleiding bepaling KPI 5	73
Bijlage 7: Gevoeligheidsanalyse	75

1. Inleiding

Dit hoofdstuk geeft in paragraaf 1.1 een algemene introductie over het bedrijf waar we de afstudeeropdracht uitvoeren en een toelichting van enkele veelvoorkomende begrippen binnen dit bedrijf. Paragraaf 1.2 geeft de aanleiding van de afstudeeropdracht. Paragraaf 1.3 geeft de probleemidentificatie, waarin onder andere de probleemkluwen staat. Paragraaf 1.4 geeft de wijze van onderzoeken, waarbij de paragraaf afgesloten wordt met de deelvragen die we in dit onderzoek gaan gebruiken. Tot slot geeft paragraaf 1.5 een plan van aanpak met betrekking tot de beantwoording van deze deelvragen.

1.1. Introductie en toelichting begrippen

De bacheloropdracht voeren we uit bij CarintReggeland, een ouderenzorgorganisatie in Twente die zowel extramurale als intramurale zorg levert. CarintReggeland heeft het werkgebied opgedeeld in de verschillende steden, waarna deze steden opgedeeld zijn in wijken. Elke wijk kent een zelfsturend team. Dit team is vervolgens verantwoordelijk voor de (thuis)zorg binnen deze wijk.

Allereerst bespreken we een aantal termen die veelvuldig aan bod zullen komen. Zo bespreken we het verschil tussen het werkaanbod en de werkvraag, waarna het verschil tussen de planning en het rooster wordt aangekaart. Tot slot bespreken we de term 'roostersleutel'.

Met de werkvraag wordt de zorgvraag bedoeld, oftewel: de hoeveelheid zorg die de cliënten van CarintReggeland nodig hebben. Met het werkaanbod wordt de hoeveelheid beschikbare medewerkers bedoeld, uitgedrukt in zowel het aantal diensten per dag als de benodigde formatie voor die desbetreffende diensten. Dit wordt onder andere beïnvloed door het aantal fte's, de regels beschreven in de cao en de voorkeuren die de medewerkers hebben met betrekking tot de dag(del)en die zij vrij willen zijn.

In de planning (ook wel cliëntplanning genoemd) is de benodigde zorg van de cliënten concreet gemaakt. Zo staat hierin wat voor zorg ze nodig hebben (en de tijd die hiervoor nodig is) en wanneer ze deze zorg nodig hebben. Het rooster (ook wel personeelsplanning genoemd) laat vervolgens zien welke medewerkers wanneer worden ingezet om aan deze zorgvraag te voldoen.

De 'roostersleutel' laat zien hoe aan de hand van gegeven bezettingseisen, het benodigd aantal en soorten diensten dat per dag gedraaid moet worden, bepaald kan worden. Dit kan een algoritme zijn, een computerprogramma of simpelweg een stappenplan aan de hand waarvan het rooster kan worden bepaald.

1.2. Aanleiding

CarintReggeland heeft afgelopen jaar Déhora Consultancy Group (hierna te noemen: Déhora) gevraagd verbetermogelijkheden van de planning en roostering in kaart te brengen, waarna de planning en roostering geoptimaliseerd kan worden.

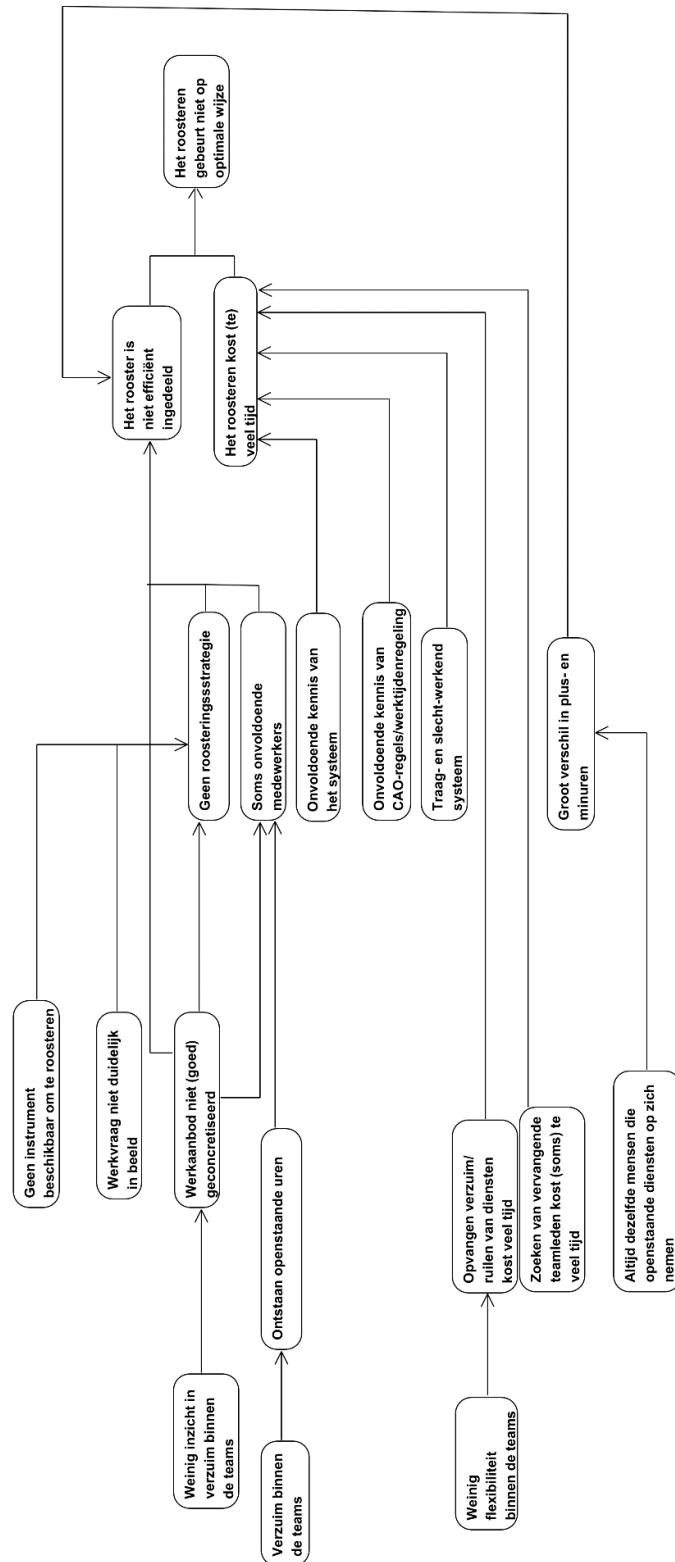
Déhora heeft een rapport naar buiten gebracht met daarin een aantal adviezen met betrekking tot planning en roostering. Hierin staat bijvoorbeeld dat het werkaanbod binnen CarintReggeland beperkt inzichtelijk is gemaakt, waardoor de roostersleutel niet gebaseerd is op de bezettingseisen en het

onbekend is in hoeverre deze op elkaar aansluiten. Hiernaast is geconcludeerd dat het aantal afwezig en de gemiddelde afwezigheid van personeelsleden onvoldoende in kaart gebracht zijn, waardoor het onbekend is hoeveel extra capaciteit ingezet moet worden om ook tijdens deze afwezigheden aan de minimale bezetting te kunnen voldoen.

Op basis van deze bevindingen heeft Déhora geadviseerd het werkaanbod te concretiseren, dit vervolgens te vertalen naar bezettingseisen per roostereenheid en deze bezettingseisen ten slotte te verwerken in een roostersleutel (Déhora, 2017, p. 13-14). Voordat we hier verder naar gaan kijken, worden de problemen binnen de planning en roostering in kaart gebracht.

1.3. Probleemidentificatie

CarintReggeland heeft reeds enquêtes met planners en roosteraars gehouden. Deze enquêtes zijn ingevuld door 161 planners en/of roosteraars. Aan de hand van de uitslagen van deze enquêtes hebben we een probleemcluster opgesteld. CarintReggeland werkt met zelfsturende teams en dus verschillen de problemen ook per team, wat betekent dat de problemen in de probleemkluwen niet binnen elk team hoeven te spelen. De probleemkluwen omvat de meest voorkomende problemen bij de roostering van de wijkverpleging, die geleverd wordt door CarintReggeland. Deze probleemkluwen staat in figuur 1.1. Een opgeschoonde lijst van problemen is terug te vinden in bijlage 1.



Figuur 1.1: Probleemkluwen

Het kernprobleem dat we gekozen hebben, luidt als volgt: “Geen instrument beschikbaar om te roosteren”. Veel problemen die zich aan de buitenkant van de kluwen bevinden, kunnen we al wegstrepen voor ons onderzoek, omdat deze door ons niet beïnvloedbaar zijn, zoals verzuim binnen het team, weinig flexibiliteit binnen de teams en een traag- en slecht-werkend systeem (bij het maken van de planning/het rooster). Aan dit laatste wordt door CarintReggeland al gewerkt; dit zullen wij niet meenemen in het onderzoek. Aan de volgende problemen aan de buitenkant van de kluwen werkt Déhora reeds: “Werkvraag niet duidelijk in beeld” en “Weinig inzicht in verzuim binnen de teams”. Het oplossen van de problemen “Onvoldoende kennis van het systeem” en “Onvoldoende kennis van de cao-regels/werktijdenregeling” ligt niet in het vakgebied Technische Bedrijfskunde. Het gekozen kernprobleem kan ik wel beïnvloeden en is ook gerelateerd aan het vakgebied Technische Bedrijfskunde.

De werkelijkheid bij dit probleem is dat er op dit moment geen instrument beschikbaar is om de operationele roostering voor de zorgmedewerkers, binnen de extramurale thuiszorg, te bepalen. De norm is dat er wél een instrument beschikbaar is waar de roostering op gebaseerd kan worden. Wanneer de werkvraag en het werkaanbod inzichtelijk zijn gemaakt, kan er een roostersleutel worden bepaald waarmee het rooster efficiënter wordt ingedeeld en het roosteren minder tijd kost.

1.4. Onderzoek

Vervolgens beschrijven we een plan van aanpak om tot een oplossing te komen (Heerkens & van Winden, 2012). Hierin wordt vastgelegd welke activiteiten we met wie gaan ondernemen in de afstudeerperiode; van april 2018 t/m juli 2018.

1.4.1. Inkadering onderzoek

Vanwege tijdsbeperkingen hebben we ervoor gekozen om het onderzoek in te kaderen. Zo richt het onderzoek zich alleen op de operationele roostering van de zorgmedewerkers, binnen de extramurale thuiszorg. Dit houdt in dat er alleen rekening wordt gehouden met de roostering van de zorgmedewerkers en dat andere medewerkers, zoals schoonmaaksters, buiten beschouwing worden gelaten. Ook wordt er niet gekeken naar de intramurale zorg, de zorg binnen een zorginstelling, maar wordt er alleen gekeken naar zorg buiten zorginstellingen. Tot slot wordt er alleen gekeken naar roostering op operationeel niveau, wat inhoudt dat er alleen voor een aantal dagen tot enkele weken van tevoren geroosterd wordt. Het kernprobleem binnen de scope van het onderzoek wordt dus als volgt geformuleerd: “Geen instrument beschikbaar om de operationele roostering voor de zorgmedewerkers, binnen de extramurale thuiszorg, te bepalen”. Het handelingsprobleem luidt dus als volgt: “Er is geen instrument beschikbaar om de operationele roostering voor de zorgmedewerkers, binnen de extramurale thuiszorg, te bepalen, terwijl deze wel nodig is om de tijd die besteed wordt aan het roosteren in te korten.”

De hoofdvraag die we stellen, om het kernprobleem op te kunnen lossen, luidt als volgt:

“Hoe kan het operationele planningsproces van extramurale locaties bij CarintReggeland worden verbeterd opdat het rooster zich aanpast aan de hand van een gegeven (veranderend) werkaanbod en een gegeven (veranderde) werkvraag, waardoor het roosteren minder tijd kost?”

1.4.2. Belanghebbenden

Er zijn verschillende belanghebbenden bij dit probleem. De belangrijkste hiervan zijn: de ouderen die de wijkverpleging nodig hebben (en hun naasten), de verpleegkundigen die werken in de wijkverpleging (en hun naasten) en het bedrijf dat deze verpleegkundigen aanstuurt. Een aantal van de verpleegkundigen vervullen de taak van een planner/roosteraar; vandaar dat deze niet apart worden genoemd. Desondanks kan een verpleegkundige in de rol van planner en/of roosteraar andere belangen behartigen. Ook mijn begeleider vanuit CarintReggeland – en mijn begeleiders vanuit de universiteit – zijn belanghebbenden bij dit onderzoek.

1.4.3. Benodigde informatie

Om ons probleem op te kunnen lossen, moeten we goed in kaart brengen wat het werkaanbod is dat CarintReggeland nu te bieden heeft. Hiervoor hebben we informatie nodig over het aantal werknemers en hun contracten. Deze informatie is te vinden in het digitale systeem van CarintReggeland. Verder hebben we informatie nodig uit de cao van verpleeg-, verzorgingshuizen en thuiszorg,¹ aangezien hierin bepaalde voorwaarden voor de planning/roostering in de thuiszorg geschreven staan.

Ook moeten we weten hoe veel tijd de meest voorkomende taken (zoals het aantrekken van kousen en het helpen met douchen) kosten, zodat het werkaanbod vertaald kan worden naar bezettingseisen per roostereenheid. Hiernaar zullen we onderzoek gaan doen door te kijken naar reeds bestaande gegevens over de huidige roosters.

Tot slot is het van belang om alle voorkeuren van CarintReggeland en de werknemers van CarintReggeland in beeld te hebben, zodat hier rekening mee kan worden gehouden bij het maken van de roostersleutel (aangezien zij zullen gaan werken met de roostersleutel die wij ze willen aanleveren). CarintReggeland heeft reeds enquêtes gehouden met de planners en roosteraars waarin zij de huidige goede en slechte punten van hun manier van plannen/roosteren aankaarten. Ook houden we interviews met de planners en roosteraars om zo extra duidelijkheid te verschaffen over hun huidige manier van roosteren.

Enige beperkingen in de hierboven beschreven manieren van informatie inwinnen is dat er tijd overheen kan gaan tussen het constateren van onvoldoende/onvolledige informatie en het plannen van een afspraak met de planners en roosteraars. Om deze reden zullen we bij aanvang van de uitvoering van deze opdracht verschillende afspraken meteen plannen. Hiernaast is de tijd van tien weken natuurlijk een beperkende factor.

1.4.4. Deelvragen

De deelvragen die we gebruiken om de zojuist geformuleerde hoofdvraag op te lossen, worden opgesteld aan de hand van de geschetste benodigde informatie om het kernprobleem op te kunnen lossen. Deze deelvragen luiden als volgt:

1. Wat is de huidige methode van roostering die de teams van CarintReggeland gebruiken?
2. Welke strategieën en heuristieken geeft de literatuur aan de hand waarvan een goede roostering in de wijkverpleging kan worden opgesteld?
3. Wat zijn de eisen waar in de planning/roostering rekening mee moet worden gehouden...

¹ Te vinden op het volgende webadres: <http://www.vvtcao.nl/cms/showpage.aspx?id=46092>

- a. Volgens de ‘cao-verpleeg-, verzorgingshuizen en thuiszorg’ regeling?
- b. Gegeven het werkaanbod dat de verschillende teams te bieden hebben, uitgedrukt in uren netto capaciteit per jaar?
- c. Gegeven de hoeveelheid tijd die elke mogelijke taak, die verpleegsters moeten kunnen uitvoeren, in beslag neemt, inclusief de frequentie waarmee deze per week moet worden uitgevoerd?
- d. Gegeven de voorkeuren van de werknemers binnen de teams uit de *Wijk X* met betrekking tot het rooster?

De gevraagde deliverable is een roostersleutel: een instrument aan de hand waarvan de roosters kunnen worden opgesteld. Aan de hand van deze deelvragen kan worden gekeken of er een programma geschreven kan worden dat de roostering automatiseert, waarin rekening gehouden wordt met het huidige (veranderde) werkaanbod, de huidige (veranderende) werkvraag, de regels beschreven in de cao-vvt en de voorkeuren van de werknemers van CarintReggeland.

Vanwege tijdsbeperkingen is de scope van dit onderzoek slechts vier teams binnen één wijk (in *Wijk X*). Deze deelvragen beantwoorden we dan ook enkel voor deze teams, waarna het model gegeneraliseerd kan worden en er adviezen kunnen worden gegeven over de toepassing van dit model CarintReggeland-breed. Aangezien dit onderzoek alleen data betreft van vier teams in *Wijk X* kan er hierbij gesproken worden van een ‘case’-studie.

1.5. Plan van aanpak

Deelvraag 2 en 3a kunnen beantwoord worden met behulp van literatuuronderzoek. Beantwoording van deelvragen 1, 3b, 3c en 3d vergt verder onderzoek.

1.5.1. Beantwoording deelvraag 1

Voor het beantwoorden van de deelvraag “Wat is de huidige methode van roostering die de teams in *Wijk X* gebruiken?” kijken we enkele keren mee met het plannen en roosteren van verschillende teams in *Wijk X*. De verkregen informatie vullen we aan met informatie uit MyCare, het elektronisch planningssysteem waar CarintReggeland gebruik van maakt.

1.5.2. Theoretisch kader (beantwoording deelvraag 2)

Het theoretisch kader voor het onderzoek geven we aan de hand van het beantwoorden van de deelvraag “Welke strategieën en heuristieken geeft de literatuur aan de hand waarvan een goede roostering in de wijkverpleging kan worden opgesteld?”. Voor het beantwoorden van deze deelvraag zoeken we literatuur die betrekking heeft op capaciteitsplanning, eveneens als literatuur aangaande het toepassen van heuristieken op zo’n capaciteitsplanning, indien mogelijk specifiek over situaties in de wijkverpleging. We zoeken in Scopus naar artikelen over dit onderwerp. De beantwoording van deze deelvraag is te vinden in paragraaf 3.1: “Strategieën en heuristieken voor de roostering”.

1.5.3. Beantwoording deelvragen 3a, 3b, 3c en 3d

Voor het beantwoorden van de deelvraag “Wat zijn de eisen waar in de planning/roostering rekening mee moet worden gehouden, volgens de ‘cao-verpleeg-, verzorgingshuizen en thuiszorg’ regeling?” moet de

cao-vvt geraadpleegd worden, welke te vinden is op de website van ActiZ.² Elk onderdeel van de cao wordt doorgenomen en hieruit worden de delen gefilterd die van belang zijn voor de beantwoording van deze deelvraag. Vervolgens worden andere bronnen geraadpleegd indien delen van de cao-vvt, mijns inziens, niet op zichzelf staand duidelijk zijn. De beantwoording van deze deelvraag is terug te vinden in paragraaf 3.2: “Eisen cao-vvt regeling en arbeidstijdenwet”.

Deelvraag 3b, 3c en 3d beantwoorden we aan de hand van informatie uit MyCare, het elektronisch planningssysteem waar CarintReggeland gebruik van maakt, en interviews die we af zullen nemen. Eerst zullen we inventariseren welke informatie uit MyCare gehaald kan worden, waarna we exact bepalen wat er aan wie in de interviews gevraagd zal worden. Een beperking van deze manier van onderzoeken is dat niet alle benodigde informatie beschikbaar is en dat deze nog verkregen moet worden, wat veel tijd kan kosten. Hiernaast is er ook niet van tevoren te zeggen wat voor model er opgesteld kan worden. Pas als er bekend is welke data er beschikbaar is, kan er worden bepaald wat er opgeleverd kan gaan worden. Zo kan dit verschillen van het maken van een prototype van een wiskundige tool tot het schrijven van aanbevelingen met betrekking op de roostering door de huidige beschikbare data te analyseren.

Wanneer we al deze deelvragen beantwoord hebben, zullen we kijken of een van de roostermethodes uit de theorie toepasbaar is op deze situatie. Indien dit niet het geval is, zal er met de huidige beschikbare informatie worden gekeken naar andere methodes om de roostermethode van CarintReggeland te verbeteren.

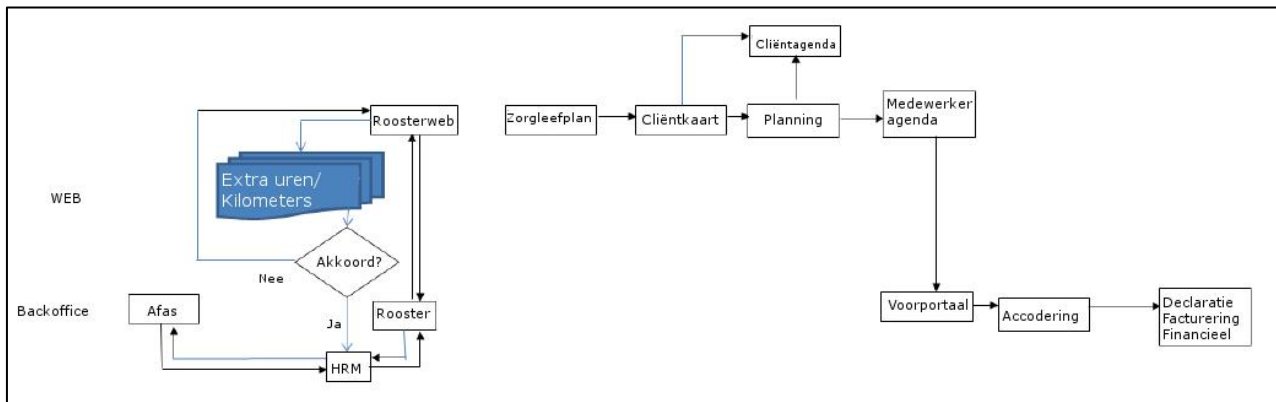
² Te vinden op het volgende webadres: <http://www.vvtcao.nl/cms/showpage.aspx?id=46092>

2. Huidige situatie

Dit hoofdstuk beschrijft in paragraaf 2.1 hoe CarintReggeland in de huidige situatie haar (elektronische) roostering verzorgt. De Wijk X is opgesplitst in acht teams. Hiervan worden de volgende vier teams onderzocht: Team 1, Team 2, Team 3 en Team 4. Paragrafen 2.2, 2.3, 2.4 en 2.5 beschrijven hoe respectievelijk Team 1, Team 2, Team 3 en Team 4 hun roostering verzorgen. Tot slot geven we in paragraaf 2.6 een conclusie van dit hoofdstuk.

2.1. Algemeen roosteringsproces

Eerst zullen we het plannings- en roosteringsproces schematisch weergeven, waarna we deze schematische weergave toelichten. Een kanttekening hierbij is dat dit enkel en alleen de methode voor roostering bij extramurale locaties weergeeft. De bron van deze schematische weergave (weergegeven in figuur 3.1) is de handleiding over MyCare, geschreven door [REDACTED] en gepubliceerd op 12 april 2017. Deze bron is niet publiekelijk toegankelijk.



Figuur 2.1: Extramurale roosteringsmethode

Allereerst bespreken we een aantal termen uit figuur 2.1. Zo is een cliëntkaart een tabel waarin de wijkverpleegkundige vastlegt welke activiteiten (met welke tijdsduur) er per dagdeel moeten plaatsvinden. Dit is de basis voor de planning. In het zogenoemde 'voorportaal' staan de uren die medewerkers van zichzelf hebben geregistreerd (Molendijk, 2017). In het zorgleefplan staan de aandachtsgebieden van de cliënt op verschillende domeinen. Deze domeinen zijn als volgt: omgevingsdomein, psychosociaal domein, fysiologisch domein, gezondheidsgerelateerd gedrags-domein, potentieel en gezondheidsbevordering. Zo kan er bijvoorbeeld op het fysiologisch domein staan dat de cliënt last heeft van blaasjes op zijn linkerarm. Er wordt dan een streefscore opgeschreven per aandachtsgebied op de volgende drie vlakken: gedrag, kennis en status. Dan staat er in het zorgleefplan welke acties er ondernomen moeten worden op dit gebied. Bij het zojuist genoemde voorbeeld over de cliënt die last heeft van blaasjes op zijn linkerarm zou dit bijvoorbeeld kunnen zijn: het verbinden van de arm en het insmeren van de arm met zalf. Uit deze te ondernemen acties wordt een cliëntkaart opgesteld, aan de hand waarvan een cliëntagenda en een planning kunnen worden opgesteld. Wanneer bekend is welke cliënten wanneer geholpen moeten worden, kunnen er routes (reistijden in acht nemend) en diensten worden gemaakt, waarna medewerkers aan de diensten kunnen worden toegekend. Vervolgens moeten deze uren (wekelijks) in het voorportaal door de planner geaccordeerd worden. Wanneer alle uren geaccordeerd zijn, moeten deze opgestuurd worden om gedeclareerd te kunnen worden.

Vervolgens bespreken we het linkerdeel van figuur 2.1. Rechtsboven staat de term ‘Roosterweb’. In het roosterweb kunnen de planners roosterperiodes aanmaken. Medewerkers kunnen vervolgens zelf hun gewerkte uren invullen of bewerken (indien hij/zij een ander aantal uren heeft gewerkt dan dat hij/zij ingepland stond). Als medewerkers de uren hebben ingevuld of bewerkt, worden deze aanpassingen doorgestuurd naar het rooster. In het rooster worden vervolgens maandelijks de uren geaccordeerd voor de salarisadministratie. Wanneer dit voltooid is, worden de uren naar HRM gestuurd ter controle. Daarna zijn de gewerkte uren terug te zien in Afas, de applicatie waarin de personeelsgegevens (zoals loonstroken en verzuim) inzichtelijk zijn weergegeven.

Als medewerkers nog veranderingen willen doorvoeren, moet de planner daarmee akkoord gaan. De ruit met de tekst ‘Akkoord’ erin duidt op het akkoord gaan met formulieren die de medewerkers indienen. De medewerkers kunnen formulieren indienen als zij vakantie aan willen vragen, extra uren willen laten uitbetalen of reiskosten willen declareren. Als hier niet mee akkoord wordt gegaan, wordt de aanvraag teruggestuurd naar de medewerker. Als er wel mee akkoord wordt gegaan, worden de uren naar HRM gestuurd.

2.2. Roosteringsmethode *Team 1*

Team 1 maakt geen gebruik van een basisrooster. Met een basisrooster bedoelen we een rooster dat als basis wordt gebruikt, welke slechts kleine aanpassingen nodig heeft om tot het uiteindelijke rooster te komen. Het gaat hierbij dus om een vast rooster waarin staat welke medewerkers wanneer ingezet zullen worden. In plaats hiervan stelt *Team 1* elke week opnieuw een rooster op. Wanneer er een nieuwe medewerker of cliënt komt, wordt er gekeken waar deze nieuwe medewerker en/of cliënt het beste geplaatst kan worden, aan de hand waarvan het uiteindelijke rooster wordt vastgesteld. *Team 1* maakt geen gebruik van vaste routes, vanwege de complexiteit hiervan, aangezien er veel doorstroom in cliënten is. Ook leidt de dagopvang (overdag opvang voor ouderen in een dagcentrum, verzorgingshuis of dienstencentrum (Zorgbelang, z. d.)) tot structurele veranderingen binnen de planning, wat meewerkt in de complexiteit van vaste routes. Wel proberen de planners van *Team 1* – zoals ook de planners bij de andere teams – de reistijd binnen de routes zo laag mogelijk te houden. De planners weten waar alle cliënten wonen; zij proberen dan ook op basis van deze kennis cliënten die bij elkaar in de buurt wonen, samen in een route te plannen.

2.3. Roosteringsmethode *Team 2*

Team 2 maakt gebruik van een 6-wekelijks basisrooster. Aan de hand van dit basisrooster wordt een maandelijks rooster (in Excel) gemaakt. Het rooster wordt dan verstuurd naar de medewerkers, waarna zij hier eventueel commentaar op kunnen geven. Een week hierna maken de planners/roosteraars het rooster definitief en zetten zij deze in het systeem. Wanneer werknemers dan nog besluiten dat ze graag op een ander moment willen werken, is het aan henzelf om dit te regelen door bijvoorbeeld diensten te ruilen met collega's.

2.4. Roosteringsmethode *Team 3*

Team 3 maakt gebruik van een 4-wekelijks basisrooster. Aan de hand van dit basisrooster wordt elke vier weken een nieuw rooster voor de daarop volgende vier weken gemaakt. De routes die door het personeel worden afgelegd, staan vast. Wanneer er nieuwe cliënten komen, wordt er gekeken waar deze cliënten in

het rooster het beste tussen passen. Er wordt hierbij gelet op wenstijd van de cliënt, reistijd en lengte van de route.

Team 3 werkt momenteel aan een 8-wekelijks basisrooster, waarbij zij vooral veranderingen willen aanbrengen in de weekenden, ten opzichte van het huidige 4-wekelijkse basisrooster. Zo hopen zij de weekenddiensten eerlijker te verdelen over de verschillende medewerkers.

2.5. Roosteringsmethode *Team 4*

Team 4 maakt gebruik van een 4-wekelijks basisrooster. Aan de hand van dit basisrooster en verstoringen die plaats hebben gevonden binnen de vraag en het aanbod wordt een maandelijks rooster gemaakt. De routes die gebruikt worden staan redelijk vast. Wanneer er een nieuwe cliënt zorg behoeft, wordt hij toegevoegd in deze standaardroutes. Deze cliënt wordt dan op een plek in het rooster gezet op basis van de zorgvraag en welk functieniveau de zorg van deze cliënt behoeft. Dit kan dus ook inhouden dat een bepaalde route gewijzigd wordt. Ook kijkt *Team 4* of cliënten die al in de standaardroutes zijn opgenomen, dichtbij wonen en indien dit het geval is (en indien dit mogelijk is qua behoefte zorg), wordt de nieuwe cliënt naast de bestaande, dichtbij wonende cliënt, in de route toegevoegd.

2.6. Conclusie huidige situatie

De wijkverpleegkundige indiceert hoeveel zorg de cliënt wanneer nodig heeft. Vervolgens komt dit in de cliëntagenda te staan, waarna de planner een cliëntplanning op kan stellen. De cliëntplanning wordt dan opgesteld op basis van de wenstijden, marges en reistijden. Wanneer de cliëntplanning bekend is, kunnen er medewerkers aan diensten worden toegekend. Dan is ook het rooster bekend. De manier van het maken van dit rooster verschilt op dit moment per team. Zo maakt het ene team bijvoorbeeld gebruik van een basisrooster, terwijl het andere team elke week opnieuw een rooster opstelt.

3. Literatuur

Dit hoofdstuk geeft in paragraaf 3.1 het theoretisch kader aan de hand van de beantwoording van de deelvraag: “Welke strategieën en heuristieken geeft de literatuur aan de hand waarvan een goede roostering in de wijkverpleging kan worden opgesteld?”. In paragraaf 3.2 staat welke aspecten uit de cao voor verzorgings-, verplegingshuizen en thuiszorg met betrekking tot de planning en roostering wel en niet mee worden genomen in dit onderzoek.

3.1. Strategieën en heuristieken voor de roostering

Deelvraag 2 luidt: “Welke strategieën en heuristieken geeft de literatuur aan de hand waarvan een goede roostering in de wijkverpleging kan worden opgesteld?” Hieronder volgt het theoretisch kader aan de hand van de beantwoording van deze deelvraag.

3.1.1. Inleiding

Ondanks dat de taak van het plannen en het roosteren van de wijkverpleging zeer ingewikkeld is, wordt dit vaak nog handmatig gedaan (Fikar & Hirsch, 2016, p. 87). In artikelen waarin wordt beschreven hoe de planning automatisch wordt geregeld, wordt er gebruik gemaakt van wiskundige probleemformuleringen, die vervolgens met optimalisatie softwarepakketten worden opgelost (Fikar & Hirsch, 2016, p. 91). Voorbeelden hiervan zijn CPLEX en Xpress. Gebruikte probleemstellingen, data om de problemen op te lossen en oplossingsmethoden verschillen per bekeken artikel. Dit betekent tevens dat er geen algemeen aanvaardbare methode bestaat om de planning en de roostering binnen de wijkverpleging te automatiseren. Het artikel van Fikar & Hirsch maakt wel onderscheid tussen problemen binnen de wijkverpleging voor slechts één periode (zoals één dag) en problemen binnen de wijkverpleging voor meerdere perioden. De planningsmethode voor meerdere perioden is vaak ingewikkelder, omdat dit een breed scala aan uitdagende factoren bevat. Zo kunnen hierin verschillende verpleegsters verschillende werkdagen hebben en kunnen er meerdere aanvragen van dezelfde cliënten plaatsvinden (Fikar & Hirsch, 2016, p. 91). Het onderzoek richt zich op plannen/roosteren op operationeel niveau, wat inhoudt dat er voor meerdere dagen geroosterd moet worden. In de beantwoording van deze deelvraag wordt dan ook ingegaan op het roosteren voor meerdere dagen.

3.1.2. Roosteringsmethode 1 (Laesanklang & Landa-Silva, 2016)

Als eerste bespreken we de methode die omschreven is in het artikel van Laesanklang & Landa-Silva. Zij noemen hoe plannings- en roosteringsproblemen in de wijkverpleging kunnen worden opgelost gebruik makende van “mixed integer” lineair programmeren en verscheidene heuristieken (Laesanklang & Landa-Silva, 2016, p. 93). “Mixed integer” lineair programmeren houdt in dat er gebruik wordt gemaakt van een lineair programmeringsmodel waarbij sommige waardes enkel geheeltallige waarden aan mogen nemen (Frontline Systems, 2018).

De waardefunctie minimaliseert vervolgens de kosten. Het betreft hier de som van de volgende kosten: monetaire kosten, boetes voor het overtreden van bepaalde voorwaarden en boetes voor het niet realiseren van bepaalde voorkeuren (Laesanklang & Landa-Silva, 2016, p. 97). Aan de hand van de voorkeuren van de industriële partner zijn deze kosten gebalanceerd, gebruik makende van de verschillende prioriteitsniveaus λ_1 , λ_2 , λ_3 en λ_4 . De waardes van λ_1 , λ_2 , λ_3 en λ_4 worden bepaald aan de hand van aspecten die de opdrachtgever noemt met betrekking tot het leveren van een oplossing van hoge

kwaliteit. De doelfunctie ziet er dus als volgt uit: λ_1 * monetaire kosten + λ_2 * boetes voor het niet realiseren van bepaalde voorkeuren + λ_3 * boetes voor het overtreden van bepaalde voorwaarden + λ_4 * het totaal aantal ontevreden opdrachten voor alle taken. Indien een taak door 3 werknemers zou moeten worden volbracht en er slechts 2 werknemers op zijn ingeroosterd, neemt het aantal ontevreden opdrachten met 1 toe.

Vervolgens wordt dit lineaire programmeringsprobleem opgelost. De tijd waarin dit model wordt opgelost is erg groot, maar heuristische algoritmes kunnen deze rekentijd van dit gehele probleem verkleinen door het probleem op te splitsen in verschillende kleinere problemen (Laesanklang & Landa-Silva, 2016, p. 98). Wanneer deze problemen met (veel) meer data moeten worden opgelost, kan dit niet gedaan worden door zogenoemde “MIP-solvers”. Er moet dan eerst gebruik gemaakt worden van decompositietechnieken om het probleem in kleinere problemen op te delen, waarna “MIP-solvers” kunnen worden toegepast.

De “RDCR”-decompositiemethode is de beste methode gebleken volgens dit artikel. “RDCR” staat voor “Repeated Decomposition and Conflict Repair” en hierbij wordt een toekenningsmethode iteratief herhaald totdat alle taken zijn toegewezen. Deze methode scoorde het beste op zowel oplossingskwaliteit als de efficiëntie in de berekening van de beste oplossing.

De methode omschreven in dit artikel is getest voor 42 gevallen. Voor 27 van de 42 gevallen werd een optimale oplossing gevonden. De geteste gevallen omvatten verschillende groottes van instanties; het aantal werknemers varieert van 19 tot 1077. De meeste optimale oplossingen werden gevonden door gebruik te maken van “RDCR”-methode, welke rekentijden verschillend van 0,11 tot 25,5 seconden met zich meebracht.

Andere bronnen geven andere modellen. Hieronder bespreken we de verschillen en overeenkomsten die andere bronnen geven ten opzichte van het zojuist besproken model.

3.1.3. Roosteringsmethode 2 (Trautsamwieser & Hirsch, 2014)

Trautsamwieser en Hirsch bespreken de zogenoemde “branch-price-and-cut”-methode (Trautsamwieser & Hirsch, 2014). Het probleem dat zij in hun artikel geven is het volgende: Gegeven een planningshorizon van 1 week, vind een werkrooster voor elke verpleegster zodat alle cliënten gedurende deze periode zo vaak bezocht worden als nodig, waarbij deze bezoeken gepleegd moeten worden door de verpleegsters met de nodige vaardigheden en een maximum aan werkuren en pauzes, per dag, wordt gehanteerd. De waardefunctie die hierbij wordt gebruikt is het minimaliseren van de totale werktijd van de verpleegsters (Trautsamwieser & Hirsch, 2014). In tegenstelling tot het vorige artikel wordt er in dit mathematische model rekening gehouden met de rust- en pauzetijden van de verpleegsters.

Het model, beschreven door Trautsamwieser & Hirsch, geeft een uitkomst in de vorm van een haalbare tour r voor verpleegster k op dag t met een werktijd van c_r^{kt} , die gelijk is aan de som van de reis-, werktijden en dienstduur gedurende de dag. Zij stellen een zogenoemd “Master Problem” op, aan de hand waarvan een haalbare planning voor de hele week wordt afgeleid. Hier is de waardefunctie gelijk aan de waardefunctie in het originele model, behalve dat de kosten van de onbezochte taken ook worden meegenomen. Na het oplossen van het “Master Problem” met een aanvankelijke set van kolommen,

worden de duale variabelen gebruikt om nieuwe potentiële kolommen voor het “Master Problem” te bepalen. Deze procedure wordt vervolgens herhaald totdat er geen kolommen meer gevonden kunnen worden in het sub-probleem. Om het lineaire programmeringsprobleem op te lossen, wordt er gebruik gemaakt van het programma CPLEX 12.4.

De methode omschreven in dit artikel kon gebruikt worden voor instanties met een grootte van 9 verpleegsters en 45 cliënten, waarbij 203 taken per week plaatsvonden. De rekentijd hiervoor was 1 uur. Voor grotere instanties, met een grootte tot 12 verpleegsters en 60 cliënten (waarbij 255 taken per week plaatsvonden) werden eveneens goede haalbare oplossingen gevonden. Of deze oplossingen optimaal waren, wordt niet verteld. Voor nog grotere instanties kan deze methode goede ondergrenzen vinden in korte rekentijden (rekentijden met een maximum van 1 uur). Wanneer gestart werd met een goede bovengrens, werden voor alle instanties de problemen optimaal opgelost. Bij kleinere instanties (bijvoorbeeld met 6 verpleegsters, 30 cliënten en aantal taken variërend van 98 tot 130) werden ook optimale oplossingen gevonden zonder gebruik te maken van een bovengrens. Bij de grotere instanties – bijvoorbeeld met 9 verpleegsters en 45 cliënten – kon er maar bij 8 van de 10 instanties een optimale oplossing worden gevonden wanneer er geen gebruik gemaakt werd van een bovengrens (Trautsamwieser & Hirsch, 2014, p. 158).

3.1.4. Roosteringsmethode 3 (uit het artikel van Liu, Jiang & Yuan)

Het artikel van Liu, Jiang en Yuan maakt, net als het artikel van Trautsamwieser en Hirsch, gebruik van een “branch-and-price”-algoritme om het roosteringsprobleem op te lossen (Liu, Jiang & Yuan, 2015). Hierbij worden de cliënten en de verpleegsters beide opgedeeld in verschillende types. Verpleegsters worden opgedeeld in verschillende types aan de hand van hun eigen vaardigheden en de cliënten worden opgedeeld aan de hand van de vaardigheden die nodig zijn voor de taken die bij hen uitgevoerd moeten worden. In de waardefunctie worden vervolgens de kosten geminimaliseerd. De kosten bestaan uit de volgende vier kostenposten: reiskosten, vaste kosten, servicekosten en boetekosten voor het te laat aankomen bij de klant.

Vervolgens wordt er gebruik gemaakt van de Dantzig-Wolfe decompositiemethode om het originele probleem in een masterprobleem en een “Pricing Sub”-probleem op te splitsen. Het gebruik maken van deze decompositiemethode zorgt ervoor dat de rekentijd van het mathematische model wordt verkleind (Srinivasan, 2010). Tot slot wordt er een kolom generatiemethode gebruikt om de relaxatie van het probleem op te lossen. Gebruik makende van CPLEX wordt het masterprobleem opgelost. Om het “Pricing Sub”-probleem op te lossen, wordt gebruik gemaakt van verschillende algoritmes.

Om deze roostermethode te testen, zijn er drie verschillende situaties gecreëerd, waarbij berekeningen worden uitgevoerd voor zowel 25 als 50 cliënten. Deze drie situaties verschillen door hun geografische spreiding van cliënten (Liu, Jiang & Yuan, 2015, p. 7459). De rekentijd van de situaties met 25 cliënten was gemiddeld 1007,2 seconden en voor de situaties met 50 cliënten was dit gemiddeld 6988,4 seconden. De oplossing die is verkregen met de in het artikel beschreven methode wijkt slechts minimaal af van de uitkomst verkregen met stochastische simulatie. Op basis daarvan baseert het artikel de conclusie dat deze methode een bruikbare uitkomst geeft.

3.1.5. Roosteringsmethode 4 (uit het artikel van Nickel, Schröder en Steeg)

In het artikel geschreven door Nickel, Schröder en Steeg wordt een andere methode geschetst waarmee gezocht wordt naar een optimale wekelijkse planning. De waardefunctie bestaat hier uit een gewogen gemiddelde van de volgende vier variabelen:

1. Het aantal niet-ingeplande afspraken;
2. Een boete voor de zogenoemde cliënt-verpleegkundige loyaliteitsstraf. Dit betreft een boete die wordt gegeven wanneer te veel verschillende verpleegkundigen een cliënt bezoeken, waardoor de cliënt geen persoonlijke band kan vormen met de verpleegkundige(n);
3. Kosten voor overuren;
4. De afstand afgelegd door alle verpleegkundigen, gedurende alle shiften (Nickel, Schröder & Steeg, 2011, p. 576).

Deze waardefunctie wordt vervolgens geminimaliseerd. Hierna wordt een oplossing bepaald gebruik makende van “constraint programming”-heuristieken. Dit geeft binnen een korte tijd een haalbare oplossing. Om deze oplossing te verbeteren, wordt er vervolgens gebruik gemaakt van “adaptive large neighborhood search” (ALNS).

Ook wordt het “master schedule problem” (MSP) gebruikt. Hierbij wordt er een optimaal rooster gemaakt voor de huidige cliëntpopulatie. Het aantal tours wordt hierin geminimaliseerd, zodat alle taken nog uitgevoerd kunnen worden. Eén tour heeft één verpleegster nodig en daardoor minimaliseert deze route het benodigde aantal verpleegsters. De restricties aan dit model zijn soortgelijk als die bij het zojuist gegeven model, met de aanvulling van een maximale tourlengte en de restrictie dat elke tour maar één kwalificatieniveau kan hebben, waardoor elke tour door één verpleegster kan worden uitgevoerd.

Bij het operationele planningsproces moet er ook nog rekening worden gehouden met laatste-moment veranderingen. Er wordt hier alleen rekening gehouden met een verandering waarbij een nieuwe cliënt aan het rooster moet worden toegevoegd, omdat dit de meest cruciale factor is die het rooster kan beïnvloeden. De kwaliteit van het rooster wordt gemeten aan de hand van de consistentie in starttijden. Hiermee bedoelen we het aantal keren dat de starttijden op verschillende dagen gelijk zijn. Dit omdat er aangetoond is dat cliënten liever consistentie hebben in starttijden dan in verpleegsters. Er wordt een methode van twee stappen aangereikt om dit probleem op te lossen: Allereerst wordt een nieuwe patiënt in de beste heuristische positie toegevoegd om snel een haalbare oplossing te krijgen, waarna een “tabu”-zoekheuristiek deze oplossing verbetert (Nickel, Schröder & Steeg, 2011, p. 580).

Voor dit model zijn ook experimenten met data uit de praktijk uitgevoerd. Er zijn hiervoor twee verschillende datasets gebruikt. De eerste dataset is gevormd door 287 taken (waarvan 53 verschillende) die in 7 dagen door 11 verpleegsters uitgevoerd moeten worden. De tweede dataset is gevormd door 361 taken (waarvan 95 verschillende) die in 7 dagen door 12 verpleegsters uitgevoerd moeten worden. De verkregen roosters worden vervolgens vergeleken met de roosters die handmatig zijn gemaakt, maar er wordt in het artikel niks gezegd over de kwaliteit van de verkregen roosters. De rekentijden voor de roosters zijn respectievelijk 6,7 seconden bij de eerste dataset en 19,5 seconden bij de tweede dataset.

3.1.6. Roosteringsmethode 5 (uit het artikel van Cappanera et al.)

Tot slot bespreken Cappanera, Grazia Scutellà, Matta, Şahin & Yalçındağ in hun artikel verschillende methoden om de roostering binnen de thuiszorg te automatiseren. Echter leiden niet alle besproken methoden (uit dit artikel) tot een haalbare oplossing (Cappanera et al., 2016, p. 25). De besproken

oplossingen die wel leiden tot een haalbare oplossing zijn vergelijkbaar met de eerder besproken oplossingen en daarom wordt daar niet verder op in gegaan. Dit artikel analyseert 34 instanties, waarvan:

- 10 kleinschalige instanties met 60 cliënten en 4 verpleegsters;
- 10 middelgrote instanties met 100 cliënten en 7 verpleegsters;
- 10 grote instanties met 200 cliënten en 10 verpleegsters;
- 2 grote instanties met 250 cliënten en 13 verpleegsters;
- 2 grote instanties met 300 cliënten en 16 verpleegsters.

De methode die de beste oplossing gaf uit de experimenten van deze 34 instanties kende een rekentijd van onder de 116,1 seconden, voor de meeste instanties met een optimaliteitsverschil (verschil in minimale kosten tussen wanneer gebruik wordt gemaakt van deze roosteringsmethode en in de optimale situatie) bijna altijd minder dan 0,84%.

3.1.7. Conclusie theoretisch kader

Het operationele roosteringsprobleem binnen de wijkverpleging kan op verschillende manieren worden opgelost. Elke besproken methode maakt gebruik van een (lineair) programmeringsprobleem met restricties. De waardefunctie verschilt vervolgens wel voor elk model. Zo wordt een aantal keer de kosten geminimaliseerd, terwijl in een ander model de totale werktijd van de verpleegsters geminimaliseerd wordt. De restricties die gebruikt worden, verschillen eveneens per model. Dit ondanks dat een aantal restricties uit de verschillende modellen overeenkomt. De meest gebruikte methode om het model vervolgens op te lossen, is door het model op te splitsen in een masterprobleem en een sub-probleem. Hierna kunnen verschillende decompositieheuristieken worden gebruikt om de oplossing van het probleem te verbeteren. Tot slot wordt er een aantal verschillende computerprogramma's genoemd waarmee (geheeltallige) programmeringsproblemen kunnen worden opgelost, waaronder voornamelijk CPLEX. Veel van de gebruikte datasets zijn vergelijkbaar met die van de verschillende onderzochte teams van CarintReggeland in *Wijk X*. Deze teams bestaan namelijk uit zeven tot twaalf verpleegsters. De planners en roosteraars hebben aangegeven 1 tot 8 uur per week bezig te zijn met plannen en roosteren. De hierboven genoemde rekentijden van meestal maximaal 1 uur lijken acceptabel, maar er moet verder onderzoek gedaan worden naar de ontvankelijkheid van deze rekentijden. Het gegeven probleem zou dus opgelost kunnen worden, gebruik makende van een (lineair) programmeringsmodel, waarbij verschillende onderdelen uit verschillende modellen uit de literatuur zijn genomen.

3.2. Eisen cao-vvt regeling en arbeidstijdenwet

Deelvraag 3a luidt: "Wat zijn de eisen waar in de planning/roostering rekening mee moet worden gehouden, volgens de cao-vvt regelgeving en de arbeidstijdenwet?" Hieronder volgt de beantwoording van deze deelvraag.

Zoals in het kwaliteitsdocument van CarintReggeland over werktijden staat, wordt het kader van wat wel en niet is toegestaan op het gebied van arbeidsduur en werktijden gevormd door de cao-vvt. De afkorting cao-vvt staat voor de collectieve arbeidsovereenkomst voor de verpleeg-, verzorgingshuizen en thuiszorg. Deze arbeidsovereenkomst omvat veel verschillende facetten, zoals: beloning, arbeidsduur en werktijden (ActiZ, 2016). De roostering van CarintReggeland moet in overeenstemming zijn met deze arbeidsovereenkomst. Het is dan ook te verantwoorden dat we deze cao als leidraad nemen bij het analyseren van de regelgeving met betrekking tot werktijden. CarintReggeland heeft aan sommige

aspecten een eigen invulling gegeven (Maneschijn & Oude Geerdink, 2018). Deze aspecten benoemen we ook in dit hoofdstuk.

Deze deelvraag beantwoorden we aan de hand van de regelgevingen uit de cao-vvt en vullen we aan met regelgevingen beschreven in de Arbeidstijdenwet. In de Arbeidstijdenwet staat beschreven hoe lang een werknemer per dag en per week mag werken en wanneer hij/zij recht heeft op pauze en/of rusttijd (Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid, 2010, p. 3). De volledige beantwoording van deze deelvraag is terug te vinden in bijlage 2. Hieronder wordt een opsomming gegeven van de eisen waarmee rekening moet worden gehouden in de operationele roostering. We houden in ons onderzoek namelijk niet met alle eisen die in de beantwoording van deze deelvraag zijn weergegeven, rekening. Dit omdat sommige eisen buiten de scope van het onderzoek vallen (zoals eisen met betrekking tot intramurale thuiszorg), sommige niet relevant zijn voor de operationele roostering (zoals eisen met betrekking tot een beperkt aantal nachtdiensten per 16 weken) en een aantal worden weggelaten om de complexiteit van het model te beperken (zoals eisen met betrekking tot bijzondere soorten verlof, bijvoorbeeld ouderschapsverlof).

3.2.1. Eisen die mee worden genomen in het onderzoek

De eisen waar in dit onderzoek rekening mee wordt gehouden, zijn als volgt:

1. Een dienst mag maximaal tien uur duren, tenzij er een incidentele wijziging plaatsvindt. Dan mag de werkgever de werknemer vragen maximaal twaalf uur te werken.
2. Elke medewerker heeft recht op 1 pauze van een kwartier per ochtend, middag, avond of nacht.
 - a. Tabel 3.1 geeft de normen die hanteert CarintReggeland hanteert wat betreft pauzes.

Tabel 3.1: Normen voor pauzes binnen CarintReggeland (Maneschijn & Oude Geerdink)

Pauze	Norm binnen CarintReggeland
Arbeidstijd langer dan 5,5 uur	Minimaal 30 minuten of eventueel 2 x 15 minuten pauze
Arbeidstijd langer dan 10 uur	Minimaal 45 minuten en eventueel 3 x 15 minuten

3. Bij dag- en nachtdiensten die eindigen vóór 02.00 uur mag er na de dienst 11 aaneengesloten uren niet gewerkt worden.

3.2.2. Beperkingen

In het onderzoek nemen we een aantal punten niet mee, hoofdzakelijk om de complexiteit van het onderzoek te beperken. Indien er een andere reden is voor het niet meenemen van een regelgeving wordt deze hieronder tevens vermeld:

1. Met de leeftijd van de werknemers houden we geen rekening in het model. Zo gelden niet alle genoemde regels voor werknemers onder de 18 jaar en mogen werknemers van 55 jaar of ouder niet ingeroosterd worden tussen 23:00 en 07:00 uur, tenzij hij/zij aangegeven heeft hier geen bezwaar te hebben.
2. Regels met betrekking tot rusttijden op lange termijn worden niet meegenomen. Een voorbeeld van zo'n dergelijke regel is de regel dat elke werknemer heeft recht op een onafgebroken rusttijd in elke aaneengesloten periode van 7 keer 24 uur, van tenminste 26 uur en meer rusttijden bij periodes van 9 keer 24 uur.
3. Regels met betrekking tot nachtdiensten worden niet meegenomen in het onderzoek, aangezien de nachtdiensten worden gedraaid door een speciaal team en dus niet door de teams die wij hebben onderzocht. Regels met betrekking tot nachtdiensten zijn bijvoorbeeld: Er mogen

maximaal 5 achtereenvolgende nachtdiensten worden gedraaid, tenzij er met de werkgever een overeenkomst is gesloten om meer nachtdiensten te werken (het maximum is dan 7 achtereenvolgende nachtdiensten).

4. De regel dat het aantal uren overwerk niet meer mag zijn dan 10% van de arbeidsduur gemeten over een periode van vier maanden wordt niet meegenomen in het onderzoek.
5. Afwijkende regels voor werknemers met onbetaald verlof – of werknemers die tevens mantelzorgers zijn – worden niet meegenomen in het onderzoek.
6. Regels met betrekking tot de vakantieplanning worden eveneens niet meegenomen in het onderzoek.
7. Voor diensten in het weekend zijn sommige regels enigszins anders dan voor diensten op maandag, woensdag, donderdag en vrijdag. Ook omdat deze regelgeving slechts minimaal verschilt met die voor de regelgeving op werkdagen wordt dit niet meegenomen in het model.
8. Regels met betrekking tot bereikbaarheidsdiensten eveneens worden niet meegenomen, aangezien de bereikbaarheidsdiensten niet binnen mijn onderzoekscope vallen.

3.2.3. Conclusie eisen cao-vvt regeling en arbeidstijdenwet

In de cao voor de sector ‘verpleeg, verzorgingshuizen en thuiszorg’ staan veel verschillende regels met betrekking tot onder andere arbeidsduur en werktijden. In de Arbeidstijdenwet staat beschreven hoe lang een werknemer per dag en per week mag werken en wanneer hij/zij recht heeft op pauze en/of rusttijd. CarintReggeland zal zich aan elke eis uit de cao-vvt en de Arbeidstijdenwet moeten houden. Echter wordt niet met alle eisen die in de beantwoording van deze deelvraag zijn weergegeven, rekening gehouden in dit onderzoek. Dit omdat sommige eisen buiten de scope van het onderzoek vallen, sommige zijn niet relevant voor de operationele roostering en een aantal worden weggelaten om de complexiteit van het model te beperken.

4. Input model

Dit hoofdstuk geeft aan welke input, naast de eisen uit de cao-vvt deelvraag, we meenemen in het opstellen van de roostersleutel. Paragraaf 4.1 geeft de eisen met betrekking tot het werkaanbod dat de verschillende teams te bieden hebben, uitgedrukt in uren netto capaciteit per jaar. Paragraaf 4.2 geeft de eisen met betrekking tot de hoeveelheid tijd die elke mogelijke taak, die verpleegsters moeten kunnen uitvoeren, in beslag neemt, inclusief de frequentie waarmee deze per week moet worden uitgevoerd. Paragraaf 4.3 geeft de eisen omtrent de voorkeuren van de werknemers binnen de onderzochte teams met betrekking tot de roostering. Tot slot schetsen we in paragraaf 4.4 de conclusie van dit hoofdstuk.

4.1. Werkaanbod Wijk X

Deze paragraaf geeft een antwoord op de deelvraag: “Wat zijn de eisen waar in de planning/roostering rekening mee moet worden gehouden, gegeven het werkaanbod dat de verschillende teams in de Wijk X te bieden hebben, uitgedrukt in uren netto capaciteit?”

De Wijk X is opgesplitst in acht teams. Hiervan worden de volgende vier teams onderzocht: *Team 1*, *Team 2*, *Team 3* en *Team 4*, genoemd naar de wijken binnen Wijk X waarin zij opereren. Deze teams bestaan uit 7 tot 12 teamleden.

De netto contracturen berekenen we aan de hand van de volgende formule: “Netto contracturen = contracturen per week * 52 – vakantierecht – compensatie-uren 2017 – verlof voorgaande jaren – ziekteverzuim – organisatietijd – opleidingstijd – reistijd – uren detachering naar andere locatie”. De compensatie-uren uit 2017 zijn de uren die de desbetreffende medewerker te veel (indien er sprake is van een positief aantal compensatie-uren) of te weinig (indien er sprake is van een negatief aantal compensatie-uren) heeft gewerkt, in vergelijking tot het contract dat de medewerker had. Het vakantierecht, de compensatie-uren van 2017, het verlof van de voorgaande jaren en de uren detachering naar een andere locatie zijn bij de organisatie bekend. Voor de bepaling van het ziekteverzuim, de organisatietijd, opleidingstijd en reistijd is een bepaald percentage gepakt van 52 * contracturen per week. De gebruikte percentages zijn gelijk aan die die CarintReggeland als richtlijn hanteert en deze zijn voor ziekteverzuim, organisatietijd, opleidingstijd en reistijd respectievelijk: 6%, 10%, 2% en 6%.

Omdat we ons in deze opdracht beperken tot het maken van een rooster voor één week en ervan uitgaan dat iedereen alleen inzetbaar is op de eigen locatie berekenen we de zorguren waarvoor de medewerkers in het rooster voor een week ingezet kunnen worden als volgt: $(1 - \text{percentage organisatietijd} - \text{percentage opleidingstijd}) * \text{contracturen}$.

Een kanttekening die we hierbij maken, is dat wijkverpleegkundigen maar 50% van de netto contracttijd inzetbaar zijn voor diensten. De andere 50% van de netto contracttijd gebruiken zij voor het bijhouden van cliëntdossiers en het indiceren van taken. Wijkverpleegkundigen hoeven dus slechts de helft van de tijd cliëntgerichte taken te volbrengen. Wanneer een medewerker als wijkverpleegkundige werkt, bepalen we de zorguren dus als volgt: $0,5 * (1 - \text{percentage organisatietijd} - \text{percentage opleidingstijd}) * \text{contracturen}$.

4.2. Tijdsduur van taken

Deze paragraaf geeft antwoord op de deelvraag: “Wat zijn de eisen waar in de planning/roostering rekening mee moet worden gehouden, gegeven de hoeveelheid tijd die de meest voorkomende taken, die verpleegsters moeten kunnen uitvoeren, in beslag neemt, inclusief de frequentie waarmee deze per week moet worden uitgevoerd?”

Er zijn veel verschillende taken die uitgevoerd kunnen worden. Sommige taken hebben een andere bevoegdheid/ bekwaamheid nodig dan andere taken. Allereerst zullen we het verschil tussen bevoegd en bekwaam in de gezondheidszorg uitleggen. Bij een aantal risicovolle handelingen geldt dat een verzorgende zowel bevoegd als bekwaam moet zijn om deze uit te mogen voeren. Als een verzorgende bevoegd is, betekent dit dat deze verzorgende de benodigde papieren heeft om deze handeling uit te voeren. Hij of zij staat dan geregistreerd in het zogenoemde BIG-register. Als een verzorgende bekwaam is, betekent dit dat de verzorgende bevoegd is én dat hij/ zij de handeling goed uit kan voeren. Een verzorgende kan zelf bepalen of hij/ zij bekwaam is; hij/zij moet voor zichzelf kunnen bepalen of hij/zij de handeling wel of niet correct uit kan voeren. Er geldt echter één strikte regel: wanneer een verzorgende een handeling langer dan 5 jaar niet meer heeft verricht, is deze persoon niet meer bekwaam ('Infoly', 2014).

Om de complexiteit van het model te beperken, willen we alleen werken met bevoegdheden. Wanneer we dan een bepaald rooster hebben verkregen, kan deze door de planners of roosteraars nog worden aangepast, mochten medewerkers zich niet bekwaam voelen voor een bepaalde handeling waarvoor ze zijn ingedeeld.

De verschillende taken zoals deze in het systeem van CarintReggeland worden gecodeerd, staan in bijlage 3. Dit betekent echter niet dat al deze taken van toepassing zijn op de extramurale thuiszorg. Omdat de vraag in de wijkverpleging erg fluctueert, is er geen vaste lijst van taken te geven welke taken elke week moeten worden uitgevoerd.

De gemiddelde tijd en benodigde bevoegdheid voor een bepaalde taak liggen ook niet vast. Dit wil bijvoorbeeld zeggen dat bij een cliënt eenzelfde taak een andere tijdsduur in beslag kan nemen dan bij een andere cliënt en dat een verzorgende een bepaalde taak wel bij de ene cliënt uit mag voeren, terwijl hij/ zij deze taak niet bij een andere cliënt uit mag voeren. Tot slot zijn alle taken anders; zo verschilt bijvoorbeeld de wondzorg van de ene wond, van de wondzorg van een andere wond. Per wond verschilt het of een bepaalde verzorgende deze wondzorg wel of niet uit mag voeren en wat de bijbehorende tijdsduur is. Dit alles maakt het probleem erg complex. Het indiceren van de tijden van verschillende activiteiten behoort echter niet tot de taken van een planner en/of roosteraar. De wijkverpleegkundige geeft een indicatie voor de tijd voor alle activiteiten die voor de week erna gepland staan. Vervolgens maken de planners en roosteraars de cliëntplanning en het rooster. In een activiteit kunnen meerdere taken gepland staan. Zo kunnen – bijvoorbeeld – de volgende taken in een activiteit gepland staan: persoonlijke hygiëne, medicatietoediening en voeding, beleid/balans (met een totale tijdsduur van 40 minuten).

Hiernaast moeten we natuurlijk weten welke cliënt wanneer geholpen moet worden. De cliënt mag voor elke taak een voorkeurstijd aangeven, waaraan een marge zit verbonden. Deze marge wordt afgesproken tussen de verzorgers en de cliënt.

4.3. Voorkeuren werknemers *Wijk X*

Deze paragraaf geeft antwoord op de deelvraag: “Wat zijn de eisen waar in de planning/roostering rekening mee moet worden gehouden, gegeven de voorkeuren van de werknemers binnen de teams uit de *Wijk X* met betrekking tot het rooster?”

De verschillende wijken die we bekijken, hanteren verschillende aantallen van dag(del)en die vrij gevraagd mogen worden. Zo mogen de verzorgenden uit een team bijvoorbeeld een vrije avond opgeven, terwijl de verzorgenden uit een ander team twee vrije dagdelen mogen opgeven. De overkoepelende regelgeving van CarintReggeland stelt dat alle medewerkers aanspraak moeten kunnen maken op minimaal 2 vaste vrije dagdelen per week (Maneschijn & Oude Geerdink, 2018).

De voorkeuren van de verschillende medewerkers zijn niet in het systeem beschikbaar. Deze zijn slechts bekend bij de planners van het desbetreffende team. Zo heeft *Team 1* bijvoorbeeld als regelgeving dat medewerkers 1 avond aan mogen geven waarop ze graag vrij zouden willen zijn, ongeacht de contractgrootte. Verder mogen er voor de vakantieverdeling maximaal 2 werknemers tegelijkertijd op vakantie. Dit terwijl bij *Team 2* medewerkers onbeperkte voorkeuren van dag(del)en mogen aangeven waarin ze structureel vrij willen zijn, ongeacht de contractgrootte.

Tot slot moet er nog worden opgemerkt dat het aantal dag(del)en dat vrij gevraagd mag worden vaak niet gelijk is aan het aantal dag(del)en dat werkelijk vrij gevraagd en vrij geroosterd wordt. Voor sommige teams is dit aantal groter, voor sommige kleiner.

4.4. Conclusie input model

Van elke medewerker zijn de contracturen en de functie nodig om de netto contracturen te kunnen berekenen. Met de netto contracturen bedoelen we de uren waarvoor hij in het rooster ingepland mag worden om zorg te kunnen leveren. Hiernaast is de bevoegdheid en tijdsduur voor elke taak nodig om een planning te kunnen maken. De tijdsduur verschilt per cliënt per taak; hetzelfde geldt voor de bevoegdheid. Hiernaast moeten we natuurlijk weten welke taken van welke cliënt op welk tijdstip en welke dag moeten worden uitgevoerd, met welk marge. Tot slot moeten we weten wanneer de verschillende medewerkers beschikbaar zijn om ingeroosterd te kunnen worden.

5. Ontwerp van de oplossing

In dit hoofdstuk staat het ontwerp van de oplossing. Paragraaf 5.1 geeft het lineair programmeringsmodel dat we allereerst opgesteld hebben. Het ontwerp hiervan hebben we gebaseerd op de informatie die we eerder in dit rapport hebben genoemd. Hiernaast hebben we het theoretisch perspectief gebruikt om de waardefunctie en bepaalde restricties te modelleren. Wanneer we de methode van modelleren van een bepaalde restrictie gebaseerd hebben op een methode uit de literatuur, hebben we dit vermeld bij de respectievelijke restrictie. Omdat dit model voor ons helaas niet oplosbaar was, hebben we een (prototype van een) tool gebouwd waarbij we gebruik maken van een constructieheuristiek die we toelichten in paragraaf 5.2. In paragraaf 5.3 laten we de benodigde input voor deze tool zien en lichten we dit toe. Tot slot schetsen we in paragraaf 5.4 een conclusie van dit hoofdstuk. In het volgende hoofdstuk (hoofdstuk 6) zullen we de uitkomsten van de tool vergelijken met die van de originele roosters, op basis van verschillende 'key performance indicators'.

5.1. Verkennen mogelijkheden lineair programmeringsmodel

Op basis van het theoretisch kader (uit paragraaf 3.1) hebben wij ervoor gekozen om voor het ontwerp van de oplossing een lineair programmeringsmodel op te stellen. In deze paragraaf bespreken we ons lineair programmeringsmodel. In subparagraaf 5.1.1 introduceren we de indices, parameters en variabelen die we in het lineair programmeringsmodel gebruiken. In subparagraaf 5.1.2 geven we vervolgens de restricties die we in dit model gebruiken, waarna we in subparagraaf 5.1.3 de doelfunctie geven en toelichten. Dit lineair programmeringsmodel was voor ons helaas niet oplosbaar en daarom geven in de volgende paragraaf (paragraaf 5.2) de heuristiek die wij wel gebruiken in het uiteindelijke ontwerp van de oplossing.

5.1.1. Indices, parameters en variabelen

Voor de oplossing is allereerst een wiskundig model opgesteld, op eenzelfde manier als beschreven in het vorige hoofdstuk.

De gebruikte indices staan in tabel 5.1.

Tabel 5.1: Gebruikte indices

i, j	Afspraaknummer (waarbij de set van afspraken wordt gevormd door I) en afspraak i wordt gevolgd door afspraak j (welke set van afspraken wordt gevormd door I).
k	Het nummer van de medewerker (waarbij de set van medewerkers gevormd wordt door K).
t	De dag, waarbij de set van dagen gevormd wordt door T en $T = \{1, 2, \dots, 7\}$.

De parameters die we per cliënt gebruiken, staan in tabel 5.2

Tabel 5.2: Gebruikte parameters per cliënt

c_i	Het nummer van de cliënt waarvoor afspraak i bedoeld is (waarbij de set van cliënten wordt gevormd door C). L_c is de set van taken van cliënt c .
k_c	De gekoppelde medewerker (eerstverantwoordelijke verzorgende) van cliënt c .

De parameters die we per medewerker gebruiken, staan in tabel 5.3.

Tabel 5.3: Gebruikte parameters per medewerker

g_k	De contracttijd van werknemer k
h_k	De maximale zorgtijd van werknemer k . Deze wordt berekend door g_k te vermenigvuldigen met een nader te bepalen factor. Zo wordt van de contracttijd de onderwijstijd en de reistijd van de startlocatie naar de eerste cliënt en van de laatste cliënt naar de eindlocatie om zo de tijd te kunnen bepalen dat de werknemer ingepland kan worden aan zorguren.
$V_{k,t,n}$	$V_{k,t,1} = 1$ als medewerker k beschikbaar is in de ochtend (van 07:30 tot 12:00) op dag t ; 0 anders $V_{k,t,2} = 1$ als medewerker k beschikbaar is in de middag (van 12:00 tot 17:00) op dag t ; 0 anders $V_{k,t,3} = 1$ als medewerker k beschikbaar is in de avond (van 17:00 tot 23:00) op dag t ; 0 anders
M_k	Het gedeelte van de contracturen dat medewerker k naar verwachting zal moeten werken, gedurende de hele week.
W_k	Het gedeelte van de contracturen dat medewerker k naar verwachting in de weekenden zal moeten werken.
d_k	De startlocatie van werknemer k (thuisadres)
d'_k	De eindlocatie van werknemer k (thuisadres)

De parameters die we per afspraak gebruiken, staan in tabel 5.4.

Tabel 5.4: Gebruikte parameters per afspraak

r_i	Het aantal medewerkers nodig om afspraak i te volbrengen				
l_i	De locatie van afspraak i				
λ_i	De ingeschatte tijdsduur van afspraak i , in minuten				
$V_{b,i}$	Het begin van het tijdsvenster waarin afspraak i moet beginnen (wenstijd afspraak i – marge afspraak i), oftewel: $V_{b,i} = w_i - m_i$ <table border="1" data-bbox="381 1165 1421 1249"> <tr> <td>w_i</td><td>Wenstijd afspraak i</td></tr> <tr> <td>m_i</td><td>Marge afspraak i</td></tr> </table>	w_i	Wenstijd afspraak i	m_i	Marge afspraak i
w_i	Wenstijd afspraak i				
m_i	Marge afspraak i				
$V_{e,i}$	Het eind van het tijdsvenster waarin afspraak i moet beginnen (wenstijd afspraak i + marge afspraak i), oftewel: $V_{e,i} = w_i + m_i$				
q_k^j	Binaire variabele, waarbij $q_k^j = 1$ als werknemer k de benodigde vaardigheden heeft om taak j uit te voeren; anders $q_k^j = 0$				
$t_{i,j}$	De reistijd van de locatie van afspraak i naar de locatie van afspraak j .				

De parameter die we voor een shift gebruiken, staat in tabel 5.5

Tabel 5.5: Gebruikte parameter per shift

β_t	Het shiftnummer op dag t , waarbij de set van de shiften gevormd wordt door B . Een shift is een aaneengesloten rij van afspraken die volbracht moeten worden door een medewerker. Zo kan de eerste shift (waarbij $\beta_t = 1$) bijvoorbeeld duren van 07:30 tot 12:30 en uitgevoerd worden door werknemer x , waarna de tweede shift (waarbij $\beta_t = 2$), uitgevoerd door werknemer y , duurt van 09:00 tot 12:00 en de derde shift (waarbij $\beta_t = 3$) uitgevoerd wordt door werknemer x en duurt van 14:00 tot 17:00.
-----------	---

Tijden worden weergegeven met het aantal minuten na 00:00 van dag 1. We maken ook gebruik van variabelen met een nog onbekende waarde. Deze waarden worden bepaald met het oplossen van het model.

De variabelen die we per medewerker gebruiken, staan in tabel 5.6.

Tabel 5.6: Gebruikte variabelen per medewerker

$\beta_{k,t}^L$	Starttijd van de shift van werknemer k op dag t (waarbij $t = 1, 2, \dots, 7$)
$\beta_{k,t}^U$	Eindtijd van de shift van werknemer k op dag t (waarbij $t = 1, 2, \dots, 7$)

De variabelen die we per afspraak gebruiken, staan in tabel 5.7.

Tabel 5.7: Gebruikte variabelen per afspraak

μ_i^k	Aankomsttijd van werknemer k op afspraak i
$x_{i,j}^k$	Een binaire variabele, waarbij $x_{i,j}^k = 1$ als werknemer k taak j uitvoert na taak i; $x_{i,j}^k = 0$ anders
y_j	Een geheeltallige variabele, waarbij y_j = het aantal medewerkers dat nog niet is toegekend aan taak j, maar wel nodig is om taak j uit te voeren (ook wel: r_j – het aantal medewerkers dat toegekend is aan taak j). Als een taak volledig is toegekend, is y_j gelijk aan 0.

Tot slot wordt de volgende variabele gebruikt: $f_{t,k,\beta}$. Dit is een binaire variabele, waarbij $f_{t,k,\beta} = 1$ als medewerker k werkt tijdens shiftnummer β .

5.1.2. Restricties

In de restricties van het model maken we gebruik van de variabele ‘M’, een groot constant getal. Het model gebruikt de volgende restricties:

- (1) Een dienst mag maximaal 10 uur duren.
- (2) Een dienst moet bestaan uit een aaneengesloten pad van taken.
- (3) Bij dag- en nachtdiensten die eindigen voor 02:00 (aangenomen wordt dat dit alle diensten zijn) mag er na de dienst minimaal 11 aaneengesloten uren niet gewerkt worden.
- (4) De startlocatie en de eindlocatie liggen vast en werknemers mogen hun startlocatie maar één keer verlaten en mogen maar één keer aankomen in hun eindlocatie.
- (5) Werknemers moeten de benodigde vaardigheden hebben voor de aan hun toegewezen taken.
- (6) De aankomsttijd bij taak j moet de tijdsduur van taak i en de reistijd van taak i naar taak j in acht nemen.
- (7) Een werknemer moet bij een taak aankomen binnen een gegeven tijdsvenster.
Dit tijdsvenster is in de meeste gevallen een marge van een halfuur. Echter, wanneer de cliënt bijvoorbeeld insuline moet hebben, is er een kleinere marge van toepassing op die afspraak. Sommige cliënten maakt het simpel gezegd weinig uit wanneer zij geholpen worden, waardoor er bij hun afspraken een grotere marge kan worden gehanteerd.
- (8) Aan elke cliënttaak is het aantal benodigde medewerkers (voor het uitvoeren van deze taak) gekoppeld.
- (9) De cliënt moet minstens één keer per week gezien worden door zijn/ haar evv’er.
- (10) Het aantal gewerkte uren moet in overeenstemming zijn met de contracturen.
- (11) Zogenoemde ‘subtour elimination constraints’ moeten ervoor zorgen dat er geen subtours in de uiteindelijke oplossing komen te staan.
- (12) Bepaalde variabelen kunnen alleen maar binaire waarden aannemen.

Deze restricties worden vervolgens als volgt omschreven in de daarboven weergegeven variabelen:

- (1) $\beta_{k,t}^U - \beta_{k,t}^L \leq 600, \quad \forall k \in K, \forall t \in \{1, 2, \dots, 7\}$

- (2) $\sum_{i \in I} x_{i,j}^k = \sum_{n \in I} x_{j,n}^k, \quad \forall j \in J, \forall k \in K$
a. Deze manier van modelleren hebben we gebaseerd op de manier die Laesanklang & Landa-Silva (2016) in hun artikel schetsen voor het modelleren van een dergelijke restrictie.
- (3) $\beta_{k,t+1}^L \geq 660 - (1440 - \beta_{k,t}^U), \quad \forall k \in K, \forall t \in \{1, 2, \dots, 6\}$
a. Deze manier van modelleren hebben we gebaseerd op de manier die Hirsch & Trautsumwischer (2014) in hun artikel schetsen voor het modelleren van een dergelijke restrictie.
- (4) $\sum_{j \in J} x_{n,j}^k \geq \sum_{j \in J} x_{i,j}^k, \quad \forall k \in K, \forall i \in I, \forall n \in I,$
 $\sum_{j \in J} x_{i,j}^k \leq 1, \quad \forall k \in K, \forall i \in I$
a. Deze manier van modelleren hebben we gebaseerd op de manier die Laesanklang & Landa-Silva (2016) in hun artikel schetsen voor het modelleren van een dergelijke restrictie. Hiermee stellen we vast dat de startlocatie maar één keer verlaten mag worden en dat de werknemer maar één keer aan mag komen in de eindlocatie.
- (5) $x_{i,j}^k \leq q_j^k, \quad \forall i \in I, \forall j \in J, \forall k \in K$
a. Deze manier van modelleren hebben we gebaseerd op de manier die Laesanklang & Landa-Silva (2016) in hun artikel schetsen voor het modelleren van een dergelijke restrictie.
- (6) $\mu_j^k + M(1 - x_{i,j}^k) \geq \mu_i^k + x_{i,j}^k * t_{i,j} + \lambda_i, \quad \forall i \in I, \forall j \in J, \forall k \in K$
a. Deze manier van modelleren hebben we gebaseerd op het Laesanklang & Landa-Silva (2016) in hun artikel schetsen voor het modelleren van een dergelijke restrictie.
- (7) $v_{b,i} \leq \mu_i^k \leq v_{e,i}, \quad \forall i \in I, \forall k \in K$
a. Deze manier van modelleren hebben we gebaseerd op de manier die Laesanklang & Landa-Silva (2016) in hun artikel schetsen voor het modelleren van een dergelijke restrictie. Doordat het tijdsvenster bepaald wordt door bij de wenstijd de marge op te tellen of af te trekken, wordt er rekening met verschillende marges gehouden.
b. Een dergelijke restrictie noemen we een 'range constraint'. Deze kan worden gemodelleerd door een extra parameter in te voeren (Bisschop, 2018).
- (8) $\sum_{k \in K} \sum_{i \in I} x_{i,j}^k + y_j = r_j, \quad \forall j \in H$
a. Deze manier van modelleren hebben we gebaseerd op de manier die die Laesanklang & Landa-Silva (2016) in hun artikel schetsen voor het modelleren van een dergelijke restrictie.
- (9) $\sum_{i \in L_c} \sum_{j \in I} x_{i,j}^{k_c} \geq 1, \quad \forall c \in C$
- (10) $\sum_{i \in I} \sum_{j \in H} x_{i,j}^k * \lambda_i \leq h_k, \quad \forall k \in K$
a. Deze manier van modelleren hebben we gebaseerd op de manier die die Laesanklang & Landa-Silva (2016) in hun artikel schetsen voor het modelleren van een dergelijke restrictie.
- (11) $\sum_{i \in S} \sum_{j \in S} x_{i,j}^k \leq |S| - 1, \quad \forall k \in K, S \subseteq N, |S| \geq 2$
a. Deze manier van modelleren hebben we gebaseerd op de manier die Liu, Jiang & Yuan (2015) in hun artikel schetsen voor het modelleren van een dergelijke restrictie.
- (12) $x_{i,j}^k \in \{0,1\}, \quad \forall i \in \{1, \dots, I\}, \forall j \in \{1, \dots, J\}, \forall k \in \{1, \dots, K\}$
 $f_{t,k} \in \{0,1\}, \quad \forall t \in \{1, \dots, 7\}, \forall k \in \{1, \dots, K\}$
 $\beta_{k,t}^L \in \mathbb{N}^+, \quad \forall t \in \{1, \dots, 7\}, \forall k \in \{1, \dots, K\}$
 $\beta_{k,t}^U \in \mathbb{N}^+, \quad \forall t \in \{1, \dots, 7\}, \forall k \in \{1, \dots, K\}$

$$t_{i,j} \in \mathbb{N}_0, \\ y_j \in \mathbb{N}_0,$$

$$\forall i \in \{1, \dots, I\}, \forall j \in \{1, \dots, J\} \\ \forall j \in \{1, \dots, J\}$$

Helaas kent dit lineair programmeringsmodel een aantal beperkingen. De volgende restricties die ook al eerder in dit rapport naar voren zijn gekomen, konden we namelijk niet in ons lineair programmeringsmodel verwerken:

- (1) Bij een arbeidsdienst van 5,5 uur of langer moet er minimaal 30 minuten (of 2 keer 15 minuten) aan pauze worden ingepland. Bij een arbeidsdienst van 10 uur of langer moet er minimaal 45 minuten (of 3 keer 15 minuten) aan pauze worden ingepland.
- (2) Elke medewerker heeft recht op 1 pauze van een kwartier per ochtend, middag en avond. Hierbij wordt aangenomen dat de ochtend van 07:00 tot 12:00 duurt, de middag van 12:00 tot 17:00, de avond van 17:00 tot 23:00.
- (3) Voor zover mogelijk worden de werknemers niet ingepland op de dag(del)en waarvan zij aangegeven hebben (liever) niet beschikbaar te zijn.

5.1.3. Doelfunctie

De doelfunctie geven we weer als een gewogen gemiddelde van verschillende variabelen. Allereerst moet de reistijd, evenals de wachttijd, zo laag mogelijk zijn. Hiernaast moet het aantal taken waaraan geen medewerker gekoppeld is minimaal zijn. Iedere medewerker moet ook een eerlijk verdeeld aantal uren ingedeeld zijn (waarbij het werk eerlijk verdeeld is over de medewerkers op basis van het aantal contracturen) en waarbij iedere medewerker ook ongeveer hetzelfde percentage van haar contracturen aan weekenddiensten moet draaien. Tot slot moet iedere cliënt zo min mogelijk gezien worden door andere medewerkers dan de desbetreffende ev'ër.

De variabele π_s geeft het gewicht aan dat aan variabele s wordt gegeven (waarbij $1 \leq s \leq 6$). De doelfunctie ziet er dus als volgt uit: $\pi_1 * \text{reistijd} + \pi_2 * \text{wachttijd} + \pi_3 * \text{aantal taken waaraan geen medewerker is gekoppeld} + \pi_4 * (\text{maximale verschil netto contracturen met aantal ingeplande uren (bekeken over alle medewerkers in de set K)}) + \pi_5 * (\text{maximum verschil tussen het aantal uren dat gewerkt wordt aan weekenddiensten en het aantal contracturen voor alle medewerkers in de set K}) + \pi_6 * \text{percentage taken dat niet door de desbetreffende ev'ër wordt uitgevoerd (ten opzichte van alle taken)}$.

De variabelen uit de hierboven weergegeven formule kunnen als volgt worden bepaald:

- (1) $\text{Reistijd} = \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} t_{i,j} * x_{i,j}^k, \quad \forall k \in K$
- (2) $\text{Wachttijd} = \text{verschil tussen start tweede afspraak en eind eerste afspraak} - \text{reistijd} = \sum_{t=1}^7 \sum_{k \in K} \text{Max} \{0, \sum_{k \in K} (\mu_{i+1}^k - \mu_i^k - \lambda_i)\} - \sum_{i \in I} \sum_{j \in I} t_{i,j} * x_{i,j}^k$
- (3) Sommatie (over alle taken) van het verschil (per taak) tussen het aantal medewerkers dat die taak behoeft en het aantal medewerkers dat ingepland is voor die taak $= \sum_{j \in I} y_j$
- (4) Maximum verschil aan contracturen en gewerkte uren voor medewerker k (voor doordeweekse dagen) $= \max_k M_k - \min_k M_k$, waarbij $M_k = (\sum_{t=1}^5 (\beta_{k,t}^U - \beta_{k,t}^L)) - g_k$
- (5) Maximum verschil aan contracturen en gewerkte uren aan weekenddiensten voor medewerker k $= \max_k W_k - \min_k W_k$
a. Waarbij $W_k = (\sum_{t=6}^7 (\beta_{k,t,U} - \beta_{k,t,L})) - g_k$
- (6) Percentage taken dat niet door de desbetreffende ev'ër wordt uitgevoerd (ten opzichte van alle taken) $= 1 - \sum_{i \in LC} \sum_{j \in I} x_{i,j}^{kc} / \sum_{i \in I} \sum_{j \in I} x_{i,j}^k$

Met behulp van het computerprogramma AIMMS kan het lineair programmeringsprobleem worden opgelost. Dan zouden planners en roosteraars het programma kunnen gebruiken om een begin te maken aan het rooster. Aangezien het model enkele beperkingen kent, kan dit model niet gebruikt worden om in één keer een goed rooster te verkrijgen. Dit model kan echter wel inzicht geven in hoe er anders gepland en geroosterd kan worden, waardoor de planners en roosteraars in kunnen zien dat er meer (en wellicht betere) methoden zijn om de cliënten en de medewerkers in te delen. Helaas was het voor ons echter niet haalbaar om bovenstaand model op te lossen. Om toch een bruikbare oplossing aan te kunnen bieden (aan CarintReggeland) hebben we ervoor gekozen om gebruik te maken van een constructieheuristiek die een rooster op kan stellen.

5.2. Heuristiek

In deze paragraaf leggen we uit hoe onze heuristiek werkt. Bij deze heuristiek maken we gebruik van een boetefunctie. Het algemene idee van de heuristiek leggen we uit in subparagraaf 5.2.1, waarna we in subparagraaf 5.2.2 uitleggen hoe we de boetefunctie hebben opgesteld.

5.2.1. Algemene idee van de heuristiek

Om wel een bruikbare roostermethode te kunnen leveren, maken we gebruik van een constructieheuristiek om een startrooster te creëren, welke we daarna verbeteren. Bij het creëren van de startoplossing kijken we naar de waarde van de boetefunctie, welke zo laag mogelijk moet zijn. In de volgende subparagraaf leggen we uit hoe we de boetefunctie hebben opgesteld. In deze subparagraaf vermelden we allereerst welke eerdergenoemde restricties we niet modelleren in onze heuristiek, waarna we de gebruikte constructieheuristiek uitleggen. Ook vertellen we dan hoe we het startrooster verbeteren om tot het uiteindelijke rooster te komen. Dit prototype rekent per dag de planning uit binnen 2 tot 3 minuten. Het maken van een weekplanning – door dit prototype – kost dus ongeveer tussen de 14 en 21 minuten.

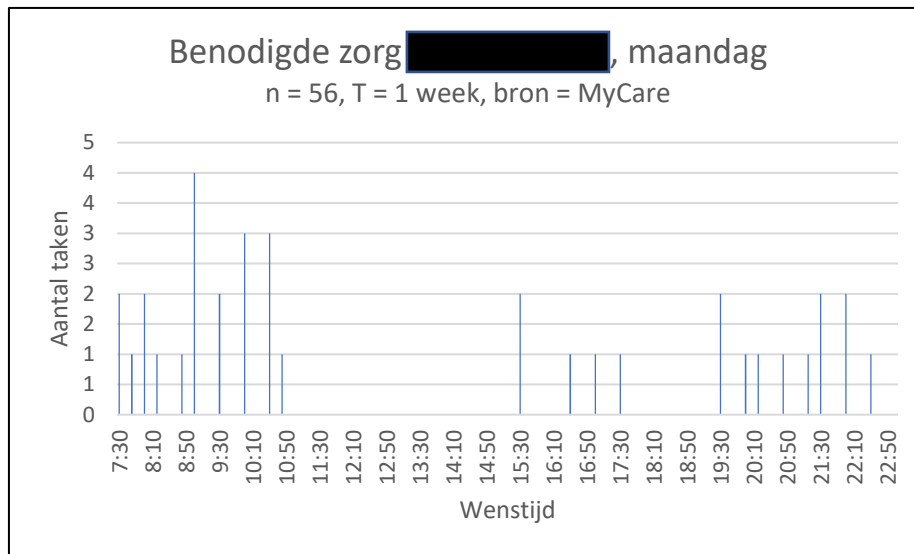
Naast het minimaliseren van de boetefunctie moet de uiteindelijke oplossing tenminste aan een aantal eisen voldoen. Deze eisen zijn tevens eerder genoemd onder subparagraaf 5.1.2. Met enkele van deze restricties houden we geen rekening. Zo nemen we de volgende restrictie niet mee: "Werknemers moeten de benodigde vaardigheden hebben voor de aan hun toegewezen taken." Het niet meenemen van deze restrictie vormt een beperking in het model, maar omdat de planners bij de onderzochte teams er bij het plannen vanuit gaan dat iedereen bijna alle taken moet kunnen uitvoeren, is het negeren van deze restrictie gerechtvaardigd. De restrictie dat er na alle diensten 11 uur aaneengesloten niet gewerkt mag worden, hebben we ook niet gemodelleerd, vanwege tijdsbeperkingen. Hier kan echter rekening mee worden gehouden door bijvoorbeeld bij de beschikbaarheid van de medewerkers een aantal keer de ochtend als niet-beschikbaar op te geven, wanneer de medewerker de avond ervoor wel beschikbaar is. Tot slot nemen we de restrictie niet mee dat een cliënt minimaal 1 keer in de week door haar evv'er gezien moet worden, maar proberen we dit te bereiken door een hoog gewicht te geven aan de variabele 'het percentage taken dat niet door de desbetreffende evv'er wordt uitgevoerd' in de boetefunctie.

Een paar restricties worden gemodelleerd door een melding te maken van wanneer de oplossing mogelijk niet aan deze restricties voldoet. Het is hierbij aan de planner om te kijken of er een kleine wijziging in de planning plaats zal moeten vinden om aan de restricties te voldoen. Het betreft hier allereerst de wens

dat alle taken ingepland moeten worden. Bij het maken van de planning geeft de tool een melding als het niet lukt om een bepaalde taak in te plannen. Dan kan de planner vervolgens zelf bepalen wat hij/zij hiermee doet; of hij/zij deze taak aan een 'losse' medewerker wil geven of dat hij/zij deze taak buiten het tijdsvenster wil inplannen of iets dergelijks. Bij het testen van de tool is het gebleken dat bij de meeste geteste input er maximaal 2 taken zijn (per week) die niet ingepland kunnen worden. Naast de zojuist genoemde restrictie, modelleren we de volgende restrictie ook aan de hand van een melding: "Een dienst mag maximaal 10 uur duren." Vanwege het aantal taken dat uitgevoerd moet worden en het aantal beschikbare medewerkers zal een dienst nooit langer dan 10 uur duren bij de onderzochte teams. Het kan echter wel voorkomen dat een medewerker 's ochtends en 's avonds een aantal taken heeft die uitgevoerd moeten worden. De tool geeft dus aan wanneer een totale werkdag langer dan tien uur duurt, zodat de planner daarna kan bepalen of er iets in de planning gewijzigd moet worden. Hetzelfde geldt voor de restrictie dat een medewerker een pauze (van een half uur, of twee keer een kwartier) moet hebben vanaf een 5,5-uur durende dienst. Omdat het voor ons lastig te bepalen is of een medewerker het liefst na 2, 3, 4 of 5 uur een pauze wil hebben, hebben we deze restrictie gemodelleerd met behulp van een melding. Dan kan de planner zelf kijken wat de medewerker die op die dienst staat het liefste wil en kan de planner aan de hand daarvan de pauzes in de planning zetten.

Zoals eerder vermeld, gebruiken we een constructieheuristiek om een startoplossing te bepalen. Constructieheuristieken kunnen zowel parallel als serieel ingezet worden (Cordeau et al., 2007). Wanneer deze serieel ingezet worden, kiest de heuristiek de volgende in te roosteren activiteit uit de set van activiteiten die nog niet ingeroosterd zijn en wiens voorganger wel ingeroosterd is. Wanneer een constructieheuristiek parallel ingezet wordt, wordt de volgende in te roosteren activiteit gekozen uit de set van activiteiten die nog niet ingeroosterd zijn, maar wel op het vroegst mogelijke tijdstip zouden kunnen starten (auteur onbekend, 2001). Hier komen we later in deze paragraaf op terug.

Vanaf deze alinea lichten we de werking van de tool verder toe. Allereerst kijkt de tool op welk tijdstip de eerste taak uit alle taken met een marge van 10 minuten of lager ingepland kan worden, waarna hij ditzelfde doet voor taken met een marge van 11 tot 30 minuten, taken met een marge van 31 tot 60 minuten en tot slot taken met een marge groter dan 60 minuten. Aangezien de planners van de onderzochte teams gebruik maken van marges van 5, 10, 30 en 60 minuten en er slechts enkele taken zijn met een marge van 5 minuten, hebben we voor deze getallen gekozen. Hoe de taken vervolgens worden ingepland, bespreken we in de volgende alinea. We plannen taken met een kleinere marge eerder in dan taken met een grotere marge, aangezien dit het makkelijker maakt om taken binnen hun marges in te kunnen plannen. Hiernaast bevat de wijkverpleging pieken vroeg in de ochtend, rond lunchpauze en aan het einde van de avond. Dit illustreren we met figuur 5.1, welke laat zien hoe de verdeling van taken er in week 21 van 2018 (oftewel 21 mei) van *Team 2* op basis van gewenste starttijd eruitziet. Bijlage 4 laat zien dat alle dagen binnen deze week – voor zowel team *Team 1* als de andere teams – een vergelijkbare spreiding in wenstijden hebben.



Figuur 5.1: Verdeling taken maandag week 21 2018 op basis van gewenste starttijd, Team 2

Om deze pieken af te vlakken, willen we taken met een grote marge zo ver mogelijk van deze piektijden af inplannen. Op deze manier kunnen er ook langere diensten ontstaan. De planners en roosteraars hebben aangegeven dat de meeste medewerkers liever langere diensten draaien dan kortere diensten. Op deze manier geven we ook invulling aan deze wens.

We gebruiken de volgende constructieheuristiek om een startrooster te verkrijgen. Deze constructieheuristiek wordt voor elke dag opnieuw uitgevoerd. We kijken hier, zoals eerder vermeld, eerst naar de taken met een marge kleiner dan of gelijk aan 10 minuten, waarna we dit stappenplan voor de grotere marges uitvoeren. We hebben er dus voor gekozen niet elk tijdstip langs te gaan, aangezien dit een lange 'run'-tijd van het programma veroorzaakt. In plaats hiervan gaat hij de hieronder genoemde drie mogelijke in te plannen tijdstippen (qua beschikbaarheid medewerker) voor iedere medewerker langs:

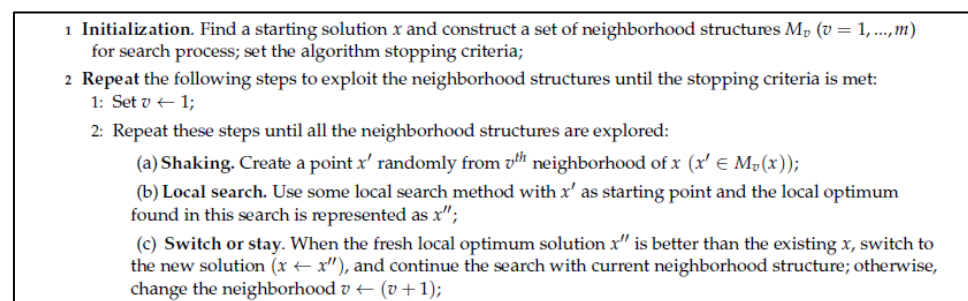
1. De tool kijkt of de eerste taak op de voorkeurstijd ingepland kan worden gebaseerd op de beschikbaarheid van de medewerker: of de medewerker heeft aangegeven dan te kunnen werken. Vervolgens kijkt hij of de medewerker op die tijd nog geen andere taak heeft ingepland. Als dit beide het geval is, berekent hij de score van de boetefunctie. We doen dit op volgorde van de taken zoals zij ingevuld zijn (aangezien er naast marges geen prioriteiten meer zijn voor het inplannen van cliënten) en maken dus gebruik van de seriële roosteringsmethode.
2. Hierna kijkt de tool of de taak ingepland kan worden op: voorkeurstijd – marge. Als dit niet het geval is, kijkt de tool steeds of de taak een minuut later wel ingepland kan worden, totdat er een tijdstip is gevonden waarop de taak ingepland kan worden. Als de tool een tijdstip heeft gevonden waarop de cliënt verzorgd kan worden, onthoudt hij dit tijdstip en berekent hij de boetefunctie voor deze ingeplande tijd. Als de cliënt bijvoorbeeld graag geholpen wil worden om 09:00 en een marge heeft van een half uur, kijkt hij eerst of de taak om 08:30 ingepland kan worden, waarna de tool kijkt of deze om 08:31 ingepland kan worden et cetera.
3. Ditzelfde wordt gedaan voor voorkeurstijd + marge. Als de taak niet op dat tijdstip ingepland kan worden, kijkt de tool of deze een minuut eerder wel ingepland kan worden. Als hij een tijdstip heeft gevonden waarop de cliënt geholpen kan worden, onthoudt hij dit tijdstip en berekent hij

de boetefunctie voor deze ingeplande tijd. Bij het vorige voorbeeld zou er dus gekeken worden of de cliënt om 09:30 geholpen kan worden, waarna de tool kijkt of de cliënt om 09:29 ingepland kan worden (wanneer hij niet om 09:30 ingepland kan worden, et cetera).

Vervolgens kijkt de tool welke score van de boetefunctie het laagst is (qua ingeplande medewerker en daarna qua ingeplande tijd) en plant de tool de taak in op het tijdstip waarop de boetefunctie het kleinst is. Dit voeren we dus per medewerker eerst uit voor alle taken met een marge kleiner dan of gelijk aan 10 minuten, waarna we dit stappenplan uitvoeren voor alle taken met een marge groter dan 10, maar kleiner dan 30 minuten enzovoort. Wanneer de startoplossing is verkregen, worden de diensten die korter dan 3 uur duren (waarbij je begint met de kortste dienst, totdat er geen diensten zijn die korter dan 3 uur duren) verdeeld over de overige diensten. De overige taken worden daar geplaatst waar dit de kleinste boetefunctie oplevert. Dit doen we aangezien medewerkers aangegeven hebben liever langere dan kortere diensten te draaien. Als er taken zijn die nergens geplaatst kunnen worden, geeft de tool een melding met welke taak niet ingepland kan worden.

Wanneer de eindoplossing is verkregen, zou deze nog verbeterd kunnen worden aan de hand van de zogenoemde Variable Neighborhood Solution (VNS)-methode. Vanwege tijdsbeperkingen zijn we hier echter niet meer aan toegekomen. Deze methode combineert het local search algoritme met het 'shaking'-principe (Dang & Nasir, 2018). Het local search algoritme is een algoritme dat een bestaand rooster probeert te verbeteren door een verandering in het bestaande rooster te maken, hierop te evalueren en op basis daarvan, deze verandering wel of niet aan te nemen (Pinedo, 2005). Het 'shaking'-principe zoekt nieuwe delen van de oplossingsruimte. Na het vinden van de startoplossing wordt er dus willekeurig een oplossing in de buurt gezocht, waarna het local search algoritme wordt toegepast om de beste oplossing uit die buurtstructuur te vinden. Deze procedure wordt vervolgens herhaald totdat een herhaling geen verbetering meer kan opleveren. Pas als alle 'buurtstructuren' onderzocht zijn op de zojuist genoemde manier, wordt deze methode gestopt (Dang & Nasir, 2018).

Dang & Nasir hebben aangetoond dat het toepassen van de VNS-methode voor problemen van soortgelijke grootte (als de door ons onderzochte) goede bruikbare resultaten oplevert. Het aannemen van een verandering zou dan gebeuren als de boetefunctie niet verhoogd wordt door die verandering. Figuur 5.2 geeft een korte uitleg van de VNS-methode.



Figuur 5.2: Uitleg VNS-methode (Dang & Nasir, 2018)

5.2.2. Boetefunctie

De waarde van de boetefunctie is bijna gelijk aan welke we bij het lineair programmeringsprobleem hebben gebruikt. Deze boetefunctie was als volgt: π_1 * reistijd + π_2 * wachttijd + π_3 * aantal taken waaraan geen medewerker is gekoppeld + π_4 * (maximale absolute verschil netto contracturen met aantal

ingeplande uren (bekeken over alle medewerkers in de set K)) + π_5 * (maximum verschil tussen het aantal uren dat gewerkt wordt aan weekenddiensten en het aantal contracturen (bekeken over alle medewerkers in de set K)) + π_6 * percentage taken dat niet door de desbetreffende evv'er wordt uitgevoerd (ten opzichte van alle taken).

Omdat bij het construeren van een startrooster aan elke taak een medewerker wordt toegekend, is de variabele 'aantal taken waaraan geen medewerker is gekoppeld' weggelaten uit de boetefunctie. Wanneer het startrooster echter is gemaakt, worden de diensten die korter dan drie uur duren weggehaald en worden deze taken verdeeld over de al langer dan drie uur durende diensten. Wanneer een taak dan nergens kan worden geplaatst, geeft de planning een melding dat het niet lukt om die bepaalde taak in te plannen. Deze taak zal de medewerker dan met de hand nog ergens aan toe moeten kennen; óf door een medewerker een dienst korter dan drie uur te geven óf door de taak buiten de margetijden in te plannen.

Omdat we de planning per week op willen stellen en we de data van de weken ervoor daar niet bij meenemen, zegt de verhouding van het aantal uren dat gewerkt wordt aan weekenddiensten ten opzichte van de contracturen niet zoveel. Zo willen medewerkers gedurende lange tijd evenveel in de weekenden gewerkt hebben en valt daar in één week (en dus ook één weekend) weinig over te zeggen.

De boetefunctie die we gebruiken voor het prototype van de tool ziet er dus als volgt uit: π_1 * reistijd + π_2 * wachttijd + π_3 * percentage cliënttaken dat niet door desbetreffende evv'er wordt uitgevoerd + π_4 * maximale absolute verschil netto contracturen met aantal ingeplande uren (bekeken over alle medewerkers).

De reistijd binnen deze formule geven we weer in een aantal minuten, hetzelfde geldt voor de wachttijd. Het aantal cliënttaken geven we echter weer in een verhouding, namelijk: de verhouding van het aantal taken dat niet door de desbetreffende evv'er wordt uitgevoerd ten opzichte van alle taken. Het maximale verschil netto contracturen met het aantal gewerkte uren berekenen we als volgt uit:

$\sum_{dag=1}^7$ |grootste verschil netto contracturen met het aantal gewerkte uren – kleinste verschil netto contracturen met het aantal gewerkte uren| * dag. Dit houdt in dat we een gewogen gemiddelde nemen, waarbij dagen later in de week meer meetellen dan dagen eerder in de week. Hier hebben we voor gekozen aangezien deze verhouding later in de week een betere representatie geeft van de verdeling van de gewerkte uren ten opzichte van de contracturen.

Wanneer we de tool laten runnen voor $\pi_1 = 1$, $\pi_2 = 1$, $\pi_3 = 1$ en $\pi_4 = 1$, komen we gemiddeld op de volgende waarden uit: reistijd = 100,4 minuten; wachttijd = 1403,7 minuten; verhouding evv = 0,865; verhouding contracturen = 32,8 uur met 0 niet-ingeplande taken. Omdat we de tests beginnen met de variabelen op gelijke waarden te schatten, beginnen we met de volgende waarden voor respectievelijk π_1 , π_2 , π_3 en π_4 : (1968/100,4=) 19,6; (1968/1403,7=) 1,4; (1968/0,865=) 2275,1 en (1968/1968=) 1. Vervolgens variëren we steeds enkele waarden en kijken we naar de desbetreffende uitkomsten voor de dataset van *Team 1*. Wegens tijdsbeperkingen zijn de allereerste experimenten alleen voor de dataset van *Team 1* uitgevoerd. Vervolgens testen we een paar waarden voor alle vier de datasets, waarna we de uiteindelijke waarden voor π_1 , π_2 , π_3 en π_4 hebben bepaald. De uitkomsten van de tests, inclusief de

motivatie voor de gekozen testwaarden, staan in bijlage 5. De uiteindelijke waarden voor π_1 , π_2 , π_3 en π_4 zijn respectievelijk: $\pi_1 = 16,6$, $\pi_2 = 4$, $\pi_3 = 6000$ en $\pi_4 = 1,4$.

We sluiten deze paragraaf met de vermelding dat de boetefunctie aangepast kan worden zodat deze rekening houdt met eerder gemaakte keuzes (en elke cliënt gelijk behandeld kan worden). De tool kan dan onthouden hoe vaak de patiënt al geholpen is door zijn evv'er, en hoe vaak de cliënt al op tijd is geholpen, waarna het vervolg van de planning hierop aangepast kan worden.

5.3 (Prototype) tool

Het prototype van de tool is gemaakt in Excel-VBA. Hieronder beschrijven we de data die in verschillende sheets in Excel ingevoerd moet worden om dit prototype te kunnen gebruiken.

Om een rooster te kunnen maken, zijn allereerst cliëntgegevens nodig. Deze kunnen ingevoerd worden in de sheet "Cliënten". In deze sheet kan een cliënt worden toegevoegd of verwijderd, gebruik makende van één van deze buttons op de sheet. Een (geanonimiseerd) voorbeeld van deze sheet is te zien in figuur 5.3.

Clientgegevens in zorg 16/17 mei 2018								
Clientnummer	Naam	Geboortedatum	Evv'er	Medewerkr. evv'er	Straatnaam	Huisnummer	Postcode	Stad
				10				
				4				
				1				
				4				
				5				
				3				
				3				
				5				
				2				
				5				
				4				
				4				
				7				
				7				
				3				
				1				
				10				
				4				
				9				
				6				

Client toevoegen

Client verwijderen

Figuur 5.3: Sheet "Cliënten"

In de sheet "Reistijden cliënten" worden vervolgens de reistijden van en naar elke cliënt weergegeven. Door op de button "Bereken reistijden" te klikken, worden de reistijden van en naar elk adres berekend met behulp van een Google Distance API-matrix. Op dit moment hebben we bij het uitrekenen van de reistijden aangenomen dat elke medewerker met de auto van cliënt naar cliënt reist. Een voorbeeld van deze ingevulde sheet is te zien in figuur 5.4.

Reistijd cliënten (op cliëntnummer)																			
	0	2	2	2	1	2	2	5	2	3	3	1	1	1	2	2	3	1	4
	2	0	1	2	2	3	3	6	1	3	3	2	2	2	4	3	1	2	4
	2	1	0	2	2	3	3	6	1	3	3	2	2	2	4	3	1	2	4
	2	2	2	0	2	3	3	6	2	4	4	1	3	2	3	3	3	1	5
	1	2	2	2	0	2	2	6	2	3	3	2	1	1	3	3	3	2	4
	2	3	3	3	2	0	1	5	3	1	2	3	2	2	2	1	4	3	4
	1	3	3	2	2	1	0	4	3	2	2	2	1	1	2	1	4	2	3
	5	6	6	6	6	5	4	0	6	4	4	6	5	6	4	4	7	6	5
	2	1	1	2	2	3	3	6	0	3	3	2	2	2	4	3	1	2	3
	3	3	3	4	3	2	1	3	3	0	1	3	3	3	2	1	4	3	2
	3	3	3	4	3	2	1	3	3	1	0	3	3	3	2	1	4	3	2
	2	2	2	1	2	3	2	6	2	4	4	0	3	2	3	3	3	0	4
	1	2	2	3	1	1	1	5	2	3	3	3	0	1	2	2	3	3	3
	1	2	2	2	1	2	2	6	2	3	3	2	1	0	3	3	3	2	3
	2	4	4	3	2	2	1	4	4	2	2	3	2	3	0	1	4	3	4
	2	3	3	3	2	1	1	4	3	1	2	3	2	2	1	0	4	3	2
	3	1	1	3	3	4	4	7	1	4	4	3	3	3	5	4	0	3	5
	2	2	2	1	2	3	2	6	2	4	4	0	3	2	3	3	3	0	4
	4	4	4	4	3	3	3	5	3	2	2	4	3	3	3	2	4	4	0
	3	2	2	4	3	4	5	7	1	4	4	3	3	3	5	4	1	3	5

Bereken reistijden

Reset reistijden

Figuur 5.4: Ingevulde sheet "Reistijden cliënten"

Vervolgens moet de benodigde zorg per cliënt ingevuld worden. Dit houdt in dat alle verschillende taken van elke cliënt moeten worden ingevuld. In de sheet "Benodigde zorg" moet naast het cliëntnummer ook

de duur, de gewenste starttijd van de taak, de bijbehorende marge en de dagen waarop de taak moet worden uitgevoerd, worden ingevuld. Een voorbeeld van een deel van deze ingevulde sheet is te zien in figuur 5.5.

Benodigde zorg week 21, 2018												
Taaknummer	Clientnummer	Zorgtaak	Duur (in minuten)	Gewenste starttijd	Marge (in minuten)	Op maandag?	Op dinsdag?	Op woensdag?	Op donderdag?	Op vrijdag?	Op zaterdag?	Op zondag?
1	000											

Figuur 5.5: Deel ingevulde sheet “Benodigde zorg”

In de sheet “Medewerkers” moeten de medewerkersgegevens worden ingevuld. Dit betreft het volgende: naam, medewerkersnummer, contracturen, functie, bijzonderheden en de netto contracturen. Indien er niks bij bijzonderheden wordt ingevuld, worden de netto contracturen als volgt berekend: $(1 - \text{percentage organisatietijd} - \text{percentage opleidingstijd}) * \text{contracturen}$. Voor de organisatietijd en de opleidingstijd wordt respectievelijk 10% en 2% van de contracturen gerekend, volgens de richtlijnen van CarintReggeland. Wanneer een medewerker wijkverpleegkundige is, betekent dit dat zij voor ongeveer 50% van de tijd ingezet kan worden voor het verlenen van de zorg, dus dan zullen de zojuist verkregen contracturen nog vermenigvuldigd moeten worden met 0,5. Als er nog bijzonderheden zijn (zoals een werknemer met ouderschapsverlof) kan dit bij bijzonderheden worden ingevuld en moeten deze uren van de zojuist verkregen netto contracturen worden afgetrokken, om de uiteindelijke netto contracturen te verkrijgen. Een (geanonimiseerd) voorbeeld van een deel van deze ingevulde sheet is te zien in figuur 5.6.

Medewerkers in zorg week 21, 2018					
Naam	Medewerkernr.	Contracturen	Functie niveau	Bijzonderheden	Netto contracturen
	1	20	VIG'er		16,4
	2	20	VIG'er		16,4
	3	20	VIG'er		16,4
	4	20	VIG'er		16,4
	5	24	VIG'er		19,68
	6	28	Wijkverpleegkundige		11,48
	7	24	Verpleegkundige	4 uur per week ouderschapsverlof	15,68
	8	24	VIG'er	Valt momenteel in bij ander team	0
	9	20	VIG'er		16,4
	10	20	VIG'er		16,4
	11	36	Wijkverpleegkundige		0
	12	32	Wijkverpleegkundige	Werkt maar de helft van de uren	6,56

Figuur 5.6: Ingevulde sheet “Medewerkers”

Tot slot moet de beschikbaarheid van elke medewerker ingevuld worden. Per medewerker moet er per dagdeel (ochtend, middag en avond) worden aangegeven of deze medewerker beschikbaar is op dat dagdeel. Ochtenden rekenen we van 07:30 tot 12:00, middagen van 12:00 tot 17:00 en avonden van

17:00 tot 23:30. Een voorbeeld van de ingevulde sheet “Beschikbaarheid medewerkers” staat in figuur 5.7.

	Maandag			Dinsdag			Woensdag			Donderdag			Vrijdag			Zaterdag			Zondag		
	Ochtend	Middag	Avond	Ochtend	Middag	Avond	Ochtend	Middag	Avond	Ochtend	Middag	Avond	Ochtend	Middag	Avond	Ochtend	Middag	Avond	Ochtend	Middag	Avond
1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1
6	1	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0
7	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0
10	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0

Figuur 5.7: Ingevulde sheet “Beschikbaarheid medewerkers”

5.4. Conclusie ontwerp van de oplossing

Allereerst hebben we een lineair programmeringsprobleem opgesteld, welke voor ons helaas niet oplosbaar bleek. Om toch een bruikbare oplossing aan te kunnen bieden – aan CarintReggeland – hebben we ervoor gekozen om gebruik te maken van een constructieheuristiek die een startrooster op kan stellen. Op basis van de marge wordt bepaald welke taken de tool eerst langsgaat om de boetefunctie te berekenen: taken met een lagere marge gaan we eerst langs. Vervolgens voegt de constructieheuristiek steeds een taak toe aan het rooster, welke bij het toevoegen van die taak de laagste waarde van de boetefunctie geeft. De boetefunctie is een gewogen gemiddelde van de volgende variabelen: reistijd, wachttijd, het percentage cliënttaken dat niet door de desbetreffende evv’er wordt uitgevoerd en het maximale absolute verschil tussen de netto contracturen en het aantal ingeplande uren (over alle medewerkers). Het startrooster verbeteren we tot slot door de korte diensten uit het rooster weg te halen en deze taken over de overige diensten te verdelen.

6. Toetsen van de oplossing

In dit hoofdstuk testen we de verkregen oplossing. In paragraaf 6.1 vergelijken we de verkregen roosters met behulp van (het prototype van de) tool met de huidige roosters op basis van een aantal 'key performance indicators', waarna we in paragraaf 6.2 een korte gevoeligheidsanalyse uitvoeren en in paragraaf 6.3 een conclusie geven over de zojuist uitgevoerde vergelijkingen en gevoeligheidsanalyse.

6.1. Vergelijking met huidige roosters

Aangezien het erg tijdsintensief was om alle benodigde data uit het systeem te halen, hebben we ervoor gekozen de oplossing van de tool te testen voor vier datasets. Voor week 21 van 2018 (21 t/m 28 mei) hebben we de roosters voor *Team 1*, *Team 2*, *Team 3* en *Team 4* bepaald met behulp van de tool. Alle percentages zijn in de tabellen afgerond op één decimaal. De getallen die in minuten zijn weergegeven zijn ook afgerond op één decimaal. De getallen die in uren zijn weergegeven, zijn afgerond op drie decimalen.

De roosters zullen we testen op basis van de volgende KPI's:

1. Percentage taken dat wordt uitgevoerd door de evv'er van de desbetreffende cliënt (ten opzichte van alle taken waarvan een cliënt een evv'er toegewezen heeft gekregen). Soms staat er in het systeem geen evv'er van een bepaalde cliënt vermeld; deze taken worden niet in dit percentage meegenomen;
2. Percentage cliënten dat minimaal 1 x in de week bezocht wordt door zijn evv'er (ten opzichte van alle cliënten die een evv'er toegewezen hebben gekregen volgens het systeem);
3. Reistijd (in minuten gemiddeld over de hele week);
4. Wachtijd (in minuten gemiddeld over de hele week);
5. Maximale absolute verschil van het aantal ingeplande uren ten opzichte van de netto contracturen (in uren, gemeten over alle medewerkers). Hiermee testen we de eerlijkheid van de verdeling van het aantal ingeplande uren ten opzichte van de contracturen. Hoe we deze waarden voor de oorspronkelijke roosters hebben bepaald, staat in bijlage 6;
Een opmerking die wij hierbij moeten maken, is dat sommige medewerkers in het oorspronkelijke rooster helemaal niet werden ingepland, waardoor deze waarde bij het oorspronkelijke rooster erg hoog ligt. In het vervolg zal er gekeken moeten worden voor hoeveel uur de medewerker ingepland wilde worden – specifiek in die week (rekening houdende met verlof en vakanties) – om een goede inschatting van de score van deze KPI te kunnen geven.
6. Percentage ingeplande taken (ten opzichte van alle taken);
7. Percentage op-tijd (binnen de marge) ingeplande taken (ten opzichte van alle ingeplande taken).

Allereerst geven we de uitkomsten voor *Team 1* in tabel 6.1.

Tabel 6.1: Uitkomsten Team 1 bij het toetsen oplossing

	Score bij oorspronkelijke rooster	Score bij rooster gegenereerd door tool
KPI 1	8,83%	26,3%
KPI 2	32,6%	40,4%
KPI 3	120,3 minuten	100,4 minuten
KPI 4	907,7 minuten	1551 minuten

KPI 5	16,27 uur	9,917 uur
KPI 6	100%	100%
KPI 7	55,0%	100%

Vervolgens geven we de uitkomsten voor *Team 2* in tabel 6.2.

Tabel 6.2: Uitkomsten Team 2 bij het toetsen van de oplossing

	Score bij oorspronkelijke rooster	Score bij rooster gegenereerd door tool
KPI 1	17,7%	23,4%
KPI 2	57,1%	54,8%
KPI 3	111,9 minuten	133 minuten
KPI 4	855,4 minuten	1455,9 minuten
KPI 5	23,367	8,983 uur
KPI 6	100%	99,6%
KPI 7	62,8%	100%

Vervolgens geven we de uitkomsten voor *Team 3* in tabel 6.3.

Tabel 6.3: Uitkomsten Team 3 bij het toetsen van de oplossing

	Score bij oorspronkelijke rooster	Score bij rooster gegenereerd door tool
KPI 1	15,9%	27,6%
KPI 2	75%	75%
KPI 3	116,4 minuten	109,4 minuten
KPI 4	496,1 minuten	1255,1 minuten
KPI 5	19,68 uur	11,100 uur
KPI 6	100%	99,4%
KPI 7	68,8%	100%

Tot slot geven we de uitkomsten voor *Team 4* in tabel 6.4.

Tabel 6.4: Uitkomsten Team 4 bij het toetsen van de oplossing

	Score bij oorspronkelijke rooster	Score bij rooster gegenereerd door tool
KPI 1	12,1%	21,1%
KPI 2	69,6%	69,6%
KPI 3	45,4 minuten	41,7 minuten
KPI 4	598,4 minuten	760,3 minuten
KPI 5	16,103 uur	17,563 uur
KPI 6	100%	99,7%
KPI 7	83,0%	100%

Hiernaast is de rekentijd veel lager wanneer het rooster gegenereerd wordt door de tool in vergelijking met de rekentijd voor het met de hand gemaakte rooster. De rekentijd is bij gebruik van dit prototype van de tool ongeveer 2 tot 3 minuten per dag, wat betekent dat het maken van een rooster van een week ongeveer een kwartier tot twintig minuten in beslag neemt. Echter heeft (het prototype van) de tool nog geen gebruiksvriendelijke interface en zullen enkele taken misschien nog handmatig ingepland moeten worden. De zojuist genoemde rekentijd is dus niet reëel wanneer de tool op dit moment ingezet zou worden om het rooster te bepalen. Wanneer het rooster met de hand wordt gemaakt, verschillen de rekentijden (per team) van ongeveer 1 tot 8 uur per week.

6.2. Gevoeligheidsanalyse

Op de zojuist gegeven uitkomsten hebben we een kleine gevoeligheidsanalyse uitgevoerd, waarvan de resultaten te vinden zijn in bijlage 7. Hieronder bespreken we deze resultaten.

Wij hebben ervoor gekozen om de wachttijd in de boetefunctie een lage prioriteit te geven. We hebben echter in de gevoeligheidsanalyse deze prioriteit ook vermenigvuldigd met 2, 4, 10, 100 en 1.000 om te kijken wat er dan met de KPI-waardes zou gebeuren. Naarmate we de π_2 -waarde verhoogden, daalde het percentage cliënten dat door de evv'er wordt geholpen. Een verklaring hiervoor zou kunnen zijn dat cliënten eerder op een plek worden geplaatst waar zij minder wachttijd hebben dan waar zij door hun evv'er worden geholpen, aangezien er relatief minder waarde aan de koppeling van cliënten aan de desbetreffende evv'er wordt gehecht. Bij de andere KPI's verschilt het per team wat er met de waardes gebeurt wanneer we de π_2 -waarde verhogen. In de meeste gevallen gaat de wachttijd eerst omlaag, waarna deze weer toeneemt. Het verhogen van de π_2 -waarde hoeft dus niet per se tot het verlagen van de wachttijd te leiden. Helaas hebben we voor deze veranderingen geen eenduidige verklaring kunnen vinden.

Ook hebben we gekeken wat er met de resultaten gebeurt wanneer de tool alle tijden langsgaat in plaats van de – in hoofdstuk 5 besproken – drie mogelijke tijdstippen. Gemiddeld gezien zijn de waardes van de KPI's niet veel beter – en soms zelfs slechter – wanneer de tool alle mogelijke tijden langsgaat, zoals te zien is in bijlage 7. Het inplannen van de eerste taak op een plek die een lagere boetefunctie oplevert, geeft namelijk geen garantie voor een lagere waarde van de boetefunctie voor de taken die hierna worden ingepland. Per dag heeft de tool 10 tot 25 minuten nodig om de planning te bepalen wanneer hij alle mogelijke tijden langsgaat. De rekentijd verschilt per dag waarvan de tool de planning bepaalt; bij een dag later in de week kost het de tool meer tijd om de planning te bepalen dan bij dagen eerder in de week aangezien hij dan meer data (namelijk ook de planningen van de dagen ervoor) mee moet nemen in de berekening van de oplossing. Op basis van deze hoge rekentijd (vergeleken met de rekentijd van 2 tot 3 minuten per dag in de huidige situatie) en weinig tot geen verbetering in de waardes van de KPI's hebben we geconcludeerd dat het langsgaan van slechts de zojuist besproken drie mogelijke tijdstippen (in plaats van alle tijdstippen) een valide keuze is geweest. Hieruit concluderen we ook dat het inplannen op andere momenten binnen de marge weinig invloed heeft op de waarde van de boetefunctie. Een variabele die wel invloed zou kunnen hebben op de boetefunctie is bijvoorbeeld de marge die per taak wordt gehanteerd. Hier hebben we een gevoeligheidsanalyse voor uitgevoerd, welke we in de volgende alinea toelichten.

Na het verdubbelen van de marges, zien we dat bij drie van de vier onderzochte teams – vergeleken met de oorspronkelijke situatie – meer cliënten door hun evv'er worden geholpen. Dit komt doordat de cliënt op meer verschillende tijden ingepland kan worden en er dus ook meer kans is dat de evv'er beschikbaar is op een tijd die valt binnen de margetijden van de cliënt. De wachttijd neemt bij sommige teams toe en bij sommige teams af. De wachttijd kan afnemen doordat de afspraken op ruimere tijden kunnen worden ingepland, waardoor er minder tijd tussen de verschillende afspraken hoeft te zitten om de afspraken binnen de marge in te kunnen plannen. De wachttijd kan ook toenemen wanneer de afspraken in de ochtend vroeger worden ingepland (vanwege de grotere marge) en de afspraken in de avond later worden ingepland (vanwege de grotere marge). Bij het verschil in de contracturen met de ingeplande uren en de reistijd vindt er bij elk team slechts een kleine verandering plaats. Tot slot, het aantal taken dat

ingepland wordt, wordt in de helft van de gevallen groter en in de helft van de gevallen kleiner (ten opzichte van de oorspronkelijke situatie). Hier zit niet echt een patroon in en hier is dus helaas ook geen conclusie uit te herleiden. Er zal met meer data moeten worden geëxperimenteerd om over het effect van het vergroten van de marges (op de waardes van deze KPI's) een conclusie te verkrijgen. Het verviervoudigen van de marges heeft op de meeste KPI's ongeveer hetzelfde effect als het verdubbelen van de marges. Al met al zien we dus weinig verbetering – kijkende naar alle KPI-waarden – wanneer we de marges hebben vergroot ten opzichte van de originele planning.

Concluderend verschilt het per team heel erg wat er met de waarden van de KPI's gebeurt zodra we iets in de input veranderen. Ook concluderen we dat het nuttig zal zijn om de eerdergenoemde Variable Neighbourhood Search (VNS)-methode toe te passen. Op dit moment wordt de volgorde van het inplannen van de taken alleen bepaald aan de hand van hun marge en de plek die zij hebben in de input-lijst. Deze plek is echter opgesteld aan de hand van cliëntnummers: de taken van cliënten met lagere cliëntnummers hebben een hogere plek in deze lijst. Hierdoor worden taken op een bepaald moment ingedeeld, terwijl het op een andere volgorde inplannen van de taken wellicht tot een lagere waarde van de boetefunctie zou leiden. Door het toepassen van de Variable Neighborhood Search (VNS)-methode kijkt de tool ook wat de waarde van de boetefunctie zou zijn indien de taak op een ander moment ingepland zou worden. Dit zal dus tot een vermindering van de boetefunctie in het geheel kunnen leiden.

6.3. Conclusie toetsen van de oplossing

Allereerst zien we dat het prototype van de tool betere waardes van de KPI's weergeeft bij *Team 1* dan bij de andere teams. Dit komt hoofdzakelijk doordat de allereerste testwaarden van π_1 , π_2 , π_3 en π_4 alleen bepaald zijn aan de hand van de data van *Team 1*. Hier gaan we echter niet verder op in en in de volgende alinea bespreken we slechts de resultaten zoals deze in paragraaf 6.1 zijn weergegeven.

De resultaten uit paragraaf 6.1 laten zien dat zowel het percentage op tijd ingeplande afspraken, als het percentage taken dat door de ev'ër wordt uitgevoerd, verhoogd kan worden gebruik makende van de tool, ten opzichte van het handmatig gemaakte rooster. Dit gaat echter ten koste van een lage wachttijd. Het verschil aan ingeplande uren met de netto contracturen is redelijk groot wanneer we de score van het oorspronkelijke rooster met de score bij het rooster gegenereerd door de tool vergelijken. Deze factoren kunnen nog in balans gebracht worden door de prioriteiten van het gewogen gemiddelde van de boetefunctie te veranderen. Het is echter aan de zelfsturende teams om te beslissen waar zij de prioriteit willen leggen.

Tot slot verschilt het per team heel erg wat er met de waarden van de KPI's gebeurt zodra we iets in de input veranderen. Ook concluderen we dat het nuttig zal zijn om de eerdergenoemde Variable Neighbourhood Search (VNS)-methode toe te passen. Dan kijkt de tool ook wat de waarde van de boetefunctie zou zijn indien de taken op andere momenten ingepland zou worden. Dit zal dus tot een vermindering van de boetefunctie in het geheel kunnen leiden.

7. Conclusies, discussie en aanbevelingen

Dit hoofdstuk geeft in paragraaf 7.1 de conclusies van mijn onderzoek, waarna paragraaf 7.2 de discussie geeft. Tot slot geven we in paragraaf 7.3 de aanbevelingen.

7.1. Conclusies

In deze conclusie geven we met name antwoord op de hoofdvraag: “Hoe kan het operationele planningsproces van extramurale locaties bij CarintReggeland worden verbeterd opdat het rooster zich aanpast aan de hand van een gegeven (veranderend) werkaanbod en een gegeven (veranderde) werkvraag, waardoor het roosteren minder tijd kost?”

In de huidige situatie indiceert de wijkverpleegkundige hoeveel zorg de cliënt wanneer nodig heeft. Vervolgens komt dit in de cliëntagenda te staan, waarna de planner een cliëntplanning op kan stellen. Wanneer deze bekend is, kunnen er medewerkers aan diensten worden toegekend. Dan is ook het rooster bekend. De manier van het maken van dit rooster verschilt op dit moment per team. Zo maakt het ene team bijvoorbeeld gebruik van een basisrooster, terwijl het andere team elke week opnieuw een rooster opstelt. Wel maken ze het rooster allemaal met de hand en gebruiken ze vaak Excel om aan te geven wie wanneer moet werken.

Het operationele roosteringsprobleem binnen de wijkverpleging kan – volgens de literatuur – op verschillende manieren worden opgelost. Elke methode maakt gebruik van een (lineair) programmeringsprobleem met restricties. De waardefunctie verschilt vervolgens wel voor elk model. Zo wordt een aantal keer de kosten geminimaliseerd, terwijl in een ander model de totale werktijd van de verpleegsters geminimaliseerd wordt. De restricties die gebruikt worden, verschillen eveneens per model. Dit ondanks dat een aantal restricties uit de verschillende modellen overeenkomt. De meest gebruikte methode om het model vervolgens op te lossen, is door het model op te splitsen in een masterprobleem en een sub-probleem. Hierna kunnen verschillende decompositieheuristieken worden gebruikt om de oplossing van het probleem te verbeteren. Tot slot noemt de literatuur een aantal verschillende computerprogramma's waarmee (geheeltallige) programmeringsproblemen kunnen worden opgelost, waaronder voornamelijk CPLEX. Veel van de gebruikte datasets zijn vergelijkbaar met die van CarintReggeland in *Wijk X*. Hier bestaan de teams, die meegenomen worden in dit onderzoek, namelijk uit zeven tot twaalf verpleegsters. De planners en roosteraars hebben aangegeven 1 tot 8 uur per week bezig te zijn met plannen en roosteren. De hierboven genoemde rekentijden van meestal maximaal 1 uur lijken acceptabel.

Bij het maken van het rooster moet er rekening worden gehouden met verschillende regels. Zo staan in de cao voor de sector ‘verpleeg, verzorgingshuizen en thuiszorg’ veel verschillende regels met betrekking tot onder andere arbeidsduur en werktijden. Hiernaast staat in de Arbeidstijdenwet beschreven hoe lang een werknemer per dag en per week mag werken en wanneer hij/zij recht heeft op pauze en/of rusttijd. Niet met alle eisen die in de beantwoording van deze deelvraag zijn weergegeven, houden we in dit onderzoek rekening. Dit omdat sommige eisen buiten de scope van het onderzoek vallen, sommige zijn niet relevant voor de operationele roostering en een aantal worden weggelaten om de complexiteit van het model te beperken.

Om een rooster te kunnen maken, hebben we data nodig. Zo hebben we van elke medewerker de contracturen en de functie nodig om de zorguren te kunnen berekenen. Met de zorguren bedoelen we de uren waarvoor hij/zij in het rooster ingepland mag worden om zorg te kunnen leveren. Hiernaast is de tijdsduur voor elke taak nodig om een planning te kunnen maken. De tijdsduur verschilt per patiënt per taak. Hiernaast moeten we natuurlijk weten welke taken van welke cliënt op welk tijdstip en welke dag moeten worden uitgevoerd, met welk marge. Tot slot moeten we weten wanneer de verschillende medewerkers beschikbaar zijn om ingeroosterd te kunnen worden.

Na het verzamelen van bovenstaande data hebben we een lineair programmeringsprobleem opgesteld, dat voor ons uiteindelijk helaas niet oplosbaar bleek. Om toch een bruikbare oplossing aan te kunnen bieden (aan CarintReggeland) hebben we ervoor gekozen om gebruik te maken van een constructieheuristiek die een startrooster op kan stellen. Op basis van de verschillende marges bepaalt de tool in de welke volgorde hij de taken langsgaat om de boetefunctie te berekenen: taken met een lagere marge gaat hij eerst langs. Vervolgens voegt de constructieheuristiek steeds een taak toe aan het rooster, waarbij het toevoegen van die taak de laagste boetefunctie oplevert. De boetefunctie bestaat uit een gewogen gemiddelde van de volgende variabelen: reistijd, de wachttijd, het percentage cliënttaken dat niet door de desbetreffende ev'ër wordt uitgevoerd en het maximale verschil tussen de netto contracturen en het aantal ingeplande uren (over alle medewerkers). Het startrooster verbeteren we tot slot door de korte diensten uit het rooster weg te halen en de taken uit deze diensten over de overige diensten te verdelen.

Zowel het percentage op tijd ingeplande afspraken, als het percentage taken dat door de ev'ër wordt uitgevoerd kan verhoogd worden gebruik makende van de tool, ten opzichte van het handmatig gemaakte rooster. Dit gaat echter ten koste van een lage wachttijd. Deze factoren kunnen nog in balans gebracht worden door de prioriteiten van het gewogen gemiddelde van de boetefunctie te veranderen. Het is echter aan de zelfsturende teams om te beslissen waar zij de prioriteit willen leggen.

Wanneer een rooster gemaakt wordt met behulp van het prototype van de tool is de benodigde tijd voor het maken van een rooster veel lager dan wanneer het rooster handmatig wordt gemaakt. Het handmatig maken van een rooster kost, uiteenlopend voor de verschillende teams, ongeveer 1 tot 8 uur per week. Gebruik makende van de tool kan een startrooster in een kwartier tot twintig minuten worden gemaakt. Dit startrooster heeft echter nog wel kleine aanpassingen nodig, in verband met taken die de tool niet in kan plannen of regels van de arbeidstijdenwet waarmee de tool nog geen rekening heeft gehouden. Naar schatting kost het maken van de planning met behulp van de tool ongeveer een uur wanneer de input voor het rooster makkelijk uit het systeem te halen is en de interface van de tool gebruiksvriendelijk is.

7.2. Discussie

In deze paragraaf geven we een aantal beperkingen van (het gebruik van) ons model. Het gaat hier met name om restricties die we vanwege tijdsbeperkingen niet meer in ons model konden zetten.

Deze zijn als volgt:

- (1) Ons model calculeert enkel en alleen de beste oplossing voor een week. Om de weekenddiensten ook zo goed mogelijk te verdelen over de medewerkers zal het model de data uit de voorgaande weken bij moeten houden in het bepalen van de oplossing. Hiernaast kan er dan ook een beter

beeld geschetst worden van de verhouding van de contracturen met de daadwerkelijk ingeroosterde uren per medewerker.

- (2) Bij de huidige manier van roosteren, maken verschillende teams gebruik van het 'uitlenen' van medewerkers aan andere teams. Dit kan niet gedaan worden in ons model. Echter is Déhora momenteel bezig met het maken van een goede capaciteitsmatch op tactisch niveau. Als zij dit gedaan hebben en de capaciteitsmatch is gerealiseerd, is het naar alle waarschijnlijkheid niet meer nodig om medewerkers 'uit te lenen' en is ons model wat betreft dan wel bruikbaar.
- (3) Bij de reistijd wordt geen rekening gehouden met de start- en eindlocatie van de diensten. Deze locaties zullen voornamelijk het adres van de desbetreffende medewerker van die dienst zijn. De reistijd van het adres van de medewerker naar de eerste en laatste cliënt worden nu nog niet meegenomen in de berekening van de reistijd. Hiernaast kan het zo zijn dat medewerkers vanaf kantoor vertrekken of na de dienst naar kantoor wil gaan.
- (4) Medewerkers willen bepaalde cliënten liever niet vlak na elkaar (of een dag na elkaar) verzorgen, aangezien deze cliënten zwaar zijn en dus lastig te tillen als zij gedoucht moeten worden of iets dergelijks. Hier zou rekening mee gehouden kunnen worden door bepaalde cliënten het label 'zwaar' toe te kennen, waarna de restrictie gegeven moet worden dat er tussen het inplannen van deze cliënten bij een bepaalde medewerker een zekere tijd moet zitten. Hier houdt ons model echter op dit moment nog geen rekening mee.
- (5) Bepaalde medewerkers werken liever niet met bepaalde cliënten vanwege persoonlijke redenen. Zo is de vader van een medewerker bijvoorbeeld in zorg bij ditzelfde team. Deze medewerker wil haar vader liever niet verzorgen, waar de huidige planners/roosteraars rekening mee houden. In ons model kan echter geen rekening worden gehouden met zulke voorkeuren, aangezien we deze informatie niet meenemen als input in ons model.
- (6) Hiernaast zijn er ook voorkeuren van de cliënten met betrekking tot de zorg. Zo zijn er een man en vrouw in dienst die in hetzelfde appartement wonen, maar liever niet na elkaar geholpen worden. Dit kan in ons model niet als voorkeur gemodelleerd worden.
- (7) In ons model houden we geen rekening met alle restricties die in de cao van verpleeg- en verzorgingshuizen en thuiszorg geschreven staan. Paragraaf 3.2.1 beschrijft welke restricties we wel meenemen, waar paragraaf 3.2.2 beschrijft welke restricties we verwaarlozen.
- (8) Bij de onderzochte teams gaan ze er bij het roosteren vanuit dat iedereen in principe elke taak moet kunnen uitvoeren. Echter hebben ze wel speciale verpleegkundigen in dienst voor de wondzorg, wat we nu niet meenemen in ons model. Hiernaast is er niet meegenomen dat sommige medewerkers onbekwaam kunnen zijn voor het uitvoeren van bepaalde handelingen.
- (9) De tool roostert alleen de zorg in die geleverd moet worden, terwijl er ook bereikbaarheidsdiensten zijn die ingeroosterd moeten worden.

7.3. Aanbevelingen

Allereerst bevelen we aan een aantal van de restricties uit paragraaf 7.2 nog in het model te modelleren en de interface van de tool gebruiksvriendelijker te maken, indien hier de tijd en kennis voor is. Het model kan dan beter gebruikt worden om de planners/roosteraars houvast te geven over hoe ze bepaalde cliënten/medewerkers kunnen inplannen. Aan de hand van de tool kunnen de planners/roosteraars dan nieuwe inzichten creëren in hoe de planning en het rooster opgesteld kan worden. De benodigde input voor de planning nu tevens erg lastig om uit het systeem te halen. Zo kostte het erg veel klikken om van één cliënt de benodigde zorg van één week te achterhalen en zijn er bijvoorbeeld al tien tot twintig cliënten per wijk. We raden dan ook aan om een manier te zoeken, waarbij de data van de benodigde zorg

met één klik te downloaden is. Zo kun je efficiënt gebruik maken van (het prototype van) de tool. Hiernaast hebben we nog een aantal aanbevelingen, met name met betrekking tot het doen van verder onderzoek. Deze beschrijven we in de alinea's hieronder.

Tijdens ons onderzoek zijn we erachter gekomen dat er geen eenduidige afspraken zijn wat betreft het aantal afspraken dat door de evv'er voltooid moet worden voltooid en het aantal medewerkers dat een cliënt mag zien. Hierover zijn binnen CarintReggeland een tijd geleden afspraken gemaakt, maar deze afspraken zijn niet meer geldig. Hierdoor houden de meeste medewerkers nu simpelweg aan dat de cliënt zo veel mogelijk door de evv'er gezien moet worden en door zo min mogelijk andere medewerkers. Omdat hier echter geen eenduidige regels over zijn, is het lastig dit in een (prototype van een) tool te verwerken en is het voor de planners/roosteraars ook lastig om hierop te controleren. Zo raden wij aan om hier concreet afspraken over te maken en deze ook duidelijk naar de cliënt te communiceren. Medewerkers kunnen bijvoorbeeld ook kijken naar mogelijkheden van een 'back-up evv'er', welke de cliënt kan bezoeken als de eerste evv'er op vakantie is en welke ook goed weet wat voor zorg die cliënt behoeft. Deze medewerker kan dan ook andere afspraken van de cliënt op zich nemen wanneer de 'eerste evv'er' niet beschikbaar is. Dit maakt het tevens makkelijker om zo min mogelijk medewerkers de cliënt te laten bezoeken.

Wij bevelen aan om per team te beslissen wat het team wil bereiken met het rooster. Zo hebben enkele teams nu bijvoorbeeld aangegeven dat ze graag lange diensten willen werken, maar dat zij ook willen dat de cliënt zo veel mogelijk door de desbetreffende evv'er wordt bezocht. Beide kunnen natuurlijk niet tegelijkertijd geoptimaliseerd worden. Daarom moet hier een keuze in worden gemaakt (of een optimum in worden gekozen), zodat de planners/roosteraars duidelijk weten waar zij naar moeten streven bij het maken van hun rooster. Ook de cliënten kan dan duidelijkheid gegeven worden over het aantal keer dat zij naar waarschijnlijkheid bezocht zullen worden door de evv'er.

Ook raden we aan om ervoor te zorgen dat de medewerkers de wenstijden en de marges correct in het systeem zetten. We zijn er – tijdens ons onderzoek – achter gekomen dat de wenstijden en marges vaak onjuist in het systeem staan, waardoor (het prototype van) de tool geen goede oplossing zal geven en de manier van roosteren met het huidige systeem niet optimaal verloopt. Zo staan afspraken nu in het rood weergegeven als ze niet binnen de wenstijd vallen en is het dus voor de roosteraar niet goed te zien of alle afspraken binnen de margetijd zijn ingepland als de wenstijden of de margetijden incorrect in het systeem staan.

Referenties

- ActiZ (2016, 1 april). Cao VVT 2016-2018. Geraadpleegd op 12 maart 2018, van <http://www.vtcao.nl/cms/showpage.aspx?id=46091&folderNr=268>
- Auteur onbekend. (2001, 25 april). Priority-Rule-Based Scheduling. Pagina 55 tot 57. *Verkregen van dr. ir. J. M. J. Schutten (niet publiekelijk toegankelijk)*.
- Bisschop, J. (2018, 29 maart). AIMMS – Optimization Modeling. Copyright by AIMMS B.V.
- Cappanera, P., Grazia Scutellà, M., Matta, A., Şahin, E. & Yalçındağ, S. (2016, 16 februari). Pattern-based decompositions for human resource planning in home health care services. *Computers & Operations Research*, 73 (1). Pagina 12 tot 26. Doi: 10.1016/j.cor.2016.02.011
- Cordeau, J., Laporte, G., Savelsbergh, M. & Vigo, D. (2006, 22 november). Vehicle Routing (*hoofdstuk 6*). Handbooks in Operations Research and Management Science, 14. Pagina 367 tot 428. Doi: [10.1016/S0927-0507\(06\)14006-2](https://doi.org/10.1016/S0927-0507(06)14006-2)
- Dang, C. & Nasir, J. (2018, 9 januari). Solving a More Flexible Home Health Care Scheduling and Routing Problem with Joint Patient and Nursing Staff Selection. Spatial and Spatio-Temporal Planning for Urban Health and Sustainability, 10 (1). Pagina 1 tot 22. Doi: 10.3390/su10010148
- Déhora Consultancy Group (2017). PlanScan ® planning en roostering. *Rapportage*. 13-14.
- Dijkink, M., Klootwijk, S. & Span, J. (2014, 13 juni). Optimalisatie van de planning in de thuiszorg (bachelor thesis Technische Wiskunde). *Verkregen van dr. ir. J. M. J. Schutten (niet publiekelijk toegankelijk)*
- Fikar, C. & Hirsch, P. (2016, 22 juli). Home health care routing and scheduling: A review. *Computers & Operations Research*, 77 (1). Pagina 86 tot 95. Doi: 10.1016/j.cor.2016.07.019
- Frontline Systems. (2018). Optimization problem types – Mixed-Integer and Constraint Programming. Geraadpleegd op 26 maart, 2018, van <https://www.solver.com/integer-constraint-programming>
- Hirsch, P. & Trautsamwieser, A. (2014, 15 september). A Branch-Price-and-Cut Approach for Solving the Medium-Term Home Health Care Planning Problem. *Wiley Online Library*, 64 (3). Pagina 143 tot 159. Doi: 10.1002/net.21566
- Heerkens, H. & van Winden, A. (2012). Geen Probleem. Gorcum, Nederland: Van Winden Communicatie
- ‘Infoly’ (InfoNu.nl). (2014, 19 september). Verschil tussen bekwaam en bevoegd in de gezondheidszorg. Geraadpleegd op 25 april, 2018, van <https://mens-en-gezondheid.infonu.nl/diversen/144805-verschil-tussen-bekwaam-en-bevoegd-in-de-gezondheidszorg.html>

- Jiang, Z., Liu, R. & Yuan, B. (2015, 5 augustus). A branch-and-price algorithm for the home health care scheduling and routing problem with stochastic service times and skill requirements. *International Journal of Production Research*, 53 (24). Pagina 7450 tot 7464. Doi: 10.1080/00207543.2015.1082041
- Laesanklang, W. & Landa-Silva, D. (2016, 24 oktober). Decomposition techniques with mixed integer programming and heuristics for home healthcare planning. *Annals of Operations Research*, 256 (1). Pagina 93 tot 127. Doi: 10.1007/s10479-016-2352-8
- Maneschijn, J. & Oude Geerdink, Y. (2018, 29 maart). Werktijden, kaderafspraken (Versie 1). Geraadpleegd op 4 mei, 2018, van <https://iprova.carintreggeland.nl/iDocument/Viewers/Frameworks/ViewDocument.aspx?DocumentID=88195cd3-4778-43a8-9097-7f8500878b9a&NavigationHistoryID=1397836&PortalID=100&Query=plannen+regels+carintreggeland>³
- Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid. (2010, maart). De arbeidstijdenwet. Geraadpleegd op 11 april, 2018, van <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/werktijden/documenten/brochures/2011/04/29/de-arbeidstijdenwet-nederlands>
- Molendijk, E. (2017, 12 april). Handleiding MyCaRe – Plannen. Geraadpleegd op 2 mei 2018, van <https://iprova.carintreggeland.nl/iDocument/Viewers/Frameworks/ViewDocument.aspx?DocumentID=b457b13b-e6aa-4e1d-ac85-05db64555f1f&NavigationHistoryID=1394465&PortalID=100&Query=Handleiding+mycare+planner>⁴
- Nickel, S., Schröder, M. & Steeg, J. (2011, 10 november). Mid-term and short-term planning support for home health care services. *European Journal of Operations Research*, 219 (3). Pagina 574 tot 587. Doi: 10.1016/j.ejor.2011.10.042
- Pferschy, U. & Staněk, R. (2016, 17 februari). Generating subtour elimination constraints for the TSP from pure integer solutions. *Central European Journal of Operations Research*, 25 (1). Doi: 10.1007/s10100-016-0437-8
- Pinedo, M. (2009). Planning and Scheduling in Manufacturing and Services (tweede editie). New York, Amerika: Springer. Pagina 449 tot 465
- Swaen, B [Scribbr]. (2014, 19 september). Validiteit in je scriptie. Geraadpleegd op 5 april 2018, van

³ Bron afkomstig van medewerkerspagina CarintReggeland (niet publiekelijk toegankelijk).

⁴ Bron afkomstig van medewerkerspagina CarintReggeland (niet publiekelijk toegankelijk).

<https://www.scribbr.nl/onderzoeksmethoden/validiteit-van-scriptieonderzoek/v>

Srinivasan, G. [NP-TEL Highlights]. (2010, 26 januari). *Lec-6 Dantzig-Wolfe Decomposition Algorithm* [YouTube]. Geraadpleegd op 27 maart, 2018, van <https://www.youtube.com/watch?v=QxZM8qARos4>

Zorgbelang Noord-Holland. (z.d.). Woordenlijst. Geraadpleegd op 14 mei, 2018, van <http://www.zorgbelang-noordholland.nl/woordenlijst/>

Bijlage 1: Opgeschoonde lijst met problemen

In deze bijlage een opgeschoonde lijst met problemen uit de probleemkluwen.

De opgeschoonde lijst met problemen is als volgt:

1. Weinig inzicht in verzuim binnen de teams;
2. Weinig flexibiliteit binnen de teams: *teamleden zijn dan weinig bereid diensten te ruilen of op andere dan gewenste tijden te werken;*
3. Verzuim binnen de teams;
4. Geen instrument beschikbaar om te roosteren (kernprobleem);
5. Werkvraag niet duidelijk in beeld: *er is geen patroon bekend waarmee een aantal taken voor een bepaalde periode geschat kan worden;*
6. Werkaanbod niet (goed) geconcretiseerd;
7. Opvangen verzuim/ ruilen van diensten kost veel tijd;
8. Ontstaan openstaande uren. Met openstaande uren worden uren bedoeld waarop nog geen (of te weinig) werknemers zijn ingedeeld;
9. Zoeken van vervangende teamleden kost (soms) veel tijd;
10. Altijd dezelfde mensen die openstaande diensten op zich nemen;
11. Geen roosteringsstrategie;
12. Soms onvoldoende medewerkers, *om de ingeroosterde taken te volbrengen zonder dat er bijv. overuren gedraaid hoeven te worden;*
13. Onvoldoende kennis van het systeem (*dit betreft het systeem waarin de planning wordt gemaakt, kan worden veranderd en geraadpleegd kan worden door teamleden*);
14. Onvoldoende kennis van de cao-regels/werktijdenregeling;
15. Traag/slecht-werkend systeem (*dit betreft het systeem waarin de planning wordt gemaakt, kan worden veranderd en geraadpleegd kan worden door teamleden*);
16. Groot verschil in plus- en min-uren: Met plus- en min-uren worden de uren bedoeld die werknemers respectievelijk te veel of te weinig hebben gedraaid ten opzichte van hun contracturen;
17. Het rooster is niet efficiënt ingedeeld;
18. Het roosteren kost (te) veel tijd;
19. Het roosteren gebeurt niet op optimale wijze.

Bijlage 2: Volledige wettelijke eisen met betrekking tot planning/roostering

In deze bijlage omschrijven we het volledige antwoord op deelvraag 3a: “Wat zijn de eisen waar in de planning/roostering rekening mee moet worden gehouden, volgens de ‘cao-verpleeg-, verzorgingshuizen en thuiszorg’ regeling?” Paragraaf B2.1 geeft een korte inleiding op deze beantwoording, waarna paragraaf B2.2 de belangrijkste begrippen toelicht. Vervolgens omschrijft paragraaf B2.3 de regels met betrekking tot de werktijdenregeling, waarna paragraaf B2.4 de regels met betrekking tot werk en privé schetst en paragraaf B2.5 de regels met betrekking tot verlof voor vakbondsactiviteiten beschrijft. Tot slot staat in paragraaf B2.6 een conclusie over alle daarvoor beschreven regels.

B2.1. Inleiding

De afkorting cao-vvt staat voor de collectieve arbeidsovereenkomst voor de verpleeg-, verzorgingshuizen en thuiszorg. De roostering van CarintReggeland moet in overeenstemming zijn met deze arbeidsovereenkomst. Deze arbeidsovereenkomst omvat veel verschillende facetten, zoals: beloning, arbeidsduur en werktijden (ActiZ, 2016). In de Arbeidstijdenwet staat beschreven hoe lang een werknemer per dag en per week mag werken en wanneer hij/zij recht heeft op pauze en/of rusttijd (Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid, 2010, p. 3). Deze deelvraag beantwoorden we aan de hand van de regelgevingen uit de cao-vvt en vullen we aan met regelgevingen beschreven in de Arbeidstijdenwet.

B2.2. Toelichting definities

Allereerst zullen we enkele definities toelichten. Onder arbeidsduur wordt het volgende verstaan: “het tussen jou en je werkgever overeengekomen gemiddeld aantal uren per week voor het verrichten van je werkuren, inclusief: alle verlofuren waarover salaris wordt betaald; vergoedingen in vrije tijd volgens regelingen in deze cao; verzuim tijdens vastgestelde werktijden door ziekte/arbeidsongeschiktheid.” (ActiZ, 2016, *artikel 1.1*).

Met een periode wordt een aaneengesloten tijdvak van vier weken bedoeld en met werktijden, de uren waarop dient te worden gewerkt (ActiZ, 2016, *artikel 1.1*).

Tot slot worden de benamingen van enkele verschillende diensten toegelicht. Zo is een bereikbaarheidsdienst als volgt omschreven: “de dienst waarbij de werknemer in een aaneengesloten periode van maximaal 24 uur verplicht is om bereikbaar te zijn om, zo nodig naast het verrichten van de overeengekomen arbeid, op oproep zo spoedig mogelijk de overeengekomen arbeid te verrichten”. Deze dienst is mogelijk voor arbeid die bestaat uit verpleging en/of verzorging en voor arbeid verricht door een arts of arts in opleiding. Hieronder vallen dus geen administratieve taken, bijvoorbeeld.

Een aanwezigheidsdienst wordt als volgt beschreven: “de dienst waarbij de werknemer in een aaneengesloten periode van maximaal 24 uur verplicht is om op de arbeidsplaats aanwezig te zijn om, zo nodig naast het verrichten van de overeengekomen arbeid, op oproep zo spoedig mogelijk de overeengekomen arbeid te verrichten”.

Een consignatiedienst wordt als volgt omschreven: “de dienst waarbij de werknemer in een periode tussen twee opeenvolgende diensten of tijdens een pauze uitsluitend verplicht is bereikbaar te zijn om in

geval van onvoorziene omstandigheden op oproep zo spoedig mogelijk de overeengekomen arbeid te verrichten". Deze dienst kan, eveneens als de aanwezigheidsdienst, door alle werknemers worden gedraaid (ActiZ, 2016, *artikel 1.1*).

B2.3. Regels met betrekking tot werktijdenregeling

B2.3.1. Verschillen in regels voor verschillende leeftijden

De regels die hierna worden genoemd, gelden alleen voor werknemers vanaf 18 jaar. Voor werknemers jonger dan 18 jaar wordt de Arbeidstijdenwet of de Nadere Regeling Kinderarbeid toegepast. Een dienst mag maximaal tien uur duren, met door de werkgever vastgestelde werktijden. Indien er een incidentele, onvoorziene wijziging van omstandigheden plaatsvindt, mag de werkgever de werknemer vragen maximaal twaalf uur per dienst te werken. Hiernaast moet de werkgever deze vastgestelde werktijden minimaal 28 etmalen (dagen) van tevoren aan de desbetreffende werknemer bekend maken. In geval van bijzondere omstandigheden met een incidenteel karakter kan na overleg tussen werkgever en werknemer worden afgeweken van zowel het tijdstip waarop de voor de werknemer vastgestelde werktijden bekend moeten zijn als van de reeds vastgestelde werktijden.

Ook moeten we opmerken dat een werknemer niet iedere week dit gegeven maximale aantal uren mag werken. Over een langere periode gelden andere regels. Zo mag een werknemer per week per 4 weken gemiddeld 55 uur per week perken en per week per 16 weken is dit aantal 48 uur per week (Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid, 2010, p. 4).

Naast een andere regelgeving voor werknemers jonger dan 18 jaar is er ook een regelgeving voor werknemers van 55 jaar of ouder. Zo mogen werknemers van 55 jaar of ouder niet ingeroosterd worden voor een nacht-, bereikbaarheids-, aanwezigheids- (waaronder slaapdienst) of consignatiedienst tussen 23.00 en 07.00, tenzij de werknemer aangegeven heeft er geen bezwaar tegen te hebben. Op de bereikbaarheidsdiensten en consignatiediensten wordt niet verder ingegaan, aangezien deze niet meegenomen worden in de operationele planning en deze diensten dus niet binnen de scope van het onderzoek vallen.

B2.3.2. Regels met betrekking tot rusttijden

In de cao-vvt worden ook bepaalde eisen gesteld aan de rusttijden. Zo heeft de werknemer recht op een onafgebroken rusttijd in elke aaneengesloten periode van 7 keer 24 uur, van tenminste 26 uur. In elke aaneengesloten periode van 9 keer 24 uur heeft de werknemer recht op een onafgebroken rusttijd van tenminste 60 uur. In dit laatste geval is het toegestaan de rusttijd eenmalig te verkorten tot 32 uur in elke periode van vijf achtereenvolgende weken (ActiZ, 2016, *artikel 5.1*). Na een enkele werkdag mag een werknemer 11 uur aaneengesloten niet werken, waarbij dit eens in de 7 dagen ingekort mag worden tot 8 uur indien nodig (Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid, 2010, p. 4). Bij een 5-daagse werkweek mag een werknemer na een werkweek 36 uur aaneengesloten niet werken en bij een langere werkweek zal in een periode van 14 dagen de werknemer minimaal 72 uur aaneengesloten vrij moeten zijn (Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid, 2010, p. 4).

Naast deze regels over rusttijden zijn er ook regels over pauzes opgesteld. Zo heeft een werknemer recht op één koffie-/theepauze per ochtend, middag, avond of nacht. Deze pauze mag een kwartier duren. Als deze pauze minder dan een kwartier duurt, behoort deze pauze tot de dagelijkse werktijd. Als deze pauze langer dan een kwartier duurt en als eigen tijd geldt, dan moet onafgebroken rust zijn gewaarborgd (ActiZ, 2016, *artikel 5.2*). In de Arbeidstijdenwet wordt dit als volgt omschreven: "Werkt een werknemer langer dan 5 ½ uur, dan heeft hij minimaal 30 minuten pauze. Die mag worden gesplitst in 2 keer een kwartier; Werkt een werknemer langer dan 10 uur, dan is de pauze minstens 45 minuten. Die mag worden gesplitst

in meer pauzes van minimaal een kwartier.” (Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid, 2010, p. 4).

Ook over het werken in de weekenden zijn regels op gesteld. Zo is een werknemer in de vvt-sector in ieder geval 22 weekenden vrij. De werknemer kan een verzoek indienen waardoor er minder vrije weekenden ingepland worden, maar dit mag nooit minder zijn dan 17 vrije weekenden per jaar. Voor werknemers die uitsluitend in de weekenden werken, kan de werkgever worden verzocht afwijkende afspraken te maken over het aantal vrije weekenden (ActiZ, 2016, *artikel 5.3*).

B2.3.3. Regels met betrekking tot nachtdiensten

Ook over nachtdiensten zijn regels opgesteld. Zo is een werknemer die meer dan één uur werkt tussen twaalf uur 's nachts en zes uur 's ochtends, werkzaam in een nachtdienst (conform de Arbeidstijdenwet). De volgende regels gelden er voor de werknemers die nachtdiensten draaien: zij mogen maximaal vijf achtereenvolgende nachtdiensten werkzaam zijn, tenzij er met de werkgever een overeenkomst is gesloten om meer nachtdiensten te werken, met een maximum van zeven aaneengesloten nachtdiensten. Hiernaast mag een werknemer niet meer dan 35 nachtdiensten werken in een periode van dertien weken en mag hij/zij in elke periode van dertien weken maximaal gemiddeld 40 uur per week werken. Dit geldt niet als een afbouwregeling conform het Werktijdenbesluit voor verplegings- en verzorgingsinrichtingen op deze werknemer van toepassing is. Elke werknemer mag maximaal negen uur per nachtdienst werken, tenzij er sprake is van een incidentele, onvoorziene wijziging van omstandigheden (dan is de max 10 uur per nachtdienst) (ActiZ, 2016, *artikel 5.4*). Verder worden er in de Arbeidstijdenwet de volgende regels met betrekking tot nachtdiensten gegeven:

- “Als een nachtdienst eindigt ná 02.00 uur wordt hierna minimaal 14 uur niet gewerkt. Maximaal 1 keer per week mag dat ingekort worden tot 8 uur. Dit mag alleen als het soort werk of de bedrijfsomstandigheden dit nodig maken.
- Als een nachtdienst eindigt vóór 02.00 uur geldt net als bij dagdiensten dat er na de dienst 11 aaneengesloten uren niet gewerkt mag worden.
- Na een nachtdienst van 12 uur mag er minimaal 12 uur niet gewerkt worden.
- Na een reeks van 3 of meer nachtdiensten mag een werknemer minimaal 46 uur niet werken. Wanneer de laatste nachtdienst bijvoorbeeld op dinsdagochtend 06.00 uur eindigt, dan mag hij vanaf donderdag 04.00 uur zijn werk hervatten.
- Als een werknemer regelmatig nachtdiensten draait (16 keer of meer per 16 weken), dan mag hij niet meer dan gemiddeld 40 uur per week werken binnen die 16 weken.” (Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid, 2010, p. 6).

Tot slot stelt de Arbeidstijdenregeling ook nog een extra regelgeving voor nachtdiensten in het weekend. Deze is als volgt: “Tussen vrijdag 18.00 uur en maandag 08.00 uur mag een werknemer, naast een nachtdienst van tien uur, twee nachtdiensten van maximaal 11 uur draaien. Na een dergelijke nachtdienst heeft de werknemer minimaal 12 uur rust. Als de werknemer van deze regeling gebruik maakt, moet hij minstens 26 zondagen per jaar vrij hebben. Deze regeling mag niet gebruikt worden in combinatie met de algemene regels voor langere nachtdiensten.” Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid, 2010, p. 11).

B2.3.4. Uitzonderingen met betrekking tot de werktijdenregelgeving

Wanneer de werktijden – aan de hand van bovenstaande regelgevingen – vastgesteld zijn, kan de werkgever vanwege bijzondere omstandigheden met een incidenteel karakter (als het dienstbelang dit vereist), wijzigingen aanbrengen in de al vastgestelde werktijden en zo afwijken van de zojuist genoemde artikelen met betrekking tot de werk- en rusttijden en/of de zojuist genoemde artikelen met betrekking tot de weekenden. Als dit wordt gedaan, is de werknemer verplicht een schadevergoeding uit te keren als

de werknemer al uitgaven heeft gedaan voor vrijetijdsbesteding. Ook kunnen er toeslagen worden geheven wanneer de werkgever binnen 24 uur een verschuiving van de eerder vastgestelde werktijdenregeling vaststelt (ActiZ, 2016, *artikel 5.15*). Omdat deze toeslagen geen betrekking hebben op het antwoord van deze deelvraag gaan we hier niet verder op in.

Er is sprake van overwerk als: de werknemer meer uren moet werken dan bij de werktijdenregeling vastgestelde arbeidsduur en de voor de werknemer geldende gemiddelde arbeidsduur per week overschrijdt, vanwege een incidentele onvoorziene wijziging van omstandigheden, of omdat de aard van het werk incidenteel een afwijking van de voor jou geldende gemiddelde arbeidsduur per week noodzakelijk maakt, gemeten over 13 weken. In de cao-vvt zijn restricties aan de overuren gesteld. Deze restricties zijn als volgt: het aantal uren overwerk mag niet meer zijn dan 10% van de met jou overeengekomen arbeidsduur gemeten over een periode van vier maanden. Als dit percentage overschreven wordt, moet de werkgever op het verzoek van de werknemer overgaan om assistentie te verlenen of een vacature te stellen (ActiZ, 2016, *artikel 5.18*). Uiteraard staan er ook vergoedingen tegenover het draaien van overuren. Omdat deze vergoedingen niet van belang zijn voor het beantwoorden van deze kennisvraag gaan we hier niet verder op in.

B2.4. Regels met betrekking tot werk en privé

B2.4.1. Regels met betrekking tot de vakantieplanning

Een belangrijk element binnen de planning/ roostering is de vakantieroostering. Zo hebben verscheidene planners/ roosteraars ook al aangegeven dat zij moeite hebben met het rondkrijgen van de roostering in de vakanties. Voor het maken van de planning/roostering rondom de vakanties zijn meerdere regels opgesteld, eveneens weergegeven in de cao-vvt. Zo bouwt iedere werknemer elke kalendermaand dat hij/zij in dienst is, 1/12^e deel van de vakantie-uren op. Als een werknemer niet kan werken door ziekte, worden vakantie-uren opgebouwd alsof hij/zij niet ziek zou zijn. Is een werknemer in dienst gekomen vóór de 16^e van de maand, dan telt deze maand mee in de opbouw van de vakantie-uren, eveneens indien een werknemer uit dienst is gegaan na de 15^e van de maand. Elke werknemer met een gemiddelde arbeidsduur van 36 uur per week heeft per kalenderjaar recht op 144 wettelijke en 58,4 uur bovenwettelijke doorbetaalde vakantie-uren. Daarnaast heeft een werknemer recht op 35 extra bovenwettelijke vakantie-uren (ingevoerd vanaf 2017). Als een werknemer meer of minder werkt dan de gemiddelde arbeidsduur van 36 uur per week, zijn de vakantie-uren naar verhouding berekend op basis van de arbeidsduur (ActiZ, 2016, *artikel 6.1*).

Op de zojuist genoemde wet kan een uitzondering worden gemaakt. Indien een werknemer op 31 december 2011, 50 jaar of ouder – maar jonger dan 55 jaar – was én in dienst was bij een vvt-werkgever geldt de volgende regeling. Bij een leeftijd van 50 (resp. 51, 52, 53, 54) op 31 december 2011, gelden de volgende extra bovenwettelijke uren bij het bereiken van een leeftijd van 55 jaar (en een gemiddelde arbeidsduur van 36 uur per week): 45, resp. 55, 60, 70, 80 (ActiZ, 2016, *artikel 6.2*).

Wanneer een werknemer 55 jaar of ouder is, heeft hij/zij in afwijking van de vorige artikelen, óf:

- Jaarlijks recht op 93 extra bovenwettelijke vakantie-uren als je op 31 december 2011, 55 jaar of ouder was én in dienst was bij een vvt-werkgever.
- Jaarlijks recht op 111 extra bovenwettelijke vakantie-uren als je vóór 1 januari 2009, 55 jaar of ouder was én in dienst was bij een verpleeg- en verzorgingstehuis.

Er kan geen recht aan deze extra bovenwettelijke vakantie-uren worden ontleend wanneer de werknemer aanspraak heeft op het aantal vakantie-uren als genoemd in de garantieregeling, als de werknemer in dienst is bij een verpleeg- en verzorgingshuis én voor 1 april 2004 gebruik heeft gemaakt van de 55+-

regeling (ActiZ, 2016, *artikel 6.3*). Deze regels gelden alleen van 1 april 2016 tot en met 31 maart 2018 (ActiZ, 2016, *artikel 14.4*). Aangezien de nieuwe cao-vvt pas in een relatief stadium in dit onderzoek naar buiten is gebracht, hebben we de cao-vvt die geldig is van 1 april 2016 tot en met 31 maart 2018 als richtlijn genomen. Wanneer met dit onderzoek verder wordt gegaan, zal de nieuwe cao-vvt geraadpleegd moeten worden om zo de veranderingen binnen de cao-vvt op te merken en deze door te voeren in de planning/roostering.

Ieder jaar is de werkgever verplicht om de werknemer in de gelegenheid te stellen om de door de werknemer gewenste vakantie-uren op te nemen. De werkgever kan de aangevraagde uren wel afwijzen als de belangen van de afdeling of dienst zich hiertegen verzetten. De werknemer kan tenminste aanspraak maken op een periode van 3 aaneengesloten weken vakantie-uren (inclusief de weekenden voorafgaand en aansluitend op de vakantie). Als een werknemer ziek is en vakantie-uren op wil nemen, is hij zich verplicht vooraf toestemming aan zijn werkgever te vragen. Wanneer het tijdvak van de vakantie-uren is vastgesteld, kan de werknemer deze wijzigingen als hij op dat moment niet kon voorzien dat zich omstandigheden zouden voordoen als gevolg waarvan het functioneren van de instelling, dienst of afdeling ernstig in gevaar komt. De werknemer zal dan het nieuwe tijdvak, samen met de werkgever, vaststellen. Wanneer de werknemer schade heeft ondervonden aan deze wijziging, zal de werkgever deze schade vergoeden (ActiZ, 2016, *artikel 6.4*).

De opgebouwde vakantie-uren (zowel wettelijk, bovenwettelijk als extra-bovenwettelijk) verjaren vijf jaar na de laatste dagen van het kalenderjaar waarin zijn opgebouwd (ActiZ, 2016, *artikel 6.5*). Wanneer werknemers vrij willen zijn op een ingeroosterde werkdag die samenvalt met een feestdag dienen zij hiervoor vakantie-uren op te nemen. Vakantie-uren kunnen echter alleen worden opgenomen indien de werkzaamheden dit toelaten. Als een werknemer in een vast patroon maximaal drie dagen per week werkzaam is op in ieder geval een maandag en/of donderdag, bestaat er de mogelijkheid op (een) andere dag(en) je werkzaamheden te verrichten als deze werkdag(en) samenvallen met een feestdag. In dit geval hoeven er geen vakantie-uren voor deze feestdag opgenomen te worden (ActiZ, 2016, *artikel 6.6*).

De vakantie-uren zijn ook bedoeld voor verlof vanwege bijzondere persoonlijke omstandigheden, onvoorziene omstandigheden en wettelijke verplichtingen, met uitzondering van de bevalling van de relatiepartner. Een andere uitzondering hiervan gaat in werking als een werknemer regelingen moet treffen om zorg voor een ziekte in het gezin te regelen, met een maximum van 24 uur (ActiZ, 2016, *artikel 6.7*).

Er bestaat de mogelijkheid (na overleg met de werkgever) om betaald verlof op te nemen voor een aaneengesloten periode van maximaal drie maanden als de werknemer noodzakelijk thuisverpleging en/of verzorging verleent aan zijn/ haar zeer ernstig zieke relatiepartner, (pleeg)ouders, (pleeg)kind of een verwant waarmee de werknemer samenwoont. De werknemer is hiertoe wel verplicht een verklaring van de arts/behandelaar te verschaffen waaruit de noodzaak voor de verpleging/verzorging blijkt. Dit soort verlof is inbegrepen in de totale periode van zorgverlof (ActiZ, 2016, *artikel 6.8*).

B2.4.2. Regels met betrekking tot mantelzorgers

Wanneer de werknemer meer dan 8 uur per week en meer dan 3 maanden lang mantelzorg verricht, dient hij/ zij dit aan te geven bij zijn/ haar werkgever. Samen met de werkgever worden dan

mogelijkheden nagegaan om overbelasting van de mantelzorger te voorkomen. Onder mantelzorg wordt hier verstaan: “zorg die niet in het kader van een hulpverlenend beroep wordt gegeven aan een hulpbehoevende door één of meerdere leden van diens directe omgeving, waarbij de zorgverlening direct voortvloeit uit de sociale relatie” (ActiZ, 2016, *artikel 6.9*). Er zijn dus geen vaste regels met betrekking tot het inplannen/inroosteren van de mantelzorgers, maar van de planners/roosteraars wordt wel verwacht dat zij rekening houden met de afspraken die tussen de mantelzorger en de werkgever zijn gemaakt.

B2.4.3. Regels met betrekking tot onbetaald verlof

Tevens is er de mogelijkheid om onbetaald verlof op te nemen voor een periode van maximaal vier weken, aansluitend aan je bevallingsverlof. Hiervoor dient tijdig een verzoek ingeleverd te worden. Uiterlijk drie maanden voor de vermoedelijke bevallingsdatum moeten hierover afspraken zijn gemaakt tussen de zwangere en de werkgever (ActiZ, 2016, *artikel 6.10*). Hiernaast heeft een zwangere vrouw recht op extra pauzes en is zij niet verplicht te werken in een nachtdienst. Zij heeft ook recht om te werken in een bestendig en regelmatig arbeids- en rusttijdenpatroon en mag de eerste negen maanden na de geboorte haar werk onderbreken voor het geven van borstvoeding of om te kolven (Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid, 2010, p. 10).

Voor zover er in hoofdstuk 6 van de cao-vvt geen uitzonderingen zijn gemaakt, is het bepaalde in de ‘Wet Arbeid en Zorg’ op de werknemer van toepassing. Dit houdt tevens in dat er geen afwijkende bepalingen zijn opgenomen wat betreft kraamverlof voor vaders, adoptie- en pleegzorg etc. (ActiZ, 2016, *artikel 6.11*).

Tot slot heeft de werkgever de mogelijkheid om de werknemer geheel of gedeeltelijk geen vakantie-uren toe te staan of verlof te verlenen, indien het instellings- of cliëntenbelang dit in redelijkheid niet toelaat (ActiZ, 2016, *artikel 6.12*).

B2.5. Regels m.b.t. verlof voor vakbondsactiviteiten

Werknemers kunnen verlof opnemen bij vakbondsactiviteiten. Hieronder wordt verstaan:

- “Statutaire vergaderingen of vergaderingen van statutaire regionale organen van de vakbond als je door de vakbond als bestuurslid en/of afgevaardigde bent afgewezen;
- Conferenties, landelijke en regionale vergaderingen en werkgroepen als je daarvoor door het hoofdbestuur van de vakbond bent uitgenodigd;
- Cursussen als je deze op verzoek van het hoofdbestuur van de vakbond verzorgt of bijwoont” (ActiZ, 2016, *artikel 10.2*).

De werkgever zal een werknemer in de gelegenheid stellen om deel te nemen aan activiteiten van de vakbond waarvan je lid bent. Wanneer deze activiteiten plaatsvinden op uren waarop de werknemer volgens de arbeidsovereenkomst inzetbaar is, krijgt hij hiervoor betaald verlof tot een maximum van 200 uren per jaar (ActiZ, 2016, *artikel 10.2*).

B2.6. Conclusie

Met alle hierboven genoemde eisen zullen de planners/roosteraars rekening moeten houden bij het maken van alle planningen/ roosters. In mijn onderzoek zullen bovenstaande regels – die betrekking hebben op de operationele roostering – ook in acht worden genomen wanneer er een reorganisatie van de manier van plannen en/of roosteren wordt overwogen.

Opmerking: Deze regels gelden alleen van 1 april 2016 tot en met 31 maart 2018 (ActiZ, 2016, *artikel 14.4*). Aangezien de nieuwe cao-vvt pas in een relatief laat stadium in dit onderzoek naar buiten is gebracht, hebben we de cao-vvt die geldig is van 1 april 2016 tot en met 31 maart 2018 als richtlijn genomen. Wanneer met dit onderzoek verder wordt gegaan, zal de nieuwe cao-vvt geraadpleegd moeten worden om zo de veranderingen binnen de cao-vvt op te merken en deze door te voeren in de planning/roostering.

Bijlage 3: Lijst met taken

Deze bijlage geeft de verschillende soorten acties inclusief de actievlakken zoals de taken worden geaccordeerd in het elektronisch planningssysteem van CarintReggeland. Paragraaf B3.1 geeft de verschillende soorten acties zoals deze in het elektronisch systeem van CarintReggeland kunnen worden gecodeerd. Paragraaf B3.2 geeft de verschillende actievlakken waarin deze acties kunnen worden gecodeerd.

B3.1. Soorten acties

De verschillende soorten staan in tabel B3.1.

Tabel B3.1: Soorten acties

Soort actie (afkorting)	Soort actie (voluit)
AIB	Adviseren/ instrueren/ begeleiden
B	Behandelen en procedures toepassen
Cm	Case-managen
MB	Monitoren/ bewaken

B3.2. Actievlakken

De verschillende actievlakken staan in tabel B3.2.

Tabel B3.2: Verschillende actievlakken

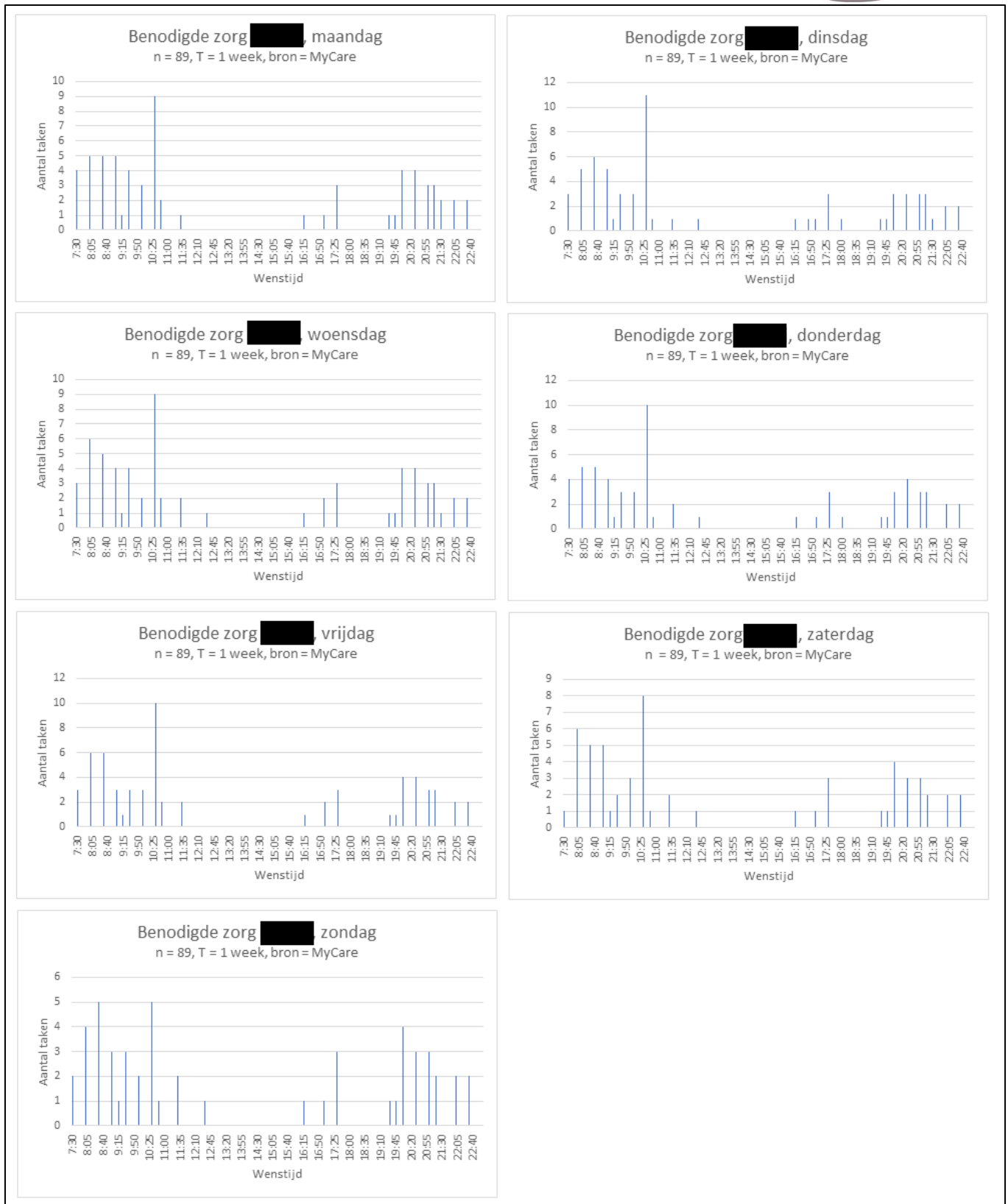
Ademhalingstherapie	Huishouding	Opleiding	Voeding, beleid/ balans
Anatomie/fysiologie	Hulpmiddelen	Opvang/respijtzorg	Voedingsprocedures
Andere voorzieningen in de buurt/gemeenschap	In positie brengen (houding)	Persoonlijke hygiëne	Welzijn
Bezigheidstherapie	Infectiepreventie	Recept (medicatie)	Werk
Blaas zorg	Interactie	Rust/slaap	Wettelijk systeem
Communicatie	Laboratoriumuitslagen	Screening	Wondzorg/ verband verschonen
Continuïteit van zorg	Looptraining	Signalen/symptomen-fysiek	Woon- of verblijfplaats (thuis)
Copingsvaardigheden	Luchtweg zorg	Signalen/symptomen – mentaal/emotioneel	Zorg bij malaise of letsel
Darm zorg	Materialen (verbruiksartikelen)	Sociaalwerk in de buurt/ gemeenschap	Zorg door arts/specialist
Discipline	Medicatie coördinatie/bestelling	Simulering/opvoeding	Zorg door ergotherapeut
Erfelijkheid	Medicatie uitzetten	Stomazorg	Zorg door fysiotherapeut
Financiën	Medicatie werking en bijwerkingen	Stress management	Zorg door logopedist
Gedagsverandering	Medicatieoediening	Supportgroep	Zorg door psycholoog/ maatschappelijk werk
Geestelijke zorg	Mobiliteit/transfers	Steunsysteem	Zorg door verpleegkundige, verzorgende

Gezinsplanning	Monster verzameling	Tolk/vertaal diensten	Zorg door voedingsdeskundige/ diëtist
Gips zorg	Oefening en beweging	Veiligheid	Zorg door zorg hulp
Hartzorg en circulatie	Omgaan met boosheid	Verslavingszorg	Zorg in de laatste levensfase
Hechting	Omgeving	Vervoer	Zorg rond groei/ontwikkeling
Huidzorg	Ontspannings- en ademhalings technieken	Verzorgings- en opvoedingsvaardigheden	Overige

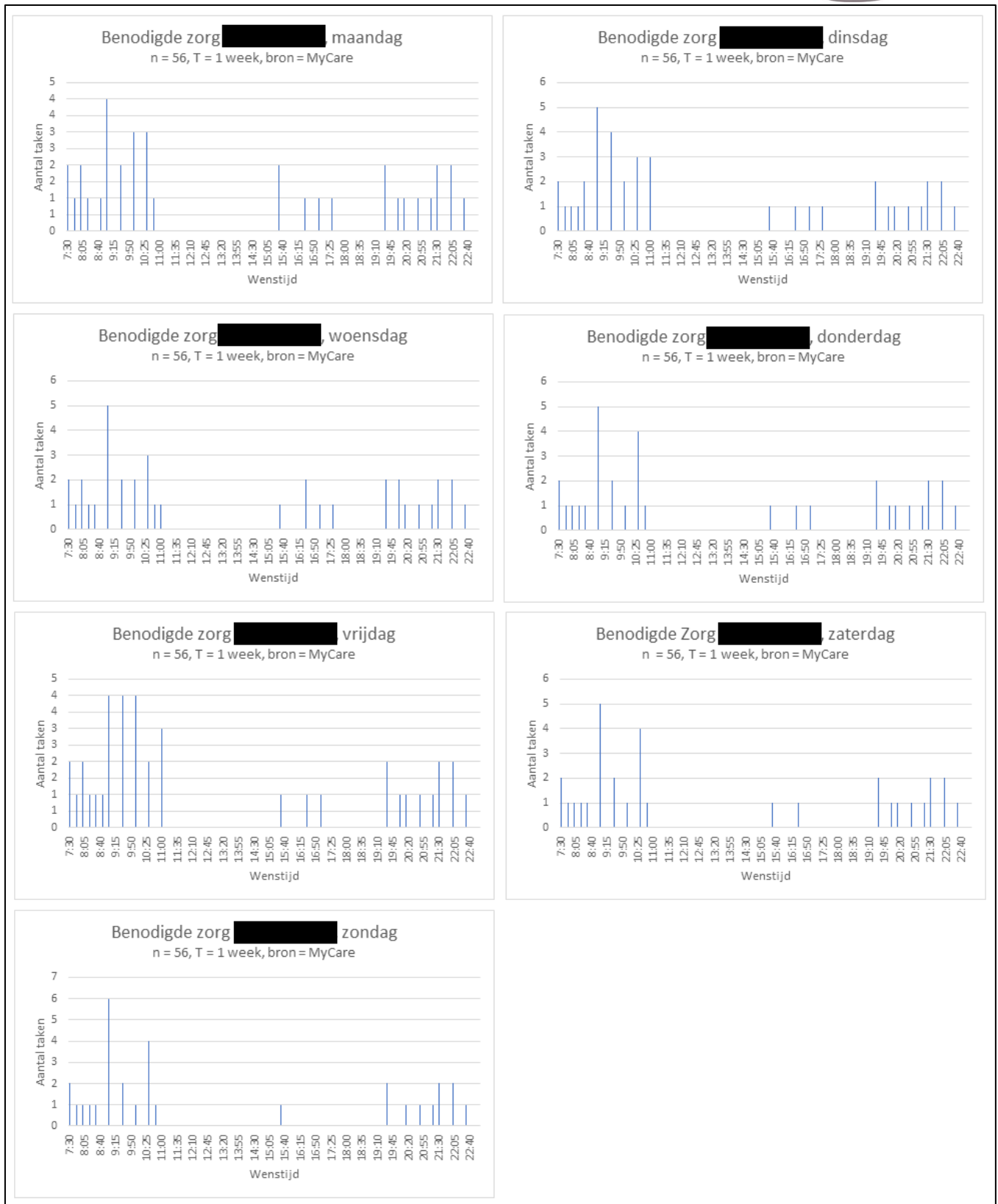
Bijlage 4: Benodigde zorg in week 21 van 2018

In deze bijlage geven we de benodigde zorg per team (voor week 21 van 2018) schematisch weer.

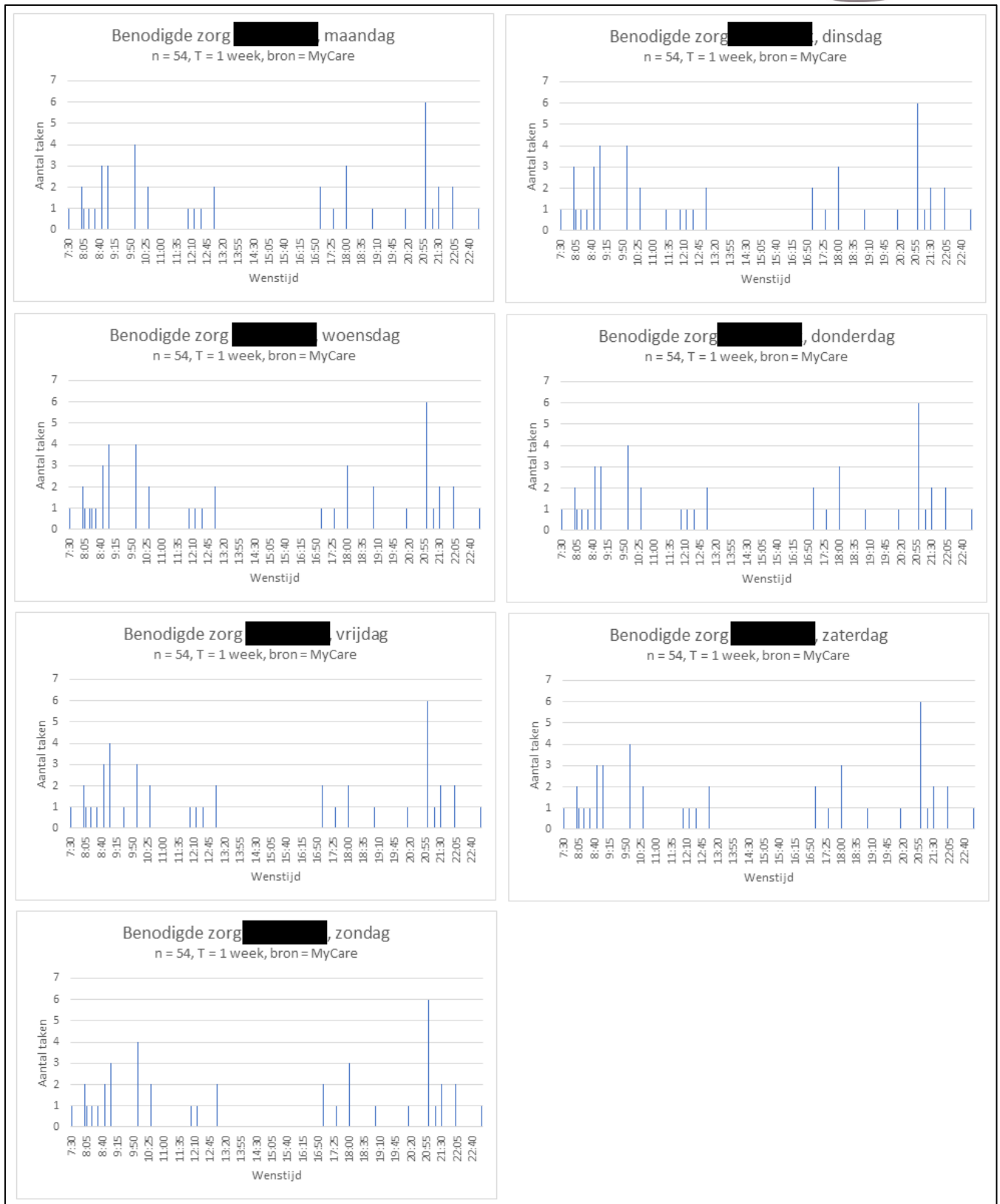
In figuur B4.1, B4.2, B4.3 en B4.4 staat het aantal taken van week 21 van 2018 (maandag 21 mei t/m zondag 27 mei) dat moet worden uitgevoerd tegenover de tijd waarop deze moeten worden uitgevoerd, van respectievelijk *Team 1*, *Team 2*, *Team 3* en *Team 4*.



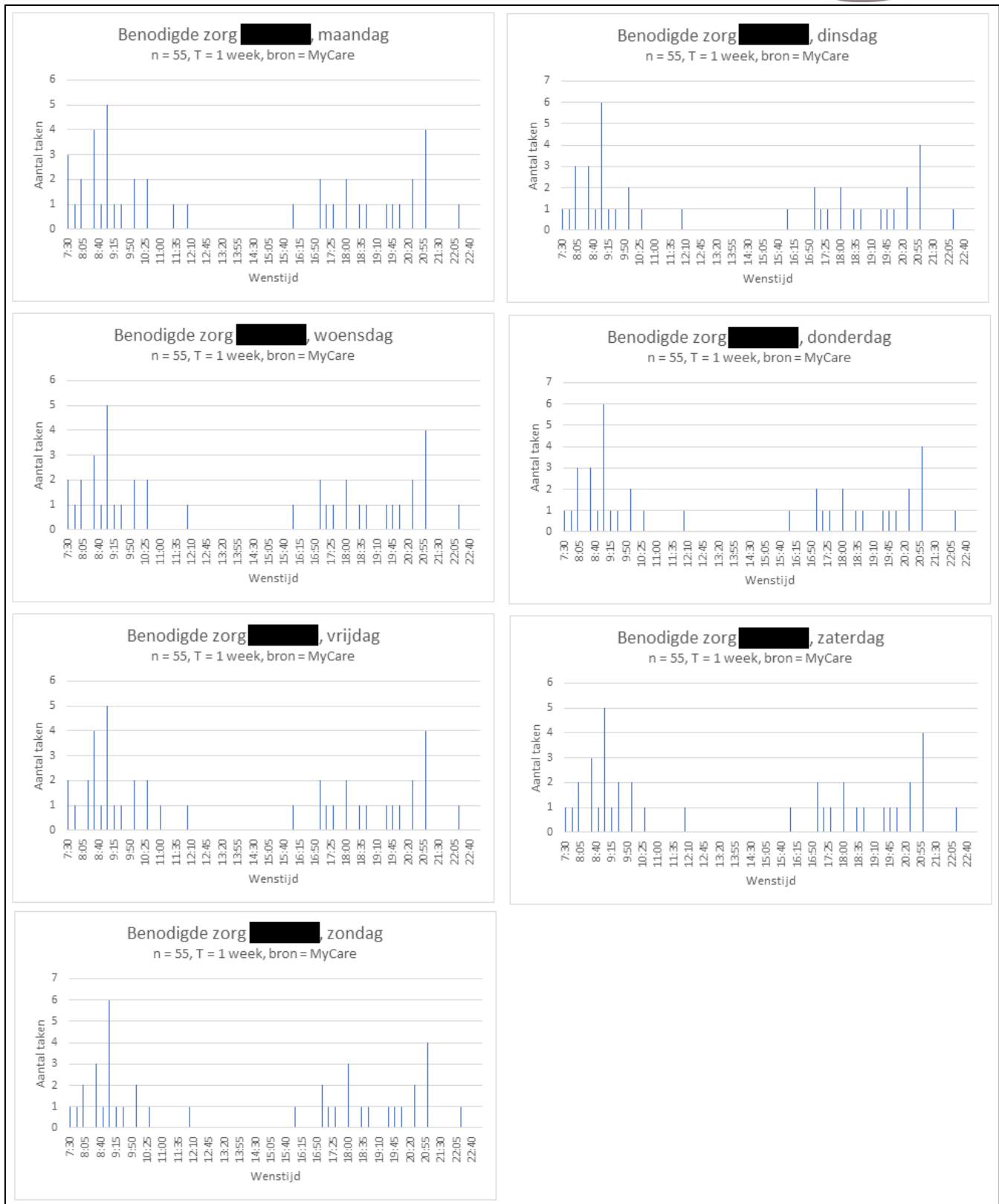
Figuur B4.1: Benodigde zorg van Team 1 in week 21 van 2018



Figuur B4.2: Benodigde zorg van Team 2 in week 21 van 2018



Figuur B4.3: Benodigde zorg van Team 3 in week 21 van 2018



Figuur B4.4: Benodigde zorg van Team 4 in week 21 van 2018

Bijlage 5: Tests voor bepaling π_1 , π_2 , π_3 en π_4

Deze bijlage geeft de tests die we uitgevoerd hebben om de waarden van π_1 , π_2 , π_3 en π_4 te bepalen. Hiernaast geeft deze bijlage ook aan hoe we tot de verschillende testwaarden zijn gekomen.

We hebben allereerst geëxperimenteerd met enkele waarden voor π_1 , π_2 , π_3 en π_4 bij *Team 1*. De uitkomsten hiervan staan in tabel B5.1. De reistijd is hier een ongewogen gemiddelde van de reistijd per dag. De wachttijd is een ongewogen gemiddelde van de wachttijd per dag. Met de wachttijd wordt de tijd tussen verschillende diensten bedoeld. Als een medewerker bijvoorbeeld ingepland staat van 08:00 tot 12:00 en van 14:00 tot 18:00 is de wachttijd voor die medewerker – op die dag – 2 uur. De ‘verhouding evv’ staat gelijk aan het percentage taken waarbij de cliënt niet door zijn/haar evv’er wordt geholpen. De ‘verhouding contracturen’ is een gewogen gemiddelde van maximum verschil tussen de netto contracturen en het aantal ingeroosterde uren minus het minimum verschil tussen de netto contracturen en het aantal ingeroosterde uren, bekeken over alle medewerkers. Hoe het gewogen gemiddelde tot stand is gekomen, hebben we in hoofdstuk 5 verder toegelicht. Tot slot, het aantal niet-ing geplande taken, staat voor het aantal taken dat gedurende de hele week niet ingepland kon worden. De waarden van deze variabelen van de oorspronkelijke planning zijn als volgt: reistijd = 120,3 minuten, wachttijd = 907,7 minuten en verhouding evv = 91,17%, verhouding contracturen = 4.758,2. Omdat er een medewerker bij *Team 1* met een groot contract gedurende die hele week niet is ingepland, ligt deze waarde van ‘verhouding contracturen’ zo hoog. Wanneer we deze medewerker niet meenemen in het berekenen van de ‘verhouding contracturen’ komen we uit op de volgende waarde: 3.127,8.

De waarden van π_1 , π_2 , π_3 en π_4 uit tabel B5.1 zijn steeds gekozen aan de hand van de uitkomsten van de vorige waarden. We hebben reeds geïllustreerd hoe we tot de eerste waarden voor π_1 , π_2 , π_3 en π_4 zijn gekomen. In de volgende alinea illustreren hoe we tot de test van de testwaarden zijn gekomen.

Aangezien de wachttijd en de ‘verhouding evv’ relatief hoog is bij de tweede testwaarden voor π_1 , π_2 , π_3 en π_4 laten we bij de volgende test de wachttijd ongeveer anderhalf keer zo vaak meetellen. Aangezien er amper verschil zit tussen de uitkomsten bij de tweede en derde testwaarden besluiten we om de waarden van π_2 en π_3 te verdubbelen bij de volgende testwaarden. Aangezien ‘verhouding contracturen’ hierbij procentueel veel meer is gestegen dan de andere variabelen procentueel gedaald zijn, besluiten we om in de volgende tests de volgende waarden te gebruiken voor respectievelijk π_1 , π_2 , π_3 en π_4 : 19,6; 4; 6000; 2. Elke variabele heeft bij de vijfde testwaarden dezelfde waarde behalve de ‘verhouding evv’. Deze is beter bij de laatste testwaarden. We besluiten daarom om π_4 nogmaals met 1 te verhogen om te kijken wat dit oplevert.

Tabel B5.1: Experimenten tests voor bepaling waarden π_1 , π_2 en π_3 bij Team 1

Waarde π_1	Waarde π_2	Waarde π_3	Waarde π_4	Reistijd	Wachttijd	Verhouding evv	Verhouding contracturen	# niet-ing geplande taken
1	1	1	1	100,4	1403,7	0,865	1968	1
19,6	1,4	2275,1	1	102,6	1643,7	0,718	2561,9	2
19,6	2	3000	1	102,4	1497,3	0,729	2543,3	1
19,6	4	6000	1	99,6	1475,6	0,718	2898,3	1

19,6	4	6000	2	102,4	1497,3	0,715	2543,3	1
19,6	4	6000	3	101,6	1490,1	0,722	2530,4	2

De keuze voor verdere experimenten baseren wij op de uitkomsten van de allereerste experimenten, weergegeven in tabel B5.1. Op basis van deze gegevens hebben wij de volgende doelstellingen gemaakt: een maximale reistijd van 102 minuten, een maximale wachttijd van 1495 minuten, een maximale waarde van 'verhouding evv' van 0,72, een maximale 'verhouding contracturen' van 2600 en een maximaal aantal niet-ingeplande taken van 1. Aangezien van de vierde en vijfde experimenten uit tabel B5.1 bij elke variabele (behalve de 'verhouding evv') één waarde boven de streefwaarde zit en de andere eronder, gaan we verder experimenteren met alle waarden hiertussen. Bij 'verhouding evv' zitten beide waarden onder de maximale streefwaarde. Dit houdt in dat we bij de volgende experimenten π_1 vaststellen op 19,6; π_2 vaststellen op 4; π_3 vaststellen op 6000 en met π_4 gaan variëren van 1 tot 2 met een stapgrootte van 0,2. Deze stapgrootte is gekozen om de rekentijd beperkt te houden. Deze tests voeren we uit bij alle beschikbare datasets. De uitkomsten van deze tests staan van de dataset van *Team 1* in tabel B5.2, van de dataset van *Team 2* in tabel B5.3, van de dataset van *Team 3* in tabel B5.4 en van de dataset van *Team 4* in tabel B5.5. Vanwege tijdsbeperkingen kan slechts met enkele verschillende waarden geëxperimenteerd worden. Wanneer CarintReggeland verder wil gaan met dit prototype zullen zij meer met deze waarden moeten experimenteren om met meer zekerheid redelijke waarden voor π_1 , π_2 , π_3 en π_4 te kunnen bepalen. Hiernaast zullen de doelstellingen die met het rooster behaald willen worden ook bepaald moeten worden door de zelfsturende teams.

De eerdergenoemde doelstellingen blijken niet haalbaar te zijn met de waarden voor π_1 , π_2 , π_3 en π_4 waarmee we geëxperimenteerd hebben. Wij vinden zelf dat het belangrijkste is dat zo veel mogelijk taken ingepland worden, waarna we het belangrijkste vinden dat een bepaald deel van de afspraken door de evv'er wordt uitgevoerd. In de geteste datasets werden bij alle teams bij $\pi_4 = 1,4$ de minste taken niet-ingepland. De 'verhouding evv' neemt hierbij alleen vaak niet de optimale waarde aan. Gemiddeld genomen verschilt de 'verhouding evv' niet significant van de andere waarden. Gemiddeld genomen is de reistijd bij $\pi_4 = 1,4$ het laagst en ook hier scheelt de 'verhouding contracturen' niet genoeg met de andere waarden om te kiezen voor een andere waarde van π_4 . De wachttijd heeft bij $\pi_4 = 1,4$ de hoogste waarde, maar deze beschouwen wij als minder relevant. We kiezen dus voor respectievelijk de volgende waarden van π_1 , π_2 , π_3 en π_4 : 19,6; 4; 6000 en 1,4.

Uiteraard kunnen de zelfsturende teams een andere keuze maken wanneer zij een hoge wachttijd meer prioriteit willen geven. In dit rapport zullen we wel verder testen en rekenen met de zojuist gekozen waarden voor π_1 , π_2 , π_3 en π_4 .

Tabel B5.2: Uiteindelijke tests voor bepaling waarden π_1 , π_2 , π_3 en π_4 voor Team 1

Waarde π_1	Waarde π_2	Waarde π_3	Waarde π_4	Reistijd	Wachttijd	Verhouding evv	Verhouding contracturen	# niet-ingeplande taken
19,6	4	6000	1	99,6	1475,6	0,718	2898,3	1
19,6	4	6000	1,2	99,6	1546,7	0,732	2915,3	1
19,6	4	6000	1,4	100,4	1551	0,737	2868,6	0
19,6	4	6000	1,6	103,1	1514,3	0,734	2596,3	1
19,6	4	6000	1,8	102,1	1513,6	0,720	2480,3	1
19,6	4	6000	2	102,4	1497,3	0,715	2543,3	1

Tabel B5.3: Uiteindelijke tests voor bepaling waarden π_1 , π_2 , π_3 en π_4 voor Team 2

Waarde π_1	Waarde π_2	Waarde π_3	Waarde π_4	Reistijd	Wachttijd	Verhouding evv	Verhouding contracturen	# niet-ingeplande taken
19,6	4	6000	1	134,9	1251,7	0,756	1274,0	1
19,6	4	6000	1,2	139,9	1277,9	0,777	1209,8	1
19,6	4	6000	1,4	133	1455,9	0,766	1101,4	1
19,6	4	6000	1,6	137,7	1380,1	0,777	1224,1	1
19,6	4	6000	1,8	140,3	1287	0,749	1063,4	3
19,6	4	6000	2	139,6	1260,3	0,736	1150,7	3

Tabel B5.4: Uiteindelijke tests voor bepaling waarden π_1 , π_2 , π_3 en π_4 voor Team 3

Waarde π_1	Waarde π_2	Waarde π_3	Waarde π_4	Reistijd	Wachttijd	Verhouding evv	Verhouding contracturen	# niet-ingeplande taken
19,6	4	6000	1	109,1	1237,1	0,719	854,7	3
19,6	4	6000	1,2	109	1175,6	0,701	848,7	3
19,6	4	6000	1,4	109,4	1255,1	0,724	844	2
19,6	4	6000	1,6	105,9	1059,1	0,724	821,4	3
19,6	4	6000	1,8	105,9	1116,3	0,724	821,4	2
19,6	4	6000	2	109,3	1262,1	0,721	866	2

Tabel B5.5: Uiteindelijke tests voor bepaling waarden π_1 , π_2 , π_3 en π_4 voor Team 4

Waarde π_1	Waarde π_2	Waarde π_3	Waarde π_4	Reistijd	Wachttijd	Verhouding evv	Verhouding contracturen	# niet-ingeplande taken
19,6	4	6000	1	43,3	641,9	0,813	840,8	2
19,6	4	6000	1,2	41,1	764,6	0,787	824,4	2
19,6	4	6000	1,4	41,7	760,3	0,789	948,3	1
19,6	4	6000	1,6	40,6	710	0,809	846,7	4
19,6	4	6000	1,8	40,7	774,3	0,813	839,4	3
19,6	4	6000	2	41,1	679,3	0,832	840,4	3

Bijlage 6: Afleiding bepaling KPI 5

In deze bijlage staan verschillende tabellen waaruit we de waarden van KPI 5 voor het oorspronkelijke rooster hebben bepaald.

In tabel B6.1 staan verschillende waardes gegeven die we hebben gebruikt om de waardes voor KPI 5 voor het oorspronkelijke rooster te bepalen voor *Team 1*. Onder deze tabel staat tevens de uiteindelijke waarde van deze KPI. In tabel 6.2, 6.3 en 6.4 staan dezelfde variabelen, maar dan met de uitkomsten voor respectievelijk *Team 2*, *Team 3* en *Team 4*.

Tabel B6.1: Berekening KPI 5 voor Team 1

Medewerker nummer	Netto contracturen	Zorguren ingepland in oorspronkelijke rooster	Zorgminuten ingepland volgens tool	Vershil uren t.o.v. oorspronkelijke rooster
1	13,5	20,75	1615	7,25
2	11,08	22,7333	935	11,653
3	14,08	8,35	736	5,73
4	22	0	809	22
5	17,6	2,917	1182	14,683
6	26,4	25,433	1643	9,033
7	16,36	8,317	478	8,043

Maximale verschil: 16,27

Tabel B6.2: Berekening KPI 5 voor team Team 2

Medewerker nummer	Netto contracturen	Zorguren ingepland in oorspronkelijke rooster	Zorgminuten ingepland volgens tool	Vershil uren t.o.v. oorspronkelijke rooster
1	17,6	17,567	469	0,033
2	24,64	22,1	863	2,54
3	26,4	0	1657	26,4
4	17,6	15,5	460	2,1
5	18,12	16,35	957	1,77
6	13,12	6,55	600	6,57
7	13,2	8,033	617	5,167
8	31,68	25,967	1452	5,713
9	10,56	8,967	0	1,593
10	3,52	5,6	0	2,08

Maximale verschil: 26,367

Tabel B6.3: Berekening KPI 5 voor Team 3

Medewerker nummer	Netto contracturen	Zorguren ingepland in oorspronkelijke rooster	Zorgminuten ingepland volgens tool	Verschil uren t.o.v. oorspronkelijke rooster
1	16,4	15,133	1096	1,267
2	16,4	15,183	788	1,217
3	16,4	14,8	775	1,6
4	16,4	6,05	1074	10,35
5	19,68	0	547	19,68
6	11,48	0	212	11,48
7	15,68	16,217	404	0,537
8	0	0	0	0
9	16,4	19,417	543	3,017
10	16,4	15,9	1487	0,5
11	0	0	0	0
12	6,56	18,05	250	11,49

Maximale verschil: 19,68

Tabel B6.4: Berekening KPI 5 voor Team 4

Medewerker nummer	Netto contracturen	Zorguren ingepland in oorspronkelijke rooster	Zorgminuten ingepland volgens tool	Verschil uren t.o.v. oorspronkelijke rooster
1	13,4	11,6	1182	1,8
2	16,4	11,333	0	5,067
3	24,395	26,417	504	2,022
4	13,12	7,45	539	5,67
5	13,12	13,417	817	0,297
6	2,12	6,167	0	4,047
7	13,12	6,233	697	6,887
8	19,68	12,433	557	7,247
9	16,4	12,317	492	4,083
10	7,38	3,567	260	3,813
11	16,4	0	285	16,4

Maximale verschil: 16,103

Bijlage 7: Gevoeligheidsanalyse

In deze bijlage staan de tabellen met de waarden van de KPI's bij de gevoeligheidsanalyse. Ook geven we in deze bijlage een korte uitleg over de totstandkoming van deze verschillende waarden.

In onderstaande figuren geven de waarden van de KPI's als uitkomst van de gevoeligheidsanalyse over week 21 van 2018 weer (maandag 21 t/m zondag 27 mei). In figuur B7.1, B7.2, B7.3 en B7R.4 staan deze de waarden van respectievelijk *Team 1*, *Team 2*, *Team 3* en *Team 4*.

De KPI-waarden onder het kopje “Originele marges” geven de KPI-waarden weer, wanneer we de oorspronkelijke marges gebruiken in het bepalen van het rooster. De waarden bij “Marges * 2” geven de KPI-waarden weer als resultaat van het verdubbelen van de marges. De waarden bij “Marges * 4” geven vervolgens de KPI-waarden weer als resultaat van het verviervoudigen van de marges.

De KPI-waarden onder het kopje “Wanneer de tool alle mogelijke tijden langsgaat” geven de KPI-waarden weer, wanneer de tool alle mogelijke in te plannen tijdstippen (voor elke taak) langsgaat in plaats van de drie mogelijke tijdstippen die we gekozen hebben in de tool.

De KPI-waarden onder het kopje “Originele waarde π_2 ” geven de KPI-waarden weer, wanneer we de oorspronkelijke marges gebruiken in het bepalen van het rooster. De waarden bij “Originele waarde π_2 * 2”, “Originele waarde π_2 * 4” en “Originele waarde π_2 * 10” geven de waarden weer die resulteren uit de planning wanneer we de gekozen waarde van π_2 hebben vermenigvuldigd met respectievelijk 2, 4 en 10.

	KPI 1	KPI 2	KPI 3	KPI 4	KPI 5	KPI 6	KPI 7	Waarde boetefunctie							
	In procenten		In minuten		In uren		In procenten	Maandag	Dinsdag	Woensdag	Donderdag	Vrijdag	Zaterdag	Zondag	Gemiddeld
Originele marges	26.3%	40.4%	100.4	1151.0	9.917	100.0%	100%	13471.99	15416.25	13102.40	12745.42	15602.72	14879.69	14448.91	14238.20
Marges * 2	31.1%	31.9%	104.1	1174.6	16.500	98.9%	100%								
Marges * 4	29.8%	40.4%	110.3	1157.1	14.417	100.0%	100%								
Wanneer de tool alle mogelijke tijden langsgaat	23.4%	36.2%	111.3	1689.0	10.267	100.0%	100%	13438.56	14077.95	13474.36	15203.59	14894.96	17300.07	13644.69	14576.31
Originele waarde π_2	26.3%	40.4%	100.4	1151.0	9.917	100.0%	100%								
Originele waarde π_2 * 2	24.6%	36.2%	99.0	1555.6	8.617	98.9%	100%								
Originele waarde π_2 * 4	22.2%	40.4%	99.7	1514.4	9.917	98.9%	100%								
Originele waarde π_2 * 10	18.9%	34.0%	101.7	1490.9	8.533	100.0%	100%								
Originele waarde π_2 * 100	17.7%	36.2%	102.9	1475.6	9.200	100.0%	100%								
Originele waarde π_2 * 1000	17.4%	34.0%	102.9	1477.7	9.117	100.0%	100%								

Figuur B7.1: Waardes gevoeligheidsanalyse Team 1

	KPI 1	KPI 2	KPI 3	KPI 4	KPI 5	KPI 6	KPI 7		Waarde boetefunctie							
	In procenten		In minuten		In uren		In procenten		Maandag	Dinsdag	Woensdag	Donderdag	Vrijdag	Zaterdag	Zondag	Gemiddeld
Originele marges	23.4%	54.9%	133.0	1455.9	8.983	99.6%	100%		10643.05	15630.60	14945.00	15785.79	17704.98	16063.32	14180.26	14993.29
Marges * 2	33.0%	45.2%	131.9	1231.9	15.117	96.4%	100%									
Marges * 4	26.4%	54.8%	142.7	766.3	16.750	100.0%	100%									
Wanneer de tool alle mogelijke tijden langsgaat	19.0%	45.2%	145.1	1522.7	9.667	100.0%	100%		9260.05	15750.18	16708.58	14700.33	13798.83	18051.30	16108.26	14911.08
Originele waarde π_2	23.4%	54.9%	133.0	1455.9	8.983	99.6%	100%									
Originele waarde $\pi_2 * 2$	20.8%	41.9%	131.3	1233.9	13.613	98.2%	100%									
Originele waarde $\pi_2 * 4$	14.8%	54.8%	131.0	1100.4	20.513	96.4%	100%									
Originele waarde $\pi_2 * 10$	18.9%	35.5%	132.0	1142.9	15.117	96.4%	100%									
Originele waarde $\pi_2 * 100$	14.1%	38.7%	131.1	1222.7	15.467	89.3%	100%									
Originele waarde $\pi_2 * 1000$	14.1%	38.7%	131.1	1222.7	15.467	91.1%	100%									

Figuur B7.2: Waardes gevoeligheidsanalyse Team 2

	KPI 1	KPI 2	KPI 3	KPI 4	KPI 5	KPI 6	KPI 7		Waarde boetefunctie							
	In procenten		In minuten		In uren		In procenten		Maandag	Dinsdag	Woensdag	Donderdag	Vrijdag	Zaterdag	Zondag	Gemiddeld
Originele marges	27.6%	75.0%	109.4	1255.1	11.100	99.4%	100%		14916.19	14916.19	14916.19	14916.19	14916.19	14916.19	14916.19	14916.19
Marges * 2	29.6%	80.0%	114.3	949.6	12.350	100.0%	100%									
Marges * 4	25.8%	80.0%	107.8	759.4	12.100	98.1%	100%									
Wanneer de tool alle mogelijke tijden langsgaat	19.2%	70.0%	118.0	1526.3	12.233	99.4%	100.0%		11749.12	14916.19	14291.47	14670.17	13338.65	19788.86	16142.76	14985.32
Originele waarde π_2	27.6%	75.0%	109.4	1255.1	11.100	99.4%	100%									
Originele waarde $\pi_2 * 2$	22.2%	90.0%	111.3	1080.0	11.517	96.3%	100%									
Originele waarde $\pi_2 * 4$	14.5%	80.0%	110.0	1204.0	10.017	98.1%	100%									
Originele waarde $\pi_2 * 10$	14.4%	75.0%	112.1	897.6	13.100	100.0%	100%									
Originele waarde $\pi_2 * 100$	10.5%	60.0%	110.6	1203.2	15.683	100.0%	100%									
Originele waarde $\pi_2 * 1000$	10.5%	60.0%	110.6	1203.3	13.400	100.0%	100%									

Figuur B7.3: Waardes gevoeligheidsanalyse Team 3

	KPI 1	KPI 2	KPI 3	KPI 4	KPI 5	KPI 6	KPI 7		Waarde boetefunctie							
	In procenten		In minuten		In uren		In procenten		Maandag	Dinsdag	Woensdag	Donderdag	Vrijdag	Zaterdag	Zondag	Gemiddeld
Originele marges	21.1%	69.6%	41.7	760.3	17.563	99.7%	100%		9453.78	9481.04	10914.56	13578.08	13163.57	14968.35	18233.64	12827.57
Marges * 2	17.7%	60.9%	41.6	1050.7	16.113	100.0%	100%									
Marges * 4	17.7%	69.6%	41.6	1050.7	12.133	100.0%	100%									
Wanneer de tool alle mogelijke tijden langsgaat	25.2%	82.6%	41.0	885.5	14.583	99.7%	100%		10848.20	14498.96	14844.96	15790.08	12906.24	15326.66	17717.00	14561.73
Originele waarde π_2	21.1%	69.6%	41.7	760.3	17.563	99.7%	100%									
Originele waarde $\pi_2 * 2$	24.1%	69.6%	41.6	756.4	14.520	81.8%	100%									
Originele waarde $\pi_2 * 4$	21.5%	72.7%	42.0	821.4	14.133	98.2%	100%									
Originele waarde $\pi_2 * 10$	14.0%	65.2%	41.9	764.4	12.500	96.4%	100%									
Originele waarde $\pi_2 * 100$	12.5%	69.6%	35.9	605.7	16.113	100.0%	100%									
Originele waarde $\pi_2 * 1000$	9.9%	47.8%	42.9	847.3	15.947	100.0%	100%									

Figuur B7.4: Waardes gevoeligheidsanalyse Team 4