

Efficiënte planning van spoedorders binnen het UMCG

Hamiltonpad probleem met beperkende eisen binnen een dynamische omgeving

Hessel Jonker



UMCG, Logistiek
NHL Hogeschool, Bedrijfswiskunde



Groningen, juli 2012

Efficiënte planning van spoedorders binnen het UMCG

Hamiltonpad probleem met beperkende eisen binnen een dynamische omgeving

Groningen, juli 2012

Auteur

Studentnummer

Afstudeerscriptie in het kader van

Oprichtgever

Begeleider onderwijsinstelling

Begeleider UMCG

Hessel Jonker

96057

Bedrijfswiskunde

Educatie en communicatie, exacte vakken

NHL Hogeschool

G. Drent, Teamleider logistiek

Logistiek, UMCG

K.J. Wieringa, M. Litjens

Educatie en communicatie, exacte vakken

NHL Hogeschool

G. Drent, teamleider logistiek

Logistiek, UMCG

© 2012 Studentenbureau UMCG Publicaties Groningen, Nederland.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enige andere manier, zonder voorafgaande toestemming van de uitgever.

Voor zover het maken van kopieën uit deze uitgave is toegestaan op grond van artikel 16B Auteurswet 1912 j° het Besluit van 20 juni 1974, St.b. 351, zoals gewijzigd in Besluit van 23 augustus 1985, St.b. 471 en artikel 17 Auteurswet 1912, dient men de daarvoor wettelijk verschuldigde vergoedingen te voldoen aan de Stichting Reprerecht. Voor het overnemen van gedeelte(n) uit deze uitgave in bloemlezingen, readers en andere compilatiewerken (artikel 16 Auteurswet 1912) dient men zich tot de uitgever te wenden.

Trefw Spoedorders, planning, hamiltonpad

VOORWOORD

De afdeling logistiek van het Universitair Medisch Centrum Groningen biedt studenten de kans om hun theoretische kennis opgedaan tijdens de opleiding, in de praktijk te brengen. Van deze mogelijkheid heb ik gebruik gemaakt om mijn afstudeerproject uit te voeren ter afronding van de opleiding bedrijfswiskunde aan de NHL Hogeschool te Leeuwarden. In dit afstudeerrapport vindt u meer informatie over de problematiek van de spoedorder planning en een wiskundige kijk hierop.

Ik wil het Universitair Medisch Centrum Groningen bedanken voor de kans van het uitvoeren van mijn afstudeerproject. Speciale dank gaat uit naar teamleider logistiek G. Drent. Doordat hij de meerwaarde van studenten inziet zijn studenten mij voorgegaan en hopelijk zullen er nog veel volgen. Ook de begeleiding die het Universitair Medisch Centrum Groningen biedt aan studenten in de vorm van het Studentenbureau UMCG verdient een vermelding. Vooral door de inzet van dhr. J. Pols en mevr. A. Muurman is het Studentenbureau UMCG een meerwaarde voor de studenten.

Voor de begeleiding vanuit de NHL Hogeschool wil ik dhr. K.J. Wieringa bedanken.

Tot slot wil ik de medewerkers van het UMCG, andere afstudeerders bij het UMCG en overige personen bedanken die er voor hebben gezorgd dat ik dit afstudeerproject heb kunnen uitvoeren.

Hessel Jonker
Groningen, juli 2012

INHOUDSOPGAVE

SAMENVATTING	1
SUMMARY.....	3
1 INLEIDING	5
1.1 AANLEIDING.....	5
1.2 MOTIVATIE.....	5
1.3 PROBLEEMSTELLING	5
1.4 DOELSTELLING.....	6
1.5 VRAAGSTELLING	6
1.6 GEWENSTE SITUATIE.....	6
2 INHOUDELIJKE ORIËNTATIE	7
2.1 SITUATIESCHETS.....	7
2.2 LITERATUURONDERZOEK	5
3 OPZET EN UITVOERING ONDERZOEK.....	7
4 RESULTATEN.....	9
4.1 DATA ANALYSE	9
4.2 MODEL.....	15
5 CONCLUSIES	23
5.1 LITERATUUR.....	23
5.2 SPOEDORDERS	23
5.3 PLANNEN	23
6 AANBEVELINGEN	25
6.1 STANDAARDISEREN AANMELDPROCES.....	25
6.2 DIGITAAL PLANNEN	25
7 BRONNEN	27
8 BIJLAGE.....	29

SAMENVATTING

Als afstudeerproject is onderzoek gedaan naar efficiënte planning van spoedorders binnen het UMCG. Spoedorders moeten tussen twee locaties binnen het UMCG worden vervoerd binnen een tijdslimiet. De limieten bedragen 20, 30 en 60 minuten en worden door een spoedbode op een elektrisch voertuig bezorgd. Spoedorders worden digitaal aangemeld en geregistreerd in een registratieprogramma. Een planner moet een bezoeksvolgorde opstellen van de openstaande spoedorders en op basis hiervan de spoedbode telefonisch aansturen. Het plannen gebeurt nu door verschillende personen met eigen methodes. Daarnaast ontbreekt het aan cruciale plan gegevens zoals reistijden van de locaties onderling waardoor het spoedorder proces afhankelijk is van de ervaring van personeel. Dit maakt het kwetsbaar bij het uitvallen van personeel. Dit is de aanleiding van dit onderzoek.

Het wiskundige probleem is het vinden van een pad dat alle punten in een graaf bezoekt. De punten in de graaf zijn de afhaal- en afleverlocaties van de spoedorders. Een dergelijk pad is een hamiltonpad en het vinden hiervan staat bekend als het hamiltonpad probleem. Bij het planprobleem mag het hamiltonpad de tijdslimieten niet overschrijden, moet het ophaalpunt voor het afleverpunt bezocht worden en mag het maximale vervoersvolume van de spoedbode niet overschreden worden. Doordat de tijdslimieten kort zijn en de spoedorders pas bekend zijn als ze moeten worden bezorgd, is het spoedorder proces zeer dynamisch.

Voor het onderzoek zijn reistijden van de locaties onderling opgesteld. Het oplossen van het planprobleem door heuristieken is getest. In Excel is hiervoor een programma geschreven waarin fictieve spoedorders met alle benodigde gegevens moeten worden ingevoerd waarna constructie en verbeter heuristieken een pad proberen te vinden en te optimaliseren. Dit levert vaak een geldig pad maar hiervan kan niet worden vastgesteld of er nog een optimaler pad is. Een combinatie van heuristieken en branch&cut algoritme kan dit wel.

Uit de data analyse blijkt dat de omvang van het planprobleem ongeveer een maximum heeft van 10 openstaande spoedorders. Verder blijkt dat de registratie van de spoedorders niet nauwkeurig is waardoor de data onbetrouwbaar is. Aanbevolen wordt om het aanmelden en registreren van spoedorders verder te standaardiseren en dan pas het plannen te digitaliseren.

SUMMARY

As a graduation project a research is done to efficient routes and routing of emergency orders at the UMCG. Emergency orders need to be transported between two location within a time limit. The time limits are 20, 30 and 60 minutes and are transported by an emergency messenger on a electronic vehicle. The emergency orders are digital reported and registered at a registration program. A planner creates a pickup and delivery order of the current emergency orders and with this order he guides the emergency messenger along the orders. The routing of the orders is done by different persons with different methods. Also crucial information such as travelling time between locations is unknown and thereby is the routing process depending on the experience of the staff. This makes it vulnerable by a fall out of a staff member and that is unwanted. This is the occasion of this research.

The mathematical problem consists of finding a path that visits each point in a graph. The point represents the pickup and delivery points of the emergency orders. Such a path is known as a hamiltonpath and finding such a path is known as the hamiltonpath problem. By the routing problem is it not allowed that the time windows are violated, the pickup location of an emergency order must be visited before the delivery location and the maximum transportation capacity of the emergency messenger may not be exceeded. Because the time limits are short and the emergency orders only become known when they need to be transported, the emergency process is very dynamic.

For the research travelling times of the locations between each other are calculated. Solving the routing problem by heuristics is tested. In Excel a program is written where emergency order can be entered and with these orders heuristics try to find and optimize a Hamilton path. Of this constructed Hamilton path can't be proofed if it is optimal. A combination of heuristics and a branch&cut algorithm can do this.

From the data the maximum size of the routing problem seems to be 10 emergency orders. The data also reveals that the registration of orders is not done accurate and therefore the data is not reliable. The standardization of the report and registration of emergency orders is recommended. And only after this is done the routing can be digitalised.

1 INLEIDING

1.1 AANLEIDING

Voor de teamleider logistiek is het spoedorder proces een zorgenkindje. Door de ervaring van het personeel wordt het proces in goede banen geleid. Hierdoor is het kwetsbaar als deze ervaring wegvalt, maar ook dan moeten de doelen van het proces worden behaald. Dit is lastig en zorgt voor veel stress en zorgen bij het personeel en de leiding. De teamleider wil dit proces stapje voor stapje verbeteren en ziet hier kansen voor studenten.

1.2 MOTIVATIE

Een deel van het proces is planning. Dit kan wiskundig benaderd worden en valt onder de discrete optimalisatie wiskunde. Tijdens de opleiding bedrijfswiskunde ben ik daarmee theoretisch mee bekend geworden maar praktisch nauwelijks. Deze wiskunde spreekt mij aan net als het praktijk probleem en dit gecombineerd heeft geleid tot mijn afstudeeropdracht.

1.3 PROBLEEMSTELLING

Binnen het UMCG zijn verschillende logistieke stromen te identificeren waarvan post één is. Een speciale variant hierop zijn de spoedorders, orders die binnen een bepaald tijdsbestek van de ene locatie naar een andere locatie binnen het UMCG moeten worden vervoerd.

De spoedorders worden opgehaald en bezorgt door een spoedbode en de spoedbode wordt aangestuurd door een planner. De planner bevindt zich op een vaste locatie binnen het UMCG en moet behalve het verwerken van de spoedorders en het aansturen van de spoedbode, ook goederen ontvangen en controleren op correctheid. Maar doordat het verwerken van de spoedorders en het aansturen van de spoedbode veel tijd kost is de planner gebonden aan de telefoon en de computer waardoor de planner nauwelijks andere taken kan uitvoeren. Een taak van de planner is het ontvangen en controleren van goederen en tekenen voor de overdracht van aansprakelijkheid. Maar voor een

gedegen controle is vaak geen tijd waardoor hiervoor een extra personeelslid wordt ingehuurd.

Nu wordt het spoedorder proces gedragen door de ervaring, kennis en inzicht van de planners en de spoedbodes. Zo worden oneffenheden in het proces glad gestreken en de tijdslimieten behaald van de spoedorders zodat het proces stabiel verloopt. Een nadeel van deze werkwijze is dat het proces afhankelijk wordt van de eigenschappen van de planners en spoedbodes. Als gevolg hiervan kan bijvoorbeeld bij het wegvalen van ervaren personeelskrachten het gehele proces ontregeld worden, waardoor mogelijk limieten worden overschreden. Ook wordt bij capaciteitstekort vaak te laat een tweede tijdelijke spoedbode in gezet door de planner waardoor limieten worden overschreden.

Een ander nadeel van de huidige situatie is dat er niks kan worden gezegd over het proces behalve dan achteraf nagaan of alle limieten zijn behaald. Samen met de verwachting dat in de toekomst vervoer van patiëntgerelateerde goederen aan strengere eisen moeten voldoen zoals aantoonbare procesbeheersing, is digitalisering nodig. Door de planning te digitaliseren wordt het spoedorder proces minder afhankelijk van ervaring en hoeft er geen extra personeel ingehuurd te worden. Daarnaast is het proces continueer en inzichtelijker waardoor het beter kan worden geanalyseerd en gestuurd.

Het plannen is een wiskundig probleem waardoor de centrale probleemstelling volgt: "Hoe kan het planprobleem wiskundig worden opgelost zodat het plannen digitaal kan?"

Het wiskundige probleem van het planprobleem is het vinden van een minimaal Hamiltonpad waarbij wordt voldaan aan de eisen van de planning. De eisen zijn:

- De spoedorder wordt bezorgd voor het verstrijken van de tijdslimiet.
- De afhaallocatie moet voor de afleverlocatie worden bezocht.
- Het volume van de opgehaalde maar nog niet afgeleverde spoedorders kan door de spoedbode worden vervoerd. Let op: Een spoedbode kan meer dan 1 spoedorder bij zich hebben!

Een spoedorder moet binnen de tijdslimiet zijn bezorgd nadat de spoedorder is aangemeld. Doordat de spoedorder maximaal binnen een uur moet zijn bezorgd, moet worden gepland op basis van de aangemelde spoedorders van maximaal een uur geleden. Hierdoor verandert in de loop van de tijd de informatie voor het plannen continu waardoor het proces dynamisch te noemen is.

1.4 DOELSTELLING

Dit is het eerste onderzoek naar de planning van de spoedorders vanuit wiskundig oogpunt waardoor het onduidelijk is wat precies nodig is en wat precies het probleem is. Het onderzoek moet een wiskundige definitie geven van het planprobleem en de geschiktheid testen van constructie en verbeter heuristieken voor het oplossen van het probleem. Daarnaast moet het onderzoek duidelijk maken welke gegevens nodig zijn voor digitaal plannen en in welke mate deze aanwezig zijn.

Vanwege het relatief kleine aantal spoedorders dat moet worden gepland is gekozen om de geschiktheid van constructie en verbeter heuristieken te testen, voor het bepalen van een zo minimaal mogelijk Hamiltonpad waarbij wordt voldaan aan de gestelde eisen.

1.5 VRAAGSTELLING

Het onderzoek moet de volgende vragen beantwoorden:

- Wat is de doelstelling van de planning en aan welke voorwaarden moet het voldoen?
- Wat is het wiskundige model van de planning?
- Wat zijn de eigenschappen van het spoedorder proces die in de data ligt verscholen?
- Kunnen heuristieken het model oplossen?
- Wat is nodig en wat is voorhanden voor het digitaal plannen?

1.6 GEWENSTE SITUATIE

De ideale situatie is dat de taken planning, administratie en communicatie van de planner zijn gedigitaliseerd zodat het

spoedorder proces kan worden uitgevoerd door alleen de spoedbode.

Het digitaal aanmelden van de spoedorders door de afdelingen is dan gestandaardiseerd en het protocol hiervoor wordt nageleefd. Hierdoor is altijd duidelijk wat de ophaallocatie, de afleverlocatie en het volume van de spoedorder is waardoor een planmodule deze gegevens kan gebruiken. In combinatie met een digitaal registratiesysteem waarbij de spoedbode statuswijzigingen zelf digitaal doorvoert, bijvoorbeeld d.m.v. een scanner en streepjescodes, is de administratieve taak gedigitaliseerd. Een planmodule kan dan deze gegevens uit een database halen en in combinatie met normtijden voor de bezorging tussen de locaties onderling, een planning maken. Door de spoedbode van een tablet te voorzien kan de planning digitaal doorgegeven worden waardoor ook de taken planning en communicatie niet meer afhankelijk zijn van de planner.

Behalve dat de planner uit het spoedorder proces is gehaald, is de data betrouwbaar. Door de data te analyseren kan beter en gericht het proces geanalyseerd worden. Zo kan worden vastgesteld in welke situaties tijdelijke een tweede spoedbode nodig is en kan dit teruggekoppeld worden naar de praktijk.

2 INHOUDELIJKE ORIËNTATIE

In dit gedeelte wordt een situatieschets gegeven van de huidige situatie. Daarna volgt een bespreking van het literatuuronderzoek.

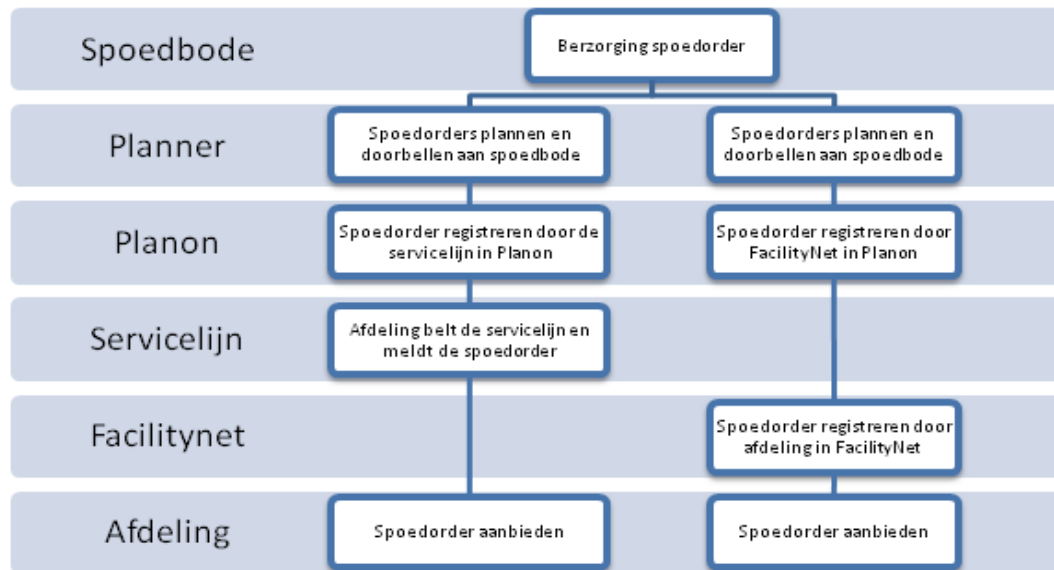
2.1 SITUATIESCHETS

Een spoedorder is een opdracht voor het vervoer van patiënt gerelateerde goederen zoals bloed en medicijnen, van de ene afdeling naar de andere afdeling binnen het UMCG. De naam spoedorder refereert naar de beperkte tijdsduur waarvoor de spoedorder moet zijn uitgevoerd. Iedere spoedorder moet binnen 20, 30 of 60 minuten na aanmelding opgehaald en bezorgd zijn.

2.1.1 AANMELDING

Een spoedorder opdracht kan op twee manieren worden aangeboden. Bij de eerste manier belt de opdrachtgever

van de afdeling naar de servicelijn van het UMCG waarbij de afdeling de eigenschappen van de spoedorder doorgeeft. De servicelijn registreert dit vervolgens in het registratieprogramma Planon waarna de spoedorder ook zichtbaar is voor de planner. De planner stelt een bezoeksvolgorde van de openstaande spoedorders op en geeft dit vervolgens telefonisch door aan de spoedbode. Alleen in de aanmelding verschilt de tweede manier van de eerste. De spoedorder wordt namelijk zelf door de opdrachtgevende afdeling geregistreerd in het programma FacilityNet zonder tussenkomst van de servicelijn, waarna FacilityNet de spoedorder overzet naar Planon. Aanmelden via FacilityNet wordt alleen gedaan door afdelingen die veel spoedorders genereren. Het aanmeldproces is schematisch weergegeven in figuur 1. Meldingen in FacilityNet worden gedeeltelijk in Planon als toelichting geplaatst vanwege beperkte toegang van FacilityNet tot de database van Planon.



Figuur 1 Schematisch weergave van het aanmeld proces van de spoedorders

2.1.2 PLANNER EN SPOEDBODE

De bezorging van de spoedorders wordt gedaan door één spoedbode die zich verplaatst door het UMCG op een elektrisch voertuig. De spoedbode wordt aangestuurd door een planner die zich op een vaste plek in het UMCG bevindt. De taken van de planner zijn:
Bezoekvolgorde bepalen van de openstaande spoedorders in Planon.

Statuswijzigingen doorvoeren in Planon.

Telefonisch communiceren met de spoedbodes.

Tweede spoedbode inschakelen bij capaciteitstekort.

De planner moet een bezoekvolgorde van de spoedorders bepalen zodat de benodigde tijd voor de spoedbode minimaal is en hierbij rekening houden met de eisen aan de planning. Daarnaast moet de planner statuswijzigingen van de openstaande spoedorders in Planon verwerken. Een spoedorder kan de volgende status hebben:

- M1: Spoedorder is aangemeld
- M2: Spoedorder is in behandeling
- M5: Spoedorder is afgehandeld

Zodra een spoedorder in Planon wordt geregistreerd krijgt het de status M1. Dit wordt gewijzigd in M2 wanneer de spoedbode de spoedorder in behandeling neemt. Als de spoedorder is afgeleverd op het afleveradres en dus de spoedorder is afgehandeld, wordt de status M5.

De communicatie tussen de planner en de spoedbode omvat het doorgeven van de volgende spoedorders voor afhandeling door de planner aan de spoedbode, en het ontvangen van de melding dat een spoedorder is afgeleverd door de spoedbode aan de planner. De planner moet een tweede spoedbode inschakelen als hij denkt dat één spoedbode niet alle openstaande spoedorders binnen de tijdslimieten kan afhandelen.

De taken van de spoedbode zijn het afhandelen van de spoedorders en hierover communiceren met de planner. De spoedbode meldt zich telefonisch aan de planner wanneer hij een spoedorder heeft afgehandeld. Vervolgens geeft de planner de volgende spoedorder door aan de spoedbode en wordt de status van de afgehandelde spoedorder van M2 in M3 veranderd en de status van de in

behandeling genomen spoedorder van M1 in M2 veranderd. De spoedbode beschikt niet over computerapparatuur.

2.1.3 PLANON

Het registratieprogramma Planon wordt veel in het UMCG gebruikt en. In het spoedorder proces worden spoedorders in Planon geregistreerd en statuswijzigingen doorgevoerd en in de database bewaard, ook nadat de spoedorder is afgehandeld.

2.1.4 LOCATIES

Alle ruimtes in het UMCG zijn voorzien van een technisch ruimtenummer dat opgebouwd is uit drie onderdelen: ``Bouwdeel``.``Etage``.-.``Kamernummer``. Een voorbeeld van een technisch ruimtenummer is 40.3.-.55. Van alle afdelingen die een spoedorder kunnen leveren of ontvangen zijn de technische ruimtenummers bekend. Door de technische ruimtenummers kan het zoeken naar een kamer in het UMCG gestructureerd gedaan worden. Het aantal locaties dat een spoedorder kan afgeven of ontvangen is 174 stuks.

2.1.5 BEZORGCAPACITEIT

De spoedbode heeft afhankelijk van het aantal spoedorders, de tijdslimieten en de afhaal- en afleverlocaties van spoedorders, een beperkte capaciteit. Het is aan de spoedbode en de planner om dit te constateren en een tweede spoedbode in te schakelen. Dit moet gebeuren zonder feitelijk kennis over de geschatte duur van de nog openstaande spoedorders.

2.1.6 Planning en bezorging

Overdag is één spoedbode en één planner nodig. Deze functies worden door verschillende personeelsleden van de postkamer uitgevoerd waardoor de planning en bezorging steeds door andere personen wordt gedaan.

De planner moet een bezoekvolgorde opstellen van de spoedorders en daarvoor is de volgende informatie nodig:

- Afhaallocatie van de spoedorder.
- Afleverlocatie van de spoedorder.
- Tijdslimiet van de spoedorder.
- Tijdstip aanmelding van de spoedorder.
- Volume van de spoedorder.

- Laadvolume van de spoedbode.
- Reistijd tussen verschillende locaties.

De eerste vier punten kan de planner uit Planon halen. Het volume van de spoedorder kan soms worden afgeleid uit een productomschrijving dat in de toelichting is vermeld, maar vaak is het volume van de spoedorder onbekend. Het laadvolume is onbekend en moet door de planner worden geschat worden. Ook de afstand en reistijd tussen de verschillende locaties zijn onbekend en moeten worden geschat.

De spoedbode heeft geen beschikking over een routeplanner waardoor hij zelf moet bepalen wat een snelle route is tussen twee locaties.

2.2 LITERATUURONDERZOEK

Een Hamiltonpad lijkt veel op een Hamiltoncircuit en het handelsreizigersprobleem is misschien het bekendste verwante probleem. Het handelsreizigersprobleem in combinatie met de eisen aan de planning, is de basis geweest voor het literatuuronderzoek. Dit onderzoek heeft twee bruikbare artikelen opgeleverd.

2.2.1 SOLVING THE TRAVELLING SALESMAN PROBLEM WITH TIME WINDOWS BY BRANCH-AND-CUT

Het artikel "Solving the asymmetric travelling salesman problem with time windows by branch-and-cut" behandelt een handelsreizigersprobleem bij een opslagwand. Een kraan moet containers verplaatsen tussen verschillende locaties van de opslagwand. Taken worden de hele dag door aangemeld met een tijdstip vanaf wanneer de taak mag worden uitgevoerd en een tijdstip wanneer de taak uitgevoerd moet zijn. Het probleem wordt gemodelleerd als een graaf. Doordat de kraan maar één container kan vervoeren kunnen taken niet gecombineerd waardoor het verschilt van het hier onderzocht planprobleem. Daarnaast verschilt het doordat taken worden aangemeld maar pas later mogen worden uitgevoerd. Ook de omvang van het probleem verschilt, 30 tot 50 taken is een normale situatie terwijl het onderzochte planprobleem een maximale omvang heeft van rond de 30 (15 spoedorders: 15 afhaal- en afleverlocaties). Ondanks dat het probleem niet precies

overeenkomt met het planprobleem zijn de genoemde constructie en verbeter heuristieken interessant. De heuristieken worden gebruikt om een goede en geldige oplossing te vinden zodat het branch-and-cut algoritme sneller wordt.

Omdat het planprobleem een relatief klein probleem is het interessant om na te gaan of heuristieken ook bij dit planprobleem goed werken. Ook zijn heuristieken gemakkelijk te begrijpen en toepasbaar. De geselecteerde constructie en verbeter heuristieken zijn:

Constructie heuristieken

Sorteer Heuristiek

- Order de spoedorders op basis van de aanmeldingsvolgorde en ga de geldigheid na.
- Order de spoedorders op basis van het toenemende tijdstip van beschikbaarheid van de spoedorder en ga de geldigheid na.
- Order de spoedorders op basis van het toenemende tijdstip van de deadline van de spoedorder en ga de geldigheid na.
- Neem de helft van de tijdslimiet en order vervolgens in toenemende grote en ga de geldigheid na.
- Dichtstbijzijnde buur heuristiek Breid het pad uit door de spoedorder toe te voegen met de kleinste reistijd en waar wordt voldaan aan het tijdsraam. Herhaal tot alle spoedorders zijn opgenomen.

Verbeter heuristieken

- Arc-Reinsertion Heuristic: Selecteer een lijn en voeg die elders in het pad in.
- Node-Reinsertion Heuristic: Selecteer een punt en voeg die elders in het pad in.
- Two-Node-exchange Heuristic: Selecteer twee punten en verwissel van plaats.

2.2.2 PICK-UP AND DELIVERY PROBLEMS

Het artikel "Dynamic pickup and delivery problems"¹ uit 2009 geeft een overzicht van subklassen van "dynamic pickup and delivery problems" (Dynamic PDP) waarbij algemene problemen als wel oplossingen worden besproken. Een kortsamenvatting.

¹ Bron 3

SAMENVATTING

Een planprobleem behoort tot "pickup and delivery problems" (PDP) wanneer objecten of mensen moeten worden vervoerd van een punt naar een ander punt. Een planprobleem is dynamisch wanneer inputgegevens bekend worden tijdens de periode waarin de taken worden uitgevoerd. Een subklasse van de klasse dynamic PDP is "one-to-one pickup and delivery problems" (one-to-one PDP). Deze kan verder worden opgedeeld in "dynamic stacker Crane Problems" (Dynamic SCP), "Dynamic vehicle routing problem with pickups and deliveries" (Dynamic VRPPD) en "Dynamic Dial-a-Ride Problem" (Dynamic DARP). Het verschil is dat de klasse Dynamic SCP maar één object kan vervoeren per keer terwijl de andere twee klassen meerdere objecten per keer kunnen vervoeren. De klasse Dynamic DARP is grotendeels gelijk aan Dynamic VRPPD alleen bevat Dynamic DARP meer beperkingen zoals maximale ritduur. Dynamic DARP heeft dan ook vaak betrekking op het leveren van service en vaak betreft dit menselijk transport.

Een planprobleem behoort tot de one-to-one PDP klasse wanneer elke taak een uniek beginpunt en eindpunt heeft, dit in tegenstelling tot de one-to-many PDP klasse. Hier wordt vanuit één punt, een depot, naar meerdere punten gereisd waar bij de punten goederen worden opgehaald of afgeleverd. Een voorbeeld hiervan is het leveren en ophalen van goederen bij supermarkten door vrachtwagens die vanuit een distributiecentrum vertrekken.

Dynamische problemen worden opgelost door de statische versie op te lossen. Bij nieuwe input wordt de statische versie weer opnieuw opgelost. Een andere mogelijkheid is het eenmalig oplossen aan het begin van de planperiode waarna bij nieuwe input de oplossing wordt geüpdate door heuristieken en lokale zoek algoritmes.

Bij "dynamic and stochastic PDP" (DS-PDP) is statistische informatie bekend van toekomstige verzoeken. Er is nog maar weinig onderzoek naar deze klasse gedaan. Dynamische problemen verschillen onderling in de informatie die bekend is over de toekomst. Een meetmethode voor de graad van dynamica is "effective degree of dynamism" (edod) en is als volgt gedefinieerd:

— ————.

Hierbij is R het aantal verzoeken, t_i het tijdstip dat verzoek i bekend is en L_i het tijdstip dat verzoek i in behandeling moet zijn om op tijd te zijn afgehandeld. T is de duur van de planhorizon. Doordat t_i is een proces dynamischer naarmate de edod waarde groter wordt. De besproken oplossingen voor de klasse Dynamic VRPPD, waartoe het planprobleem van dit onderzoek behoort, gaan uit van ruime tijdsramen en een groter aantal opdrachten dan bij dit onderzoek het geval is.

CONCLUSIE

Het planprobleem van dit onderzoek behoort tot de klasse "dynamic vehicle routing problem with pickups and deliveries". Voor het oplossen van dynamische problemen zijn twee methoden gebruikelijk en een definitie is voorhanden die de graad van dynamica van een probleem kan uitdrukken. Door de omvang en de nauwe tijdsramen van het hier onderzochte planprobleem lijken de besproken oplossingsmethoden niet geschikt. Voor het onderzochte planprobleem lijkt het totaal opnieuw oplossen van het probleem bij nieuwe input, geschikt vanwege de kleine omvang van het probleem en de dynamica van het proces.

2.2.3 EINDCONCLUSIE

Op basis van het tweede artikel lijkt het legitiem om een eigen oplossingsmethode te formuleren door verschillende methodes te combineren aangezien de onderzoeken gericht zijn op grotere en algemenere problemen. De heuristieken uit het eerste verslag zullen hiervoor gebruikt worden.

3 OPZET EN UITVOERING ONDERZOEK

Het onderzoek bestaat uit twee delen. Een deel bestaat uit het voorbereiden van de heuristieken test en de test zelf. Het andere deel bestaat uit het gereed maken van de data voor analyse en het analyseren van de data.

De data zal zowel kwalitatief als kwantitatief worden onderzocht. Bij het kwalitatieve onderzoek zal worden gekeken of de data bruikbaar is voor een computer toepassing. De data wordt in Excel kwantitatief geanalyseerd. Door macro's te maken wordt uit de kale database uitdraai meer informatie gehaald, bijvoorbeeld door Excel te laten telen hoeveel spoedorders zijn aangemeld maar nog niet zijn afgemeld als een spoedorder wordt aangemeld. Afhankelijk van de kwaliteit van de data zal de aard van het onderzoek vooral beschrijvend zijn. Ook zal de graad van dynamica zoals genoemd in het literatuuronderzoek worden berekend.

De heuristieken worden getest door ze te vergelijken met de brute force oplossing van een aantal situaties uit het verleden. Deze situaties zullen verschillen in het aantal spoedorders en tijdslimieten. Doordat in de huidige situatie niet alle informatie bekend is, die nodig is voor het plannen wordt hiervoor in plaats fictieve gegevens gebruikt. Voor het plannen is de volgende informatie nodig:

- Afhaallocatie van de spoedorder
- Afleverlocatie van de spoedorder
- Tijdslimiet van de spoedorder
- Tijdstip aanmelding van de spoedorder
- Volume van de spoedorder
- Laadvolume van de spoedbode
- Reistijd tussen verschillende locaties

De eerste vier punten zijn bekend. Voor het volume van de spoedorder en de spoedbode wordt een fictieve waarde aangenomen. De reistijd tussen de verschillende locaties wordt gebaseerd op de afstand tussen de locaties en een snelheid. Door een afstandmatrix te maken van het UMCG met daarin de locaties, de liften en de looppaden, kan dit gecombineerd worden met een snelheid en een wachttijd voor de liften, tot een bindingsmatrix met reistijd.

Een kortste-pad algoritme kan vervolgens de reistijd tussen de locaties bepalen.

Dit allemaal word gedaan in Excel en de programmeeromgeving binnen Excel.

Vervolgens wordt een programma in Excel geschreven dat een fictieve planning kan maken. Hier worden spoedorders met de benodigde gegevens handmatig gegenereerd en kan een startlocatie van de spoedbode worden gekozen waarna heuristieken een minimaal mogelijk hamiltonpad construeren. Brute force berekeningen worden tot een beperkt aantal spoedorders uitgevoerd, afhankelijk van de rekentijd, waarna de oplossing van de heuristieken wordt vergeleken met het optimale brute force hamiltonpad. Deze planning kan alleen spoedorders plannen die nog niet zijn opgehaald. Een graafvoorstelling zou bij N spoedorders $2N+1$ punten bevatten. Elke spoedorder is gelijk aan 2 punten en de vertreklocatie van de spoedorder levert 1 punt op.

4 RESULTATEN

4.1 DATA ANALYSE

Voor de data analyse worden de gegevens van 1 januari 2012 tot en met 9 maart 2012 gebruikt. Van deze periode is uit de database van Planon een uitdraai gemaakt met daarin de gegevens van de spoedorders:

- Moment van aanmelding spoedorder.
- Moment van afmelding spoedorder.
- ID-code spoedorder.
- Afhaallocatie spoedorder.
- Afleverlocatie spoedorder.
- Tijdslimiet spoedorder.
- Toelichting.

De uitdraai is in Excel geladen en bewerkt. Zo zijn afhaallocaties, ophaallocaties en tijdslimieten uit de toelichting gefilterd zodat meer informatie beschikbaar is dan bij de kale database uitdraai.

Later in het onderzoek is een nieuw uitdraaiprotocol voor de database van Planon geformuleerd waarbij ook het moment van in behandeling name is verwerkt. Dit uitdraaiprotocol heeft als nadeel dat eenzelfde spoedorder meerdere malen voorkomt. Om de gegevens te kunnen gebruiken moeten de overbodige vermeldingen worden verwijderd. Helaas is dit niet uitgevoerd vanwege tijdsgebrek maar ook omdat een deel van de data analyse al was uitgevoerd.

Voor het verwijderen van dezelfde spoedorders kan in Excel een macro geschreven worden.

4.1.1 KWALITATIEVE ANALYSE

De velden met daarin het moment van aanmelden en afmelden is altijd gevuld met een datumnotatie. Ook de ID-code is altijd aanwezig. Bij het veld afhaallocatie zijn velden leeg, gevuld met een persoonsnaam of met een locatie. In het veld afleverlocatie zijn velden leeg of gevuld met een locatie. Het veld tijdslimiet bevat of geen waarde of een limiet. Deze limiet is behalve de gebruikelijk limieten 2 uur en 4 uur. Daarnaast zijn er limieten met toevoeging "+ contact". Het veld toelichting bevat niet altijd waarden. Ook is de structuur van de toelichting niet uniform.

Wat opvalt is dat meerdere spoedorders worden afgemeld terwijl de spoedorders verschillende afleverlocaties hebben. Uit gesprekken met medewerkers wordt dit bevestigd. Een reden hiervoor is dat de spoedbode een aantal afgeleverde spoedorders in één keer afmeld. Daarnaast wordt aangegeven dat het soms vergeten wordt door de drukte van de extra taken van de planner. De afmeld tijd van de spoedorders vermeld in de data is waarschijnlijk later dan de werkelijke aflevertijd.

De data is niet volledig, gestructureerd en betrouwbaar. In de bijlage zijn een aantal afbeeldingen van de gebreken van de data opgenomen.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	Aanmelding	Afmelding	ID-code	Afhaallocatie	Afleverlocatie	Tijdslimie	Toelichting							
2	9-3-2012 23:01	10-3-2012 8:32	01355740	SANQUIN UITGIFTE/KLANTENSER		Binnen 01	9-3-2012 23:02	Dam, Roelof van: spoedje vanaf de bloedbank naar lab CMC4	B&T					
3	9-3-2012 18:57	10-3-2012 8:54	01355735	CSO		Binnen 01	9-3-2012 18:57	Brinkman, Nico: koelbox met RBC van CSO retour lab CMC4						
4	9-3-2012 18:04	10-3-2012 9:00	01355734	Apotheek 2 (receptuur)		Binnen 01	9-3-2012 18:05	Brinkman, Nico: van apotheek MVC 2e naar L1va 2x koelkast spoed.						
5	9-3-2012 17:23	9-3-2012 17:26	01355733	OC RECEPTIE 3E	PA-lab	Binnen 00:30 uur								
6	9-3-2012 17:22	9-3-2012 17:26	01355732	AP RECEPTUUR	D2VA	Binnen 01:00 uur								
7	9-3-2012 17:18	9-3-2012 17:25	01355731	CMC IV / Stollingslab	CSO/ CSMA (kweek)	Binnen 01:00 uur								
8	9-3-2012 17:14	9-3-2012 17:25	01355730	AP RECEPTUUR	M4VA	Binnen 01:00 uur								
9	9-3-2012 17:13	9-3-2012 17:25	01355729	FAX SANQUIN UITGIFTE	CMC IV / Stollingslab	Binnen 01:00 uur								
10	9-3-2012 16:55	9-3-2012 17:25	01355727	Apotheek2				[Ophaaladres] Apotheek Receptuur (953) 67.2.-.32	[Afleveradres] D2					
11	9-3-2012 16:51	9-3-2012 17:25	01355726	Apotheek2				[Ophaaladres] Apotheek Receptuur (953) 67.2.-.32	[Afleveradres] D2					
12	9-3-2012 16:46	9-3-2012 17:11	01355725	AP DISTRIBUTIE	REC ONTVANGSTHAL	Binnen 01:00 uur								
13	9-3-2012 16:45	9-3-2012 17:11	01355724	PK DERMA CONSULTEN	lab Dermatologie	Binnen 00:30 uur								
14	9-3-2012 16:44	9-3-2012 17:05	01355723	OC RECEPTIE 3E		Binnen 00	9-3-2012 16:45	Neperus, Hilda: Pa en MMB.						

Figuur 2 Kale database uitdraai in Excel

4.1.2 KWANTITATIEVE ANALYSE

De database uitdraai bevat 4856 unieke spoedorders. De kwalitatieve analyse gebruikt alleen doordeweekse spoedorders die aangemeld zijn op of na 8:00 uur en voor 18:00 uur. Dit zijn 4488 unieke spoedorders. Omdat de data niet compleet en betrouwbaar is wordt de verdere analyse alleen beschrijvend uitgevoerd. Er wordt dus niet naar verbanden en of verklaringen gezocht.

TOP 10 AFHAALLOCATIES EN AFLEVERLOCATIES

Van alle spoedorders wordt een kleine 40% gegenereerd door de locaties Apotheek2 en Apotheek3. Bij 9 afleverlocaties wordt een kleine 50% van de spoedorders afgeleverd. Van 31% van de spoedorders is geen afleverlocatie bekend in de dataset.

Top 10 ophaallocaties van de spoedorders

Locatie	Aantal	Percentage van totaal
Apotheek2	1260	28,1%
Apotheek 3 (distributie)	504	11,2%
OC 3 (ophaal)	268	6,0%
LC PRIKLAB	258	5,7%
POSTKAMER UMCG	222	4,9%
(leeg)	184	4,1%
ODBC	146	3,3%
OC 1 (ophaal)	103	2,3%
AP DISTRIBUTIE	93	2,1%
OC RECEPTIE 3 ^E	62	1,4%
Totaal	3100	69,1%

Top 10 afleverlocaties van de spoedorders

Locatie	Aantal	Percentage van totaal
(leeg)	1396	31,1%
PA-lab	592	13,2%
D2VA	349	7,8%
CMC IV / Stollingslab	286	6,4%
Lab 8	246	5,5%
Apotheek de Sprong	187	4,2%
Intern Dagcentrum	173	3,9%
Medische Micro Biologie	148	3,3%
E2VA	100	2,2%
M2VA	92	2,0%
Totaal	3569	79,6%

Tabel 1 Top 10 afhaallocaties en afleverlocaties

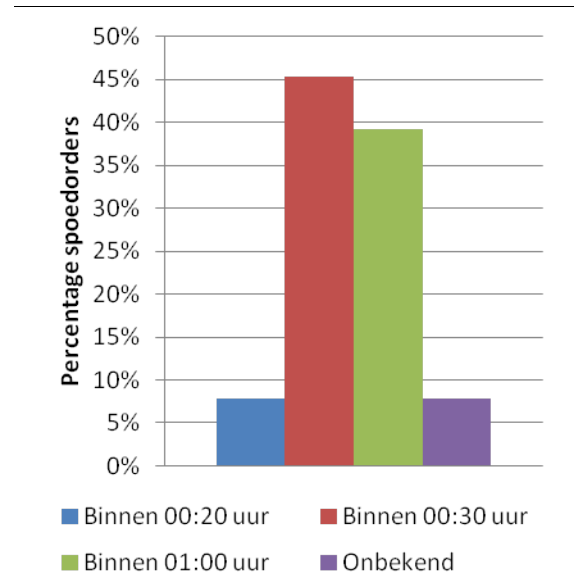
VERDELING VAN DE TIJDSLIMIETEN

Van de 4488 spoedorders heeft ruwweg 45% een tijdslimiet van 30 minuten en een ruwweg 40% een tijdslimiet van 60 minuten. Slechts 7% heeft een tijdslimiet van 20 minuten.

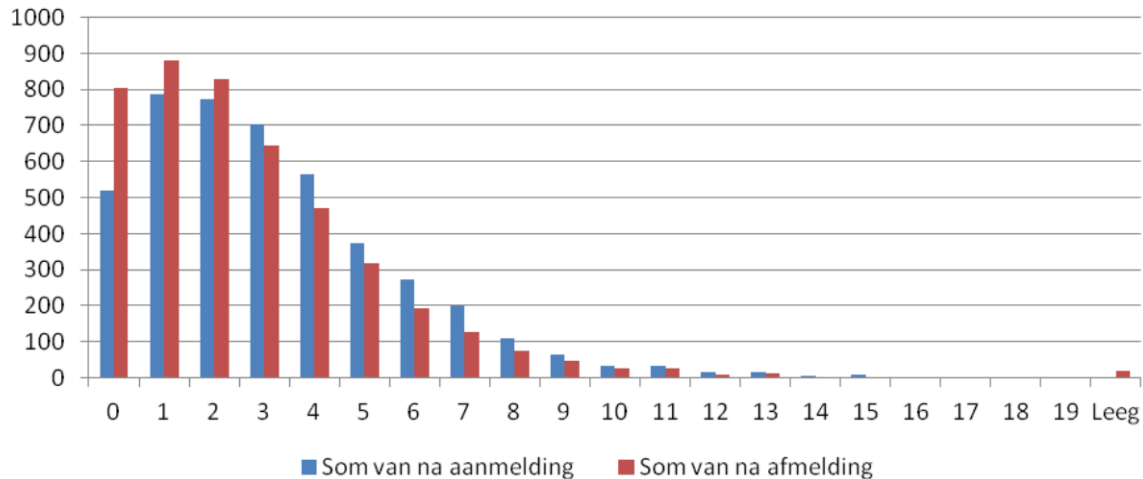
VERDELING OPENSTAANDE SPOEDORDERS

Het aantal openstaande spoedorders na aanmelding is ongeveer gelijk verdeeld als het aantal openstaande spoedorders na afmelding. Per spoedorder kan het aantal openstaande spoedorders na aanmelding erg verschillen in het aantal openstaande spoedorders na afmelding. Een screenshot in de bijlage toont onder andere dit verschil.

Uit de data ontstaat een grof beeld van de omvang van het probleem. Doordat de afmeldtijd vermeld in de data mogelijk later is dan de werkelijke afmeldtijd, is het aantal openstaande spoedorders na aanmelding en het aantal openstaande spoedorders na afmelding mogelijk lager.



Figuur 3 Spoedorders verdeeld per tijdslimiet



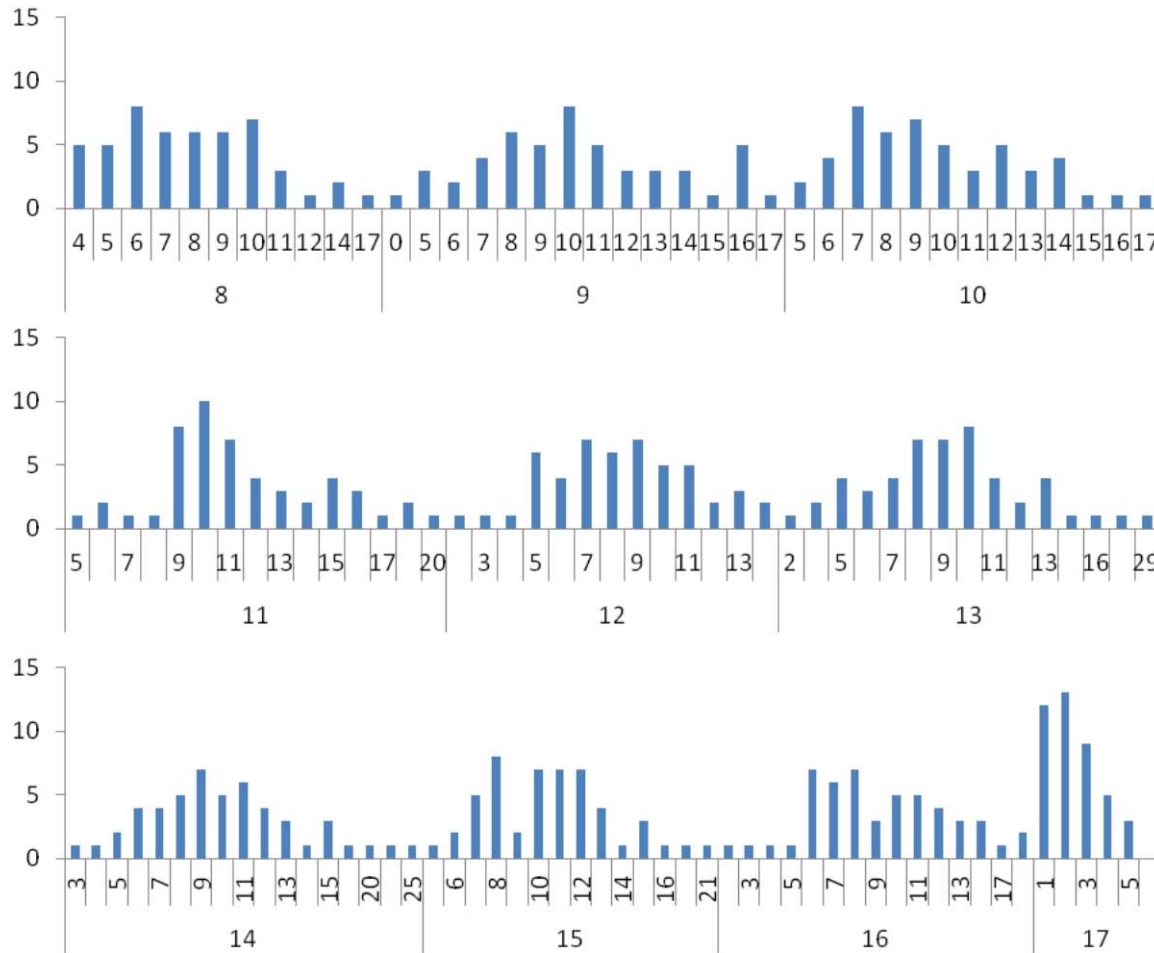
Figuur 4 Procentuele verdeling t.o.v. het totaal van het aantal openstaande spoedorders bij aanmelding en afmelding van een spoedorder.

VERDELING AANTAL SPOEDORDERS PER UUR

Het aantal aanmeldingen per periode is van invloed op de tijd die de spoedbode nodig heeft voor de bezorging. Naarmate het aantal aanmelding per periode toeneemt, zal de afmeldtijd van de spoedorder de tijdslimiet steeds dichter naderen aangezien het aantal openstaande spoedorder groter wordt waardoor de spoedorders later in behandeling worden genomen.

De grafieken in figuur 5 tonen per uur het aantal keer dat er Xaanmeldingen per uur zijn binnen gekomen in de periode 1 januari 2012 tot en met 9 maart 2012. Zo toont de eerste grafiek dat het 5 keer is voorgekomen dat vier spoedorders zijn aangemeld in de periode van 8:00 uur tot 8:59 uur.

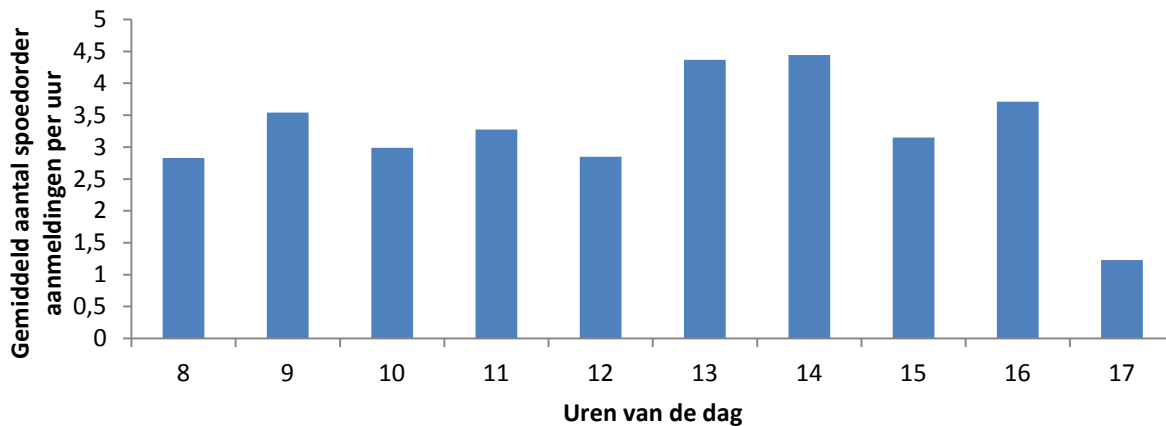
12



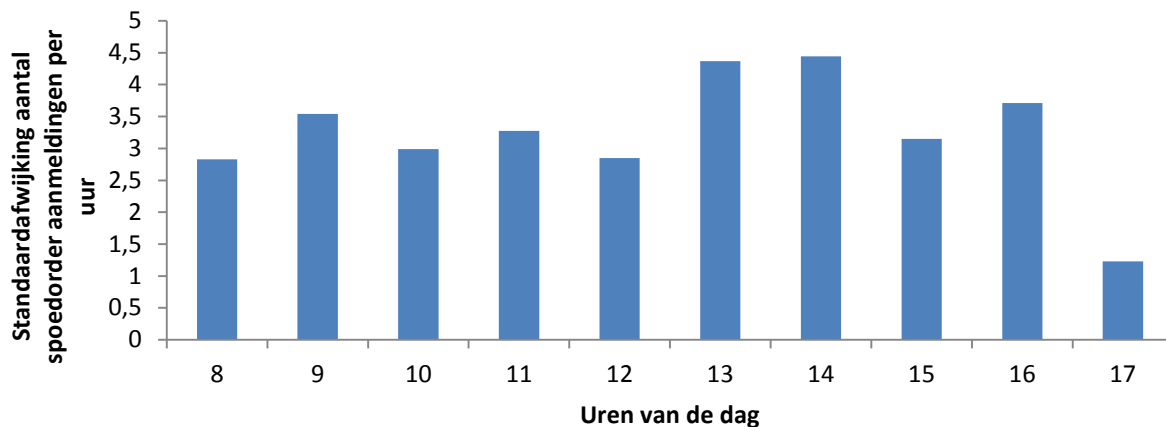
Figuur 5 Frequentie weergave van het aantal spoedorder aanmeldingen per uur geordend per uur.

Bij de meeste uren ligt het aantal aanmeldingen per uur vooral in het bereik van 8 tot en met 14 stuks. Uitzonderingen zijn de uren 8, 12 en 17, hier is het bereik naar beneden verschoven. Dit is ook logisch omdat op deze tijdstippen samenvallen met het begin van de werkdag, de lunch en het einde van de werkdag.

Figuur 6 toont dat bij alle uren op de 3 uitzondering na, het gemiddelde aantal aanmeldingen per uur rond de 10 ligt. Figuur 7 toont de standaardafwijking en daaruit blijkt dat de afwijking rond de 3 ligt waarbij de uren 13 en 14 hogere waarden hebben en uur 17 veel kleiner is.



Figuur 6 Gemiddeld aantal spoedorder aanmeldingen per uur geordend per uur.



Figuur 7 Standaardafwijking van het aantal spoedorder aanmeldingen per uur geordend per uur.

GRAADVANDYNAMICA

Voor het gemak is “effective degree of dynamism” (edod) vertaald naar de graad van dynamica.

$$edod = \frac{1}{|R|} \sum_{i \in R} \frac{T - (L_i - t_i)}{T}$$

Hierbij is R het aantal verzoeken, t_i het tijdstip dat verzoek i bekend is en L_i het tijdstip dat verzoek i in behandeling moet zijn om op tijd te zijn afgehandeld. T is de duur van de planhorizon.

Doordat $0 \leq edod \leq 1$ is een proces dynamischer naarmate de edod waarde groter wordt.

Van de totale 4488 onderzochte spoedorders is van 4133 spoedorders de tijdslimiet bekend. Doordat de tijdslimieten bekend zijn is $(L_i - t_i)$ gelijk aan tijdsduur van de tijdslimiet. Voor het gemak is voor t_i het tijdstip genomen waar op de spoedorder moet zijn afgehandeld, in plaats van de uiterste vertrektijd om spoedorder i op tijd af te handelen. T is gelijk aan $(18:00 \text{ uur} - 8:00 \text{ uur}) \times 60 \text{ minuten} = 600 \text{ minuten}$. Nu kan voor elk tijdslimiet de waarde $\frac{T - (L_i - t_i)}{T}$ worden berekend.

De graad van dynamica van het spoedorder proces is $edod = \frac{1}{|4133|} \times 3844 \frac{145}{300} \approx 0,9302$. Het spoedorder proces scoort op een schaal van 0 tot 10 een dik 9 waar door het proces als zeer dynamisch kan worden betiteld.

14

Tijdslimieten	Aantal spoedorders (R)	$\frac{T - (L_i - t_i)}{T}$	$\sum_{i \in R} \frac{T - (L_i - t_i)}{T}$
20 minuten	350	$\frac{600 - (20)}{600} = \frac{29}{30}$	$350 \times \frac{29}{30} = 338 \frac{1}{3}$
30 minuten	2029	$\frac{600 - (30)}{600} = \frac{19}{20}$	$2029 \times \frac{19}{20} = 1927 \frac{55}{100}$
60 minuten	1754	$\frac{600 - (60)}{600} = \frac{9}{10}$	$1754 \times \frac{9}{10} = 1578 \frac{6}{10}$
Onbekend	355	-	-
Totaal	4488		$3844 \frac{145}{300}$

Tabel 2 Berekening voor de graad van dynamica per tijdslimiet

4.2 MODEL

4.2.1 DOELSTELLING EN EISEN VAN DE BEZORGING

Het doel van de planning is het zo snel mogelijk bezorgen van alle openstaande spoedorders binnen de gestelde tijds-
limieten. Een spoedbode mag meerdere spoedorders tege-
lijk afhandelen. Als een nieuwe spoedorder wordt
aangemeld dan moet een nieuw pad worden bepaald.

4.2.2 WISKUNDIGE MODEL

Alle afhaallocaties en ophaallocaties van de openstaande
spoedorders en de locatie van de spoedbode kunnen elk
worden opgevat als een uniek punt. Deze punten kunnen
worden verbonden met elkaar door een lijn. Doordat het
mogelijk is om vanuit elke locatie naar ieder andere locatie
te gaan, kan ieder punt met elk ander punt verbonden wor-
den door een lijn. Aan deze lijn kan een gewicht worden
toegekend gelijk aan de reistijd tussen de locaties. Zo ont-
staat een volledige gewogen graaf van de praktijksituatie.
Een graaf is volledig als alle punten onderling verbonden
zijn door een lijn en is gewogen als lijnen voorzien zijn van
een gewicht. Vanaf het punt in de graaf dat de vertrekloca-
tie van de spoedbode voorstel, moeten alle punten één
keer worden aangedaan. Dit staat in de wiskunde bekend
als een hamiltonpad. Verschillende punten kunnen dezelfde
locatie in het UMCG voorstellen aangezien spoedorders
dezelfde afhaallocatie en/of afleverlocatie kunnen hebben
en elke locatie is een uniek punt.

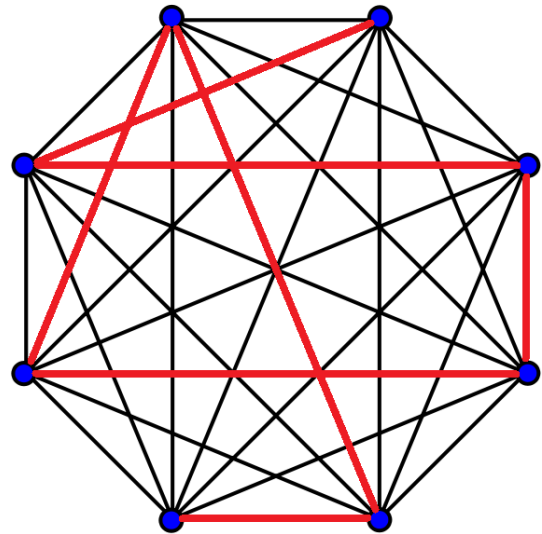
Het wiskundige model van het planprobleem is het vinden
van een zo minimaal mogelijk hamiltonpad waarbij wordt
voldaan aan de volgende gestelde eisen:

- De spoedorder wordt bezorgd voor het verstrijken van
de tijdslimiet.
- De afhaallocatie moet voor de afleverlocatie worden
bezocht.
- Het volume van de opgehaalde maar nog niet afgele-
verde spoedorders kan door de spoedbode worden
vervoerd. Let op: Een spoedbode kan meer dan 1
spoedorder bij zich hebben!

4.2.3 AANTAL PERMUTATIES

Doordat een spoedbode meer dan 1 spoedorder kan ver-
voeren is het geen handelsreizigersprobleem met per

mutaties. Bij spoedorders moeten locaties worden
bezocht. Doordat een permutatie waarbij eerst alle aflever-
locatie worden bezocht niet geldig is, is het aantal permuta-
ties kleiner dan $n!$. In figuur 12² is voor 1, 2 en 3
spoedorders het aantal permutaties berekend en is een
formule gegeven voor n spoedorders. Hier wordt geen
rekening gehouden met capaciteitsbeperkingen en tijdsbe-
perkingen wat bij het planprobleem wel het geval is waar-
door het aantal geldige permutaties kleiner is.



Figuur 8 Een hamiltonpad in een volledige graaf
van 8 punten

In the worst case, where capacity and time constraints are not
restrictive, we get

$$m_1 = 1, \quad m_2 = (4 \cdot 3)/2 = 6, \quad m_3 = 6(6 \cdot 5)/2 = 90,$$

$$m_i = \frac{(2i)(2i-1)}{2} \frac{(2(i-1))(2(i-2)-1)}{2} \dots \frac{4 \cdot 3}{2} = \frac{(2i)!}{2^i}.$$

Figuur 9 Formule voor het aantal permutaties bij
een pick-up and delivery problem zonder
beperkingen

² Bron 1

4.2.4 VOORSPELBAARHEID EN RONDJE OM DE KERK

Spoed in de term spoedorder verwijst naar een fenomeen dat er plots is en moet verholpen worden. Maar dat plotse laat zich moeilijk voorspellen mede doordat de oorsprong van de spoedorder patiënt gerelateerd is en moeilijk dan wel onmogelijk is na te gaan. Statistische gegevens zijn alleen bruikbaar om in te schatten of een tweede spoedbode nodig is.

Doordat de servicetijd, de bezorgtijd, van de spoedorders wordt bepaald door de bezoeksvolgorde van de locaties is de servicetijd afhankelijk. Hierdoor is het opstellen van een wachtrijmodel lastig aangezien de meeste modellen uitgaan van onafhankelijke servicetijden³. Daarnaast levert de spoedbode de service maar gaat de spoedbode naar de klanten toe terwijl bij wachtrijmodellen (meestal) de klanten naar de service toekomen. Om de capaciteit en wachtrijlengten na te gaan biedt simulatie mogelijk de beste kans.

Het rijden van een standaard rondje is geen optie aangezien een spoedorder van 20 minuten een dermate nauw tijdsraam is waarbinnen waarschijnlijk niet op iedere etage een rondje kan worden gereden.

Statistische kennis kan wel gebruikt worden om wachtplekken in het UMCG te bepalen waar spoedbodes kunnen wachten bij nul openstaande spoedorders.

4.2.5 MODEL OPLOSSEN

In Excel is een programma geschreven waar via een userform de gegevens voor de planning kunnen worden ingevoerd. Van de spoedorders is de volgende informatie nodig:

- Afhaallocatie van de spoedorder.
- Afleverlocatie van de spoedorder.
- Tijdslimiet van de spoedorder.
- Tijdstip aanmelding van de spoedorder.
- Volume van de spoedorder.
- Laadvolume van de spoedbode.
- Reistijd tussen verschillende locaties.

³ Bron 6 hoofdstuk 17 *Queueing theory*

Van de spoedbode is de vertrekllocatie nodig, het tijdstip dat de spoedbode kan beginnen en zijn maximale verzoersvolume. Nadat de informatie van de spoedbode en van een aantal spoedorders is ingevuld kan via de knop “Sorteer” een planning worden opgesteld. Doordat het brute force berekenen niet correct gebeurde maar de fout hiervan niet op tijd kon worden achterhaald, is dit achterwege gelaten.

De spoedorders worden opgeslagen in een User-Definend data type(UDDT) wat te vergelijken is met een record in de programmeertaal Pascal. De spoedorders staan opvolgorde van aanmelden. Zo bevat de UDDT Order(1) de informatie van de afhaallocatie van de eerste aanmelding en Order(2) de informatie van de afleverlocatie van de eerste aanmelding. Order(3) en Order(4) geldt hetzelfde maar dan voor de tweede aanmelding. Een pad ontstaat door van de vertrekllocatie naar de locatie in Order(1) te gaan en van daaruit naar de locatie vermeld in Order(2) totdat ze allemaal zijn bezocht en alle locaties zijn bezocht. Door de informatie van de UDDT's met elkaar te verwisselen ontstaat een ander pad. Bijvoorbeeld door Order(2) en Order(3) met elkaar te verwisselen. Dit is wat de heuristieken doen.

Een heuristiek is een benaderingsmethode⁴ waarvan het principe simpel te begrijpen is en dat snel een oplossing produceert. Deze oplossing kan optimaal zijn maar meestal is de oplossing niet optimaal. Daarnaast kan vaak niet worden bepaald of de oplossing optimaal is of niet.

De constructie heuristieken ordenen de spoedorders, afhaallocatie en afleverlocatie, op basis van de aanmeldtijd, het uiterste tijdstip waarop een spoedorder moet zijn afgehandeld en de aanmeldtijd + de helft van de tijdslimiet.

Nadat de constructie heuristieken een pad hebben opgesteld proberen de drie verbeter heuristieken dit pad te verbeteren. In dit geval een kortere reistijd vinden voor het bezoeken van alle locaties. De eerste heuristiek probeert twee punten uit een pad met elkaar van positie te verwisselen. Als locatie X als eerste wordt bezocht en locatie Q als laatste, dan wordt locatie X als laatste bezocht en locatie Q als eerste. De tweede heuristiek probeert een punt uit een

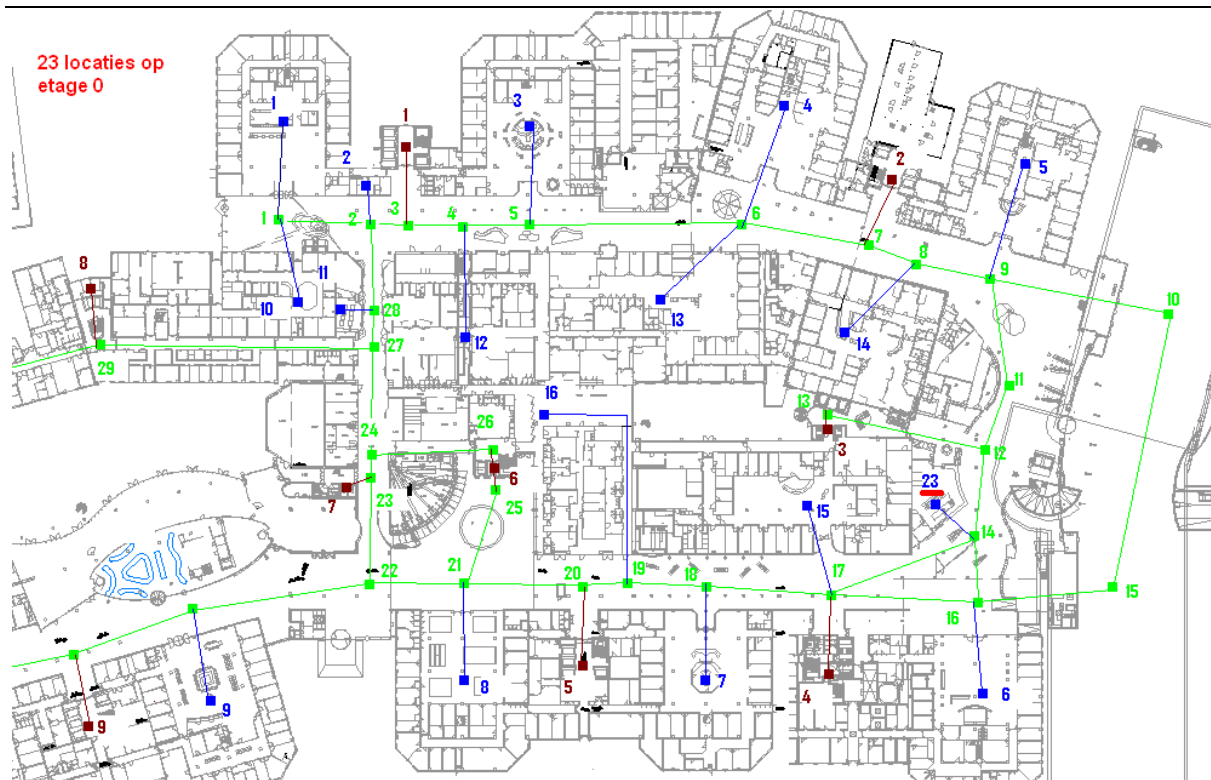
⁴ Bron 4

pad te halen en dit punt ergens anders in het pad tussen twee punten te plaatsen. Bijvoorbeeld door punt 6 tussen punt 2 en 3 te plaatsen waardoor punt 6 punt 3 wordt en de punten 3, 4 en 5 allemaal een punt verschuiven. De derde heuristiek probeert hetzelfde als heuristiek 2 maar dan door opeenvolgende 2 punten te verplaatsen in plaats van 1 punt.

Het programma voert eerst de constructie heuristieken uit waarna de beste oplossing wordt gekozen. Deze oplossing wordt verbeterd door de heuristieken in de volgorde heuristiek 1, heuristiek 2 en dan heuristiek 3. Als een betere oplossing wordt gevonden wordt dit de beste oplossing en wordt geprobeerd deze te verbeteren. Het verbeteren stopt wanneer alle drie heuristieken achter elkaar geen ver-

betering gevonden hebben. De oplossingen worden pas aangenomen als aan de eisen van de planning is voldaan.
4.2.6 DATA

Het programma maakt gebruik van een tabel met daarin de reistijden tussen de locaties. Deze tabel is gebaseerd op een verbindingsmatrix van het UMCG. Voor liften is uitgegaan van een gebruiksduur van 1 minuut. Voor het omzetten van de afstanden tussen de locaties naar tijd, is een snelheid van 7 kilometer per uur gebruikt. Deze snelheid is alleen gebaseerd op de aanname dat het elektrische voertuig van de spoedbode sneller gaat dan wandelen met 5 kilometer per uur.



Figuur 10 Plattegrond van het UMCG. Blauwe punten zijn locaties, groene punten zijn kruispunten van paden en rode punten zijn liften. De lijnen geven een verbinding aan. Verbindingsmatrix is gebaseerd op deze plattegrond.

4.2.7 TESTEN

Voor het testen zijn drie testsets opgesteld. Iedere set bevat 10 spoedorders met een afhaallocatie, een afleverlocatie, tijdslimiet, volume en tijdstip van aanmelding. De heuristieken moeten een pad vinden op basis van de set waarbij ieder pad begint vanaf dezelfde locatie op hetzelfde tijdstip. De heuristieken moeten een pad vinden met 5, 6, 7, 8, 9 en 10 spoedorders. Het vervoersvolume van de spoedbode is 2, 3 of 4 en het volume van de spoedbodes is 1.

In de tabellen staan per set volgende kolommen:

- Spoedorders: De gebruikte spoedorders van de set.
- Vertreklocatie: De vertreklocatie van de spoedbode. (beginpunt van het pad)
- Ver trektijd: Het vertrektijdstip van de spoed.
- Reistijd heuristiek: De beste reistijd gevonden door de heuristieken.
- Volgorde: Het pad.
- Volume spoedbode: Het maximale vervoersvolume van de spoedbode.
- Volume spoedorders: Het volume van elke spoedorder.

Als uitleg bij de tabellen wordt de eerste test van set 1 toegelicht in tabel 2.

De bezoekvolgorde is "1 - 2 - 7 - 9 - 8 - 5 - 10 - 3 - 6 - 4" en het volgen van het pad duurt 20,8678 minuten. De starttijd is 14:12 uur en de eindtijd is dan ongeveer 14:33 uur. De vervoerscapaciteit van de spoedbode is 2 spoedorders. In de bezoekvolgorde zijn de even nummers afleverlocaties en de oneven nummers afhaallocaties. In tabel 3 wordt de volgorde "1 - 2 - 7 - 9 - 8 - 5 - 10 - 3 - 6 - 4" verder uitgelicht.

Het vervoersvolume van de spoedbode en het volume van de spoedorders hebben geen eenheid. Hier kan het maximale vervoersvolume van de spoedbode worden opgevat als het aantal spoedorders dat eerst worden verzameld en dan pas bezorgt.

In de testen zijn geen 20 minuten tijdslimieten opgenomen. De aanname is gedaan dat deze spoedorders direct moeten worden afgehandeld. Dit gebeurt namelijk ook in de praktijk al is het geen officieel beleid. Het enige officiële beleid is dat de spoedorders binnen de tijdslimieten moet worden bezorgt.

Handeling	Locatie
Vertrek	M1KV
Spoedorder 1 opgehaald	Intern Dagcentrum
Spoedorder 1 afgeleverd	CMC IV / Stollingslab
Spoedorder 4 opgehaald	Apotheek 3 (distributie)
Spoedorder 5 opgehaald	Apotheek 3 (distributie)
Spoedorder 4 afgeleverd	Apotheek de Sprong
Spoedorder 3 opgehaald	E2VA
Spoedorder 5 afgeleverd	K2va
Spoedorder 2 opgehaald	ODBC
Spoedorder 3 afgeleverd	poli Neuro (NEAP / NEEG) / neuro priklab PK
Spoedorder 2 afgeleverd	KIFC

Tabel 3 Uitwerking van het hamiltonpad "1-2-7-9-8-5-10-3-6-4" gebaseerd op set 1.

spoedorders	Vertreklocatie	vertrektijd	Reistijd heuristiek (min)	Bezoekvolgorde	Volume spoed bode	Volume spoed orders
1-2-3-4-5	M1KV	14:06	20,8678	1-2-7-9-8-5-10-3-6-4	2	1
1-2-3-4-5	M1KV	14:06	18,7903	1-2-7-9-5-10-8-3-6-4	3	1
1-2-3-4-5	M1KV	14:06	18,6232	1-7-9-5-10-8-3-6-4-2	4	1
1-2-3-4-5-6	M1KV	14:06	28,1495	7-9-8-10-5-1-6-3-4- 11-2-12	2	1
1-2-3-4-5-6	M1KV	14:06	21,781	7-9-5-10-8-11-3-6-4- 1-12-2	3	1
1-2-3-4-5-6	M1KV	14:06	21,1731	1-7-9-5-10-8-11-3-6- 4-2-12	4	1
1-2-3-4-5-6-7	M1KV	14:06	34,7684	7-9-8-10-5-1-6-3-4- 11-2-12-13-14	2	1
1-2-3-4-5-6-7	M1KV	14:06	27,3923	7-9-13-14-5-10-8-11- 3-6-4-1-12-2	3	1
1-2-3-4-5-6-7	M1KV	14:06	26,7844	1-7-9-13-14-5-10-8- 11-3-6-4-2-12	4	1
1-2-3-4-5-6-7-8	M1KV	14:06	36,1748	7-9-8-5-10-3-6-4-11- 1-2-12-15-16-13-14	2	1
1-2-3-4-5-6-7-8	M1KV	14:06	31,7527	7-9-13-14-5-10-8-11- 3-6-4-1-2-12-15-16	3	1
1-2-3-4-5-6-7-8	M1KV	14:06	31,4582	1-5-7-9-8-10-3-11-6- 4-2-12-15-16-13-14	4	1
1-2-3-4-5-6-7-8-9	M1KV	14:06	-	-	2	1
1-2-3-4-5-6-7-8-9	M1KV	14:06	-	-	3	1
1-2-3-4-5-6-7-8-9	M1KV	14:06	-	-	4	1
1-2-3-4-5-6-7-8-9- 10	M1KV	14:06	-	-	2	1
1-2-3-4-5-6-7-8-9- 10	M1KV	14:06	-	-	3	1
1-2-3-4-5-6-7-8-9- 10	M1KV	14:06	-	-	4	1

Tabel 4 Resultaten van de heuristieken bij set 1.

spoedorders	Vertreklocatie	vertrektijd	Reistijd heuristiek (min)	Volgorde	Volume spoed Bode	Volume spoed orders
1-2-3-4-5	K2va	9:22	20,7525	1-3-4-2-9-7-10- 5-8-6	2	1
1-2-3-4-5	K2va	9:22	18,7657	1-3-2-9-7-4-10- 5-8-6	3	1
1-2-3-4-5	K2va	9:22	17,6954	3-1-9-7-2-4-10- 5-8-6	4	1
1-2-3-4-5-6	K2va	9:22	27,5434	1-3-2-9-4-10-5- 11-6-7-12-8	2	1
1-2-3-4-5-6	K2va	9:22	21,3024	1-9-7-2-3-4-10- 5-11-6-8-12	3	1
1-2-3-4-5-6	K2va	9:22	20,2454	3-1-7-9-2-4-10- 5-6-11-8-12	4	1
1-2-3-4-5-6-7	K2va	9:22	-	-	2	1
1-2-3-4-5-6-7	K2va	9:22	-	-	3	1
1-2-3-4-5-6-7	K2va	9:22	-	-	4	1
1-2-3-4-5-6-7-8	K2va	9:22	-	-	2	1
1-2-3-4-5-6-7-8	K2va	9:22	-	-	3	1
1-2-3-4-5-6-7-8	K2va	9:22	-	-	4	1
1-2-3-4-5-6-7-8-9	K2va	9:22	-	-	2	1
1-2-3-4-5-6-7-8-9	K2va	9:22	-	-	3	1
1-2-3-4-5-6-7-8-9	K2va	9:22	-	-	4	1
1-2-3-4-5-6-7-8- 9-10	K2va	9:22	-	-	2	1
1-2-3-4-5-6-7-8- 9-10	K2va	9:22	-	-	3	1
1-2-3-4-5-6-7-8- 9-10	K2va	9:22	-	-	4	1

Tabel 5 Resultaten van de heuristieken bij set 2.

spoedorders	Vertreklocatie	vertrektijd	Reistijd heuristiek (min)	Volgorde	Volume spoed bode	Volume spoed orders
1-2-3-4-5	THIC	14:35	20,8602	7-5-6-1-2-9-10-8-3-4	2	1
1-2-3-4-5	THIC	14:35	20,3285	7-5-1-6-9-2-10-8-3-4	3	1
1-2-3-4-5	THIC	14:35	20,3285	7-5-1-6-9-2-10-8-3-4	4	1
1-2-3-4-5-6	THIC	14:35	21,8569	11-12-5-6-1-2-9-10-7-8-3-4	1	1
1-2-3-4-5-6	THIC	14:35	21,3984	11-12-7-5-6-1-2-9-10-8-3-4	2	1
1-2-3-4-5-6	THIC	14:35	20,8667	11-12-7-5-1-6-9-2-10-8-3-4	3	1
1-2-3-4-5-6	THIC	14:35	20,8667	11-12-7-5-1-6-9-2-10-8-3-4	4	1
1-2-3-4-5-6-7	THIC	14:35	32,9895	11-12-7-8-1-2-9-10-13-14-5-6-3-4	1	1
1-2-3-4-5-6-7	THIC	14:35	29,6638	11-1-2-9-10-7-12-8-13-3-4-14-5-6	2	1
1-2-3-4-5-6-7	THIC	14:35	27,7237	11-7-12-9-5-6-1-2-10-8-3-4-13-14	3	1
1-2-3-4-5-6-7	THIC	14:35	27,7237	11-7-12-9-5-6-1-2-10-8-3-4-13-14	4	1
1-2-3-4-5-6-7-8	THIC	14:35	33,5809	11-12-7-8-1-2-9-10-13-14-5-6-15-16-3-4	1	1
1-2-3-4-5-6-7-8	THIC	14:35	36,9025	11-12-9-10-1-2-7-3-4-13-14-5-6-15-8-16	2	1
1-2-3-4-5-6-7-8	THIC	14:35	33,7464	11-3-4-9-10-12-7-5-6-1-2-13-14-15-8-16	3	1
1-2-3-4-5-6-7-8	THIC	14:35	34,6171	11-7-9-12-5-1-2-3-10-13-14-6-15-8-16-4	4	1
1-2-3-4-5-6-7-8-9	THIC	14:35	37,7673	11-12-7-8-15-16-5-6-1-2-9-10-17-18-13-14-3-4	1	1
1-2-3-4-5-6-7-8-9	THIC	14:35	33,3898	11-17-18-12-9-1-2-7-10-3-4-13-14-5-6-15-8-16	2	1
1-2-3-4-5-6-7-8-9	THIC	14:35	33,3964	11-7-12-1-9-2-10-17-13-18-3-4-14-5-6-15-8-16	3	1
1-2-3-4-5-6-7-8-9	THIC	14:35	35,0865	17-11-18-13-9-1-2-12-7-8-10-15-3-14-4-16-5-6	4	1
1-2-3-4-5-6-7-8-9-10	THIC	14:35	-	-	1	1
1-2-3-4-5-6-7-8-9-10	THIC	14:35	-	-	2	1
1-2-3-4-5-6-7-8-9-10	THIC	14:35	-	-	3	1
1-2-3-4-5-6-7-8-9-10	THIC	14:35	-	-	4	1

Tabel 6 Resultaten van de heuristieken bij set 3.

Set	Spoedorders	Vershil in reistijd volume spoedbode 2 en volume spoedbode 4	Set	Spoedorders	Vershil in reistijd volume spoedbode 2 en volume spoedbode 4
1	1-2-3-4-5	2,25 minuut	1	1-2-3-4-5-6	6,98 minuut
1	1-2-3-4-5-6-7	7,98 minuut	1	1-2-3-4-5-6-7-8	4,72 minuut
1	1-2-3-4-5-6-7-8-9	-	1	1-2-3-4-5-6-7-8-9-10	-
2	1-2-3-4-5	3,06 minuut	2	1-2-3-4-5-6	7,30 minuut
2	1-2-3-4-5-6-7	-	2	1-2-3-4-5-6-7-8	-
2	1-2-3-4-5-6-7-8-9	-	2	1-2-3-4-5-6-7-8-9-10	-
3	1-2-3-4-5	0,53 minuut	3	1-2-3-4-5-6	0,99 minuut
3	1-2-3-4-5-6-7	5,27 minuut	3	1-2-3-4-5-6-7-8	-1,04 minuut
3	1-2-3-4-5-6-7-8-9	2,68 minuut	3	1-2-3-4-5-6-7-8-9-10	-

Tabel 7 Verschil in reistijd bij vervoersvolume van 2 en 4 van de spoedbode.

Uit de testresultaten blijkt dat de heuristieken moeilijk in staat zijn om een geldig hamiltonpad te vinden. Dit is al een wiskundig moeilijk probleem. Het maximale vervoersvolume van de spoedbode heeft invloed op de reistijd. Afhankelijk van de samenstelling van de spoedorders is het verschil tussen een spoedbode met vervoersvolume 2 of met vervoersvolume 4 in reistijd -1 tot 8 minuten.

Bij de spoedorders “1-2-3-4-5-6-7-8” van set 3 is de reistijd korter bij de spoedbode met capaciteit 3 dan bij capaciteit 1 en 4. De bezoeksorde bij capaciteit 3 zou ook bij capaciteit 4 geldig zijn maar doordat de heuristieken niet zoals bij genetische algoritmes terug kunnen komen op gemaakte beslissingen, ontstaan deze situaties niet. Bij constructie en verbeter heuristieken specifiek ontworpen voor Pick-up and Delivery Problem zal dit minder snel voorkomen, vooral bij kleine problemen zoals het spoedorder probleem.

Een probleem bij het plannen zijn de tijdslijmieten. Een planning is geldig als de spoedorders binnen de tijdslijmie-

ten wordt bezorgd waardoor een planning ook geldig is als de spoedorder 1 minuut voor het verstrijken van de tijdslijmiet wordt gepland. Doordat de planning wordt gedaan op basis van richttijd/normtijden kan de spoedbode in de praktijk eerder of later klaar zijn. Bij een minuut vertraging wordt de tijdslijmiet overschreden. Door puur de reisafstand of reistijd te minimaliseren ontstaan dergelijke situatie. Door in de planning de tijdslijmieten met 5 minuten te verlagen ontstaat in de praktijk ruimte voor afwijking van de tijden/afstanden waarmee is gepland. Het maximaliseren van de tijd voordat een tijdslijmiet wordt overschreden kan tot een zelfde situatie leiden.

5 CONCLUSIES

5.1 LITERATUUR

Er is geen literatuur gevonden dat precies voldoet aan de eigenschappen van het planprobleem van de spoedorders. In de literatuur wordt het planprobleem beschreven als Pick-up and Delivery Problem (PDP). Specifiekere namen zijn Vehicle routing Pick-up and Delivery Problem (VRPDP) en one commodity pick-up and delivery traveling salesman problem (1-PDTSP). De literatuur behandelt grote problemen vanaf 20 orders terwijl dit het maximale in het spoedorder planprobleem is. Waarschijnlijk is dan ook een tweede spoedbode nodig. Ook is in de literatuur de informatie eerder beschikbaar en duurt de tijdslimiet langer. Bij het onderzochte planprobleem wordt informatie over de taak pas beschikbaar als de taak moet worden uitgevoerd. In combinatie met de korte tijdslimieten is het een situatie dat niet veel voorkomt waardoor het waarschijnlijk niet specifiek uitgelicht en onderzocht is.

De data is niet betrouwbaar. Dit komt doordat de data registratie nog gedeeltelijk door mensen wordt gedaan. En dit komt weer doordat het aanmelden en registreren van spoedorders maar gedeeltelijk gestandaardiseerd en gedigitaliseerd is waardoor ruimte voor persoonlijke interpretatie en invulling blijft. Ondanks dat de data niet betrouwbaar is geeft het een beeld van de omvang van het planprobleem. Bij betere registratie van statuswijzigingen is het vermoeden dat het aantal openstaande spoedorders dat regelmatig voorkomt, maximaal rond de 10 of 11 spoedorders liggen. Doordat de aanmelding van spoedorders via twee software modules gebeurt, is de opslag in de database niet volledig waardoor het niet direct bruikbaar is door een software module.

5.2 SPOEDORDERS

Op een schaal van 0 tot 10 scoort het spoedorder proces een dikke 9 waardoor het proces als zeer dynamisch kan worden gekenmerkt. Ook het aantal spoedorder aanmeldingen per uur kan zeer verschillend zijn. Zo is het voorgekomen dat tussen 13:00 uur en 13:59 uur maar 2

spoedorders zijn aangemeld terwijl in hetzelfde tijdsbestek ook weleens 29 spoedorders zijn aangemeld. Het proces is dan ook niet voorspel waardoor ad-hoc gereageerd moet worden op nieuwe spoedorders.

5.3 PLANNEN

Heuristieken zijn instaat om geldige hamiltonpaden te maken. Hiervan kan niet worden gezegd in hoeverre deze optimaal zijn. De gebruikte heuristieken zijn origineel bedoeld voor hamiltonpaden waar elk punt tot dezelfde groep behoort. Bij het planprobleem en bij pick-up and delivery problem in het algemeen, zijn de punten verdeeld in een groep ophaalpunten en een groep afleverpunten. Door heuristieken te gebruiken speciaal voor pick-up and delivery problem en deze te combineren met een branch&cut algoritme zijn de heuristieken wel bruikbaar.

Doordat het proces zo dynamisch is lijkt het verstandig om bij nieuwe informatie een geheel nieuwe planning te maken. Behalve dat de geteste heuristieken niet geschikt zijn voor het plannen ontbreekt het ook nog aan informatie om gestructureerd te plannen. Het volume van de spoedorders is onbekend net als het maximale volume en afmeting van de spoedbode. Hierdoor kan niet bepaald worden of de spoedbode nog ruimte heeft voor een bepaalde lading. Daarnaast is niet bekend wat de afstand en de reistijd is tussen de locaties. In dit onderzoek is een poging hier tot gedaan. Dit kan dienen als blauwdruk voor een beter doordachte en gestandaardiseerde versie.

Kort samengevat heeft het dit onderzoek geen concrete toepassing opgeleverd voor het spoedorder proces. Wel is veel duidelijk geworden wat nodig om het spoedorder proces verder te professionaliseren zodat het beter inzichtelijk is en gericht gestuurd kan worden. In het volgende hoofdstuk draag ik een aantal punten aan die daartoe leiden kunnen.

6 AANBEVELINGEN

Het spoedorder proces wordt nu door toedoen van de spoedbode en de planner in goede banen geleid. Menselijk inzicht en capaciteit zijn hier deels voor verantwoord. Het ondoordacht veranderen van een (deel) proces kan leiden tot onverwachte en ongewenste situaties. De moeilijkheid van dit proces is de dynamica en de schommeling van de omvang van het planprobleem waar nauwelijks op vooruit kan worden gelopen en voornamelijk op gereageerd moet worden.

Aanbevolen wordt om eerst het aanmeldproces van de spoedorders te standaardiseren en dan pas te beginnen met het digitaliseren van de planning.

6.1 STANDAARDISEREN AANMELDPROCES

TRACK&TRACE

Het invoeren van een soort track&trace systeem is de hoofd aanbeveling. Dit werkt met barcodes en scanners zodat bij het ophalen en afleveren van spoedorders de werkelijke ophaal en afhaaltijden in de database worden geregistreerd bij het scannen. Het voordeel van een track&trace systeem is het digitaliseren van de statuswijzigingen van de spoedorders. Hierdoor zal de data vollediger en betrouwbaarder zijn.

VASTE LOCATIES OPHALEN EN AFLEVEREN

Van elke afdeling die spoedorders kan afgeven en/of ontvangen moet duidelijk zijn waar de spoedorders worden afgegeven en ontvangen. Door een vaste locatie te creëren kan zowel het personeel van de afdeling als de spoedbode weten waar de spoedorders behoren.

STANDAARD VOLUMES

Door standaard volumes voor de spoedorders te formuleren kan bij een volume aan een spoedorder gekoppeld worden. Zo kan bij het digitaal aanmelden door de afdelingen zelf een standaard volume aan de spoedorder worden gekoppeld. Hiermee kan een planmodule een planning opstellen.

SECTOREN & REISTIJD

Voor het plannen zijn reistijden nodig van de afdelingen. Door het UMCG op te delen in sectoren en hiervan een verbindingsmatrix op te stellen, kan met behulp van een kortste-pad algoritme een tabel worden opgesteld met reistijden van de sectoren onderling. Dit kan analoog aan de manier zoals bij dit onderzoek is gedaan. Deze theoretische reistijden kunnen worden aangevuld met praktijktijden op basis van de gegevens van de track&trace systeem.

6.2 DIGITAAL PLANNEN

Door het aanmeldproces van de spoedorders verder te standaardiseren wordt het aanmeldproces uniform. Dit is nodig voor het digitaal plannen van de spoedorders. Pas als het aanmeldproces verder is gestandaardiseerd kan het plannen worden gedigitaliseerd. Het digitaliseren van de planning levert nog een aantal vragen op en deze moeten beantwoord worden.

De spoedorders kunnen drie tijdslimieten hebben. Hiervan is het onduidelijk hoe de planning ermee moet omgaan. Dit moet nog onderzocht worden.

Voor het invoeren van het digitaal plannen is kennis nodig van wiskunde en software. Onderzocht moet worden of deze kennis intern of extern de organisatie aanwezig is en gebruikt kan worden. Bron 2 behandelt een oplosmethode voor een VRPDP. Dit kan als basis dienen voor digitaliseren van de plannen en de zoektocht naar de benodigde kennis.

Ook moeten worden onderzocht wanneer een tweede spoedbode moet worden ingeschakeld. Dit kan niet met wachtrijmodellen worden gedaan waardoor simulatie nodig is. Daarnaast moet worden onderzocht hoe het plannen van twee spoedbodes werkt.

Voor het digitaal plannen en voor het beheersen van het spoedorder proces is het van belang dat het aanmeldproces verder wordt gestandaardiseerd wordt. Pas als dit is gedaan kan worden begonnen met het opzetten en uitvoeren van digitaal plannen.

7 BRONNEN

1. “An adaptive insertion algorithm for the single-vehicle dial-a-ride problem with narrow time windows”; Lauri Häme; European Journal of Operational Research; 2010, Elsevier
2. “A branch-and-cut algorithm for a traveling salesman problem with pickup and delivery”; Hipólito Hernández-Pérez, Juan-José Salazar-González; Discrete Applied Mathematics; 2003; Elsevier
3. “Dynamic pickup and delivery problems”; Gerardo Berbeglia, Jean-François Cordeau, Gilbert Laporte; European Journal of Operational Research; 2009; Elsevier
4. Dictaat grafentheorie; NHL Hogeschool; 2006
5. “Solving the Asymmetric Travelling Salesman Problem with Time Windows by Branch-and-Cut”; Norbert Ascheuer, Matteo Fischetti, Martin Grötschel; Konrad-Zuse-Zentrum für Informationstechnik Berlin; 2009
6. “Introduction to operations research”; F.S. Hillier, G.J. Lieberman; negende editie; 2010; Mc Graw Hill
7. “Excel 2007 power programming with VBA”; J. Walkenbach; 2007; Wiley Publishing
8. Dictaat discrete optimalisering; NHL Hogeschool; 2006

8 BIJLAGE

AFBEELDINGEN VAN GEBREKEN IN DE DATA

	G	H	I	J	K	L	M	N	O	
1	Aanmelding	Afmelding	Doorlooptijd	CODE	Ophaallocatie	Afleverlocatie	Tijdslimiet	spoedjes open na afmel	spoedjes open na aanme	Toelichting
61	17:23	9-3-2012 17:26		5 01355733.00	OC RECEPTIE 3E	PA-lab	Binnen 00:30 uur	0	13	
62	17:22	9-3-2012 17:26		5 01355732.00	AP RECEPTUUR	D2VA	Binnen 01:00 uur	0	12	
63	16:34	9-3-2012 17:25		55 01355717.00	Apotheek2	Apotheek de Sprong	Binnen 00:30 uur	2	11	[Ophaa
64	16:34	9-3-2012 17:25		55 01355718.00	Apotheek2	THIC	Binnen 00:30 uur	2	11	[Ophaa
65	16:40	9-3-2012 17:25		50 01355721.00	Apotheek2		Binnen 01:00 uur	2	14	[Ophaa
66	16:39	9-3-2012 17:25		50 01355720.00	Apotheek2	THIC	Binnen 00:30 uur	2	13	[Ophaa
67	16:55	9-3-2012 17:25		35 01355727.00	Apotheek2	D2VA	Onbekend	2	14	[Ophaa
68	16:51	9-3-2012 17:25		35 01355726.00	Apotheek2		Binnen 01:00 uur	2	13	[Ophaa
69	17:14	9-3-2012 17:25		15 01355730.00	AP RECEPTUUR		Binnen 01:00 uur	2	10	
70	17:13	9-3-2012 17:25		15 01355729.00	FAX SANQUIN UITGIFTE		Binnen 01:00 uur	2	9	
71	17:18	9-3-2012 17:25		10 01355731.00	CMC IV / Stollingslab		Binnen 01:00 uur	2	11	
72	16:29	9-3-2012 17:24		60 01355712.00	Apotheek2	Apotheek de Sprong	Onbekend	11	7	[Ophaa
73	16:29	9-3-2012 17:24		60 01355713.00	Apotheek2	Apotheek de Sprong	Onbekend	11	7	[Ophaa
74	16:29	9-3-2012 17:24		60 01355714.00	Apotheek2	Apotheek de Sprong	Onbekend	11	7	[Ophaa
75	16:46	9-3-2012 17:11		30 01355725.00	Apotheek 3 (distributie)	REC ONTVANGSTHAL	Binnen 01:00 uur	9	17	
76	16:45	9-3-2012 17:11		30 01355724.00	PK DERMA CONSULTEN	lab Dermatologie	Binnen 00:30 uur	9	16	
77	15:47	9-3-2012 17:07		85 01355670.00	Bruns	Medische Micro Biologie	Binnen 01:00 uur	11	0	
78	15:49	9-3-2012 17:07		80 01355673.00	Arbeid en Gezondheid	Medische Micro Biologie	Binnen 01:00 uur	11	1	
79	16:31	9-3-2012 17:07		40 01355716.00	LC PRIKLAB	LAB BIJZ BEP CHEMIE	Binnen 01:00 uur	11	10	9-3-201
80	16:44	9-3-2012 17:05		25 01355723.00	OC RECEPTIE 3E		Binnen 00:30 uur	14	15	9-3-201
81	15:55	9-3-2012 16:48		55 01355678.00	Apotheek 3 (distributie)	THIC	Binnen 00:30 uur	13	3	[Ophaa
82	16:12	9-3-2012 16:48		40 01355684.00	Apotheek2	D2VA	Onbekend	13	4	[Ophaa
83	16:14	9-3-2012 16:48		35 01355697.00	Apotheek 3 (distributie)		Binnen 00:30 uur	13	5	[Ophaa
84	16:17	9-3-2012 16:48		35 01355699.00	Apotheek2	D2VA	Binnen 00:30 uur	13	5	[Ophaa
85	16:19	9-3-2012 16:48		30 01355711.00	Apotheek2	M2VA	Onbekend	13	6	[Ophaa
86	15:51	9-3-2012 16:17		30 01355675.00	PK RADIOLOGIE	PA-lab	Binnen 00:30 uur	5	2	

Aantal openstaande spoedorders bij afmelding verschilt veel met het aantal openstaande spoedorders bij aanmelding.

29

1	Aanmelding	Afmelding	ID-codé	Alfaallocatie	Afleverlocatie	Tijdslimiet	Toelichting
4562	3-2-2012 15:00	3-2-2012 15:13	01342915.	Wieringa		Binnen 01:00 uur	3-2-2012 15:01 Jonge de , Bert: balie kno een status naar poli oogh
4563	28-2-2012 11:17	28-2-2012 11:33	01351834.	Witt de		Binnen 01:00 uur	28-2-2012 11:20 Jonge de , Bert: pakje voor de postkamer
4564	15-2-2012 9:30	15-2-2012 9:45	01346754.	Witziers-Vries de		Binnen 01:00 uur	15-2-2012 9:31 Vogd, Henk: medicijnen retour apo distributie
4565	10-2-2012 15:20	10-2-2012 15:50	01345521.	Woorntman-Hummel		Binnen 01:00 uur	10-2-2012 15:22 Vogd, Henk: status van poli neurochirurgie naar m4 kinderkliniek
4566	1-2-2012 15:07	1-2-2012 15:10	01341931.	Wormmeester		Binnen 00:30 uur + contact	1-2-2012 15:08 Kolthof, Monique:in de lift van de CSA staat een kar voor de THCK
4567	7-3-2012 9:53	7-3-2012 10:13	01354432.	Wormmeester		Binnen 00:30 uur	7-3-2012 9:53 Brink, Hennie: spoedkar voor OZO 1e verdieping, staat bij de liften.
4568	10-1-2012 9:41		01332205.	Wortelboer	lab Metabolenziekte	Binnen 01:00 uur	10-1-2012 9:44 Jonge de , Bert: klant belt de melding komt te vervallen.
4569	20-2-2012 10:49	20-2-2012 11:26	01348841.	Woude van der		Binnen 00:30 uur	[Ophaaladres] Apotheek Distributie (938) 40.3.-.055 [Afleveradres] Ander afleverpunt
4570	12-1-2012 15:48	12-1-2012 16:17	01333665.	Woude van der		Binnen 01:00 uur	[Ophaaladres] Apotheek Distributie (938) 40.3.-.055 [Afleveradres] Ander afleverpunt
4571	2-3-2012 16:12	2-3-2012 16:58	01353155.	Woude van der		Binnen 01:00 uur	[Ophaaladres] Apotheek Distributie (938) 40.3.-.055 [Afleveradres] Ander afleverpunt
4572	2-3-2012 16:12	2-3-2012 16:58	01353156.	Woude van der		Binnen 01:00 uur	[Ophaaladres] Apotheek Distributie (938) 40.3.-.055 [Afleveradres] Ander afleverpunt
4573	1-3-2012 8:28	1-3-2012 8:38	01352468.	Woude van der		Binnen 01:00 uur	[Ophaaladres] Apotheek Distributie (938) 40.3.-.055 [Afleveradres] Ander afleverpunt
4574	8-2-2012 11:38	8-2-2012 12:06	01344333.	Woude van der		Binnen 01:00 uur	[Ophaaladres] Apotheek Distributie (938) 40.3.-.055 [Afleveradres] Ander afleverpunt
4575	8-2-2012 14:11	8-2-2012 14:30	01344303.	Woude van der		Binnen 01:00 uur	[Ophaaladres] Apotheek Distributie (938) 40.3.-.055 [Afleveradres] Ander afleverpunt
4577	1-3-2012 10:19	1-3-2012 10:43	01352553.	Woude van der		Binnen 01:00 uur	[Ophaaladres] Apotheek Distributie (938) 40.3.-.055 [Afleveradres] Ander afleverpunt
4578	20-2-2012 9:36	20-2-2012 9:59	01348775.	Woude van der		Binnen 00:30 uur	[Ophaaladres] Apotheek Distributie (938) 40.3.-.055 [Afleveradres] Ander afleverpunt
4579	12-1-2012 14:21	12-1-2012 14:28	01333616.	Woude van der		Binnen 01:00 uur	[Ophaaladres] Apotheek Distributie (938) 40.3.-.055 [Afleveradres] Ander afleverpunt
4580	24-2-2012 10:06	24-2-2012 10:35	01350807	Woude van der		Binnen 00:30 uur	[Ophaaladres] Apotheek Distributie (938) 40.3.-.055 [Afleveradres] Ander afleverpunt

Geen afleverlocatie in het veld "afleverlocatie"

[Aantal pakjes] 6 of meer	[Medewerker Postkamer]	[Inhoud pakje]	[Afleveradres] CMC4 verzendlab Lab apotheek Medisch Microbiologie Medisch Microbiologie PA lab	[Afleveradres anders]
[Aantal pakjes] 6 of meer	[Medewerker Postkamer]	[Inhoud pakje]	[Afleveradres] CMC4 verzendlab Lab apotheek Medisch Microbiologie Genetica Immunologie Lab allergie	[Afleveradres a
[Aantal pakjes] 6 of meer	[Medewerker Postkamer]	[Inhoud pakje]	[Afleveradres] CMC4 verzendlab Lab apotheek Medisch Microbiologie Genetica Immunologie Lab Mol/vitrine Lab allergie	
[Aantal pakjes] 6 of meer	[Medewerker Postkamer]	[Inhoud pakje]	[Afleveradres] CMC4 verzendlab Lab apotheek Medisch Microbiologie Genetica Lab 8 bijzondere bepalingen Immunologie L	
[Aantal pakjes] 6 of meer	[Medewerker Postkamer]	[Inhoud pakje]	[Afleveradres] CMC4 verzendlab Lab apotheek Medisch Microbiologie Genetica Lab 8 bijzondere bepalingen Lab allergie	
[Aantal pakjes] 6 of meer	[Medewerker Postkamer]	[Inhoud pakje]	[Afleveradres] CMC4 verzendlab Lab apotheek Medisch Microbiologie Genetica Lab 8 bijzondere bepalingen Lab allergie	
[Aantal pakjes] 6 of meer	[Medewerker Postkamer]	[Inhoud pakje]	[Afleveradres] CMC4 verzendlab Lab apotheek Medisch Microbiologie Lab 8 bijzondere bepalingen	[Afleveradres anders]

Meerdere spoedorders in één spoedordermelding!

TEST SETS HEURISTIEKEN

Set 1

nummer	Tijd aanmelding	Tijdslimiet	Afhaallocatie	Afleverlocatie
1	13:56	Binnen 01:00 uur	Intern Dagcentrum	CMC IV / Stollingslab
2	14:00	Binnen 01:00 uur	ODBC	KIFC
3	14:01	Binnen 00:30 uur	E2VA	poli Neuro (NEAP / NEEG) / neuro priklab PK
4	14:01	Binnen 00:30 uur	Apotheek 3 (distributie)	Apotheek de Sprong
5	14:03	Binnen 00:30 uur	Apotheek 3 (distributie)	K2va
6	14:04	Binnen 01:00 uur	OC 3 (ophaal)	PA-lab
7	14:06	Binnen 01:00 uur	Apotheek2	M2VA
8	13:59	Binnen 01:00 uur	POSTKAMER UMCG	Genetica
9	14:06	Binnen 00:30 uur	Radiologie	PA-lab
10	14:06	Binnen 00:30 uur	PA-lab	Genetica

Set 2

nummer	Tijd aanmelding	Tijdslimiet	Afhaallocatie	Afleverlocatie
1	8:58	Binnen 01:00 uur	POSTKAMER UMCG	Lab Derma
2	9:00	Binnen 01:00 uur	Priklab 18A	Lab 8
3	9:10	Binnen 01:00 uur	M1KV	A1VA
4	9:24	Binnen 01:00 uur	Apotheek2	CMC IV / Stollingslab
5	9:24	Binnen 00:30 uur	Apotheek2	M2VA
6	9:28	Binnen 00:30 uur	OC 1	Lab nucleaire geneeskunde
7	9:22	Binnen 00:30 uur	Apotheek 3 (distributie)	M1KV
8	9:24	Binnen 01:00 uur	ODBC	B4VA
9	9:17	Binnen 01:00 uur	L3VA	PA-lab
10	9:28	Binnen 01:00 uur	FC UROLOGIE	OC RECEPTIE 3E

Set 3

nummer	Tijd aanmelding	Tijdslimiet	Afhaallocatie	Afleverlocatie
1	14:39	Binnen 00:30 uur	Apotheek2	D2VA
2	14:29	Binnen 01:00 uur	M1KV	poli Oogheelkunde / OHPK (statussen)
3	14:35	Binnen 01:00 uur	POSTKAMER UMCG	Genetica
4	14:28	Binnen 01:00 uur	PA-lab	CMC IV / Stollingslab
5	14:35	Binnen 00:30 uur	Apotheek 3 (distributie)	Intern Dagcentrum
6	14:31	Binnen 00:30 uur	OC 1	PA-lab
7	14:32	Binnen 01:00 uur	A1VA	M4VA
8	14:33	Binnen 01:00 uur	SANQUIN BLOEDBANK	CMC IV / Stollingslab
9	14:34	Binnen 01:00 uur	OC 1	LC Urologie
10	14:35	Binnen 00:30 uur	L1VA	Lab 8