

Advanced Planning en Scheduling binnen de revalidatiezorg

Matthijs Kooy



Advanced Planning en Scheduling binnen de revalidatiezorg

Matthijs Kooy

Stageverslag

Augustus 2008

Capgemini Nederland B.V.
Papendorpseweg 100
3528 BJ Utrecht



Begeleider:
Willem de Paepe

Revalidatiecentrum De Hoogstraat
Rembrandtkade 10
3583 TM Utrecht



Begeleiders:
Luc te Boekhorst
Anne ter Heege

Faculteit der Exacte Wetenschappen
Vrije Universiteit
De Boelelaan 1083
1081 HV Amsterdam



Begeleiders:
Auke Pot
Chris Verhoef

Voorwoord

Ter afsluiting van de studie Bedrijfskunde en Informatica aan de Vrije Universiteit moet een minimaal zes maanden durende afstudeerstage worden gelopen. Het primaire doel van deze stage is om een probleem van een organisatie te onderzoeken, analyseren en proberen op te lossen. Daarnaast is het belangrijk om inzicht te verkrijgen in het functioneren van een organisatie en het verder ontwikkelen van sociale en communicatieve vaardigheden.

Mijn afstudeerstage heb ik gelopen bij Capgemini in Utrecht. Binnen de afdeling Advanced Planning en Scheduling heb ik aan opdracht gewerkt in samenwerking met revalidatiecentrum De Hoogstraat, welke ook in Utrecht gevestigd is.

Bij De Hoogstraat heb ik het planningsprobleem geanalyseerd en met behulp van de software van Quintiq een demoapplicatie gebouwd. Deze applicatie genereert met behulp van een mathematisch algoritme een planningsvoorstel.

Ik wil de mensen binnen Capgemini en De Hoogstraat dan ook bedanken voor de mogelijkheid die ze mij hebben geboden om mijn afstudeerstage bij hen uit te voeren. In het bijzonder wil ik mijn begeleiders binnen Capgemini en De Hoogstraat bedanken. Allereerst Willem de Paepe voor zijn betrokkenheid als begeleider vanuit Capgemini. Verder wil ik Anne ter Heege en Luc te Boekhorst van De Hoogstaat bedanken voor hun bijdrage die ze aan mijn afstudeerstage hebben geleverd. Ook wil ik Auke Pot en Chris Verhoef, mijn begeleiders van de Vrije Universiteit, bedanken voor hun commentaar op dit verslag.

Matthijs Kooy

Utrecht, augustus 2008

Samenvatting

Tijdens de afstudeerstage is het planningsprobleem van revalidatiecentrum De Hoogstraat, welke gevestigd is te Utrecht, geanalyseerd. Hieruit is gebleken dat door de toenemende complexiteit van de planning, de kwaliteit van de planning zonder adequate ondersteuning niet toereikend is.

Doordat er weinig ruimte meer in de huidige planning zit en de grenzen van het plannen met de hand niet veel verder kunnen worden opgerekt, heeft het wijzigen van de planning op dit moment grote gevolgen. Het wijzigen van een enkele afspraak heeft tot gevolg dat een groot aantal andere afspraken verzet moeten worden. Dit sneeuwbaaleffect zorgt ervoor dat men veel tijd kwijt is met het opnieuw inplannen van alle revalidanten, medewerkers en resources. Daarnaast is van optimalisatie van de planning is op dit moment geen sprake.

Om te laten zien dat het mogelijk is om met behulp van Advanced Planning en Scheduling technieken op een snellere en optimalere manier een planning maken, is een demoapplicatie gebouwd. Omdat Capgemini veel een goede ervaring heeft om Advanced Planning en Scheduling applicaties te ontwikkelen met behulp van de software van Quintiq, is deze software ook bij de afstudeerstage gebruikt.

Allereerst was het belangrijk om de probleemstelling van De Hoogstraat goed te begrijpen. Om dit te bereiken zijn de diverse processen binnen De Hoogstraat geanalyseerd. Omdat voor deze afstudeerstage het planningsproces het belangrijkste proces is, is dit uitgebreid onderzocht.

Vervolgens is onderzocht wat de huidige softwareleverancier heeft gedaan om het planningsproces te automatiseren en te optimaliseren. Na dit onderzoek was het mogelijk om voor een nieuw te ontwikkelen applicatie bepaalde vereisten op te stellen. Nadat deze vereisten helder waren, is begonnen met modelleren van de logica en het maken van een user interface.

Binnen Quintiq is het mogelijk om een mathematisch algoritme te schrijven en dat op te laten lossen met behulp van de software van ILOG CPLEX. Dit algoritme bestaat uit beslissingsvariabelen, een doelfunctie en constraints. De software van ILOG CPLEX bepaald de waarden voor de beslissingsvariabelen zodat de doelfunctie optimaal is.

De belangrijkste doelstelling van de stage voor De Hoogstraat, de toegevoegde waarde van Advanced Planning en Scheduling technieken aantonen, is hiermee voldoende mee aangetoond. De planner kan met de demoapplicatie automatisch een planning genereren en heeft tevens, met zijn kennis en ervaring, de mogelijkheid om planning met de hand aan te passen. Hierdoor houdt de planner volledige controle over de uiteindelijke planning.

Inhoudsopgave

<u>Voorwoord</u>	<u>I</u>
<u>Samenvatting</u>	<u>II</u>
<u>Inhoudsopgave</u>	<u>III</u>
1 <u>Introductie</u>	<u>1</u>
1.1 Capgemini	1
1.2 De afdeling Advanced Planning en Scheduling	1
1.3 Revalidatiecentrum De Hoogstraat	1
1.4 Probleemstelling	2
1.5 Verwachte toegevoegde waarde van de stage voor De Hoogstraat	2
2 <u>Huidige planningsaanpak</u>	<u>3</u>
2.1 De huidige processen binnen De Hoogstraat	3
2.2 De huidige manier van plannen binnen De Hoogstraat	4
2.3 Knelpunten met betrekking tot de planning	9
3 <u>Vaststellen van de scope</u>	<u>11</u>
4 <u>Vooronderzoek</u>	<u>13</u>
4.1 Onderzoeken bij de huidige software leverancier	13
4.2 Quintiq en Capgemini	13
4.3 Optimalisatie binnen Quintiq	14
5 <u>Vereisten aan de demoapplicatie</u>	<u>15</u>
6 <u>Implementatie van de demoapplicatie</u>	<u>17</u>
6.1 Modelleren van de logica	17
6.2 Visualisatie	18
6.3 Optimalisatie	23
7 <u>Het optimalisatievraagstuk</u>	<u>24</u>
7.1 Dimensies	24
7.2 Literatuurstudie	25
7.3 Beschrijving van het planningsalgoritme	27
8 <u>Resultaten</u>	<u>33</u>
8.1 Testresultaten	33
8.2 Snelheid	35
9 <u>Conclusie</u>	<u>36</u>
10 <u>Discussie</u>	<u>37</u>
11 <u>Literatuurlijst</u>	<u>39</u>

1 Introductie

In dit hoofdstuk zal allereerst Capgemini en de afdeling Advanced Planning en Scheduling worden geïntroduceerd. Vervolgens wordt De Hoogstraat geïntroduceerd en de probleemstelling gegeven. In de afsluitende paragraaf van dit hoofdstuk zal over de toegevoegde waarde voor De Hoogstraat worden gesproken.

1.1 Capgemini

Capgemini levert aantoonbaar toegevoegde waarde aan de prestaties en veranderingsprocessen van zijn klanten in een groot aantal branches. Dit gebeurt met een compleet en innovatief aanbod van consulting-, technology- en outsourcingdiensten, die vrijheid creëren in het ondernemersschap van de klanten. Daarbij werkt Capgemini op een onderscheidende manier, the Collaborative Business Experience, samen met zijn klanten aan het behalen van snellere en betere resultaten. Bovendien wordt gebruik gemaakt van het eigen wereldwijde leveringsmodel, met als doel de juiste resources op de juiste locatie tegen concurrerende prijzen te kunnen leveren. Capgemini heeft vestigingen in 36 landen en heeft wereldwijd ongeveer 83.000 medewerkers in dienst. De organisatie realiseerde in 2007 een omzet van 8,7 miljard euro.

Het hoofdkantoor van de Capgemini is gevestigd in Parijs. Regionale kantoren bevinden zich in Noord-Amerika, Noord-Europa & Azië en het Pacifisch gebied, evenals Centraal en Zuid-Europa. Het hoofdkantoor van Capgemini Nederland B.V. is gevestigd in Utrecht.

1.2 De afdeling Advanced Planning en Scheduling

De afdeling Advanced Planning en Scheduling helpt opdrachtgevers bij het (her)inrichten van hun planningsprocessen en implementeert software om deze planningsprocessen te ondersteunen. Doelstelling is de efficiëntie en effectiviteit van de bedrijfsvoering te verbeteren. Dit resulteert in verbeteringen van de klantenservice en een besparing in operationele kosten. De drie hoofdgebieden waar de afdeling zich op richt zijn: productieplanning, logistieke planning en personeelsplanning. De dienstverlening varieert van strategie tot ontwerp, pakketselectie en implementatie van nieuwe planningsmodellen, gebaseerd op de meest geavanceerde technologieën.

De beste resultaten worden bereikt met een oplossing waarbij de nadruk ligt op het ondersteunen van de planner, en niet op het vervangen van de planner. Naast dat er vaak behoefte is om met één druk op de knop een kant-en-klare oplossing tevoorschijn te "toveren", vindt Capgemini het juist belangrijk dat de planner, met al zijn kennis en ervaring, volledige controle heeft op de uiteindelijke planning. Uiteraard zal er daar waar mogelijk voor gekozen worden om stukken van de puzzel met optimalisatietechnieken op te lossen.

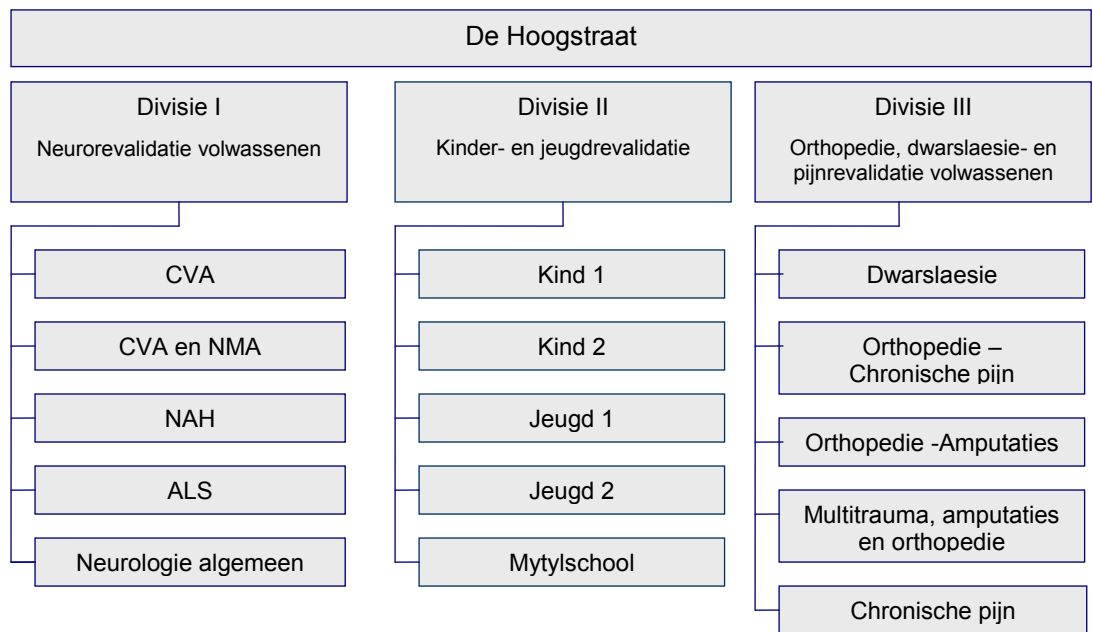
1.3 Revalidatiecentrum De Hoogstraat

De Hoogstraat is een revalidatiecentrum dat de overtuiging heeft dat ze door een goede kwaliteit te leveren voor haar cliënten een succesvolle organisatie is en dat ze hierdoor ook een goede werkgever kan zijn. Daarom kiest De Hoogstraat ervoor om zich verder te ontwikkelen als innovatieve en toonaangevende zorgorganisatie met succesvol wetenschappelijk onderzoek bijdragend aan de verbetering van de kwaliteit van de revalidatieprogramma's.

De Hoogstraat ontwikkelt zich tot een expertisecentrum voor gezinsgerichte revalidatie. Dit betekent dat niet alleen de revalidant, maar ook het gezin van de revalidant onderdeel is van de zorg. Hierdoor bepaalt de revalidant zelf wie hij deelgenoot maakt van zijn revalidatie.

De Hoogstraat biedt de revalidant hiervoor een dienstenpakket dat de medisch specialistische zorg verbindt met het optimaliseren van maatschappelijk functioneren en het vereenvoudigen van het zelfstandig managen van de zorg.

Iedere revalidant die door De Hoogstraat wordt behandeld is toegewezen aan een behandelteam. Dit gebeurt op basis van de ziekte of aandoening die de revalidant heeft. Verder zijn er behandelteams die speciaal gericht zijn op kinderen en jongeren. Deze onderverdeling in teams en divisies is in onderstaande figuur afgebeeld.



Figuur 1: De divisies en teams binnen De Hoogstraat

1.4 Probleemstelling

De Hoogstraat is zich voorzichtig aan het oriënteren op nieuwe technologieën ter ondersteuning van de planning. Aanleiding hiervoor is de toenemende complexiteit van de planning. De Hoogstraat heeft de behoefte om de revalidant leidend te laten zijn als het gaat om het maken van de afspraken. Verder houdt men zoveel mogelijk rekening met de voorkeuren van de revalidanten en met de beschikbaarheid van behandelaars, ruimtes en overige resources. De complexiteit is dusdanig dat zonder adequate ondersteuning de kwaliteit van de planning niet toereikend is.

Doordat er weinig ruimte meer in de huidige planning zit en de grenzen van het plannen met de hand niet veel verder kunnen worden opgerekt, heeft het wijzigen van de planning op dit moment grote gevolgen. Doordat iemand een bepaalde afspraak zou willen verzetten, moet er direct een groot aantal andere afspraken ook verzet worden. Dit sneeuwbaaleffect zorgt ervoor dat men veel tijd kwijt is met het opnieuw inplannen van alle revalidanten, medewerkers en resources. Binnen De Hoogstraat heerst het idee dat de planning op dit punt verder geoptimaliseerd kan worden.

1.5 Verwachte toegevoegde waarde van de stage voor De Hoogstraat

Het doel van dit traject voor De Hoogstraat is het aantonen van de toegevoegde waarde van APS binnen de revalidatiezorg. Bij De Hoogstraat is het zo dat er bij de huidige software leverancier weinig tot geen vernieuwing plaatsvindt. Dit project kan als breekijzer dienen om de leverancier te prikkelen om te innoveren.

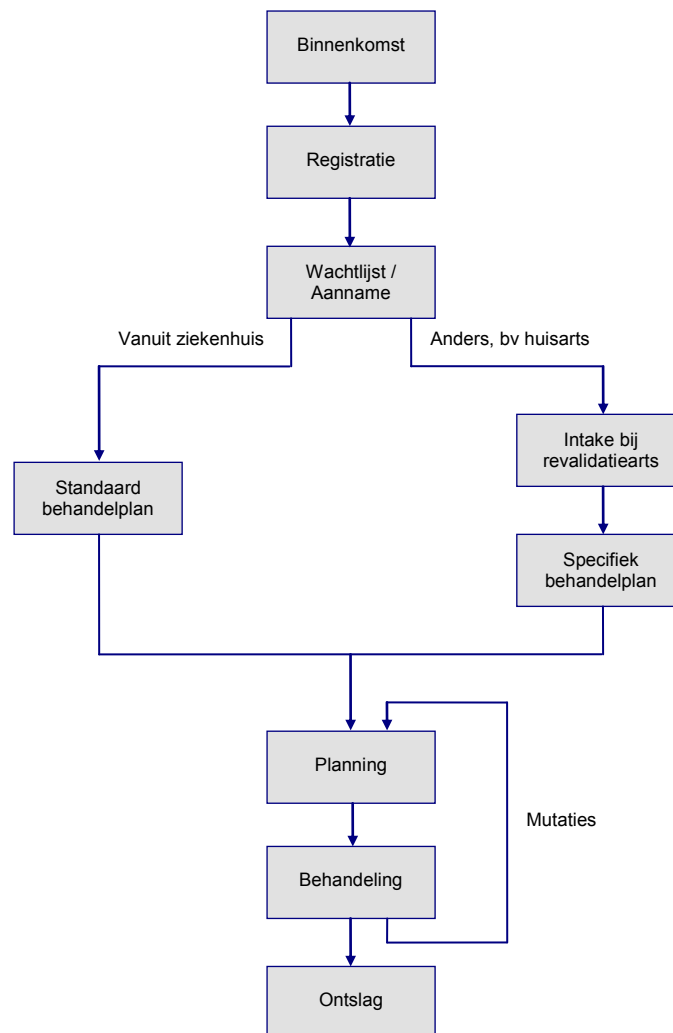
Het belang gaat verder dan alleen De Hoogstraat; ook andere revalidatie centra lopen tegen vergelijkbare problemen aan en kunnen profiteren van de resultaten van dit project. Doordat De Hoogstraat een van de voortrekkers is als het gaat om innovatie binnen de revalidatiezorg, heeft men De Hoogstraat bereid gevonden voor zijn volledige medewerking aan het traject.

2 Huidige planningsaanpak

In dit hoofdstuk zal de huidige planningsaanpak worden geanalyseerd. Allereerst worden de huidige processen binnen De Hoogstraat globaal belicht. Vervolgens zal dieper worden ingegaan op de huidige manier van plannen. Tenslotte worden de knelpunten wat betreft de huidige planningsaanpak op een rijtje gezet.

2.1 De huidige processen binnen De Hoogstraat

De eerste stap in de analyse van het huidige proces is het maken van een schema van de route die een revalidant binnen De Hoogstraat zou kunnen volgen. Globaal ziet deze route er als volgt uit:



Figuur 2: De processen binnen De Hoogstraat

Registratie en aanname

Als de revalidant vanuit het ziekenhuis naar De Hoogstraat komt, bepaalt de arts uit het ziekenhuis dat de revalidant gereed is om te revalideren. De revalidant wordt door deze arts aangemeld bij de arts in De Hoogstraat.

Vervolgens wordt er een wachtlijstformulier ingevuld waaruit blijkt welke aandoening de revalidant heeft. Aan de hand hiervan kan een diagnosecode worden bepaald en op welke

afdeling de revalidant terecht komt. Zodra er voor de revalidant op deze afdeling ruimte is, wordt de revalidant bij De Hoogstraat toegelaten.

Indien de revalidant via een andere weg bij De Hoogstraat komt, zal deze ook een wachtlijstformulier moeten invullen en wordt er een afspraak voor een intakegesprek gemaakt met de revalidatiearts.

Opstellen Behandelplan

Omdat men van revalidanten uit het ziekenhuis al weet welke aandoening deze heeft en wat de bijbehorende diagnosecode is, is het niet nodig om voor al deze mensen een behandelplan op te stellen. Voor mensen met eenzelfde diagnosecode heeft men een standaard behandelplan opgesteld. Dit behandelplan is opgesteld voor de eerste weken. Hierdoor kan de revalidant direct beginnen met de revalidatie. Als iemand dus vanuit het ziekenhuis naar De Hoogstraat komt, stuurt men alleen de registratiegegevens en de diagnosecode naar de planningsafdeling. Aan de hand hiervan weet men op de planningsafdeling precies welke behandelingen en met welke frequentie deze ingepland moeten worden.

Als revalidanten via een andere weg naar De Hoogstraat komen, moet de revalidant na registratie eerst door een revalidatiearts gezien worden. De arts stelt een diagnose vast en aan de hand hiervan wordt een specifiek behandelplan voor de revalidant gemaakt. Vervolgens stuurt de arts dit behandelplan met de gegevens van de revalidant naar de planningsafdeling.

Planning

De planning zal alle behandelingen voor de revalidant inplannen en stelt daarna zowel de behandelaars als de revalidanten hiervan op de hoogte.

Een uitgebreide omschrijving van het planningsproces is in hoofdstuk 2.2 te lezen.

Behandeling

Nadat alle behandelingen door de planningsafdeling zijn ingepland en iedereen hiervan op de hoogte is gesteld, wordt de revalidant door zijn behandelaar behandeld. Na afloop van de behandeling kan de behandelaar bepalen of er mutaties op het behandelplan nodig zijn. Dit kan bijvoorbeeld het veranderen van de frequentie van het aantal behandelingen zijn of dat de revalidant erbij gebaat is dat hij of zij na een behandeling eerst moet rusten voordat een andere behandeling kan worden uitgevoerd. Deze mutaties worden dan aan de planningsafdeling doorgegeven. Wanneer de behandelaar vindt dat de revalidant is uitbehandeld, zal in overleg met het behandelteam besloten worden of de revalidant met ontslag kan.

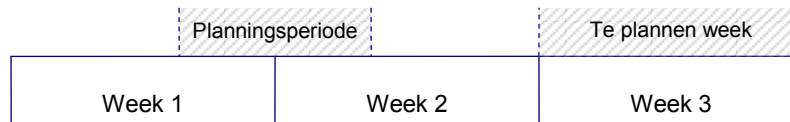
2.2 De huidige manier van plannen binnen De Hoogstraat

Binnen De Hoogstraat wordt gepland volgens het principe ketenbehandeling. Dit betekent dat mensen doorstromen van de kliniek naar de polikliniek waarbij er geen wachttijd is en waar de revalidant gedurende het gehele traject dezelfde behandelaars behoudt. Dit wil niet zeggen dat wanneer de revalidant wordt ontslagen uit de kliniek, deze de week daarna meteen een poliklinische revalidatiebehandeling krijgt. In veel gevallen is het wenselijk dat mensen eerst een aantal weken thuis blijven voordat men poliklinisch behandeld wordt.

Planperiode

Voor het maken van een planning wordt bij De Hoogstraat altijd een planningshorizon van een week gebruikt. De revalidanten die poliklinisch behandeld worden, zullen tijdig moeten worden ingelicht over het weekprogramma dat ze binnen De Hoogstraat zullen gaan volgen. Deze weekprogramma's worden op dinsdag voor de week erna opgestuurd.

Om de weekprogramma's op dinsdag te kunnen versturen is het noodzakelijk dat alle relevante informatie om deze op te kunnen stellen op de vrijdag hiervoor bij de planning ingeleverd moet zijn. Hierdoor zal de planningsafdeling voldoende tijd hebben om een planning op te kunnen stellen. Het gevolg hiervan is echter dat wijzigingen in het behandelplan van de revalidant ruim een week van te voren moeten worden doorgegeven. De planperiode is in onderstaande afbeelding weergegeven.



Figuur 3: Weergave van de planperiode

Omdat er wordt uitgegaan van het principe ketenbehandeling, is het noodzakelijk dat de planning van zowel de klinische revalidanten als de poliklinische revalidanten gelijktijdig wordt gemaakt. Direct gevolg hiervan is dat wijzigingen in het behandelplan van de klinische revalidanten op hetzelfde moment als die van de poliklinische patiënten binnen moet zijn. Het is dus zo dat ook voor klinische revalidanten geldt dat de wijzigingen in het behandelplan ruim een week van te voren moet worden doorgegeven.

Mutaties in de planning

Als de wijzigingen in het behandelplan na het versturen van de weekprogramma's worden doorgegeven, zal dit voor zowel de klinische als de poliklinische weekprogramma's gevolgen kunnen hebben. Hierdoor zou het voor kunnen komen dat afspraken op de al verstuurd weekprogramma's niet meer kloppen, met alle gevolgen van dien. Het gebeurt echter regelmatig dat er tot een dag voor een behandeling nog mutaties zijn. Poliklinische revalidanten kunnen bijvoorbeeld hun afspraak afzeggen, of iemand raakt ziek. De planning probeert dan bijvoorbeeld om een klinische revalidant een extra behandeling te geven. Het kan bijvoorbeeld ook voorkomen dat een klinische revalidant plotseling naar het ziekenhuis moet de volgende dag. Als deze revalidant op dat moment een behandeling heeft, wordt gekeken of deze behandeling niet eenvoudig kan worden omgewisseld met een andere revalidant. Doordat de mutaties nog op het laatste moment worden doorgevoerd, wordt pas de avond van tevoren aan de klinische revalidanten doorgegeven welke behandelingen de volgende dag hebben en op welke tijd.

Behandelteams en behandelplan

In hoofdstuk 1.3 is uitgelegd dat De Hoogstraat verdeeld is in verschillende divisies. Elk van de divisies heeft een eigen team van planners. Als een planner om een bepaalde reden niet aanwezig kan zijn, zal dit moeten worden opgevangen door de andere planners uit hetzelfde team. Doordat divisie twee zich puur op de kinder- en jeugdrevalidatie richt, is deze volledig losgekoppeld van de andere divisies. De planning voor divisie twee wordt dan ook door een andere afdeling en volledig onafhankelijk van de andere divisies gepland.

In hoofdstuk 2.2 is verteld dat wanneer revalidant vanuit het ziekenhuis naar De Hoogstraat komen, deze een standaardbehandelplan krijgen. Wanneer ze echter op een andere manier bij De Hoogstraat komen, stelt de revalidatiearts een behandelplan op. Er wordt dan voor iedere activiteit die wordt voorgeschreven aangegeven wat de frequentie per week is. Een voorbeeld hiervan is dat een revalidant drie keer per week behandeld moet worden door een fysiotherapeut. Daarnaast is voor de verschillende behandelingen vastgelegd wat de duur moet zijn. Zo is de duur van een behandeling bij een fysiotherapeut een half uur. Een behandeling bij de psycholoog is een uur. Hoe de verschillende behandelingen vervolgens worden verdeeld is geheel naar inzicht van de planner.

Beschikbaarheid

Bij het intakegesprek vraagt de revalidatiearts tevens of er dagdelen zijn waarop de revalidant niet gepland kan worden. Dit wordt dan als aantekening doorgegeven aan de

planning. De planning zal deze revalidant vervolgens alleen op tijden inplannen dat de revalidant beschikbaar is.

Op het moment dat de revalidant eenmaal in dagbehandeling is, is de ervaring dat deze beschikbaarheid vaak zal wijzigen. De oorzaken hiervan lopen uiteen; de belastbaarheid van de revalidant kan veranderen, de voorkeuren van de revalidant kunnen wijzigen, de thuissituatie van de revalidant, vakanties of doordat de revalidant ook nog afspraken heeft buiten De Hoogstraat.

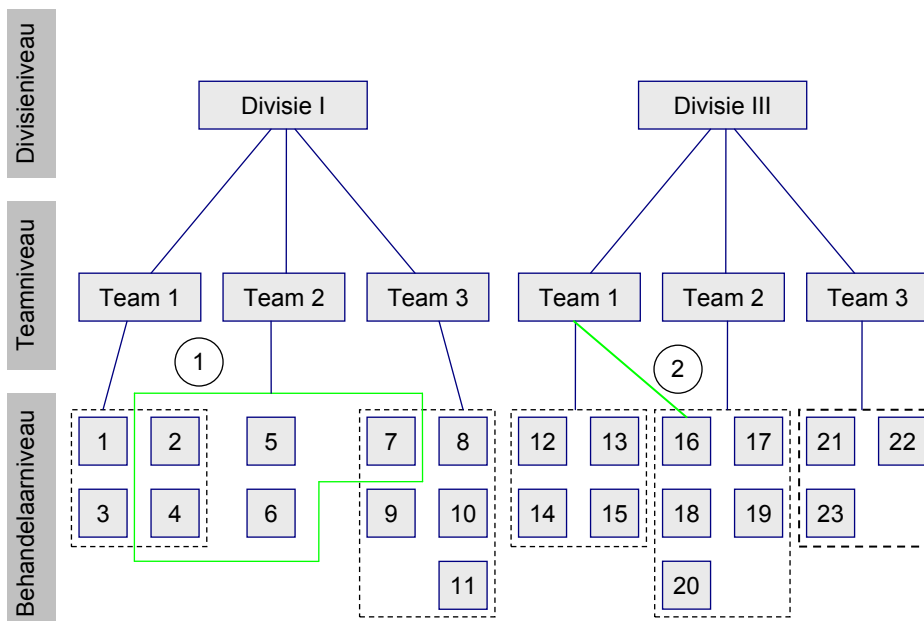
Bij de revalidanten die klinisch worden behandeld, is dit anders. Doordat deze door de week in principe altijd in De Hoogstraat aanwezig zijn, kunnen zij op alle werkdagen behandeld worden. Wel moet er rekening worden gehouden met de belastbaarheid van de revalidant. Sommige revalidanten hebben nu eenmaal rust nodig na een behandeling voordat ze naar een volgende behandeling kunnen. Ook kan het afhangen van het feit dat een revalidant veel hulp nodig heeft en de verpleging de revalidant op tijd bij de behandelingen kan brengen.

De beschikbaarheid van de behandelaars wordt door de volgende zaken bepaald: de werktijden van de behandelaar, tijden die men heeft gereserveerd voor administratie, vergaderingen, overleg met andere behandelaars en artsen, tijden van groepsbehandelingen, pauzetijden, tijd gereserveerd voor cursussen, vakantie, ziekte etc. De tijd die hiernaast dan over blijft is dan in te vullen voor behandelingen.

Ook voor de ruimtes binnen De Hoogstraat geldt dat er met bepaalde zaken rekening gehouden moet worden. Zo zijn er ruimtes die alleen beschikbaar zijn voor één behandelaar en één revalidant. Andere ruimtes zijn voor groepsbehandeling met een afgesproken maximum aan revalidanten. Ook zijn er ruimtes die op bepaalde tijden voor een aantal doelgroepen niet beschikbaar zijn.

Structuur binnen De Hoogstraat

In hoofdstuk 1.3 is uitgelegd dat De Hoogstraat verdeeld is in divisies met elk hun eigen teams. Deze teams hebben een aantal behandelaars, maar het is niet altijd zo dat een behandelaar maar tot één team behoort. Hoe dit binnen De Hoogstraat geregeld is, zal aan de hand van onderstaande afbeelding uitgelegd worden.



Figuur 4: Structuur binnen De Hoogstraat

Binnen divisie I is het zo dat de aantallen revalidanten die aan de verschillende teams sterk wisselen. Hierdoor heeft een team de ene keer veel revalidanten en de andere keer juist heel weinig. Om dit op te kunnen vangen, hebben bepaalde teams een kleine kern van behandelaars die vast in dat team zitten. Op het moment dat het aantal revalidanten voor dat team toeneemt, is het mogelijk dat behandelaars uit andere teams tijdelijk aan dit team worden toegevoegd. Deze situatie is in de afbeelding weer gegeven bij (1). Een andere situatie die voor kan komen is in de afbeelding weergegeven bij (2). Dit gebeurt vrijwel dagelijks bij groepsbehandelingen. Bij een groepsbehandeling kan het namelijk voorkomen dat revalidanten uit verschillende teams tegelijk worden behandeld. De begeleiding van deze groepsbehandeling kan door één behandelaar worden verzorgd, maar zal vaak in handen zijn van meerdere behandelaars. Om de begeleiding enigszins over de teams te verdelen, kan een behandelaar uit een ander team op de groepsbehandeling wordt ingezet. Dit kan uiteraard alleen als er revalidanten uit dit team behandeld worden. De verschillende groepsbehandelingen hebben een vaste tijd en dag in de week. Ook staat de begeleiding min of meer vast. Een aantal groepsbehandelingen worden op meerdere dagen in de week worden gegeven. De begeleiding hiervan wordt bijvoorbeeld op maandag door twee behandelaars verzorgd. Het wil dan niet zeggen dat deze behandelaars ook de andere dagen in de week verzorgen, maar wel dat ze iedere maandag deze groepsbehandeling voor hun rekening nemen.

Planproces

Voor het plannen van alle afspraken wordt gewerkt met een structuurplanning en een dagplanning. De structuurplanning is een weekplanning die wekelijks terugkeert. Deze planning wordt alleen aangepast als er structurele wijzigingen zijn in het behandelplan van de revalidant. Dit kan bijvoorbeeld het verhogen of verlagen van de intensiteit van een bepaalde behandeling zijn.

In de dagplanning worden de eenmalige veranderingen op structuurplanning verwerkt. Hierbij kan worden gedacht aan het volgen van een eenmalige cursus of bijeenkomst. Alles wat in die week in de dagplanning wordt veranderd, heeft geen invloed op de structuurplanning. Het kan natuurlijk voorkomen dat een behandelaar ziek is. Als dit bijvoorbeeld een dag van tevoren gemeld wordt, is het vaak niet mogelijk om vervanging te regelen. De afspraken van deze behandelaar worden dan allemaal afgezegd. Vervanging kan alleen in bepaalde gevallen worden geregeld. Sommige behandelingen worden namelijk alleen door de eigen behandelaar gegeven en zijn niet over te nemen. Een voorbeeld hiervan is bijvoorbeeld een psycholoog. Een fysiotherapeut kan meestal wel worden overgenomen door een van zijn collega's.

In de kliniek heeft men voor iedere diagnosegroep een vast aantal bedden staan. Op het moment dat de ontslagdatum van een revalidant bekend is, zal het niet altijd duidelijk zijn welke nieuwe revalidant dit bed in de toekomst op zal vullen. Als men zou wachten met inplannen van deze nieuwe revalidant totdat alle gegevens bekend zijn, zou dit tot problemen kunnen leiden.

Als deze nieuwe revalidant namelijk na het versturen van de weekprogramma's bij De Hoogstraat binnenkomt, zal de planning overvol zijn en zal het moeilijk zijn om alle behandelingen in te plannen. Om dit te voorkomen is er voor iedere diagnosegroep een min of meer standaardplan ontwikkeld. Hierin staan de behandelingen die iedereen uit deze diagnosegroep moet volgen. Ook staat de frequentie van het aantal behandelingen hierin vermeld. Bij het maken van de planning zal dit behandelplan worden ingepland zonder dat alle gegevens van de nieuwe revalidant beschikbaar zijn. In een later stadium kan men dan de ontbrekende gegevens aanvullen.

Verder bepaalt de planning aan welke behandelaar de revalidant zal worden toegewezen. De planning kan namelijk het beste zien welke behandelaar genoeg plekken vrij heeft om de revalidant te kunnen behandelen. Het kan ook voorkomen dat de revalidatiearts bepaald door welke behandelaar de revalidant moet worden behandeld, of dat de revalidant een

voorkeur heeft voor een bepaalde behandelaar. Ook kan het gebeuren dat behandelaars om bepaalde redenen onderling willen ruilen van revalidant. Doordat men rekening houdt met leegstaande bedden, wordt de klanttevredenheid verhoogd en het zal voor de planner gemakkelijker zijn om de structuurplanning in een later stadium uit te breiden.

Nadat de planning voor de huidige revalidanten en de nieuwe klinische revalidanten is afgerond, worden de poliklinische revalidanten uit de keten ingepland. Dit zijn revalidanten die zich in een eerder stadium in de kliniek bevonden en die op dit moment toe zijn aan een poliklinische revalidatiebehandeling. Als na het inplannen van al deze revalidanten nog ruimte in de planning over is, wordt bekeken welke nieuwe poliklinische revalidanten nog kunnen worden ingepland.

Doordat men bij De Hoogstraat niet werkt volgens een procesbenadering of productbenadering, kan men vooraf niet inschatten hoe lang een behandeling die bij een bepaalde ziekte of aandoening hoort. Hierdoor is het moeilijk om in te schatten wanneer een poliklinische revalidant van buitenaf kan worden ingepland. Wel geeft de revalidatiearts zijn prioriteit door aan de planning. Deze wordt gegeven op basis van de volgende dingen:

- De datum van het eerste onderzoek
- De gewenste startdatum
- Maximale wachttijd in maanden. Dit wil niet zeggen dat de revalidant ook daadwerkelijk op die tijd ingepland kan worden. Als er op dat moment nog steeds geen ruimte is, zal een andere oplossing moeten worden gevonden.
- Spoed. Dit zijn revalidanten die direct ingepland moeten worden.

De planning in het kort

Samenvattend kunnen we zeggen dat bij het maken van de planning, de planner in de huidige situatie de volgende stappen achtereenvolgens zal doorlopen:

- Kopiëren van de huidige structuurplanning naar de nieuw in te plannen week.
- Updaten van de structuurplanning doormiddel van het muteren van de diverse behandelprogramma's
- Het accepteren en inplannen van nieuwe klinische revalidanten
- Het accepteren en inplannen van nieuwe poliklinische revalidanten

Stap 3 zal hierbij achterwege worden gelaten in het geval dat alle bedden in de kliniek bezet zijn en stap 4 zal achterwege worden gelaten in het geval er geen ruimte in het rooster meer is om nieuwe poliklinische revalidanten in te plannen.

Hierbij houdt de planner rekening met de volgende zaken:

- De beschikbaarheid van zowel de revalidanten, de behandelaars en de ruimtes binnen De Hoogstraat.
- Minimale tijd tussen twee opeenvolgende behandelingen.
- Maximale tijd tussen twee opeenvolgende behandelingen.
- De spreiding van de behandelingen over de dag.
- De spreiding van de behandelingen over de week.

Bij deze restricties is een onderscheid te maken tussen klinische revalidanten en revalidanten die poliklinisch behandeld worden. Zo zal een poliklinische revalidant over het algemeen graag zien dat de behandelingen op een bepaalde dag zo veel mogelijk geclusterd worden. Een revalidant uit de kliniek zal over het algemeen graag zien dat zijn behandelingen zo veel mogelijk gespreid over de dag worden gegeven. Wat betreft de tijd tussen twee opeenvolgende behandelingen is het zo dat er revalidanten zijn die rust nodig

hebben tussen twee opeenvolgende behandelingen. Hierdoor zal er een minimale tijd bestaan tussen twee opeenvolgende behandelingen. Om te zorgen dat het niet zal voorkomen dat iemand vroeg in de ochtend behandeld zal worden en daarna pas aan het eind van middag, wordt er rekening gehouden met een maximale tijd tussen twee opeenvolgende behandelingen.

De één-op-één behandelingen en de groepsbehandelingen vormen de grootste groep van in te plannen activiteiten. Voor de demoapplicatie zal het dus van belang zijn dat het inplannen van deze behandelingen op de juiste manier zal gaan gebeuren.

Andere taken die planning verzorgd zijn de volgende:

- Het op de hoogte brengen van de poliklinische revalidanten van hun behandelingen doormiddel van een brief.
- Het versturen van daglijsten naar de behandelaars. Hierop is af te lezen op welke tijd ze welke revalidant moeten behandelen en op welke tijden ze bijvoorbeeld een vergadering hebben.
- Nieuwe revalidanten inlichten dat ze kunnen starten met hun poliklinische revalidatie.
- Het secretariaat op de hoogte stellen van nieuwe revalidanten in de polikliniek. Vervolgens kan het secretariaat dan een aantal formulieren aanpassen.
- Sleeplijsten versturen naar de verpleegafdelingen. Hierop kan men dan aflezen op welke tijd een revalidant een behandeling heeft. Aan de hand hiervan kan men op de verpleegafdeling bijvoorbeeld bepalen wanneer iemand gewassen moet worden.

Wat betreft performance indicatoren kan er eigenlijk niet veel verteld worden. Over het algemeen probeert de planner ervoor te zorgen dat de resources zo veel mogelijk optimaal gebruikt worden en dat men zo veel mogelijk rekening houdt met de restricties die er gelden. Er kan min of meer gesteld worden dat als er een oplossing wordt gevonden die aan de restricties voldoet, men hier al tevreden over is.

2.3 Knelpunten met betrekking tot de planning

In de huidige situatie zijn een aantal knelpunten met betrekking tot de planning aan te wijzen. Deze knelpunten en de gevolgen hiervan zijn opgesomd in de afbeelding die op de huidige en volgende pagina staat afgebeeld.

Huidige knelpunten	Gevolgen voor De Hoogstraat
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Geen inzicht in het aantal vrije ruimtes en resources. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ruimtes en resources blijken achteraf dubbel geboekt. ▪ Door dubbelboekingen komen mensen naar De Hoogstraat maar kunnen niet worden behandeld. Hierdoor gaat zowel de klanttevredenheid als de werknemerstevredenheid omlaag.
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Nadat de poliklinische revalidanten op de hoogte zijn gesteld van hun behandelprogramma, worden er nog wijzigingen gemaakt in de planning. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mensen komen naar De Hoogstraat maar kunnen niet worden behandeld. ▪ Grotere kans op een niet toegelaten planning.
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Wijzigingen in het behandelplan worden pas na verloop van tijd doorgevoerd. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Revalidanten krijgen het idee dat de revalidatie trager gaat dan nodig is. ▪ Behandelaars moeten (te) ver van te voren inschatten hoe het behandelplan moet worden aangepast.

Huidige knelpunten	Gevolgen voor De Hoogstraat
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Revalidanten gaan vanwege de lange mutatietijd met de behandelaar onderling afspraken maken. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Doordat dit niet aan de planners wordt doorgegeven is er bij het muteren van de planning grote kans op dubbelboekingen. ▪ Door dubbelboekingen komen mensen naar De Hoogstraat maar kunnen niet worden behandeld. Hierdoor gaat zowel de klanttevredenheid als de werknemerstevredenheid omlaag. ▪ Kosten van behandeling kunnen niet bij de verzekering worden geclaimd. ▪ Grotere kans op een niet toegelaten planning.
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Geen automatische planning. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tijd die nodig is om te plannen is lang. ▪ Restricties bij het maken van een planning moeten met de hand gecontroleerd worden. ▪ Moeilijk om optimale bezetting van ruimtes en resources te bepalen. Hierdoor kunnen onnodige kosten ontstaan.

Figuur 5: Knelpunten met betrekking tot de planning

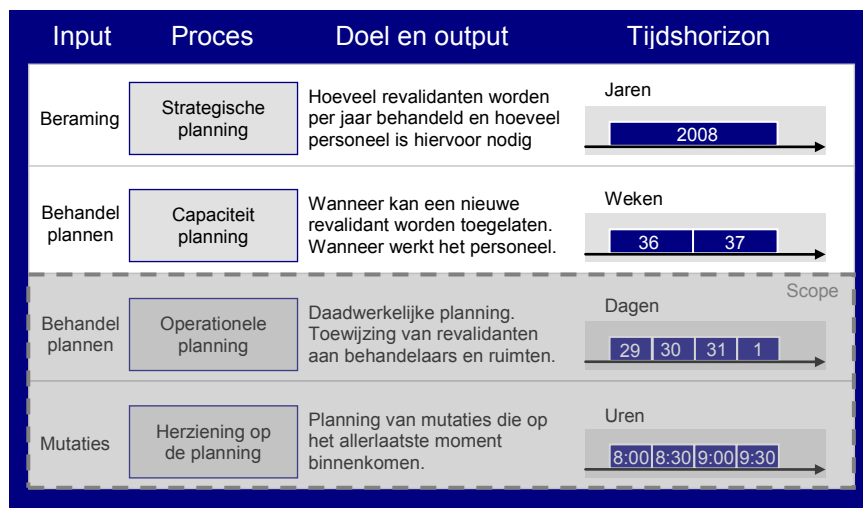
Aan de hand van bovenstaande afbeelding is het mogelijk om voor de te maken demoapplicatie een aantal vereisten te formuleren. Deze vereisten moeten zodanig worden opgesteld, dat de knelpunten verbeterd kunnen worden. Deze vereisten zijn hieronder opgesomd:

- Planning optimaliseren.
- Inzicht in het aantal vrije ruimtes en resources krijgen.
- Mutatietijd van de klinische revalidanten verkleinen.
- De planner helpen bij het plannen door het maken van een (deel)oplossing.
- De tijd voor maken van een (deel)oplossing verkleinen.
- Klanttevredenheid en werknemerstevredenheid verhogen.
- Inzicht geven in de kwaliteit van de planning.

3 Vaststellen van de scope

Bij een traject als deze is van belang dat men van tevoren bepaald wat de scope zal zijn. Hierdoor is het van tevoren duidelijk welke onderdelen van een probleem wel en niet onderzocht en uitgewerkt zullen worden. Pas nadat de scope is vastgesteld zal het probleem verder worden uitgewerkt.

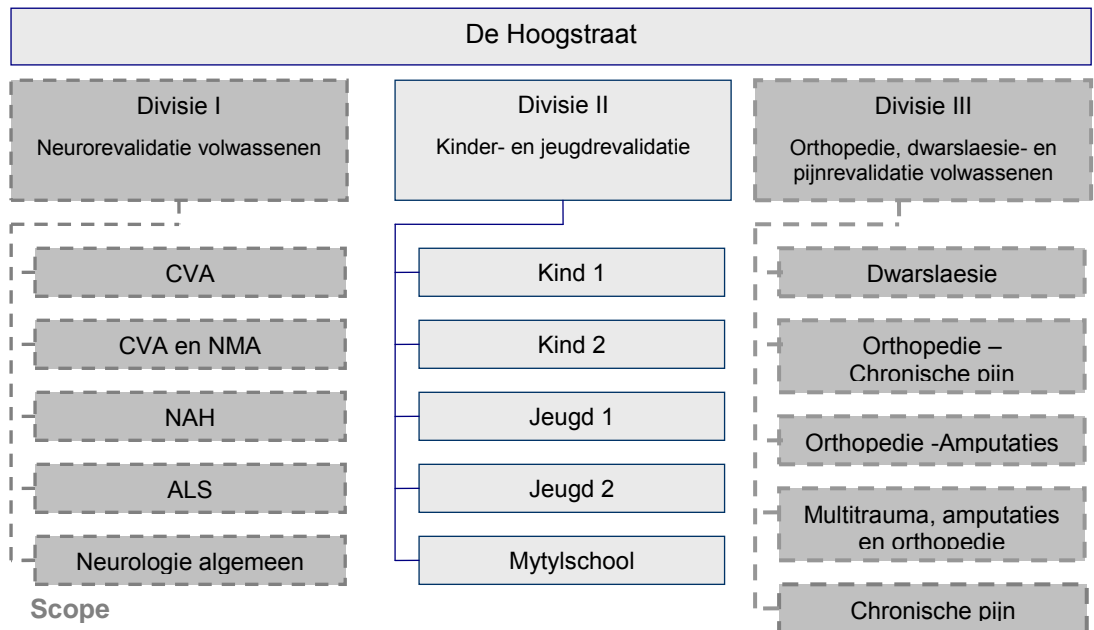
Het vaststellen van de scope van een traject kan op verschillende manieren. De eerste manier waarop we de scope zullen vaststellen is het soort proces dat we gaan uitwerken. Er kunnen vier verschillende processen worden onderscheiden met elk hun eigen tijdshorizon. Deze vier processen zijn: de strategische planning, de capaciteitplanning, de operationele planning en een proces waarbij een herziening wordt gedaan op de planning. Een afbeelding waarin al deze processen staan afgebeeld staat op de volgende pagina.



Figuur 6: Vaststelling van de scope op procesniveau

Zoals is af te lezen uit deze afbeelding, hebben we de scope van ons project vastgesteld op zowel de operationele planning als het herzieningsproces op de planning. Met een oplossing voor deze twee processen bieden we een oplossing voor een aantal van de knelpunten met betrekking tot de huidige planning, welke in het vorige hoofdstuk zijn beschreven. Naast deze processen zien we ook nadrukkelijk de toegevoegde waarde van het ondersteunen van de capaciteitsplanning. Deze is echter buiten de scope van dit project gelaten, omdat het project hierdoor te omvangrijk zal gaan worden. Dit zou uiteraard in een vervolgproject kunnen worden uitgewerkt.

Naast de vaststelling van de scope op procesniveau, kunnen we de scope ook vaststellen op divisieniveau. In hoofdstuk 1.3 hebben we gezien dat de teams zijn onderverdeeld in drie divisies. In het deel over de huidige manier van plannen binnen De Hoogstraat hebben we gezien dat de planning van de kinder- en jeugddivisie door een onafhankelijke afdeling werd uitgevoerd. Daarom is besloten om de scope voor dit project vast te stellen op de divisies voor volwassenen, te weten divisie I en divisie III. Een afbeelding hiervan staat op de volgende pagina.



Figuur 7: Vaststelling van de scope op divisieniveau

Daarnaast is het zo dat er veel verschillende typen behandelingen zijn binnen De Hoogstraat. Omdat we dit iets willen vereenvoudigen, maar er toch voor willen zorgen dat het probleem wel realistisch blijft, gaan we alleen uit van individuele behandelingen en groepsbehandelingen. Zogenaamde combibehandelingen, behandelingen waarbij twee of meer behandelaars één revalidant behandelen, zullen hierdoor niet worden meegenomen in het project.

Nu we de huidige planningsaanpak hebben geanalyseerd en de scope van het project hebben vastgesteld, kunnen we gaan nadenken over een alternatieve manier van plannen. Met deze alternatieve manier van plannen willen we bereiken dat de knelpunten worden opgelost en dat de planners meer inzicht krijgen. Voordat we hier verder over nadenken, is het belangrijk om te weten in hoeverre er bij de huidige softwareleverancier onderzoek is gedaan naar de huidige planningsaanpak. Daarom zal eerst de relatie van de huidige softwareleverancier met De Hoogstraat worden bekeken. Omdat bij veel Advanced Planning en Scheduling projecten bij Capgemini de software van Quintiq wordt gebruikt, zal ook de relatie tussen Capgemini en Quintiq worden bekeken.

4 Vooronderzoek

Voordat we gaan bedenken op welke manier we de applicatie gaan implementeren en hoe we de planning kunnen optimaliseren, zal eerst worden bekeken in welke mate er bij de huidige softwareleverancier onderzoek is gedaan naar de huidige planningsaanpak. Vervolgens zal ook de relatie tussen Capgemini en Quintiq worden belicht en op welke manier soortgelijke projecten worden aangepakt

4.1 Onderzoeken bij de huidige software leverancier

De huidige softwareleverancier is het bedrijf VIR e-Care Solutions (kortweg VIR), welke is gevestigd in Arnhem. In 1984 ontstond de VIR, wat staat voor Vereniging Informatieverwerking Revalidatiecentra, doordat zes revalidatiecentra het idee kregen samen de hardware en software die men nodig had in te kopen. Later begon men met de ontwikkeling van hun eigen planningspakket Ecaris. Vervolgens ging men dit pakket ook aan andere revalidatiecentra verkopen. Door deze ontwikkelingen groeide de VIR snel uit tot de ICT specialist voor de revalidatiezorg. Omdat het pakket wat men had ontwikkeld ook geschikt bleek voor andere zorgorganisaties, werd de vereniging omgezet in een B.V., onder de naam VIR e-Care Solutions. Deze omzetting gebeurde in 2001. Hierna heeft men Ecaris verder ontwikkeld zodat het voor steeds meer zorginstellingen gebruikt kan worden. Tegenwoordig gebruiken alle revalidatiecentra in Nederland het pakket van de VIR om de planning te realiseren.

In het verleden heeft de VIR met een aantal afstudeeronderzoeken naar het automatisch plannen binnen de revalidatiezorg meegewerkt. Met deze onderzoeken heeft men geprobeerd een mathematisch model te ontwikkelen om dit probleem op te lossen. Eén van die onderzoeken is gedaan bij het revalidatiecentrum Het Roessingh in Enschede. Volgens degene die we bij de VIR hierover hebben gesproken was de belangrijkste uitkomst van dit onderzoek dat het niet mogelijk was om een mathematisch model te ontwikkelen waarbij men aan alle restricties binnen de revalidatiezorg kan voldoen. Een precieze projectomschrijving of rapport van dit onderzoek waren echter niet voorhanden, dus een conclusie kunnen we hier verder ook niet uit trekken. Verder bleek uit het gesprek dat er was onderzocht wat een enkele mutatie tot gevolg had. Hieruit bleek dat iedere mutatie twaalf verschuivingen tot gevolg had. Voor het bedenken van een alternatieve planningsaanpak zal het dus noodzakelijk zijn om van opdeling van structuur- en dagplanning, zoals in de huidige planningsaanpak, af te stappen.

4.2 Quintiq en Capgemini

Quintiq is in 1997 opgericht vanuit een dochterbedrijf van Capgemini en sindsdien een belangrijke partner voor standaard APS-softwareoplossingen. Quintiq ontwikkelt en levert software waarmee bedrijven hun bedrijfsprocessen en samenwerking met klanten kunnen optimaliseren. De geavanceerde planning-, scheduling- en supply chain-optimisatiesoftware van Quintiq stelt bedrijven in staat om verschillende bedrijfsprocessen te integreren en zo hun rendement te vergroten. Quintiq werd in 1997 opgericht en heeft sindsdien wereldwijd meer dan 200 implementaties in 22 landen op zijn naam staan.

Sinds de oprichting van Quintiq hebben beide partijen bij diverse APS-projecten nauw samengewerkt in diverse sectoren, waaronder logistiek, transport, field service, productie, de metaalindustrie en in andere bedrijven in Nederland en daarbuiten. Meer dan 30 bedrijven waaronder de Alcan, Applus+ RTD, SIG Combibloc, DHL, VION Food Group, de Nederlandse marine en Novelis hebben gebruik gemaakt van de Quintiqsoftware en de integratie-expertise van Capgemini.

Samen hebben ze een nieuwe wereldwijde aanpak ontwikkeld voor APS. Deze samenwerking bouwt voort op het succes uit het verleden en stelt de twee bedrijven in

staat om complete oplossingen te bieden die inspelen op de planningseisen van grote, wereldwijd opererende bedrijven.

Doordat Capgemini voor veel Advanced Planning en Scheduling problemen de software van Quintiq gebruikt, lag het voor de hand dat deze software ook voor dit afstudeerproject gebruikt zou worden. Om de basis van deze software onder de knie te krijgen heb ik daarvoor dan ook een opleiding van twee weken bij Quintiq gevolgd.

4.3 Optimalisatie binnen Quintiq

Omdat veel bedrijven dagelijks te maken hebben met het oplossen van verschillende optimalisatieproblemen, zijn er op de markt redelijk wat softwarepakketten te vinden waarmee deze problemen op te lossen zijn. Veel van deze pakketten zijn zogenaamde Decision Support Systems, wat inhoudt dat deze pakketten de planner helpen door tijdens het plannen aan te geven wat wel en niet toegestaan is.

Ook zijn er pakketten die de planners kunnen helpen door middel van geautomatiseerde oplossingen. Deze softwarepakketten bevatten een algoritme wat probeert om het probleem zo optimaal mogelijk probeert op te lossen.

Een benadering die hierbij vaak gekozen wordt, maar in mijn ogen lang niet altijd even goed, is dat deze pakketten gebouwd zijn rondom een zeer efficiënt algoritme of zogenaamde “solver”. Op deze manier kan het pakket de problemen snel en zeer goed oplossen. Het probleem met deze pakketten is meestal echter dat ze maar één bepaald type optimalisatieprobleem kan oplossen. Als het probleem van de klant net even iets anders is gedefinieerd, zal het pakket niet in staat zijn om het probleem op te lossen of zal de oplossing niet optimaal zijn.

Om dit soort problemen te voorkomen, gaat Quintiq uit van een zelf ontwikkeld driestappenplan.

1. Modellering: De eerste stap is proberen om het probleem tot in de kern te begrijpen. Om dit te bereiken, wordt er een model gemaakt waarin alle logica wordt beschreven. Hier staat bijvoorbeeld in wat wel en niet kan en hoe dingen zich tot elkaar verhouden. Als we dit pas gaan doen nadat we een optimalisatiealgoritme hebben ontwikkeld, zal het algoritme het verkeerde probleem oplossen.
2. Visualisatie: Nadat alle logica in het model staat, wordt er een user interface gemaakt waarmee alle informatie in het model kan worden aangeropen. Dit zorgt er voor dat de planner een duidelijk beeld heeft van wat hij aan het doen is en dat hij snel en eenvoudig een oplossing kan maken.
3. Optimalisatie: Voor sommige optimalisatieproblemen geldt nou eenmaal dat ze zeer moeilijk zijn. Het probleem kan enorm groot zijn om snel op te lossen, of het probleem is zo ingewikkeld dat het moeilijk is om überhaupt tot een oplossing te komen. In deze gevallen is het mogelijk om een algoritme te maken dat de planner helpt om het optimalisatieprobleem op te lossen. Deze stap kan pas als laatste worden uitgevoerd; eerst moet het duidelijk zijn wat het optimalisatieprobleem precies inhoudt en hoe we dit het beste op het scherm kunnen weergeven.

Voordat we aan de eerste twee stappen gaan beginnen, vragen we ons eerst goed af wat de vereisten zijn aan de applicatie. We moeten dus eerst goed nadenken over hoe de applicatie eruit komt te zien en welke functionaliteiten het moet bevatten.

5 Vereisten aan de demoapplicatie

Nog voordat we daadwerkelijk beginnen met de bouw van de te maken demoapplicatie, is het belangrijk dat het helder is wanneer we dit project als geslaagd kunnen bestempelen. Daarom stellen we voorafgaande aan de bouw van deze applicatie een aantal vereisten op. Hierdoor is het vooraf duidelijk wat er mogelijk moet zijn binnen de demoapplicatie. Ook stellen we vast wanneer de toegevoegde waarde van APS voldoende is aangetoond. Dit is immers het hoofddoel van dit project. Om een goed beeld te krijgen welke functionaliteiten de applicatie zou moeten hebben, is vooraf de huidige planningsapplicatie bekeken. Hierbij hebben we de sterke en zwakke punten er uit kunnen halen. Met deze punten in het achterhoofd en met de knelpunten met betrekking tot de huidige planning (hoofdstuk 2.3), hebben we de volgende vereisten op kunnen stellen:

- Invoeren van de afwezigheid van zowel revalidanten, behandelaars en ruimtes.
- Invoeren van nieuwe revalidant, behandelaar of ruimte en parameters hieraan toewijzen.
- Invoeren, toewijzen en muteren van behandelplan aan revalidant.
- Invoeren van groepsbehandelingen.
- Toewijzen van behandelaars en revalidanten aan groepsbehandelingen.
- Toewijzen van behandelaars aan revalidanten.
- Inplannen, herplannen en uitplannen van individuele behandelingen en groepsbehandelingen.
- Een (deel)planning genereren voor de bestaande revalidanten, behandelaars en ruimtes.

De vereisten die we in hoofdstuk 2.3 hebben opgesteld naar aanleiding van de knelpunten met betrekking tot de huidige planningsaanpak zijn de volgende:

- Planning optimaliseren.
- Inzicht in het aantal vrije ruimtes en resources krijgen.
- Mutatietijd van de klinische revalidanten verkleinen.
- De tijd voor maken van een (deel)oplossing verkleinen.
- Klanttevredenheid en werknemerstevredenheid verhogen.
- Inzicht geven in de kwaliteit van de planning.

Verder zijn de volgende gegevens beschikbaar uit een ander systeem om in de applicatie te kunnen gebruiken:

- De verschillende divisies binnen De Hoogstraat.
- De teams binnen De Hoogstraat en tot welke divisie ieder team behoort.
- De disciplines binnen De Hoogstraat.
- De diverse activiteiten die de revalidanten kunnen uitvoeren binnen De Hoogstraat, tot welke discipline deze activiteit behoort en het type van de activiteit (groepsbehandeling of niet)
- De ruimtes binnen De Hoogstraat.
- De behandelaars die bij De Hoogstraat werkzaam, tot welk team deze behandelaars behoren en de discipline van de behandelaars.

- De revalidanten die onder behandeling zijn binnen De Hoogstraat en tot welk team de revalidant behoort.

De belangrijkste vereiste aan de demoapplicatie zal natuurlijk het genereren van een (deel)planning zijn. Wat de aanpak hiervan zal zijn en wat het mathematisch model hierachter zal zijn is in het deel over optimalisatie in het volgende hoofdstuk terug te vinden. Omdat we het driestappenplan van Quintiq zullen gaan volgen, bekijken we nu eerst hoe dit probleem te modelleren valt en hoe de visualisatie er uit zou kunnen zien. Daarna volgt de optimalisatie van het probleem.

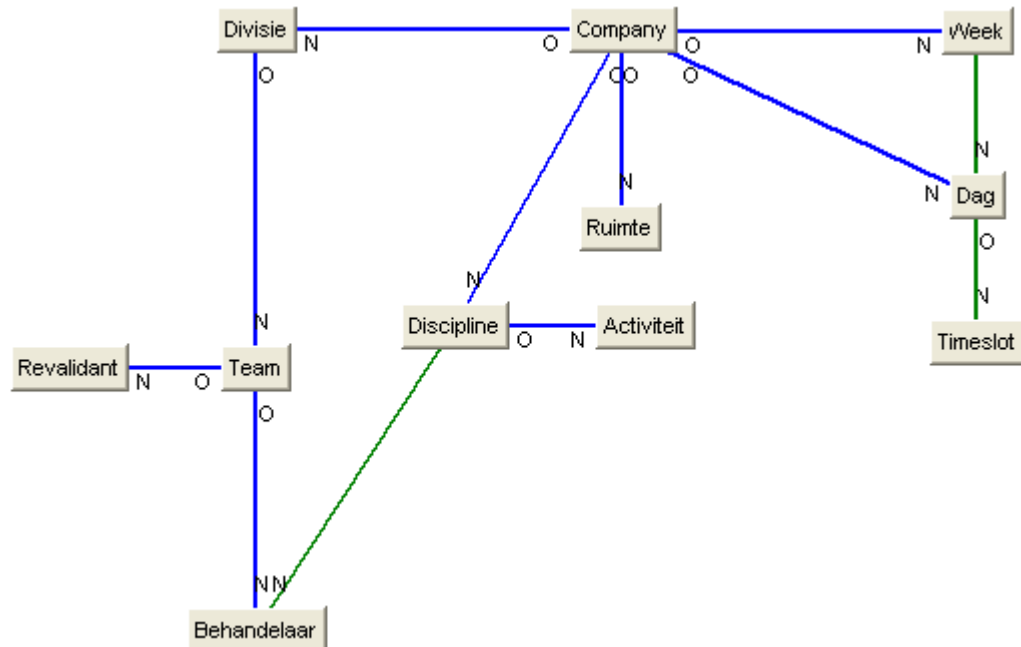
6 Implementatie van de demoapplicatie

Zoals in het vorige hoofdstuk is uitgelegd, worden de meeste projecten in Quintiq volgens een driestappenplan geïmplementeerd. Dit driestappenplan zullen we uiteraard ook hier gebruiken. Om het driestappenplan nog even kort te herhalen: eerst gaan we de logica modelleren, vervolgens maken we een user interface om alles te visualiseren en ten slotte maken we een algoritme om het plannen van de diverse taken te optimaliseren.

6.1 Modelling van de logica

Het model van de logica is object georiënteerd. Inheritance is daarom belangrijk en een krachtig middel. Naast objecten bestaat het model uit relaties. In een Quintiq model moet ieder object bereikt kunnen worden doormiddel van ownning relaties vanuit het basisobject van het model. Dit basisobject wordt Company genoemd. De meeste relaties binnen Quintiq zijn procedureel, maar het is ook mogelijk om declaratieve relaties te maken. Verder is het alleen mogelijk om 1-1 en 1-N relaties te maken. Het is dus niet mogelijk om N-M relaties binnen Quintiq aan te maken. Ook is het zo dat de N-kant van de relatie nooit ownning kan zijn. Het uiteindelijke model kunnen we hieronder wel weergeven, maar zal alleen maar een wirwar aan relaties en objecten geven. Daarom is het beter om dit stap voor stap te doorlopen.

Laten we eerst beginnen met het deel van de logica dat we met behulp van de beschikbare gegevens kunnen maken. Dit eerste deel is in onderstaande figuur weergegeven.

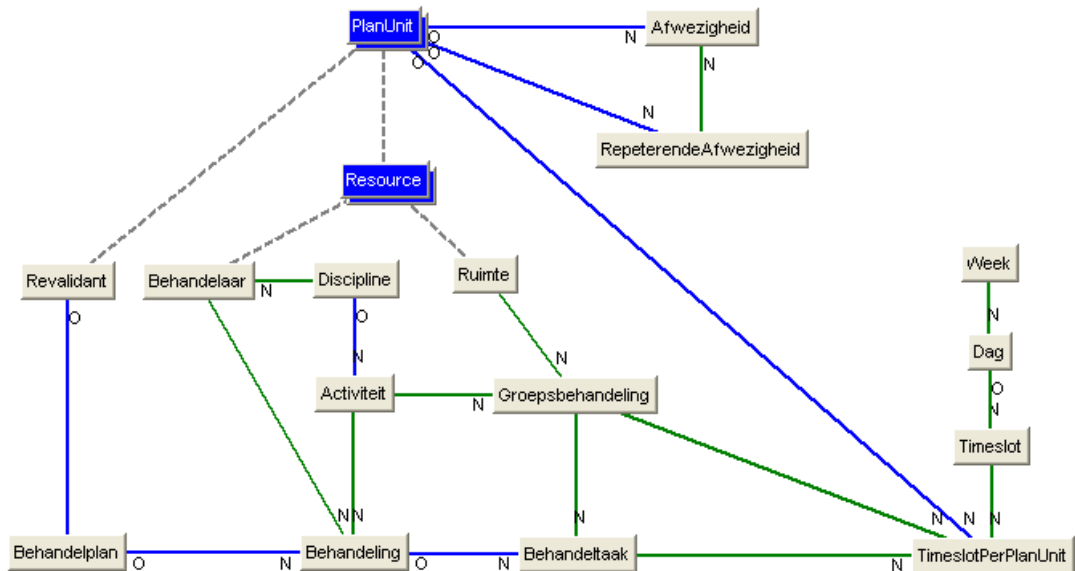


Figuur 8: Het deel van de logica dat voortvloeit uit de beschikbare gegevens

We zien dat Company het basisobject van het model is en dat alle objecten door middel van ownning relaties hiermee verbonden zijn. Verder zien we dat er verschillende divisies, disciplines, ruimtes en weken zijn. Daarnaast zien we dat iedere divisies uit meerdere teams kan bestaan en dat ieder team meerdere revalidanten en meerdere behandelaars kan bevatten. Ook zien we dat een discipline een of meerdere activiteiten bevat en dat iedere behandelaar één discipline heeft. Als laatste kunnen we zien dat een week uit meerdere dagen bestaat en dat iedere dag meerder timeslots heeft. Verder is het zo dat

ieder object wat we in de bovenstaande afbeelding zien, diverse attributen en methoden heeft.

Daarnaast is het mogelijk om een aantal dingen te abstraheren. Zo weten we dat we straks een aantal dingen moeten gaan inplannen, namelijk de revalidanten, de behandelaars en de ruimtes. Voor al deze objecten moeten we afwezigheid aan kunnen maken. Daarom kunnen we onderstaande abstractie maken.



Figuur 9: Modelleren van de logica

We zien dat voor iedere PlanUnit meerdere periodes van afwezigheid kunnen worden aangemaakt en ook meerdere periodes van afwezigheid die repeterend zijn. Bijvoorbeeld als iemand aangeeft iedere maandag afwezig te zijn. Verder hebben we Behandelbaar en Ruimte geabstraheerd van Revalidant.

Daarnaast kunnen we zien dat iedere Revalidant één Behandelplan heeft, wat uit meerdere behandelingen bestaat. Een behandeling bestaat uit meerdere behandeltaken, welke ingepland moeten worden. Iedere behandeling wordt uitgevoerd door een behandelaar. Deze behandeling bevat een bepaalde activiteit die dezelfde discipline heeft als de behandelaar die de behandeling uitvoert. Daarnaast kan een behandeltaak uit een groepsbehandeling bestaan die in een bepaalde ruimte zal worden uitgevoerd.

Verder bestaat er een N-M relatie tussen Timeslot en PlanUnit. Iedere revalidant kan namelijk op meerdere timeslots worden ingepland en op een bepaald timeslot kunnen meerdere behandeltaken worden ingepland. Omdat het niet mogelijk is om een N-M relatie te maken met Quintiq, moeten we een tussenobject maken. Dit object noemen we TimeslotPerPlanUnit en heeft dus een N-1 relatie met Timeslot en een N-1 relatie met PlanUnit. Omdat een behandeltaak langer kan duren dan een half uur, is er ook een 1-N relatie tussen Behandeltaak en TimeslotPerPlanUnit en een 1-N relatie tussen Groepsbehandeling en TimeslotPerPlanUnit.

6.2 Visualisatie

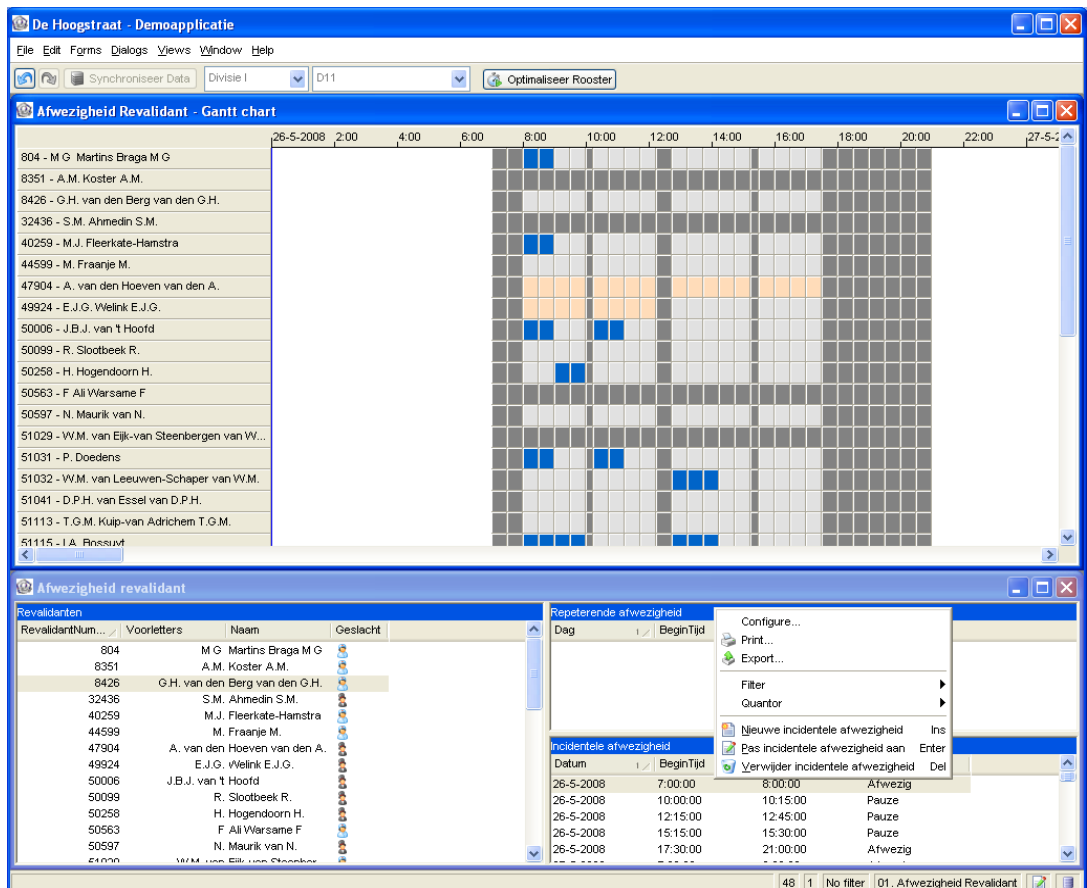
De tweede stap van de implementatie is de visualisatie. De figuur op de volgende pagina laat het beginscherm van de applicatie zien. Hier zien we bovenin het scherm een aantal knoppen en selectieboxen die we in ieder scherm kunnen gebruiken. Ten eerste zien we twee knoppen met pijlen. Dit zijn de undo en redo knoppen. Daarnaast zien we een knop waarmee we de data kunnen synchroniseren. Wanneer er tijdens het gebruik van het programma een verandering wordt doorgevoerd in de data die we uit een ander systeem

halen, zal deze knop actief worden en zal de data in de applicatie worden aangepast. Daarnaast zien we een tweetal selectieboxen waarmee we de divisie en het team kunnen selecteren waarmee we gaan werken. Op het moment dat er een formulier wordt geopend zal deze worden gevuld met de data van de geselecteerde divisie en team. Verder hebben we een knop waarmee we het rooster kunnen optimaliseren. Hoe dit werkt, zal in het deel over optimalisatie worden besproken.



Figuur 10: Het beginscherm van de applicatie

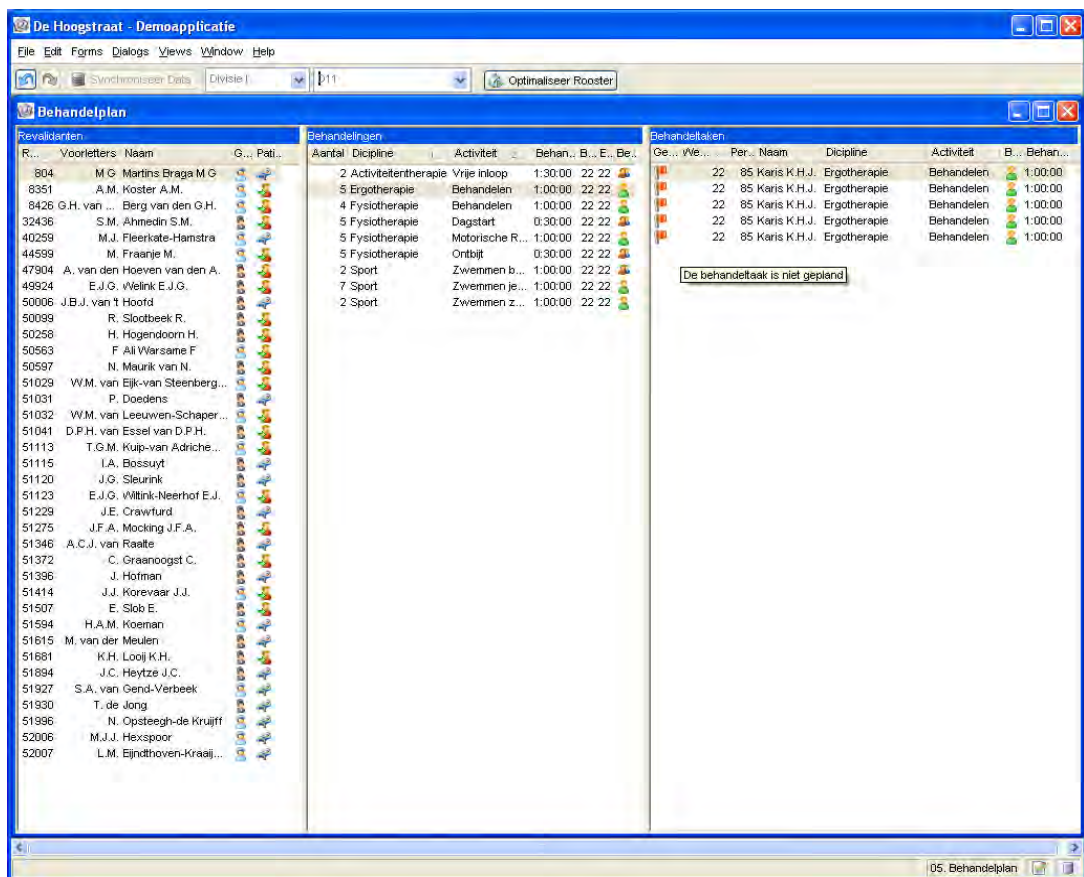
Bij de vereisten voor de applicatie hebben we vastgesteld dat het mogelijk moet zijn om afwezigheid van zowel revalidanten, behandelaars en ruimtes in te kunnen voeren. Voor de invoer van de afwezigheid van revalidanten hebben we onderstaande formulieren gebouwd.



Figuur 11: De formulieren om afwezigheid in te voeren

Het bovenste formulier is een grafische weergave van de planning van de revalidanten. Aan de linkerkant staan alle revalidanten van het team dat we bovenaan het scherm hebben geselecteerd. Vervolgens is voor ieder tijdsinterval dat een revalidant kan worden ingepland een blokje weergegeven. Zoals te zien is, kan een blokje verschillende kleuren hebben. Zo is een donkergrijs blokje een periode waarvan de revalidant heeft aangegeven dat hij of zij afwezig is. Een blauw blokje betekent dat er een behandeling is ingepland. Een roze blokje betekent dat de revalidant liever niet op dat tijdstip wil worden ingepland. Daarnaast kan een blokje lichtgrijs zijn, wat betekent dat deze nog vrij is. In het onderste deel van de applicatie zien we een formulier waar we de periode van afwezigheid aan kunnen maken. Deze tabel noemen we een master-detail tabel. Aan de linkerkant zien we een lijstje met de revalidanten (master) en aan de rechterkant zien we details van de revalidant wat betreft de periodes van afwezigheid. Wanneer we aan de linkerkant meerdere revalidanten selecteren, zien we aan de rechterkant van al deze revalidanten de details wat betreft de afwezigheid. Aan de rechterkant van het scherm kunnen we nieuwe periodes van afwezigheid aanmaken, verwijderen en aanpassen. Dit kunnen we met behulp van de rechtermuisknop doen of een sneltoets. Voor het aanmaken van afwezigheid voor behandelaars en ruimtes hebben we soortgelijke formulieren gemaakt die op exact dezelfde manier werken. Het enige verschil is dan dat het niet mogelijk is om een periode aan te maken waar de behandelaar liever niet gepland wil worden.

Naast de mogelijkheid om periodes van afwezigheid aan te maken, te bewerken en te verwijderen, moet het mogelijk zijn om een behandelplan in te voeren en te bewerken. Daarvoor hebben we het formulier wat in onderstaande figuur staat gebouwd.

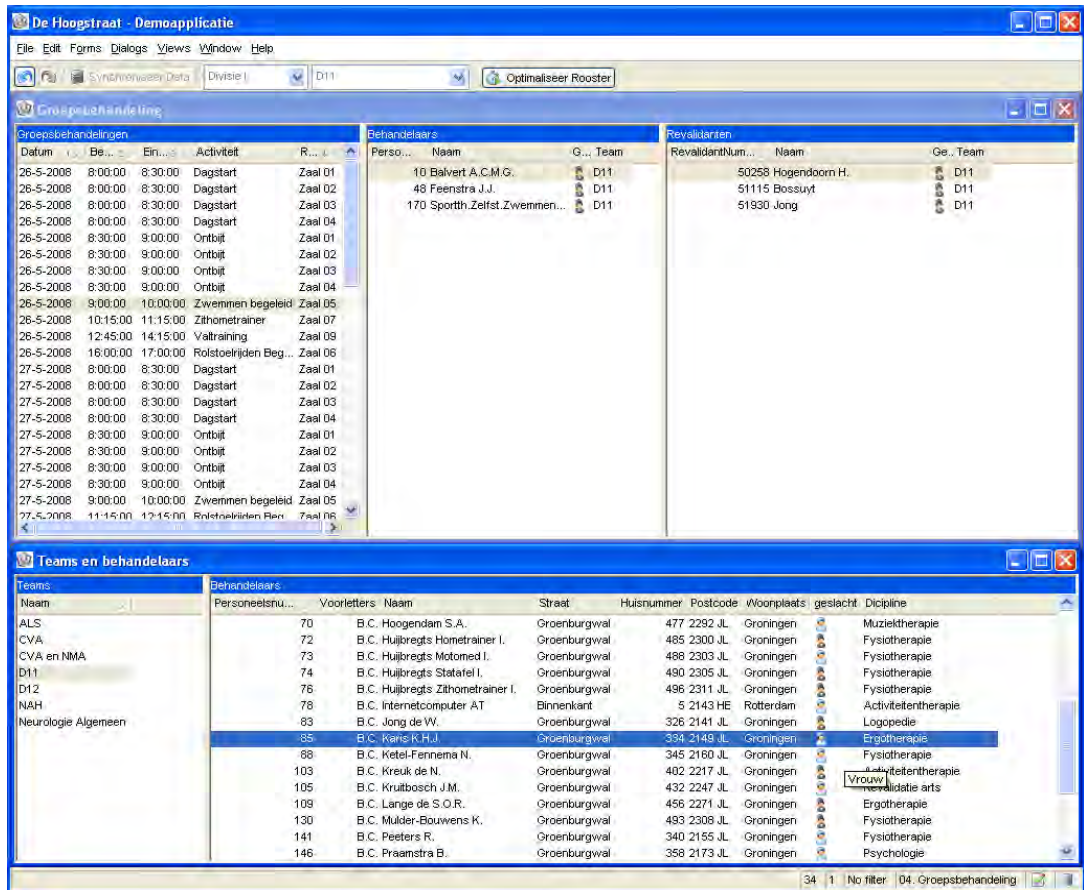


Figuur 12: Het formulier om het behandelplan aan te maken en te bewerken

Ook deze tabel is een zogenaamde master-detail tabel. Aan de linkerkant zien we de revalidanten weer die we bovenin hebben geselecteerd. Vervolgens kunnen we in het

middelste deel de behandelingen zien. Hier zien we hoe vaak een bepaalde behandeling per week uitgevoerd dient te worden, onder welke discipline en activiteit deze behandeling valt, hoe lang de behandeling duurt, in welke weken deze behandeling gegeven wordt en of de behandeling een individuele behandeling of groepsbehandeling is. Doordat dit ook een master-detail tabel is, worden alle behandelingen weergegeven van de revalidanten die aan de linkerkant geselecteerd zijn. Helemaal aan de rechterkant van het formulier zien we de behandeltaken die bij de geselecteerde behandelingen horen. Dit zijn dus losse behandelingen die in later stadium ingepland kunnen worden. Hier zien we in welke week de taak uitgevoerd moet worden en door welke behandelaar.

Een andere vereiste aan de applicatie is het aanmaken van groepsbehandelingen en het toewijzen van behandelaars aan een groepsbehandeling. Om dit te kunnen doen hebben we onderstaande de formulieren die in onderstaande formulier zijn afgebeeld gebouwd.



Figuur 13: De formulieren om de groepsbehandelingen aan te maken en te bewerken

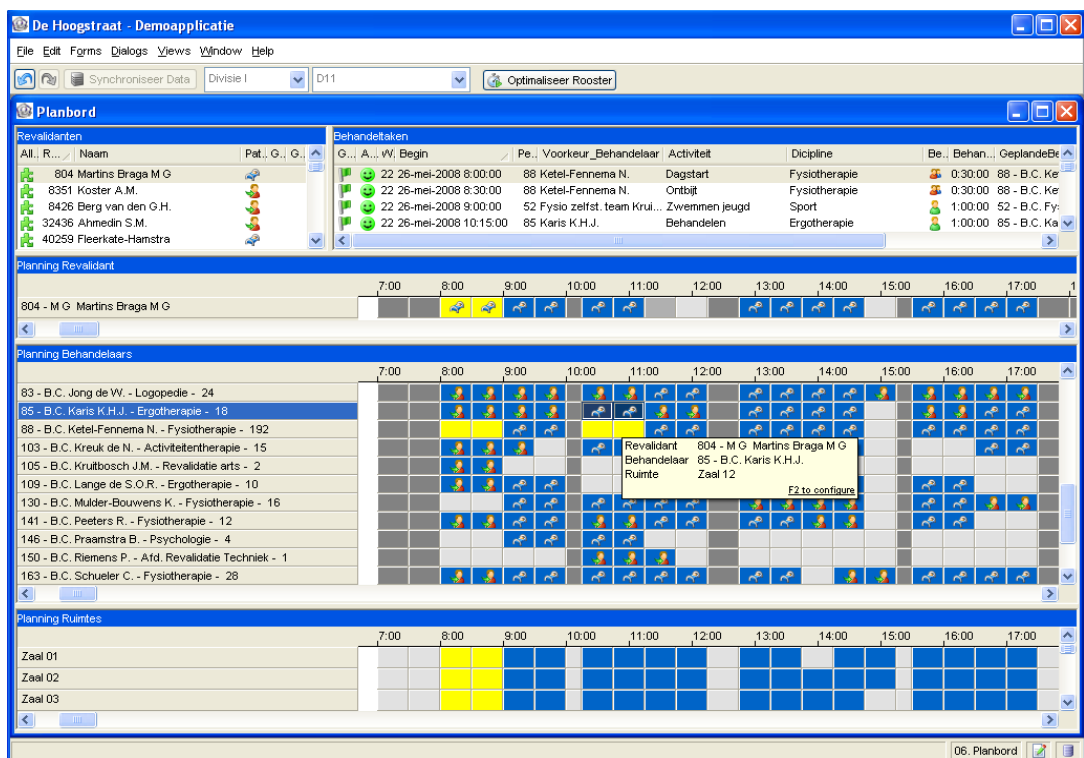
Ook hier hebben we te maken met twee verschillende formulieren. Het onderste formulier is het meest eenvoudige formulier. Hier staan alle behandelaars van de verschillende teams in. Van elke behandelaar staan hier een aantal eigenschappen, waaronder de discipline en het personeelsnummer. Het bovenste formulier is weer een master-detail tabel. Aan de linkerkant zien we de groepsbehandelingen die zijn aangemaakt. De eigenschappen van de groepsbehandelingen die zijn weergegeven is de datum, de begin- en eindtijd van de groepsbehandeling, de activiteit en de zaal waar de groepsbehandeling wordt uitgevoerd. In het midden zien we behandelaars die aan de geselecteerde groepsbehandeling zijn toegevoegd en aan de rechterkant zien we de revalidanten die aan de groepsbehandeling zijn toegevoegd. Het toevoegen van een behandelaar aan een groepsbehandeling gebeurt doormiddel van drag-and-drop. Uit het onderste formulier selecteren we één of meerdere behandelaars die we vervolgens naar de gewenste

groepsbehandeling slepen en daar vervolgens droppen. De behandelaars zullen dan aan de groepsbehandeling worden toegevoegd. Het toevoegen van revalidanten aan een groepsbehandeling gebeurt op een andere manier die we later zullen uitleggen.

In de voorgaande formulieren hebben we als het ware alle puzzelstukken gemaakt die we nu gebruiken om de puzzel in elkaar te zetten. We zijn nu namelijk op het punt aangekomen waar we het rooster in elkaar gaan zetten. Dit kunnen we uiteraard pas als we zowel de individuele als de groepsbehandelingen hebben aangemaakt.

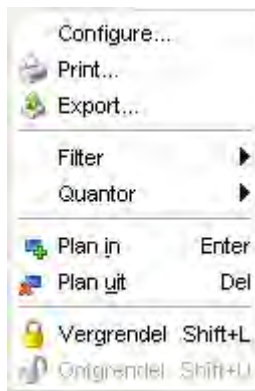
In onderstaande figuur zien we het planbord waarmee we het rooster in elkaar kunnen zetten. Hier zien we linksboven de revalidanten. Hier kunnen we zien of de revalidant een klinische of een poliklinische revalidant is en aan de hand van de kleur van het puzzelstukje kunnen we zien of alle taken van de revalidant zijn ingepland. Rechtsboven zien we de behandeltaken van de geselecteerde revalidanten. Hier kunnen we aan de kleur van het vlaggetje zien of de behandeltaak ingepland is. Als dit het geval is, kunnen we hiernaast zien op welke dag en welke tijd de behandeltaak is ingepland. Ook kunnen we in dit overzicht zien hoe lang de behandeling duurt en door welke behandelaar dit wordt uitgevoerd.

Daaronder zien we drie keer min of meer dezelfde grafische weergave zoals we die gezien hebben bij het invoeren van afwezigheid voor revalidanten. Voor de revalidant die in het bovenste gedeelte is geselecteerd, kunnen we het rooster in de bovenste grafische weergave zien. Daaronder zien we een grafische weergave van het rooster van de verschillende behandelaars. Het onderste gedeelte is het rooster voor de verschillende ruimtes. Net als in de grafische weergave voor het aangeven van afwezigheid geven de verschillende kleuren aan wat er op een bepaald tijdsinterval is gepland. Een donkergrijs blokje betekent dat een revalidant of een behandelaar afwezig is. Een lichtgrijs blokje betekent dat een revalidant of behandelaar niet ingepland is. Een geel blokje betekent dat er een groepsbehandeling is ingepland en een blauw blokje betekent dat er een individuele behandeling is gepland. Wanneer we met de muis over een behandeling gaan, kunnen we de informatie over de behandeling zien.



Figuur 14: Het planbord

Met behulp van dit planbord kunnen we de diverse behandeltaken inplannen. Dit kunnen we op twee manieren doen. Allereerst kunnen we dit met de hand doen en daarnaast kunnen we dit automatisch laten doen. We zullen nu eerst uitleggen hoe we dit handmatig kunnen doen. Dit plannen werkt met behulp van drag-and-drop. Wanneer we een behandeltaak selecteren die een groepsbehandeling is, kunnen we deze op de gewenste zaal droppen. De revalidant zal dan aan de groepsbehandeling worden toegevoegd en de groepsbehandeling zal op het rooster van de revalidant verschijnen. Als de behandeltaak echter een individuele behandeling is, moet men eerst de behandelaar en de ruimte selecteren en daarna kan men de behandeltaak op het gewenste tijdslot droppen. Het automatisch plannen van een behandeltaak kunnen we doen door het menu onder de rechtermuisknop van een behandeltaak te bekijken. Dit menu is hieronder afgebeeld.



Figuur 15: Het menu onder de rechtermuisknop van een behandeltaak

We zien in dit menu de optie om een taak in te plannen of uit te plannen. De optie om een behandeltaak uit te plannen spreekt voor zich. Bij het inplannen van de behandeltaak gebeurt het volgende: De roosters van de revalidant en die van de voorkeursbehandelaar worden naast elkaar gelegd. Vervolgens wordt de behandeltaak op het eerstvolgende tijdslot ingepland waar beide tijd hebben.

Naast het in- en uitplannen van behandeltaken, moet het ook mogelijk zijn om behandeltaken te kunnen herplannen. Dit kunnen we natuurlijk doen door de taak eerst uit te plannen en vervolgens op een ander tijdstip weer in te plannen. Omdat dit niet de meest gebruikersvriendelijke manier is, hebben we dit ook door middel van drag-and-drop opgelost. Om een andere behandelaar aan een behandeltaak toe te wijzen, kunnen we de behandeltaak bij de huidige behandelaar oppakken en vervolgens bij de gewenste behandelaar droppen. Voor een ruimte werkt dit op exact dezelfde manier. Om een behandeltaak op een ander tijdstip te plannen, kunnen we de behandeltaak in het rooster van de revalidant selecteren en vervolgens naar een ander tijdstip slepen. Met deze acties wordt er uiteraard wel rekening mee gehouden of dit toegestaan is.

6.3 Optimalisatie

Nu we zowel de modellering en de visualisatie af hebben, kunnen we ons richten op de optimalisatie van het rooster. Dit zal in het volgende hoofdstuk worden besproken.

7 Het optimalisatievraagstuk

In dit hoofdstuk zullen we het optimalisatievraagstuk nader bekijken. Allereerst bekijken we naar de verschillende dimensies waarmee we rekening moet houden. Vervolgens bekijken we een tweetal aanpakken waarmee we het optimalisatievraagstuk zouden kunnen oplossen en vervolgens zal worden uitgelegd op welke manier we dit uiteindelijk hebben gedaan.

7.1 Dimensies

De beste manier waarop we de toegevoegde waarde van APS binnen de revalidatiezorg kunnen aantonen is als we een demoapplicatie kunnen bouwen die automatisch een planning kan genereren. Deze planning wijst revalidanten, behandelaars en ruimtes toe aan een tijd, zodanig dat er rekening wordt gehouden met de beschikbaarheid van deze resources en zodanig dat er rekening wordt gehouden met de voorkeuren van deze resources. Binnen dit planningsprobleem zijn verschillende dimensies aan te wijzen die de complexiteit van dit probleem bevorderen. Deze dimensies zullen hieronder worden besproken.

Behandelaars

Binnen De Hoogstraat werken behoorlijk wat mensen. Al deze mensen hebben uiteraard hun eigen taken. Van de werknemers binnen de Neuro-divisie (divisie 1), werken ongeveer 45 mensen als behandelaar. Elk van deze behandelaars heeft zijn eigen specialiteit. Hierdoor is het niet mogelijk om elk van de behandelaars willekeurig om te ruilen. Een fysiotherapeut kan bijvoorbeeld niet de werkzaamheden van een psycholoog uitvoeren. Hierdoor is het moeilijker om bij ziekte van een behandelaar een geschikte behandelaar te vinden die de behandelingen over kan nemen. Ook doordat een revalidant in principe altijd dezelfde behandelaars zal hebben, wordt de oplossingsruimte verkleind.

Revalidanten

Binnen de Neuro-divisie van De Hoogstraat worden ongeveer 130 revalidanten behandeld. Deze revalidanten kunnen worden opgedeeld in twee groepen: ongeveer 75 poliklinische revalidanten en 55 klinische revalidanten. Alle poliklinische revalidanten kunnen bij de planning aangeven wat de wensen zijn betreft de dagdelen dat ze behandeld kunnen worden. Zo kan een revalidant bijvoorbeeld aangeven dat hij niet op donderdag wil worden behandeld, omdat er dan al andere afspraken staan. Voor een klinische revalidant kan bijvoorbeeld gelden dat deze revalidant 's morgens veel hulp nodig heeft met opstaan en dat deze revalidant daarom niet voor half 11 ingepland kan worden. Met al deze individuele roosters zal de planning vervolgens rekening moeten houden bij het maken van een toegelaten planning.

Verdeling over de dag

De verdeling van de behandelingen over de dag is ook van invloed op de planning. Omdat de meeste poliklinische revalidanten een beperkt aantal behandelingen heeft op een dag, zien deze revalidanten over het algemeen het liefst dat alle behandelingen zoveel mogelijk geclusterd worden. Hierdoor hoeft de revalidant alleen maar een ochtend of een middag naar De Hoogstraat. De rest van de dag kan de revalidant dan naar eigen inzicht indelen. Voor klinische revalidanten geldt meestal juist het tegenovergestelde: deze revalidanten zien het liefst dat de behandelingen zoveel mogelijk verdeeld worden over de dag. Hierdoor heeft de revalidant de hele dag iets te doen.

7.2 Literatuurstudie

Een algoritme dat zal worden uitgewerkt in het vervolg van dit traject zal ervoor moeten zorgen dat deze van voldoende kwaliteit is. In de literatuur zijn hiervoor al een aantal algoritmen bekend die in meer of mindere mate geschikt zijn om op dit probleem los te laten.

Mixed integer programming

Een lineair programmeringsprobleem is een model dat voldoet aan de volgende standaardvorm:

$$\begin{aligned} \text{Maximaliseer} \quad & c^T x \\ \text{Met randvoorwaarden} \quad & Ax = b \\ & x \geq 0 \end{aligned}$$

Hier is x een vector van variabelen waar we de oplossing voor moeten zoeken. c en b zijn vectoren met bekenden en A is een matrix met bekenden. De uitdrukking $c^T x$ noemen we de doelfunctie en de vergelijkingen $Ax = b$ noemen we de randvoorwaarden of constraints. Er wordt veronderstelt dat de rijen van de matrix A lineair onafhankelijk zijn, dat wil zeggen dat geen enkele vector te schrijven is als een lineaire combinatie van andere vectoren.

Zodra er vereist wordt dat de vector x allemaal geheeltallig zijn, wordt het probleem een geheeltallig lineair programmeringsprobleem of integer programming problem genoemd. In het geval de variabelen alleen de waarden 0 en 1 mogen hebben, noemen we het een binair programmeringsprobleem. Tot slot noemen we een probleem een mixed integer problem of gemengd geheeltallig programmeringsprobleem in het val slechts enkele variabelen geheeltallig moeten zijn.

In tegenstelling tot een lineair programmeringsprobleem, welke in het slechtste geval toch efficiënt opgelost kan worden, zijn de programmeringsprobleem waarbij geheeltalligheid geëist wordt, in de meeste gevallen NP-compleet. Dit wil zeggen dat de rekentijd exponentieel snel toeneemt naarmate het probleem groter wordt.

Hoewel deze problemen niet altijd efficiënt zijn op te lossen, bestaan er weldegelijk een aantal methoden om deze problemen op te lossen. Een aantal van deze methoden zijn de volgende:

- Branch-and-bound
- Cutting planes
- Gomory sneden
- Tegenwoordig is genoeg software op de markt om dit soort problemen op te lossen. Een van deze pakketten is ILOG CPLEX, wat ook in Quintiq gebruikt kan worden.

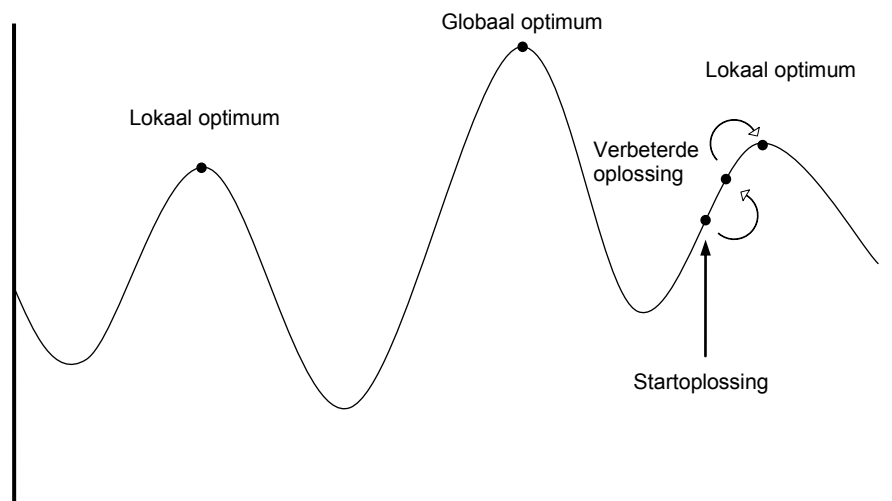
Naast het feit dat we een oplossing door middel van mixed integer programming uit kunnen rekenen, bestaan er ook zogenaamde lokale zoekmethoden. Deze methoden worden in de praktijk veel toegepast en vooral wanneer het probleem te complex voor een gerichte aanpak. Het voordeel van deze methoden is dat ze redelijk gemakkelijk zijn toe te passen en dat ze over het algemeen vrij goede resultaten geven. Een van deze veel gebruikte zoekmethode is local search. De werking hiervan zal hieronder verder worden uitgelegd.

Local search

Local search is een zogenaamde heuristiek voor het oplossen van optimalisatieproblemen. Heuristieken zijn strategieën om een goede oplossing te vinden voor een probleem. Deze strategieën kunnen niet garanderen dat een optimale oplossing gevonden wordt, maar zijn vaak wel robuust: binnen een redelijke tijd kunnen ze een redelijk goede oplossing vinden

voor een groot aantal problemen. Bijkomend voordeel is dat ze in de meeste gevallen eenvoudig te implementeren zijn.

Een van deze heuristieken is local search. Dit iteratieve algoritme begint in een willekeurige startoplossing en verplaatst stap voor stap naar een volgende oplossing. Een volgende oplossing kan worden gevonden door in de startoplossing iets te veranderen zodanig dat de oplossing hierdoor beter wordt. De manier waarop een startoplossing wordt veranderd, kan op vele manieren. Wanneer het niet meer mogelijk is om een betere oplossing te vinden, stopt het algoritme. Het algoritme kan ook stoppen wanneer een bepaalde rekentijd verstreken is. De oplossing die door middel van local search wordt verkregen zal altijd een lokaal optimum zijn, tenzij het algoritme voortijdig wordt gestopt. Er kan helaas geen garantie worden gegeven dat dit lokale optimum ook het globale optimum is. Een grafische weergave van dit algoritme is hieronder weergegeven.



Naast de hierboven beschreven aanpak, bestaan er nog een aantal varianten zoals simulated annealing en tabu search. Deze varianten zijn erop gericht om te voorkomen dat men in lokaal optimum belandt. Deze varianten zullen we hier echter niet bespreken, omdat ze weinig afwijken van de hierboven beschreven aanpak. Wanneer men hier toch meer over zou willen weten, wil ik de lezer naar de literatuur verwijzen.

Constraint programming

Naast mixed integer programming en local search, is constraint programming een derde method die gebruikt wordt bij het maken van roosters. Constraint programming is krachtig wanneer het gaat om het zoeken naar een toegelaten oplossing en niet zo zeer naar het zoeken naar de optimale oplossing. Deze methode wordt voornamelijk gebruikt wanneer een probleem zeer veel en/of moeilijke constraints bevat.

Het voordeel van het gebruik van deze methode is dat het redelijk eenvoudig is om complexe constraints te formuleren, dit in tegenstelling tot bijvoorbeeld lineair programmeren. Hoewel het moeilijk is om met behulp van constraint programming te optimaliseren, wordt het vaak gebruikt in combinatie met andere optimalisatietechnieken.

Het idee achter constraint programming is het systematisch elimineren van mogelijkheden met de bedoeling de zoekruimte drastisch te verkleinen. Deze mogelijkheden worden pas uit de zoekruimte geëlimineerd wanneer er kan worden bewezen dat ze geen deel uit kunnen maken van oplossing. Nadat al deze mogelijkheden zijn geëlimineerd, blijft er een compacte zoekruimte over, waarmee met andere optimalisatietechnieken de optimale oplossing kan vinden.

Omdat Quintiq ook de meerwaarde van constraint programming ziet, hebben ze besloten dit onder eigen beheer in te bouwen. Helaas zal dit pas aan het eind van 2008 gebeuren en kunnen we dit middel niet gebruiken bij het oplossen van ons optimalisatieprobleem.

7.3 Beschrijving van het planningsalgoritme

In dit hoofdstuk zullen we verder ingaan op het planningsalgoritme. Omdat CPLEX in Quintiq is ingebouwd en het goed mogelijk is om een mathematisch model op te stellen, is besloten om het planningsvraagstuk met behulp van een mixed integer programming model op te lossen.

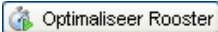
Doel van het optimalisatiealgoritme

De planbeslissing die het optimalisatiealgoritme ondersteunt is het toewijzen van behandeltaken tussen revalidanten en behandelaars aan een tijdstip waar beide nog niet zijn ingepland. Deze behandeltaken zijn alleen taken van een individuele behandeling. Groepsbehandelingen zullen dus niet door het algoritme worden ingepland. Doordat de behandeltaken voor een bepaalde week zijn aangemaakt, is de planningshorizon van de toewijzing altijd een door de planner aan te geven week. Het algoritme maakt het mogelijk deze planbeslissing te automatiseren en stelt de gebruiker van de applicatie in staat "met een druk op de knop" een planning te genereren die aan verschillende voorwaarden voldoet. Zo zal het algoritme voor zowel de revalidant als de behandelaar bekijken op welk tijdstip men niet aanwezig is en op welk tijdstip er al een andere behandeltaak ingepland staat. Verder is het binnen de applicatie mogelijk om aan te geven op welk tijdstip een revalidant liever niet wordt ingepland. Ook hier zal het algoritme rekening mee houden en er zal alleen op deze tijdstippen een behandeltaak worden ingepland in het geval het echt niet anders kan. Daarnaast is het zo dat De Hoogstraat heeft aangegeven dat behandelaars niet meer dan 87,5% van de beschikbare tijd ingepland mogen worden. Ook is het zo dat men poliklinische revalidanten niet langer dan een uur wil laten wachten tussen twee opeenvolgende behandelingen.

Input van het algoritme

Het algoritme krijgt de volgende input mee:

- De dagen van de week waarvoor een zo optimaal mogelijke planning moet worden gemaakt.
- De behandeltaken van het geselecteerde team in de geselecteerde week die niet vergrendeld zijn.
- De revalidanten die aan een of meerdere taken zijn gekoppeld
- De behandelaars die aan een of meerdere taken zijn gekoppeld

De input wordt als volgt verzameld: De planner klikt op de knop  bovenin de applicatie. Vervolgens verschijnt de onderstaande dialoog.



Figuur 16: Dialoog behorend bij het optimaliseren van het rooster

Hier selecteert de planner de week waarvoor een planning gegenereerd moet worden. Vervolgens selecteert men de eerste dag van die week waarvoor de planning geoptimaliseerd moet worden. Hierdoor is het mogelijk om ook nog midden in de week de planning te optimaliseren. Omdat bovenin de applicatie een team is geselecteerd, is het mogelijk om de andere input te verzamelen.

Er wordt aangenomen dat voor iedere behandeltaak geldt dat zowel de revalidant als de behandelaar van een bepaalde taak uit hetzelfde team komen als het team dat bovenin de applicatie is geselecteerd. Daarnaast wordt er aangenomen dat het niet uitmaakt in welke zaal een behandeltaak zal worden uitgevoerd. Hierdoor zal de zaal die als eerst beschikbaar is worden ingepland.

Restricties van het algoritme

De oplossing die door het algoritme uitgerekend wordt, moet voldoen aan de volgende restricties:

- Een behandeltaak kan niet worden toegewezen aan een tijdstip waarop of de revalidant, of de behandelaar afwezig is.
- De revalidant kan aangeven wanneer er in principe wel een afspraak gemaakt kan worden, maar dit eigenlijk liever niet heeft. Het algoritme houdt hier rekening mee en zal zo min mogelijk op deze tijdstippen een behandeltaak inplannen.
- Het algoritme zal alleen behandeltaken van individuele behandelingen inplannen. Groepsbehandelingen moeten daardoor met de hand worden ingepland, maar er wordt wel rekening mee gehouden.
- Maximaal 87,5% van de beschikbare tijd van een behandelaar mag worden ingepland voor behandelingen.

CPLEX

Binnen Quintiq is het mogelijk om een mathematisch algoritme te schrijven dat op te lossen is door middel van CPLEX. Dit CPLEX algoritme bestaat uit beslissingsvariabelen, een doelfunctie en constraints. Het algoritme bepaalt de optimale waarden voor de beslissingvariabelen, dat wil zeggen die waarden waarvoor de waarde van de doelfunctie maximaal is en die binnen de gedefinieerde constraints past.

In dit geval worden toewijzingsvariabelen gedefinieerd voor iedere combinatie van behandeltaken en de timeslots voor de geselecteerde week. De waarde van een toewijzingsvariabele is 1 als de betreffende behandeltaak op het betreffende timeslot wordt ingepland en 0 als deze toewijzing niet plaatsvindt.

We zullen nu eerst een specificatie van het CPLEX algoritme geven: input, variabelen, doelfunctie en constraints.

Input

Het CPLEX algoritme krijgt de volgende input mee:

- Dag: alle Dag objecten die binnen de planningshorizon vallen.
- Timeslot: alle Timeslot objecten die binnen de planningshorizon vallen.
- Revalidant: alle Revalidant objecten die een relatie hebben met het bovenin de applicatie geselecteerde team.
- Behandeltaak: alle behandeltaak objecten die binnen de planningshorizon vallen en een relatie hebben met de Revalidant objecten.
- Behandelaar: alle Behandelaar objecten die een relatie hebben met een Behandeltaak object die ook als object wordt meegegeven.

Variabelen

De variabelen bestaan voor het grootste deel uit binaire toewijzingsvariabelen voor iedere combinatie van Behandeltaak enerzijds en Timeslot anderzijds. Daarnaast zijn er integer hulpvariabelen om te bepalen hoeveel timeslots een bepaalde behandelaar op een bepaalde dag in mag plannen.

Doelfunctie

Het doel is om zoveel mogelijk behandeltaken in te plannen en daarbij zo veel mogelijk rekening te houden met de periodes waarbij revalidanten liever niet worden ingepland. De te maximaliseren doelfunctie is daarom simpel: Voor iedere behandeltaak die wordt ingepland op een timeslot waar de revalidant het niet erg vindt om ingepland te worden, krijgt twee maal zoveel „punten“ als voor een behandeltaak die wordt ingepland op een timeslot waar de revalidant liever niet wordt ingepland.

Constraints

Er zijn een zestal constraints in het CPLEX algoritme opgenomen. Binnen deze constraints wordt de optimale waarde van de doelfunctie bepaald. De volgende constraints zijn binnen het algoritme opgenomen.

1. **Elke revalidant maximaal 1 toewijzing per taak**
Voor elke revalidant moet gelden dat behandeltaken die aan deze revalidant zijn gekoppeld, maximaal aan één bepaald timeslot wordt toegewezen.
2. **Elke revalidant maximaal 1 toewijzing per timeslot**
Voor elke revalidant moet gelden dat behandeltaken die aan deze revalidant zijn gekoppeld, elkaar niet overlappen.
3. **Elke behandelaar maximaal 1 toewijzing per taak**
Voor elke behandelaar moet gelden dat behandeltaken die aan deze behandelaar zijn gekoppeld, maximaal aan één bepaald timeslot wordt toegewezen.
4. **Elke behandelaar maximaal 1 toewijzing per timeslot**
Voor elke behandelaar moet gelden dat behandeltaken die aan deze behandelaar zijn gekoppeld, elkaar niet overlappen.
5. **Voor elke behandelaar maximaal 87,5% van de beschikbare tijd inplannen**
Omdat de behandelaar ook nog tijd moet hebben voor bijvoorbeeld vergaderingen of administratie, mag maximaal 87,5% van de beschikbare tijd ingepland worden voor behandelingen.
6. **Poliklinische revalidanten niet meer dan 60 minuten laten wachten tussen opeenvolgende behandeltaken**
Om poliklinische revalidanten niet te lang te laten wachten, mogen de behandeltaken van poliklinische revalidanten niet verder dan 60 minuten uit elkaar liggen.

Mathematisch model

Het algoritme is gebaseerd op een Mixed Integer Programmeringsmodel waarvan in dit hoofdstuk een mathematische formulering wordt gegeven. Om het model op te kunnen stellen, moeten we eerst bekijken welke verzamelingen we gaan gebruiken. Daarna onderscheiden we de beslissingsvariabelen. Tenslotte stellen we een doelfunctie en de constraints op.

Verzamelingen

Voor het opstellen van het programmeringsmodel gebruiken we de volgende verzamelingen.

B = behandeltaken

W = behandelaars

R = revalidanten

R_p = poliklinische revalidanten

B_w = behandeltaken van behandelaar w

B_r = behandeltaken van revalidant r

D = dagen

T = timeslots

T^{dag} = timeslots op dag dag

I_t^{dag} = timeslots op dag dag binnen het interval van 60 minuten van timeslot t

O_t^{dag} = timeslots op dag dag buiten het interval van 60 minuten van timeslot t

Beslissingsvariabelen

Nu moeten we bepalen welke beslissingsvariabelen we gaan gebruiken. Omdat we de behandeltaken moeten gaan toewijzen aan een tijdstip dat deze uitgevoerd zal worden, definiëren we de toewijzingsvariabelen als iedere combinatie van behandeltaken en de timeslots voor de geselecteerde week. De waarde van een toewijzingsvariabele is 1 als de betreffende behandeltaak op het betreffende timeslot wordt ingepland en 0 als deze toewijzing niet plaatsvindt.

$$x_{b,t} = \begin{cases} 1 & \text{als behandeltaak } b \text{ wordt toegewezen aan timeslot } t \\ 0 & \text{Anders} \end{cases}$$

De toewijzingsvariabelen worden alleen gedefinieerd wanneer zowel de behandeltaak b voor zowel de revalidant als de behandelaar ingepland kan worden op timeslot t .

Daarnaast hebben we nog een aantal hulpvariabelen nodig. Dit heeft te maken met het feit dat revalidanten kunnen aangeven op welk tijdstip ze liever geen behandeling hebben. Wanneer een behandeltaak toch op een tijdstip wordt gepland waarop de revalidant liever niet behandeld wordt, heeft dit gevolgen voor de kwaliteit van de planning. Met behulp van deze hulpvariabelen kunnen we de kwaliteit bepalen. Verder is het zo dat behandelaars niet de gehele dag bezig mogen zijn met het uitvoeren van behandelingen. Een tweede hulpvariabele zorgt er voor dat het aantal vrije timeslots op een dag niet te klein zal worden.

Hulpvariabelen

$$y_{b,t} = \begin{cases} 1 & \text{als behandeltaak } b \text{ wordt toegewezen aan timeslot } t \text{ en } t \text{ binnen een periode} \\ & \text{waar de revalidant liever niet gepland wil worden} \\ 0 & \text{anders} \end{cases}$$

$$v_w^{dag} = \text{Het aantal vrije timeslots van behandelaar } w \text{ op dag } dag$$

Doelfunctie

Om de kwaliteit van de planning te bepalen, wordt er een doelfunctie opgesteld. Hiermee zal worden bepaald op welke manier deze kwaliteit optimaal is gegeven de constraints. Omdat we willen dat er zo veel mogelijk behandeltaken worden ingepland, is het eerste deel van de doelfunctie het optellen van het aantal behandeltaken dat is ingepland. Het tweede deel van de doelfunctie is het optellen van de behandeltaken die zijn gepland op een tijdstip waarbij de revalidant dit liever niet heeft. Dit tweede deel zal van het eerste deel worden afgehaald.

$$\text{Max } \sum_b \sum_t x_{b,t} \cdot c_1 - \sum_b \sum_t y_{b,t} \cdot c_2 \text{ voor alle } b \text{ en } t$$

In de doelfunctie zien we verder de termen c_1 en c_2 staan. Dit zijn gewichten waarmee we de prioriteit van delen aan kunnen geven. Wanneer we bijvoorbeeld geen rekening willen houden met de wensen van de revalidanten, stellen we het gewicht van c_2 op nul, waardoor dit niet mee zal worden genomen. Doordat de planner deze gewichten naar eigen inzicht kan aanpassen, heeft de planner meer controle over de uitkomst van het algoritme en is het mogelijk om meerdere scenario's uit te voeren.

Constraints

Tenslotte moeten we de constraints van het model bepalen. Eerder hebben we al gezien dat we te maken hebben met de volgende zes constraints:

1. **Elke revalidant maximaal 1 toewijzing per taak**
Voor elke revalidant moet gelden dat behandeltaken die aan deze revalidant zijn gekoppeld, maximaal aan één bepaald timeslot wordt toegewezen.
2. **Elke revalidant maximaal 1 toewijzing per timeslot**
Voor elke revalidant moet gelden dat behandeltaken die aan deze revalidant zijn gekoppeld, elkaar niet overlappen.
3. **Elke behandelaar maximaal 1 toewijzing per taak**
Voor elke behandelaar moet gelden dat behandeltaken die aan deze behandelaar zijn gekoppeld, maximaal aan één bepaald timeslot wordt toegewezen.
4. **Elke behandelaar maximaal 1 toewijzing per timeslot**
Voor elke behandelaar moet gelden dat behandeltaken die aan deze behandelaar zijn gekoppeld, elkaar niet overlappen.
5. **Voor elke behandelaar maximaal 87,5% van de beschikbare tijd inplannen**
Omdat de behandelaar ook nog tijd moet hebben voor bijvoorbeeld vergaderingen of administratie, mag maximaal 87,5% van de beschikbare tijd ingepland worden voor behandelingen.
6. **Poliklinische revalidanten niet meer dan 60 minuten laten wachten tussen opeenvolgende behandeltaken**
Om poliklinische revalidanten niet te lang te laten wachten, mogen de behandeltaken van poliklinische revalidanten niet verder dan 60 minuten uit elkaar liggen.

Deze constraints zullen we nu moeten omschrijven naar een mathematisch model. De eerste constraint is nog eenvoudig om te schrijven. Elke revalidant mag maximaal 1 toewijzing per taak hebben. Dit is in feite hetzelfde als zeggen dat er maar 1 tijdstip is waarop de taak mag worden ingepland. Omdat de variabele $x_{b,t}$ de waarde 1 heeft als de behandeltaak b is ingepland op timeslot t , zal de som over alle t 's en voor een vaste b niet groter mogen zijn dan 1. De behandeltaak b komt de verzameling van behandeltaken van revalidant r . Daarom kunnen we de eerste constraint als volgt opstellen:

1. Elke revalidant maximaal 1 toewijzing per taak

$$\sum_T x_{b,t} \leq 1 \text{ voor alle } b \in B_r$$

De tweede constraint is bijna gelijk aan de eerste constraint. Het enige verschil is dat we nu het timeslot vastgezet wordt. Voor een vast timeslot t moet de som over alle behandeltaken b van revalidant r mag niet groter zijn dan 1. De tweede constraint is dan als volgt:

2. Elke revalidant maximaal 1 toewijzing per timeslot

$$\sum_{b \in B_r} x_{b,t} \leq 1 \text{ voor alle } t$$

De derde constraint is precies hetzelfde als de eerste, alleen met deze wijziging dat niet zal worden gekeken naar de behandeltaken van revalidant r , maar naar de behandeltaken van behandelaar w .

3. Elke behandelaar maximaal 1 toewijzing per taak

$$\sum_T x_{b,t} \leq 1 \text{ voor alle } b \in B_w$$

Deze constraint is hetzelfde als de tweede, ook met de wijziging dat er niet gekeken wordt naar de behandeltaken van revalidant r , maar naar de behandeltaken van behandelaar w .

4. Elke behandelaar maximaal 1 toewijzing per timeslot

$$\sum_{b \in B_w} x_{b,t} \leq 1 \text{ voor alle } t$$

Voor deze constraint gebruiken we de hulpvariabele v_w^{dag} . Voor een bepaalde dag dag en een bepaalde behandelaar w , moet gelden dat maximaal 87,5% van de beschikbare tijd ingepland moet worden. Omdat deze hulpvariabele het totaal aantal beschikbare timeslots van behandelaar w op dag dag is, moet dit aantal met 0,875 vermenigvuldigd worden.

5. Voor elke behandelaar maximaal 87,5% van de beschikbare tijd inplannen

$$\sum_{b \in B_w} \sum_{t \in T^{dag}} x_{b,t} \leq 0,875 \cdot v_w^{dag} \text{ voor alle } w, dag$$

De laatste constraint is waarschijnlijk het lastigste te begrijpen. In deze constraint zien we de constante c_{dag} . Deze constante heeft de waarde $\frac{1}{\text{aantaltimeslotsop dag} + 1}$. Het

handigste is om het probleem in delen op te knippen. De verschillende scenario's worden hieronder besproken.

- De behandeltaak b de enige behandeltaak voor de poliklinische revalidant r die op deze dag is gepland. Het eerste en het derde deel zal dan 0 zijn. Het tweede deel is dan 1 en daardoor is de som -1.
 - Geen enkele behandeltaak van revalidant r wordt op deze dag gepland. De som is dan 0.
 - Naast deze taak wordt er alleen binnen het interval van 60 minuten gepland. De som van het eerste deel is dan groter of gelijk aan 1, het tweede deel 1 en het derde deel 0. De som zal dan dus groter of gelijk zijn aan 0.
 - Naast deze wordt er alleen buiten het interval van 60 minuten gepland. Omdat dit niet mag, moet de som kleiner of gelijk zijn aan -1. Dit klopt ook, want het eerste deel is 0, het tweede deel 1 en het derde deel groter dan 0. De som is dan dus kleiner dan -1.
 - Het laatste scenario is dat de taak wordt gepland, en dat zowel binnen het interval van 60 minuten taken worden gepland als daarbuiten. Het eerste deel is dan groter of gelijk aan 1, het tweede deel is 1 en het derde deel is dan groter dan 0, maar altijd kleiner dan 1. Hierdoor is de totale som nooit kleiner dan -1.
6. Poliklinische revalidanten niet meer dan 60 minuten laten wachten tussen opeenvolgende behandeltaken

$$\sum_{b_r \in B_r} \sum_{t_i \in I_i^{dag}} x_{b_r, t_i} - x_{b_r, t} - c_{dag} \sum_{b_o \in B_r} \sum_{t_o \in O_i^{dag}} x_{b_o, t_o} \geq -1 \text{ voor alle } b, t, dag \text{ en } r \in R_p$$

8 Resultaten

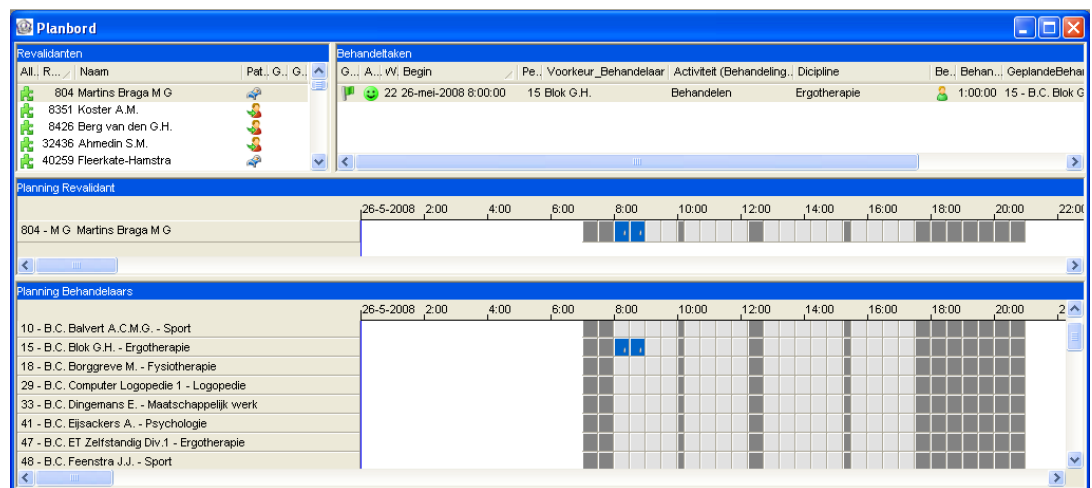
In dit hoofdstuk zal worden gekeken naar de werking van het mathematisch model uit het vorige hoofdstuk. Voor de verschillende constraints wordt bekeken hoe ze in de praktijk werken. Dit doen we door voor iedere constraint een aantal kleine tests uit te voeren. Daarnaast zullen we iets proberen te vertellen over de snelheid van het model.

8.1 Testresultaten

Elke behandeltaak maximaal één toewijzing

Hiervoor hebben we niet heel veel nodig; één behandeltaak. Omdat de doelstellingsfunctie wil dat we zoveel mogelijk taken plannen, zou deze het liefste zien dat een taak vaker dan één keer wordt ingepland. De eerste en de derde constraint moeten dit echter voorkomen.

Voor deze test hebben één behandeltaak aangemaakt en door het model laten inplannen. Het resultaat is exact wat we verwachten, namelijk dat de behandeltaak maar één keer is ingepland.



Figuur 17: Elke behandeltaak heeft maximaal één toewijzing

Elke revalidant maximaal één toewijzing per timeslot

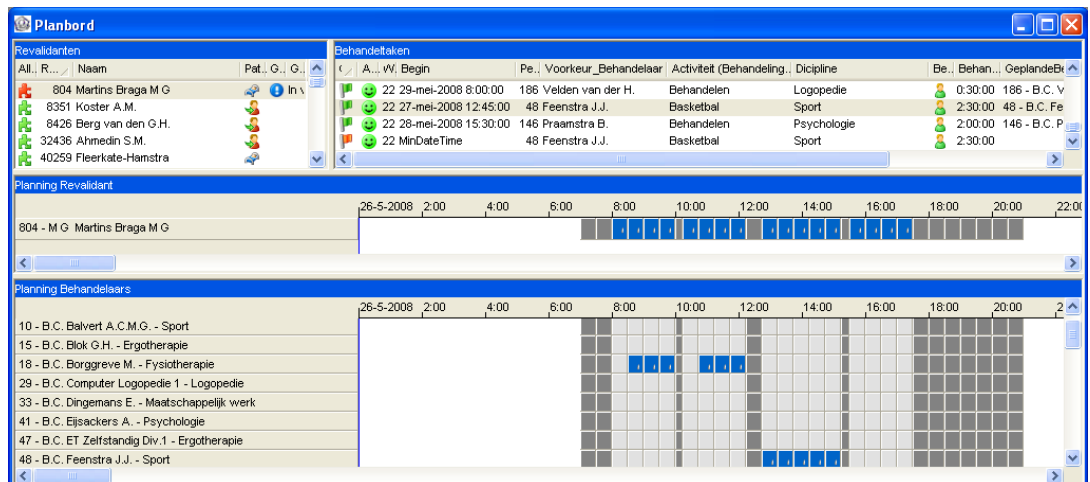
Om dit te kunnen testen hebben, moet de totale tijd van de behandeltaken in een week groter zijn dan de beschikbare tijd. Daarnaast is het interessant om te kijken welke taken er worden gepland. In de doelstellingsfunctie hebben we beschreven dat we zoveel mogelijk taken willen plannen. Gevolg hiervan is dat als de totale tijd van de behandeltaken in een week groter is dan de beschikbare tijd, dat de behandeltaken die het langst duren niet worden ingepland.

Om niet in het vaarwater van andere constraints te zitten, zijn er behandelingen bij verschillende behandelaars aangemaakt en van verschillende grootte. In totaal hebben vijf verschillende behandelingen aangemaakt met ieder zes behandeltaken met een lengte oplopend van een half uur tot 2 en een half uur. Op het planbord is direct te zien dat er te veel taken zijn ingepland. Dit is te zien aan het uitroepteken achter de naam van de revalidant. Een figuur hiervan is op de volgende pagina afgebeeld.



Figuur 18: Het uitroepteken geeft aan dat er niet genoeg beschikbare tijd is om alle behandeltaken in te plannen

Wanneer we het model nu een rooster laten berekenen, zien we dat het alle dagen geheel zijn ingepland en dat er één taak van 2 en een half uur over blijft. Dit is een van de langste taken en dus klopt het precies zoals we voor hadden verwacht.

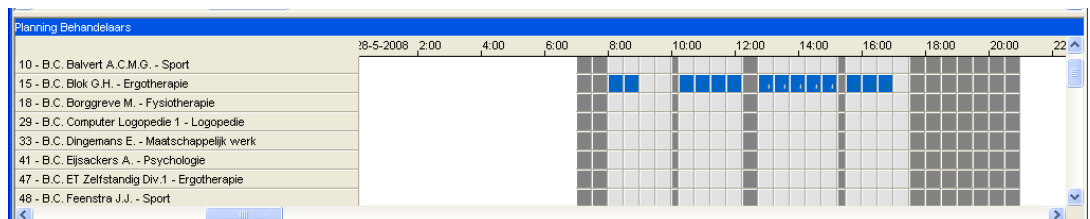


Figuur 19: Alle dagen van de revalidant zijn geheel ingepland

Voor elke behandelaar maximaal 87,5% van de beschikbare tijd op een dag inplannen

Dit is ongeveer gelijk aan wat we bij de vorige constraint hebben gedaan, maar dan kijken we naar de behandelaar in plaats van de revalidant. Daarnaast is het zo dat de totale beschikbare tijd niet in zijn geheel worden ingepland, maar voor 87,5%.

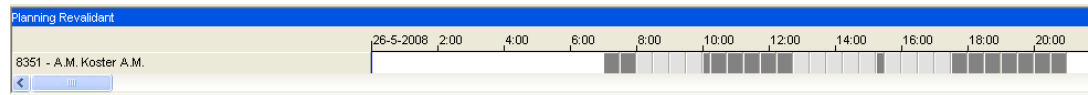
Om dit te testen zijn er voor vijf verschillende revalidanten behandelingen ingepland. Deze behandelingen hebben ieder zes behandeltaken met een lengte oplopend van een half uur tot twee en een half uur. Omdat het voor de revalidanten geen enkel probleem is, zien we nu geen uitroeptekens. Als we echter een nieuw rooster uit laten rekenen, zien we dat de voor de revalidant met de behandeltaken van twee en een half uur niet alle behandeltaken zijn ingepland. Hiermee hebben direct aangetoond dat ook de constraint die afdwingt dat elke behandelaar maximaal één toewijzing per timeslot mag hebben ook werkt.



Figuur 20: Maximaal 87,5% van de beschikbare tijd van de behandelaar is ingepland

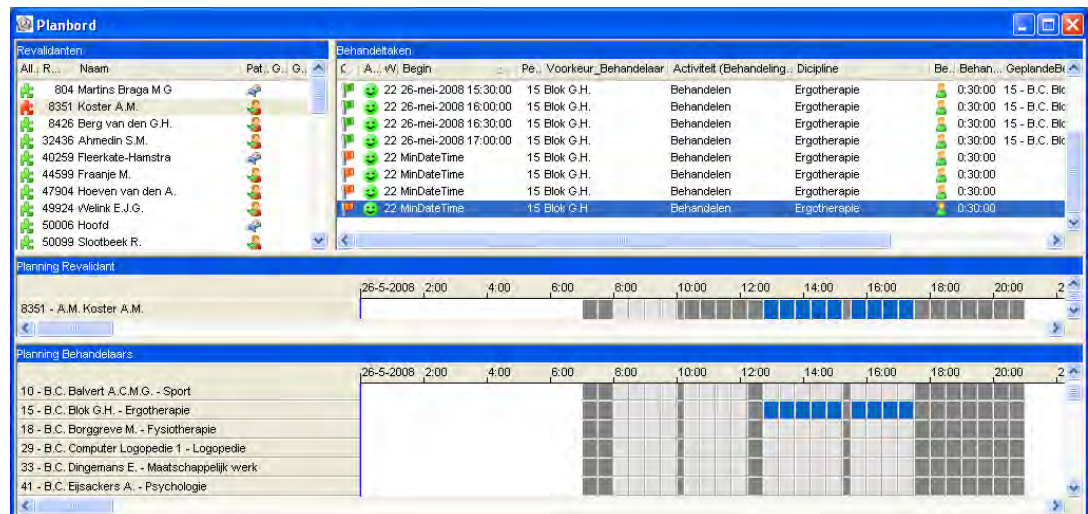
Poliklinische revalidanten niet meer dan 60 minuten laten wachten tussen opeenvolgende behandeltaken

Voor een poliklinische revalidant hebben we alle dagen van de week op afwezig gezet. Alleen voor de maandag hebben we de volgende aanwezigheid.



Figuur 21: De afwezigheid van de revalidant

Vervolgens hebben we een 13 behandeltaken van een half uur aangemaakt. Wanneer we te maken zouden hebben met een klinische revalidant, zou dit precies passen. Nu we echter te maken hebben met een poliklinische revalidant, mag de tijd tussen twee opeenvolgende behandeltaken echter niet langer zijn dan een half uur. Daarom verwachten we exact het resultaat dat we hieronder zien.



Figuur 22: De planning van de poliklinische revalidant

8.2 Snelheid

Het is moeilijk om iets zinnigs te vertellen over de snelheid van model. Mede door de versimpelingen die we in het probleem hebben aangebracht, is het niet mogelijk geweest om met reële data te testen. Daarnaast zijn een groot aantal dingen van elkaar afhankelijk en daarom kan een probleem met bijvoorbeeld 1000 behandeltaken veel moeilijker dan een probleem met bijvoorbeeld 2000 taken. Om toch iets over de snelheid te zeggen, hebben we een probleem met 1000 behandeltaken gemaakt. Hierbij hebben zo veel mogelijk behandelingen en afhankelijkheden proberen te maken.

Daarna hebben we het model voor dit specifieke probleem een rooster laten uitrekenen. Het optimale rooster was binnen 10 minuten berekend en ingepland. Voor iedere behandeltaak heeft de computer dus minder dan 1 seconde nodig gehad. De verwachting is echter wel dat dit groter zal worden naar mate het probleem groter en complexer wordt.

9 Conclusie

Het planningsprobleem waarmee De Hoogstraat dagelijks te maken heeft, is behoorlijk complex. Doordat men op hetzelfde moment rekening moet houden met zowel de planning van de revalidanten als van de behandelaars, is het moeilijk om een goede planning te maken.

Hoewel het planningprobleem behoorlijk complex is, is het wel gelukt om de belangrijkste doelstelling van de stage, het aantonen van de toegevoegde waarde van Advanced Planning en Scheduling voor de revalidatiezorg, te volbrengen. Dit resultaat wordt bereikt met een oplossing waarbij de nadruk ligt op het ondersteunen van de planner, en niet op het vervangen van de planner. Naast het feit dat er behoefte is om een groot gedeelte van de planning door de computer te laten genereren, is het belangrijk dat de planner de gegenereerde planning met de hand aan kan passen. De planner houdt daardoor, met al zijn kennis en ervaring, volledige controle over de uiteindelijke planning.

Om deze doelstelling te bereiken, is een demoapplicatie gebouwd waarmee men een planning kan maken. Daarnaast is er binnen deze applicatie een mathematisch algoritme geschreven. Met behulp van dit algoritme kan automatisch een planning gegenereerd. De optimale oplossing van het algoritme wordt bepaald met behulp van de software van ILOG CLPEX en houdt rekening met de belangrijkste vereisten die aan de planning worden gesteld. Zo worden behandelaars voor niet meer dan 87,5% van de totale beschikbare tijd voor behandeltaken ingepland. Daarnaast hoeven poliklinische revalidanten nooit langer te wachten dan een uur tussen twee opeenvolgende behandeltaken, wat de klanttevredenheid verhoogt.

10 Discussie

Gedurende dit project zijn een aantal keuzes en aannames gemaakt. Deze worden in dit hoofdstuk toegelicht. Allereerst bekijken we de keuzes wat betreft de scope. Vervolgens bekijken we de keuzes die zijn gemaakt wat betreft de manier waarop het planningsproces opnieuw is ingedeeld. Tenslotte behandelen we de keuzes die we genomen hebben bij het genereren van een planning.

10.1 Scope

In hoofdstuk 3 hebben we de scope van het project vastgesteld. In dit hoofdstuk is te lezen dat we ervoor gekozen hebben om voor zowel de operationele planning als het herzieningsproces op de planning een oplossing te maken. Hier hebben we er gezien de beschikbare tijd niet voor gekozen om geen oplossing te maken voor de capaciteitsplanning. Met een goede oplossing voor de capaciteitsplanning zouden we beter kunnen inschatten wanneer mensen de revalidatie afronden en wanneer er plaats is voor een nieuwe revalidant. Omdat dit de klanttevredenheid ten goede komt, zou dit van grote waarde kunnen zijn.

Daarnaast hebben we de scope zo omschreven dat we alleen met divisies te maken hebben die volwassenen behandelen. Dit wil echter niet zeggen dat we de divisie voor jeugd- en kinderrevalidatie niet buiten de scope gelaten om het probleem te vereenvoudigen. De reden dat we deze divisie buiten de scope hebben gelaten ligt op het organisatorische vlak. De afdelingsplanning van de divisie voor jeugd- en kinderrevalidatie is namelijk geheel gescheiden van de planningsafdeling van de andere divisies. Deze twee planningsafdelingen zijn dan ook op alle mogelijke manieren van elkaar gescheiden.

10.2 Planningsproces

In het tweede hoofdstuk hebben we gezien dat de huidige planningsaanpak met een structuur- en een dagplanning werkt en dat dit vrij ingewikkeld is. Deze twee planningslagen zijn min of meer de veroorzaker van het sneeuwbaaleffect dat optreedt wanneer men wijzigingen in de planning gaat maken. Omdat we gezocht hebben naar een manier om dit sneeuwbaaleffect uit de weg te gaan, hebben we ervoor gekozen om van deze planningslagen af te stappen. Omdat we op het moment van deze beslissing al wisten dat de planning automatisch gegenereerd zou worden, was dit niet echt een groot probleem. De planningslagen waren in het verleden aangemaakt om het maken van een planning eenvoudiger te maken. Een tweede reden waarom het geen probleem was om van de planningslagen af te stappen is dat het automatisch genereren van een planning het planningsproces nog eenvoudiger maakt.

10.3 Genereren van een planning

Ook bij het genereren van een planning hebben we verschillende keuzes moeten maken. Uiteindelijk hebben we voor het in hoofdstuk 7.3 beschreven model gekozen. Voordat we bij dit model zijn uitgekomen, hebben we een tweetal alternatieven bekeken. Deze alternatieven zullen we hieronder kort proberen te beschrijven. Daarna zal worden verteld hoe het model uit hoofdstuk 7.3 met de in te plannen ruimtes om gaat.

Local search

Zoals uit de literatuurstudie in hoofdstuk 7.2 naar voren is gekomen, zou local search ook een manier kunnen zijn om een planning te genereren. Deze aanpak is in feite gelijk aan de manier waarop de planners op dit moment een planning maken. Door met een bepaalde startplanning te beginnen, kan doormiddel van het verschuiven en ruilen van behandeltaken de planning worden verbeterd. Om hier een goede aanpak voor te kunnen maken, is het noodzakelijk om de denkwijze van een planner goed te begrijpen. Dit is niet

altijd even makkelijk en daarnaast kost het maken van een mathematisch model minder tijd dan het implementeren van een goed local search algoritme.

Genereren individuele plannings

Omdat we het liefst zien dat het genereren van een planning zo snel mogelijk gaat, hebben we gekeken naar de mogelijkheden op dit vlak. Een van de manieren die in de praktijk vaak wordt toegepast, is gebruik maken van preprocessing stappen. Waar we bij dit probleem aan hebben gedacht is om eerst een aantal individuele plannings te maken. Vervolgens kan dan een zeer eenvoudig mathematisch model opgesteld worden die snel een planning gegenereerd. Het probleem is echter dat we enorm veel individuele plannings kunnen maken. Wanneer we bijvoorbeeld maar één behandeltaak voor een revalidant zouden hebben, kunnen we deze al op dan 100 verschillende timeslots inplannen. Hierdoor kunnen we dus al 100 verschillende individuele roosters maken voor deze revalidant. Wanneer we niet één maar twintig verschillende behandeltaken in moeten plannen, loopt dit aantal al enorm op. Daarnaast moet dit voor alle revalidanten gebeuren, waardoor het aantal individuele plannings explodeert. Daarom hebben we ook dit idee laten vallen.

Ruimtes binnen het mathematisch model

Wanneer men het mathematisch model aandachtig bekijkt, ziet men nergens een verwijzing naar de in te plannen ruimtes. Dit komt doordat dit voor De Hoogstraat eigenlijk niet zo heel belangrijk is. In het begin van deze afstudeerstage, bij het analyseren van de verschillende processen, heeft men aangegeven dat het wel interessant zou zijn om de ruimtes ook mee te nemen in de planning. Later bleek dat men bij het maken een planning helemaal geen rekening mee houdt met de beschikbare ruimtes. Omdat men hier eventueel in de toekomst gebruik van zou willen maken, is dit dan toch meegenomen. Op dit moment is het zo dat de beschikbare ruimtes geen bottleneck zijn voor de planning. Dit is dan ook de reden dat hier bij het genereren van een planning geen rekening mee gehouden wordt. Dit komt ten eerste de complexiteit en rekensnelheid ten goede en ten tweede heeft dit geen gevolgen voor de behaalde performance van het systeem.

11 Literatuurlijst

- [1] De Hoogstraat (2007), *@10 strategisch beleidsplan 2007-2010*, De Hoogstraat te Utrecht
- [2] H. Tijms (2002), *Operationele Analyse, een inleiding in modellen en methoden*, Elipson Uitgaven te Utrecht
- [3] M. Willems (2005), *Algorithms in Quintiq*, Quintiq te 's Hertogenbosch
- [4] Capgemini (2007), *Annual Report 2007*, Capgemini te Parijs
- [5] Z. Michalewicz, D.B. Fogel (1998), *How to solve it: modern heuristics 3rd edition*, Springer-Verlag te New York
- [6] A.T. Ernst, H. Jiang, M. Krishnamoorthy, D. Sier (2003), *Staff scheduling and rostering: A review of applications, methods and models*, CSIRO Mathematical and Information Sciences te Clayton
- [7] G.E. Eitzen (2002), *Integer programming methods for solving multi-skilled workforce optimization*, University of South Australia

Websites:

Capgemini, <http://www.capgemini.nl>

De Hoogstraat, <http://www.dehoogstraat.nl>

Wikipedia, <http://www.wikipedia.com>

