

Planning op de dagbehandeling Oncologie, VUmc

Recep Konuksever

BWI Werkstuk



Faculteit der Exacte Wetenschappen

September 2010

Voorwoord

Het BWI-werkstuk is een verplicht onderdeel van de opleiding Business Mathematics and Informatics (BMI). Het doel van dit werkstuk is dat de student leert om op een heldere wijze een probleem te beschrijven voor een deskundige manager. Hierbij dient rekening gehouden te worden met het bedrijfsgerichte aspect van de studie, naast wiskunde en informatica aspecten.

Tijdens de bedrijfscase, het afsluitende onderdeel van de Bacheloropleiding BWI, werd ik al geconfronteerd met een complex probleem aan een medisch instituut, namelijk het VUmc. Bij het VUmc vroeg het bestuur zich af of de patiëntenlogistiek op de afdeling Intensive Care optimaler gepland kon worden. In een groep van zes studenten hebben we allerlei data onderzocht, een simulatieprogramma geschreven en uiteindelijk een advies gegeven aan het management.

Door de opdracht bij de bedrijfscase is mijn interesse in de patiëntenlogistiek enorm toegenomen. Vanuit die interesse ben ik op zoek gegaan naar een praktisch probleem. Na een brainstormsessie met mijn begeleider René Bekker, ben ik op het onderwerp van dit werkstuk gekomen.

Om dit probleem op te lossen heb ik analyses uitgevoerd over de data tussen 1 januari en 31 oktober 2009.

Tot slot, wil ik mijn begeleider René Bekker bedanken voor zijn feedback tijdens het hele proces en voor het tot stand brengen van dit verslag.

*Recep Konuksever
Amsterdam, september 2010*

Management samenvatting

Dit werkstuk geeft een helder beeld van de situatie bij de dagbehandeling Oncologie bij het VUmc. Voor dit werkstuk is data onderzocht tussen 1 januari 2009 en 31 oktober 2009. Bij de dagverpleging worden de patiënten op dezelfde dag opgenomen en ontslagen. De ligduren zijn dus ook maar een paar uur lang. De gemiddelde ligduur ligt rond 4 uur. De variatie in de ligduur is erg groot. Ongeveer 25% van de patiënten heeft een ligduur tussen 2,0 en 2,5 uur. De gemiddelde ligduur varieert per dag en per maand, maar de verschillen in de ligduren over de dagen en maanden is klein.

Een opvallend patroon is de aankomstintensiteit. De meeste opnames vinden tussen 08.00 uur en 11.00 uur plaats. Na 11.00 uur vinden er nog steeds wel opnames plaats, maar veel minder als in de ochtend. Ook kan het aantal opnames per dag erg variëren. Gemiddeld worden er per dag 18 patiënten opgenomen.

Een opmerkelijke bevinding is dat in de maanden juni tot en met oktober zowel de gemiddelde ligduur als het aantal opnames hoger lag dan de maanden ervoor. Hiermee kunnen we dus concluderen dat de bezetting op de dagverpleging in die maanden ook hoger lag dan de maanden ervoor. Vanwege de zomervakantie is eigenlijk de verwachting dat de bezetting in die maanden juist lager zou liggen dan de maanden ervoor.

Op de dagverpleging komt het weinig voor dat een bed op een dag door meerdere patiënten gebruikt wordt. Op zich is dat natuurlijk wel mogelijk aangezien de gemiddelde ligduur van een patiënt niet al te hoog is. Reden hiervoor is voornamelijk dat de opnames veelal in de ochtenduren plaatsvinden. In de middag worden er weinig patiënten opgenomen, terwijl 25% van de patiënten een kortere ligduur heeft dan 2,5 uur. Het opnamepatroon hangt ook af van het OK-programma. Dat lijkt ook een reden te zijn voor de variatie in het aantal opnames op een dag.

Om een aanbeveling te kunnen doen om de bedden door meerdere patiënten te laten gebruiken heb ik een simulatieprogramma geschreven in Crystal Ball. Hierbij heb ik een drukke dag, een gewone dag en een rustige dag gesimuleerd met respectievelijk 25, 19 en 13 opnames. Eerst heb ik de aankomsttijden en vervolgens de ligduur per aangekomen patiënt gesimuleerd. Na de simulatie heb ik een opnamestrategie bedacht zodat de maximale bezetting afneemt. In de ochtend kunnen de opnames bij voorkeur tussen 08.00-10.00 uur plaatsvinden en in de middag tussen 12.00-14.00 uur. Dit veroorzaakt wel een piek in de ochtend, maar hierdoor komen er meer bedden vrij in de middag. In de middag kunnen veelal “kortliggers” opgenomen worden.

Deze strategie heeft voor alle drie de gesimuleerde dagen effect gehad, namelijk de maximale bezetting is afgenomen. De maximale bezetting bij de opname van 25, 19 en 13 was respectievelijk 19, 16 en 11. Door de strategie waren er nog maar respectievelijk 17, 13 en 9 bedden voor nodig.

Inhoudsopgave

Voorwoord	2
Management samenvatting	3
1. Probleemomschrijving	5
2. Data-analyse.....	6
2.1 Aankomstintensiteit	6
2.2 Ligduur.....	8
2.3 Bezetting	11
3. Simulatie	14
4. Conclusies en aanbevelingen	18
Appendix.....	19

1. Probleemomschrijving

Op de dagbehandeling Oncologie worden de patiënten op dezelfde dag ontslagen als dat ze opgenomen zijn. Dus de patiënten hoeven dan niet te overnachten op de dagverpleging. Hierbij kan het dus zijn dat een bed op een dag voor meerdere patiënten ingezet wordt.

De patiënten komen over het algemeen op afspraak aan op de dagverpleging. De openingstijden van de dagverpleging zijn van 08.00 uur tot 17.00 uur. Er is dus vrijwel geen sprake van acute aankomsten. De dagverpleging moet wel rekening houden met de OK-planning, waardoor er een duidelijke variatie is in het aantal opnames op een dag.

Het management van de dagverpleging wil een goed inzicht krijgen in de situatie op de dagverpleging. De dagverpleging wil ook weten of de planning van het aantal patiënten en de bedbezetting optimaler gepland kan worden. Men wil dat de aankomsten in de ochtend redelijk gespreid zijn, en dat het aan het eind van de dag niet al te vol is op de dagverpleging. Ook wil de dagverpleging beter gebruik maken van de mogelijkheid om een bed voor meerdere patiënten te gebruiken.

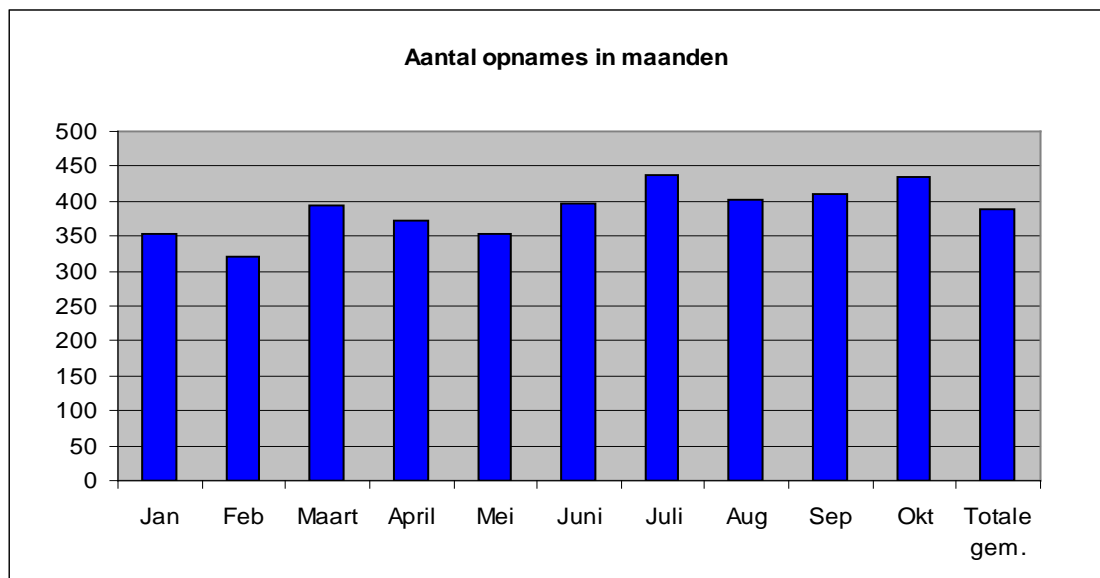
In hoofdstuk 2 zijn de resultaten van de data-analyses te vinden. Hierin zijn de aankomstintensiteit, ligduur en bezetting op de dagverpleging geanalyseerd. In hoofdstuk 3 zijn de bevindingen van de simulatie en in hoofdstuk 4 de conclusie en aanbevelingen te vinden. Tot slot is er ook een appendix waarin extra tabellen en grafieken te zien zijn.

2. Data-analyse

In dit hoofdstuk staat er een uitgebreid verslag van de data-analyse die ik uitgevoerd heb. Aan de hand van de data-analyse is het mogelijk veel inzicht in de processen te verkrijgen. Zo kan er bijvoorbeeld een duidelijk beeld geschetst worden van de aankomstintensiteit, de ligduur van de patiënten en de patiëntenstroom tussen de verschillende afdelingen. In dit hoofdstuk zal ik de aankomstintensiteit, ligduur van de patiënten en de bezetting van de dagbehandeling Oncologie analyseren. De bijbehorende exacte getallen van een aantal grafieken zijn als tabel in de appendix opgenomen.

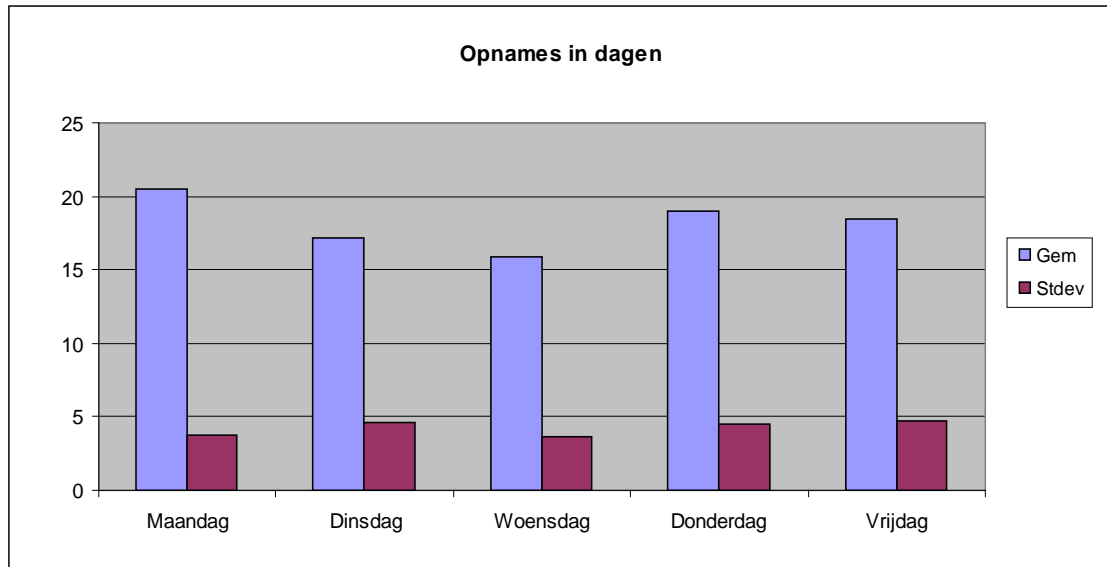
2.1 Aankomstintensiteit

Het aantal opnames per maand verschillen niet al te veel van elkaar; dat is ook te zien in figuur 2.1. In de maand februari is het aantal opnames relatief gezien laag, maar de maand februari telt ook minder dagen dan de andere maanden. In de meeste maanden ligt het aantal opnames tussen de 350 en 400 opnames per maand. Vanaf juli is er een stijging in het aantal opnames. In de maanden juli tot en met oktober zijn de opnames boven de 400 per maand. Dat is toch wel enigszins een opvallende stijging, mede gezien de vakanties in juli en augustus.



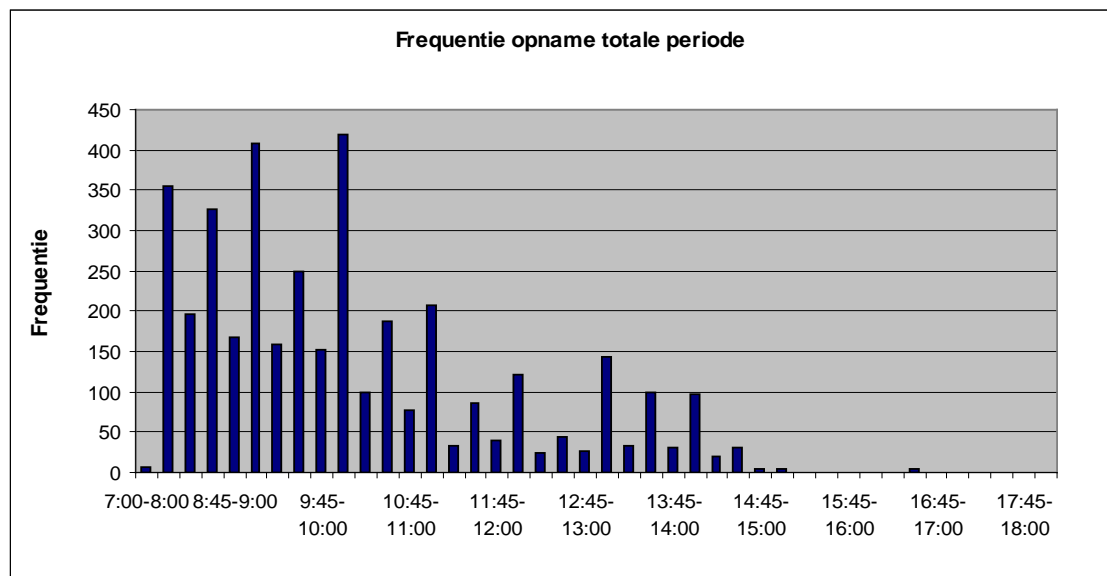
Figuur 2.1

In figuur 2.2 zijn het gemiddelde en de standaarddeviatie opnames over de dagen weergegeven. Alleen de weekdays zijn opgenomen in de grafiek, omdat het in de weekenden incidenteel voorkomt dat er patiënten worden opgenomen. Aan de grafiek is te zien dat de weekdays redelijk vergelijkbaar zijn, hoewel de gemiddelde opname op de maandagen iets hoger en op de woensdagen iets lager ligt dan de overige dagen. Aan de standaard deviatie is ook te zien dat de spreiding in opnames niet al te sterk is.



Figuur 2.2

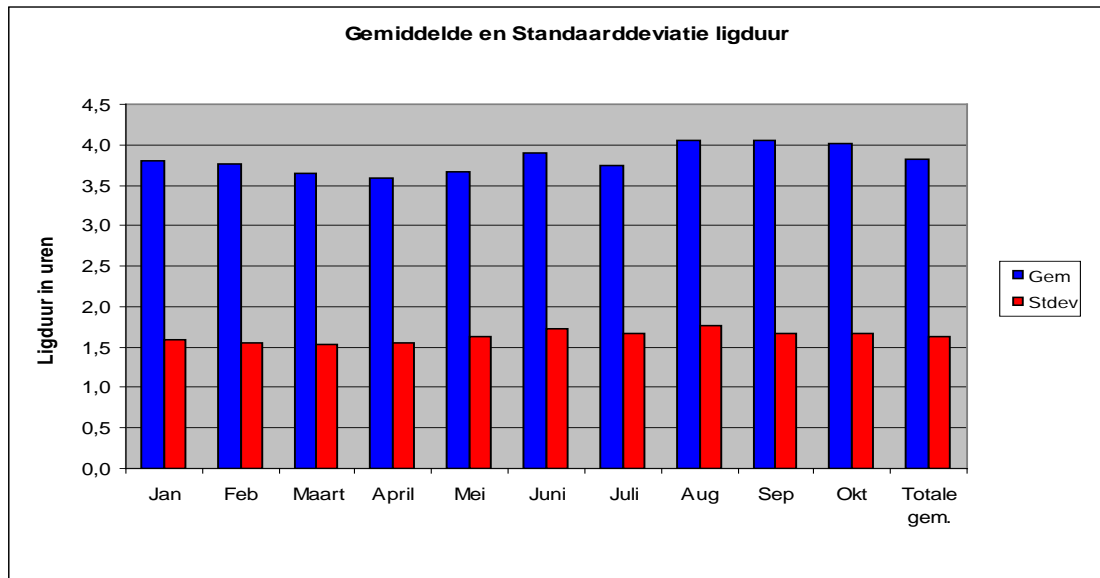
Zoals in de probleemomschrijving ook vermeld is, zijn de opnames niet acuut. De patiënten komen over het algemeen op afspraak aan op de dagverpleging. Hierdoor is er altijd wel sprake van een spreiding in de opnames. Dat zien we ook in figuur 2.3. De totale opnames over de hele periode zijn in tijdsintervallen van een kwartier weergegeven. Te zien is dat er enkele pieken voorkomen bij de opnames tot 10.15 uur. Ook aan het begin van de middag zijn er kleine pieken. Opvallend aan de grafiek is dat de pieken ‘om-en-om’ voorkomen.



Figuur 2.3

2.2 Ligduur

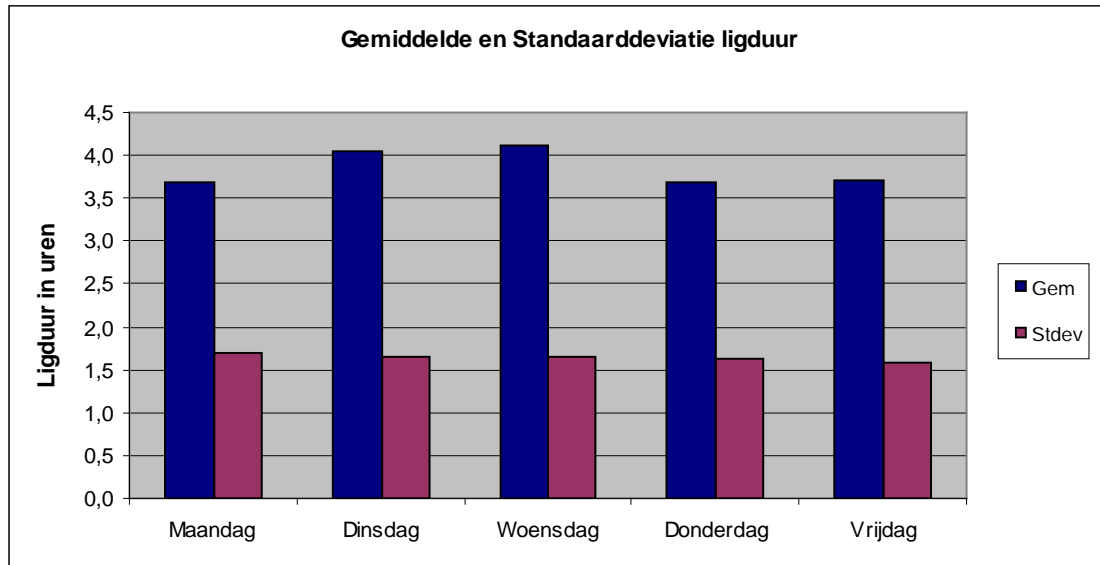
Een ander interessant onderwerp bij de data-analyse is de ligduur van de patiënten. Met ligduur bedoelen we in dit verslag de tijd dat een patiënt in het hele proces aanwezig is, dus vanaf aankomst op de dagverpleging tot aan ontslag.



Figuur 2.4

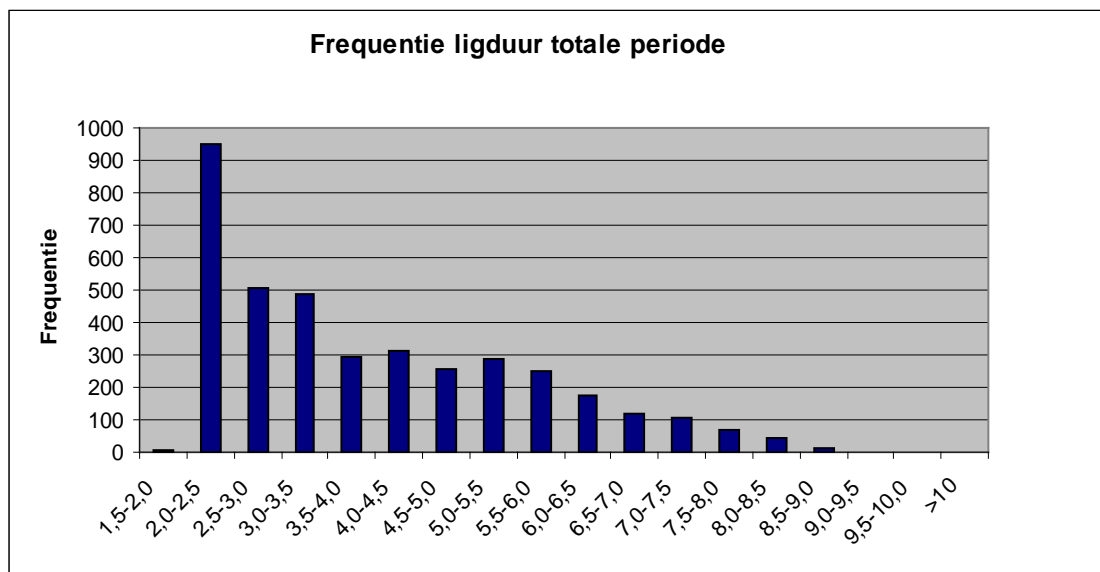
In figuur 2.4 is te zien dat de gemiddelde ligduur over de maanden redelijk kan verschillen. Opvallend is dat in april de gemiddelde ligduur behoorlijk onder het gemiddelde van de hele periode ligt. Tussen de maanden augustus en oktober ligt de gemiddelde ligduur een stuk hoger dan het gemiddelde over de hele periode. De standaarddeviatie per maand verschilt weinig van elkaar. De standaarddeviatie van de ligduur over de hele periode is gelijk aan 43% van het gemiddelde. Dit betekent dat er een sterke spreiding is in de ligduren. Daar zullen we verderop in deze paragraaf nog op terugkomen.

De gemiddelde ligduur per patiënt over de verschillende weekdays verschilt weinig van elkaar, zoals te zien is in figuur 2.5. Op de woensdagen is de gemiddelde ligduur het hoogst. Echter, in paragraaf 2.1 is er geconcludeerd dat op woensdagen het aantal opnames het laagst is. Hieruit kunnen we opmaken dat op dagen met langliggers er minder patiënten worden opgenomen. Hier kom ik in het verslag later nog op terug.

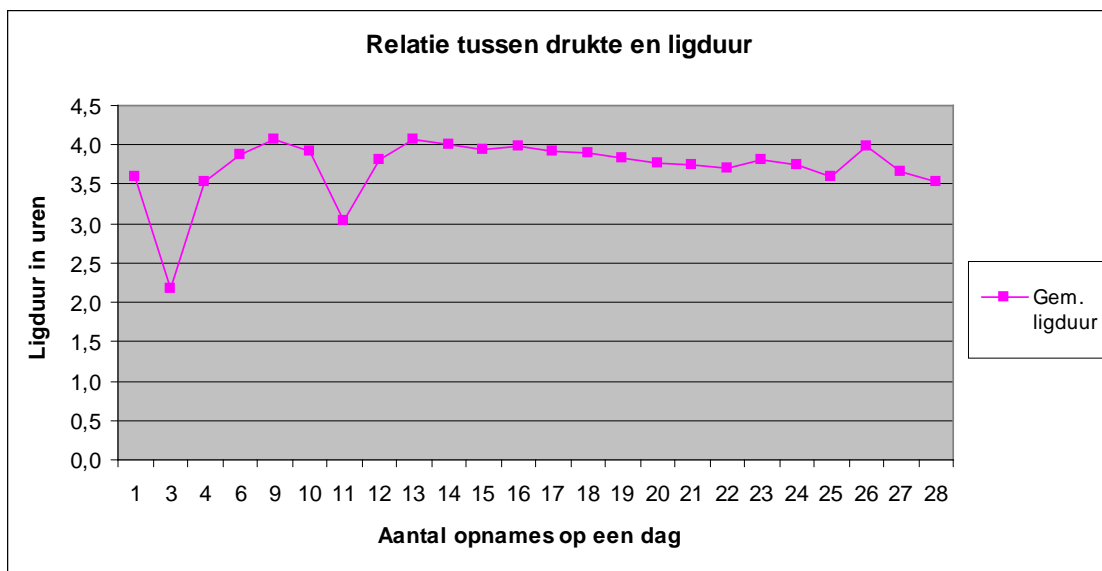


Figuur 2.5

In figuur 2.6 zijn de frequentie van de ligduren in tijdsintervallen van een halfuur weergegeven. Duidelijk is te zien dat er een piek is bij een ligduur tussen 2,0 tot 2,5 uur. In totaal is het 949 keer voorgekomen dat er een patiënt een ligduur had tussen 2,0 tot 2,5 uur. Dat is 25% van alle behandelingen. Dus één op de vier patiënten ligt langer dan 2 uur en korter dan 2,5 uur. De langst liggende patiënten hebben tussen de 9,0 en 9,5 uur gelegen met een frequentie van twee. Naarmate de ligduur hoger wordt, neemt de frequentie geleidelijk af. Het is duidelijk te zien dat de spreiding in ligduur enorm hoog is. Gelet op deze figuur zouden er behoorlijke mogelijkheden moeten zijn om bedden dubbel te bezetten.



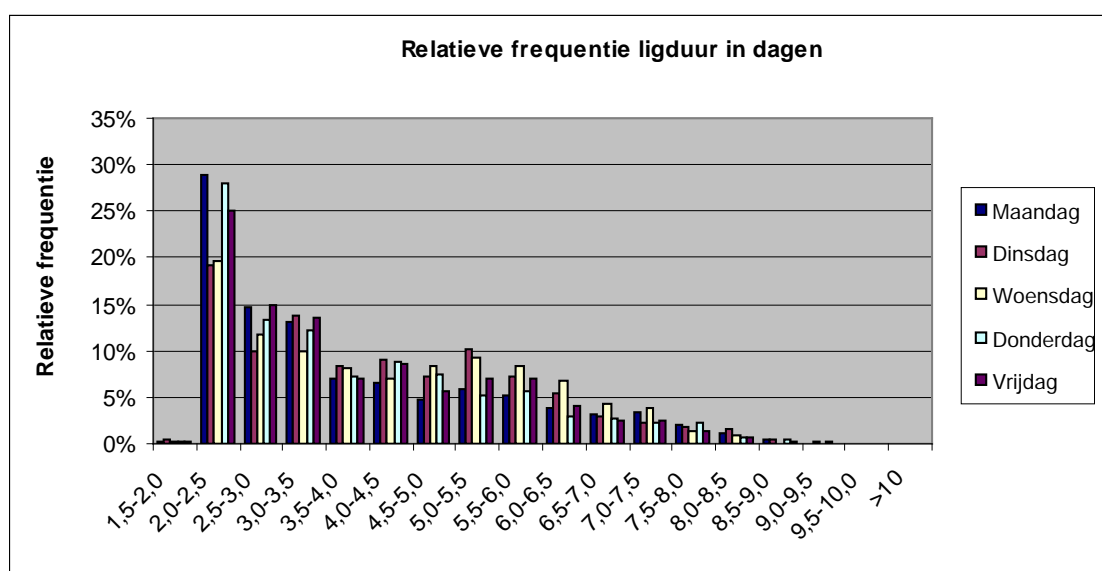
Figuur 2.6



Figuur 2.7

De relatie tussen de drukte op de dagverpleging en de ligduur is weergegeven in figuur 2.7. Als het op de dagverpleging drukker wordt, neemt de ligduur licht af. Dit kan te maken hebben met de stelling dat er op dagen met veel langliggers er minder patiënten worden ingepland.

De relatieve frequentie van de ligduur verdeeld over de dagen is in figuur 2.8 weergegeven. Ook in dit figuur zijn de ligduren in tijdsintervallen van een halfuur weergegeven. In het interval 2,0 tot 2,5 uur is er sprake van een groot verschil tussen de dagen. In de tijdsintervallen daarna wordt het verschil in relatieve frequentie steeds kleiner. In het interval 2,0-2,5 uur is op de maandagen, donderdagen en vrijdag de relatieve frequentie duidelijk hoger als op de overige dagen.

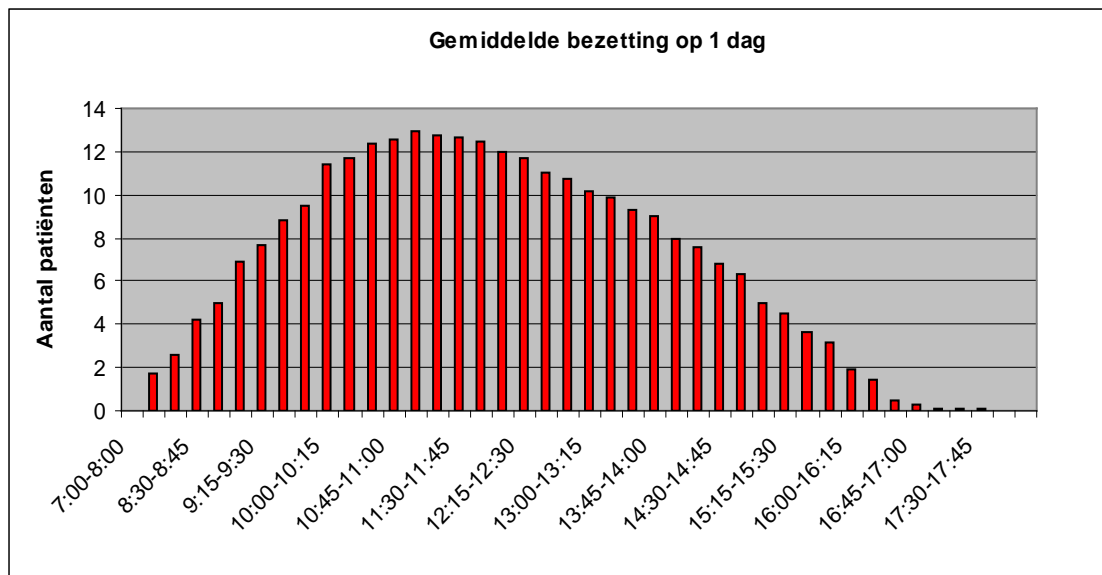


Figuur 2.8

Een ander interessant onderwerp rond de ligduur is natuurlijk de verhouding tussen ligduur en het opnametijdstip. In figuur 2.3 is te zien dat de aankomst op de dagverpleging redelijk verspreid is. In de appendix zijn er enkele grafieken opgenomen van de aankomstfrequentie bij verschillende ligduren. In de grafieken is duidelijk te zien dat naarmate de ligduur hoger wordt, de spreiding in opname lager wordt.

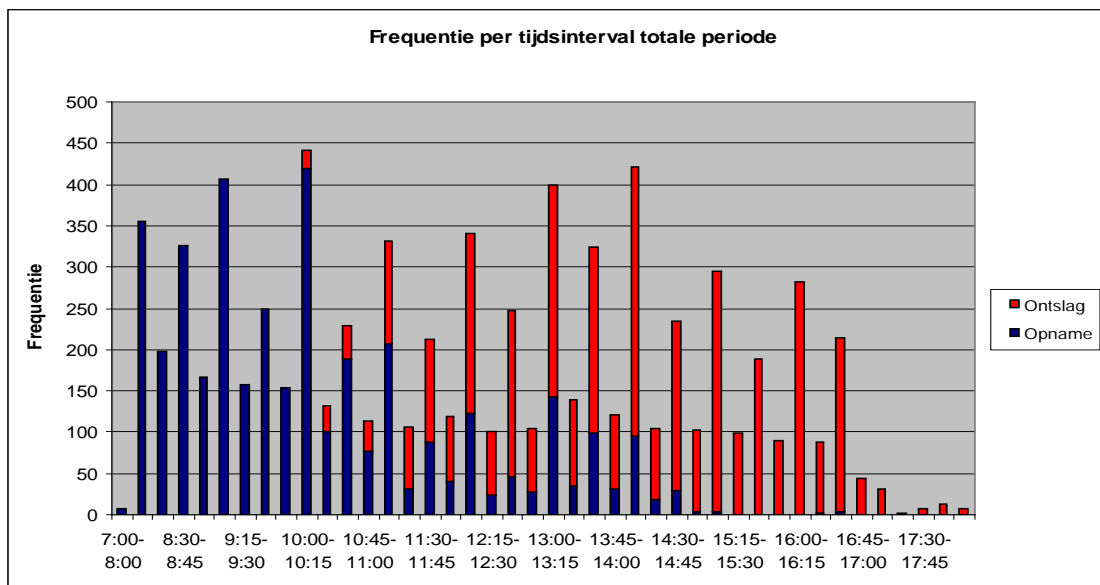
2.3 Bezetting

De bezetting op de dagverpleging is berekend met behulp van tijdsintervallen van 15 minuten. Figuur 2.9 geeft een idee van de bezetting op de dagverpleging gedurende een gemiddelde per tijdperiode. Al vanaf 8.00 uur beginnen de opnames. Incidenteel is het voorgekomen dat er patiënten voor 08.00 uur zijn opgenomen. Het is aan de figuur duidelijk te zien dat de patiënten geleidelijk worden opgenomen. Het is aan de figuur ook te zien dat het tussen 10.00 uur en 12.30 uur het drukst is op de dagverpleging. Tussen 11.00 en 11.15 uur bevindt zich de grootste piek. Het gemiddelde aantal opnames op een dag bedraagt 18,2.



Figuur 2.9

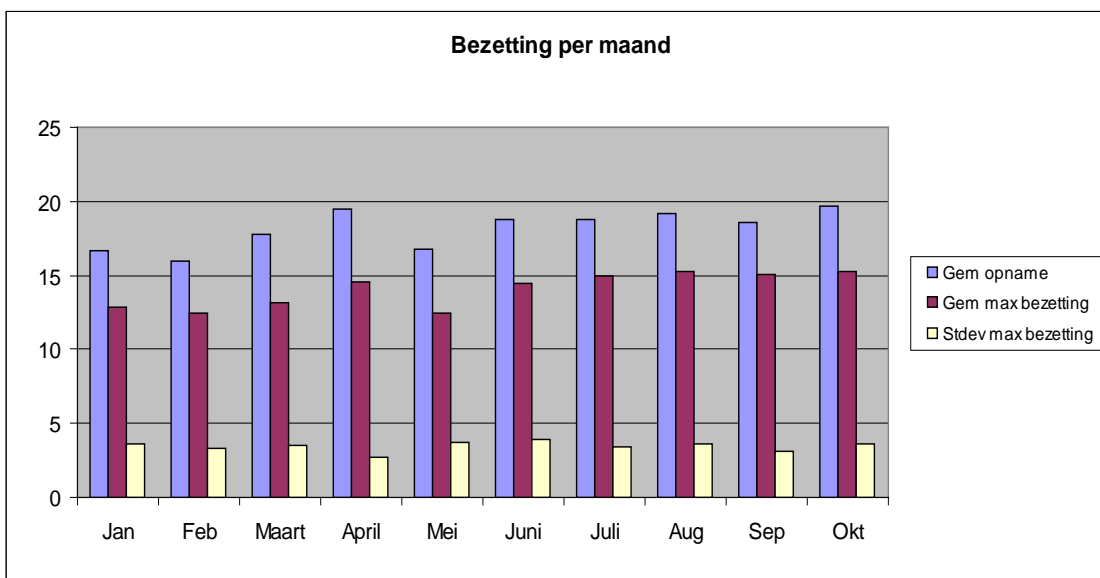
In figuur 2.10 is zowel de opname- als ontslagfrequentie te zien over de gehele periode. De eerste ontslagen vinden na 10.00 uur plaats. Tot 11.15 uur zijn het aantal opnames op de dagverpleging veel hoger dan het aantal ontslagen en na 11.15 uur zijn het aantal ontslagen hoger dan het aantal opnames.



Figuur 2.10

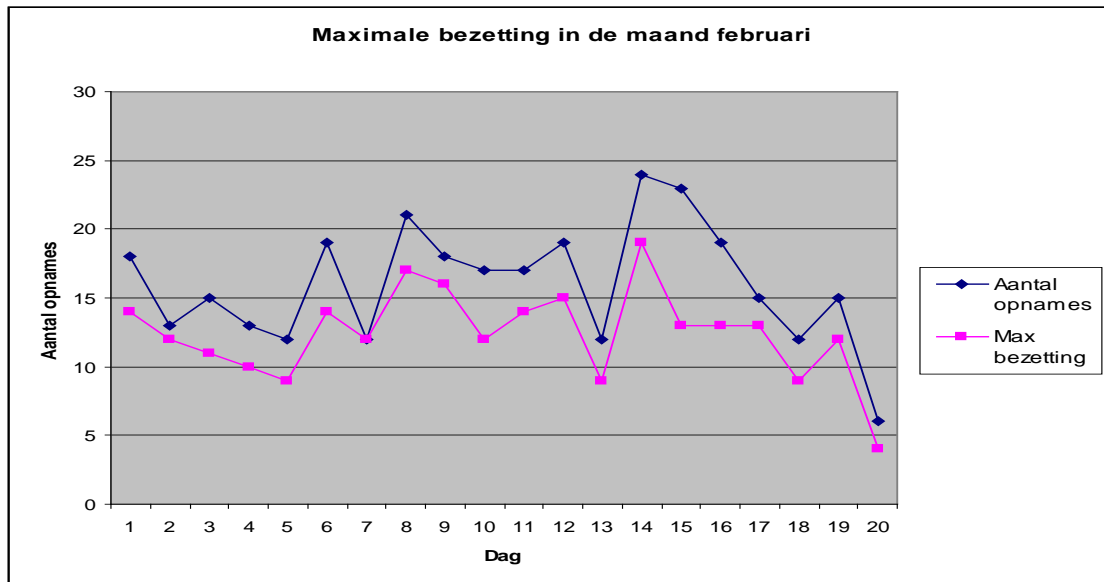
Een ander interessant patroon is de maximale bezetting tegen het aantal opnames op een dag. In figuur 2.11 zijn het gemiddelde aantal opnames, de standaarddeviatie maximale bezetting en de gemiddelde maximale bezetting per maand weergegeven. In figuur 2.12 is voor iedere werkdag in februari het aantal opnames en de maximale bezetting voor die dag weergegeven.

In figuur 2.11 is te zien dat de spreiding in de maximale bezetting niet al te hoog is. Ook is aan de grafiek te zien dat de gemiddelde maximale bezetting iets minder is als het gemiddelde aantal opnames.



Figuur 2.11

In figuur 2.12 is te zien dat op sommige dagen de maximale bezetting bijna even hoog is als het aantal opnames. Aan de hand van figuur 2.11 en 2.12 is te concluderen dat het weinig voorkomt dat er een bed door meerdere patiënten op een dag wordt gebruikt.



Figuur 2.12

3. Simulatie

In dit hoofdstuk zal er een korte beschrijving gegeven worden van het simulatie programma die ik gebruikt heb. Om te kunnen simuleren heb ik het programma Crystal Ball gebruikt.

Ik heb een dag verdeeld in tijdsintervallen van een kwartier. Hierna heb ik het gemiddelde aantal aankomsten voor een tijdsinterval genomen en heb dat als gemiddelde meegegeven aan dat interval. Ik ben ervan uitgegaan dat de aankomsten Poisson verdeeld zijn. Hiermee heb ik de opnames gesimuleerd. Ik heb drie verschillende soorten opnames geanalyseerd: een drukke dag (25 opnames), een gemiddelde dag (19 opnames) en een rustige dag (13 opnames).

De ontslagen zijn ook op dezelfde manier te simuleren. Het nadeel is dat de opnames en ontslagen los zijn van elkaar. Het is dan wel duidelijk hoeveel patiënten er ontslagen zijn in een bepaald tijdsinterval, maar de opnametijden van die patiënten zijn dan niet duidelijk. Een beter idee is om de ligduur te simuleren. In figuur 2.7 is te zien dat er een verband bestaat tussen de ligduren en de bezetting op de dagverpleging. Hoe lager het aantal langliggers op de dagverpleging, des te drukker het is. Meestal komen de langliggers ook nog eens in de ochtend aan op de dagverpleging. Dus de gemiddelde ligduur hangt af van de bezetting op de dagverpleging maar ook van het opnametijdstip. Ik heb de dagen in drie tijdsintervallen verdeeld: 08.00-10.30, 10.30-13.00 en 13.00-17.00. Hierna heb ik van ieder tijdsinterval de gemiddelde ligduur berekend. Deze waarden zijn in tabel 3.1 weergegeven. In de tabel is te zien dat de ligduur afhangt van het opnametijdstip en het aantal opnames per dag. De waarden van tabel 3.1 heb ik vervolgens in het simulatie programma meegegeven als gemiddelde ligduur. Ik ben ervan uitgegaan dat de ligduren verschoven exponentieel verdeeld zijn. Op deze manier heb ik de ligduren van de patiënten gesimuleerd. Met behulp van de opnametijd en de ligduur is de ontslagtijd ook te berekenen. Zo heb ik dus een drukke dag, een gemiddelde dag en een rustige dag gesimuleerd. De resultaten van deze simulatie zijn te zien in figuur 3.1, 3.2 en 3.3.

25 Opnames	Gem Ligduur	19 Opnames	Gem Ligduur	13 Opnames	Gem Ligduur
08.00-10.30	4,08	08.00-10.30	4,19	08.00-10.30	4,64
10.30-13.00	3,15	10.30-13.00	3,29	10.30-13.00	3,38
13.00-17.00	2,22	13.00-17.00	2,62	13.00-17.00	2,55

Tabel 3.1

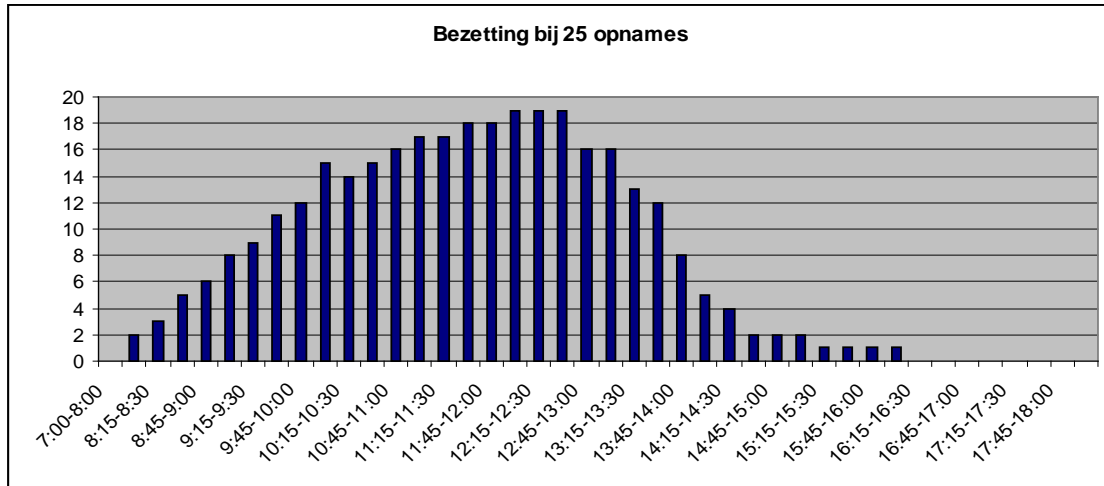
In figuur 3.1 is de bezetting van de dagverpleging weergegeven van de gesimuleerde dag. In deze figuur zijn er 25 opnames. De bezetting neemt geleidelijk toe, met een piek tussen 12.00-12.45 uur. Op het moment van de piek zijn er 19 patiënten op de dagverpleging. Na de piek neemt de bezetting sterk af. Vanaf 14.30 uur zijn er nog maar twee patiënten over op de dagverpleging. Hetzelfde patroon is ook te zien in figuur 3.2. De bezetting neemt geleidelijk toe, met een piek tussen 11.00-12.15 uur. Op dat moment zijn er 16 patiënten aanwezig op de dagverpleging. Na 12.15 uur neemt de bezetting, in tegenstelling tot figuur 3.1, geleidelijk af. In figuur 3.3 is de bezetting te zien van een gesimuleerde rustige dag. In totaal zijn er dan 13 opnames. Ook hier neemt de bezetting

geleidelijk toe met een piek tussen 11.00-11.15 uur. Op dat moment bevinden zich er 11 patiënten op de dagverpleging. Tussen 13.30-14.00 uur is er weer een piek te zien, ditmaal zijn er zes patiënten aanwezig op de dagverpleging. Tussen de twee pieken in neemt de bezetting sterk af. Na de tweede piek neemt de bezetting weer geleidelijk af.

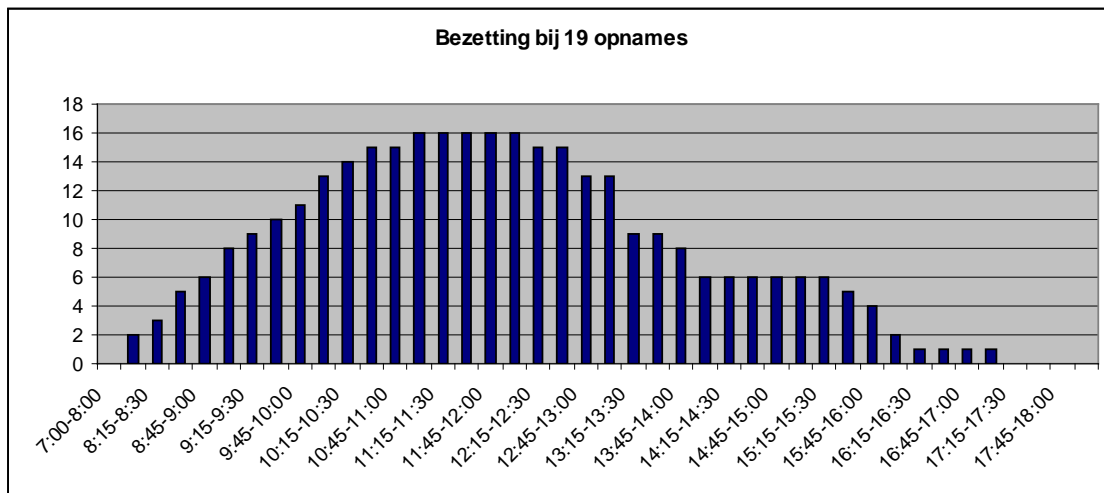
Bij de gesimuleerde dagen heb ik de aankomsttijden enigszins laten verspreiden. Dat heb ik zodanig gedaan dat alle aankomsttijden tussen 08.00-10.00 uur en tussen 12.00-14.00 uur zijn. Het effect hiervan voor de bezetting van de dagverpleging heb ik in de figuren 3.4, 3.5 en 3.6 weergegeven.

In figuur 3.4 is de bezetting van de dagverpleging bij 25 opnames te zien. In deze figuur zijn er meerdere pieken te zien. Opvallend is dat tussen 10.15-12.00 uur de bezetting dalende is. Na de middag is de bezetting best hoog, omstreeks om 14.30 uur zijn er acht patiënten op de dagverpleging. In figuur 3.1 waren dit er nog maar twee. De maximale bezetting in figuur 3.4 is 17, terwijl het in figuur 3.1 19 is. Hetzelfde patroon geldt ook voor figuur 3.5. In tegenstelling tot figuur 3.2 zijn er meerdere pieken te zien, is de bezetting na de middag hoger en is de maximale bezetting lager. De maximale bezetting in figuur 3.5 is 13, terwijl het in figuur 3.2 16 is. In figuur 3.6 is te zien dat de bezetting vroeg in de middag hoger is dan de bezetting in figuur 3.3. De maximale bezetting in figuur 3.6 is negen, terwijl het in figuur 3.3 11 is.

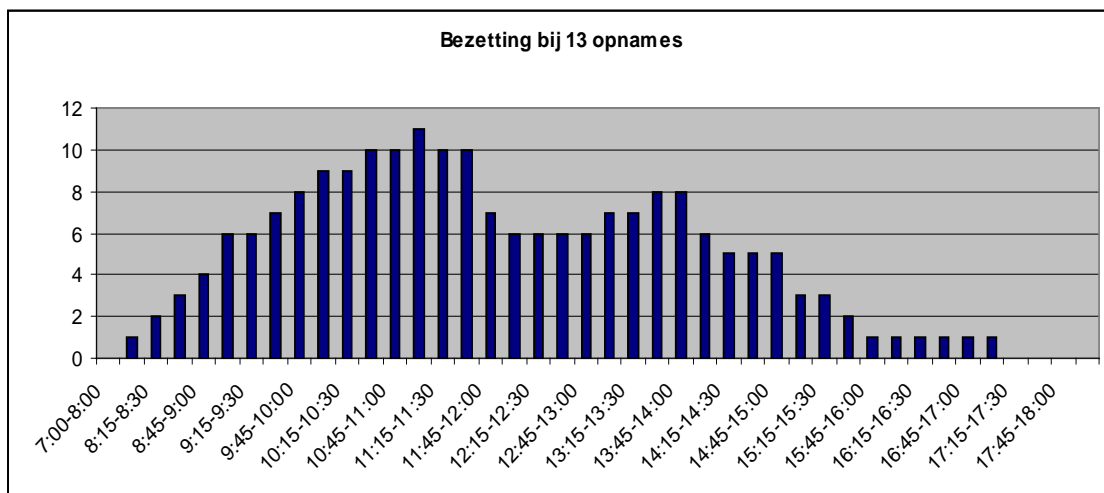
Bij het simulatieprogramma zijn er 25, 19 en 13 opnames op een dag. Hiervoor zijn er respectievelijk 19, 16 en 11 bedden voor nodig. Door de patiënten tussen 08.00-10.00 uur en tussen 12.00-14.00 uur op te nemen zijn er respectievelijk 17, 13 en 9 bedden voor nodig.



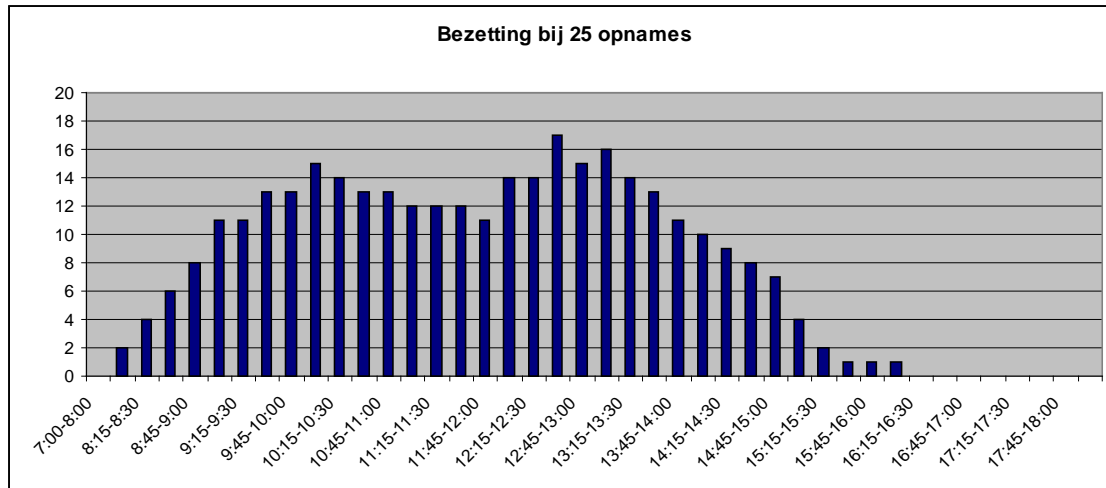
Figuur 3.1



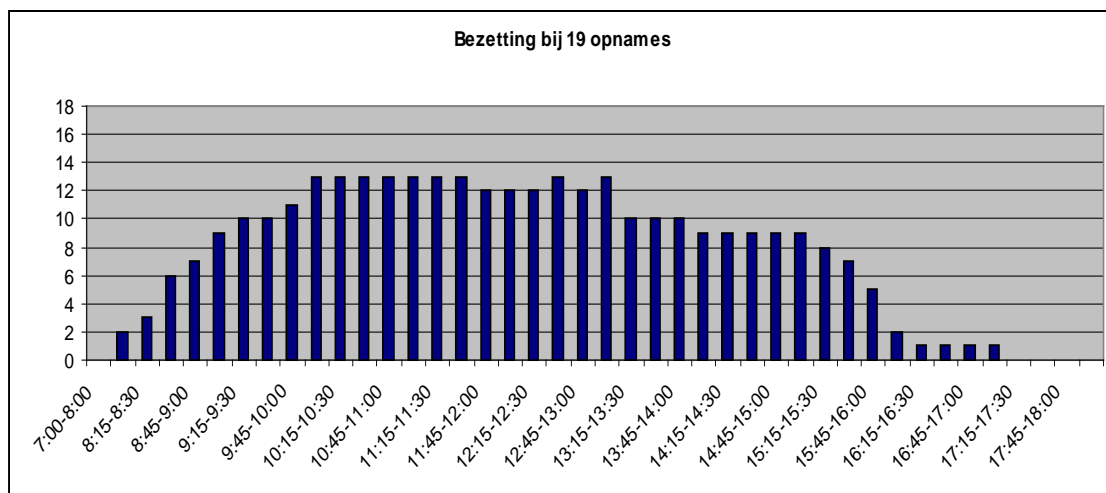
Figuur 3.2



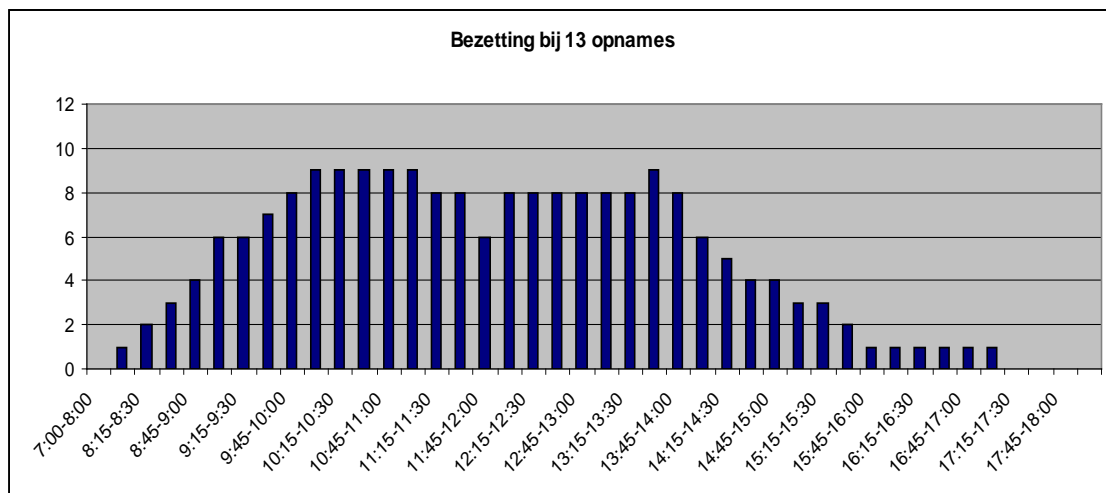
Figuur 3.3



Figuur 3.4



Figuur 3.5



Figuur 3.6

4. Conclusies en aanbevelingen

De gemiddelde ligduur op de dagverpleging is ongeveer 4 uur. Maar de ligduren variëren behoorlijk; maar liefst 25% van de patiënten heeft een ligduur korter dan 2,5 uur. De openingstijden van de dagverpleging zijn tussen 08.00-17.00 uur. De opnames vinden veelal in de ochtend plaats. Hierdoor vindt er een enorme piek plaats in de ochtend en is de bezetting in de ochtend erg hoog. Maar de bezetting neemt geleidelijk toe. In de middag worden er weinig patiënten opgenomen. Hierdoor komt het weinig voor dat een bed door meerdere patiënten op een dag wordt gebruikt.

Vanwege de hoge frequentie aan korte ligduren, lijkt het mij beter om meer patiënten in de middag op te nemen. Dit kunnen bijvoorbeeld voornamelijk kortliggers zijn. Als er in de middaguren willekeurig ingepland wordt, kan het regelmatig voorkomen dat aan het eind van de dag niet alle patiënten ontslagen zijn. De opnames kunnen bij voorkeur tussen 08.00-10.00 uur en tussen 12.00-14.00 uur plaatsvinden. Zoals te zien bij de resultaten van de simulatie is hiermee de bezetting op de dagverpleging meer verspreid en daardoor zijn er minder bedden nodig.

Appendix

Tabel behorende bij figuur 2.2, 2.5

Dag	Aantal opnames	Gem opname	Stdev opname	Gem. ligduur per patiënt	Stdev ligduur
Maandag	840	20,49	3,73	3,6887	1,70
Dinsdag	739	17,19	4,57	4,0422	1,64
Woensdag	685	15,93	3,61	4,1067	1,64
Donderdag	798	19,00	4,54	3,6751	1,62
Vrijdag	792	18,42	4,68	3,7128	1,57
Zaterdag	11	1,22	0,67	3,6364	1,69
Zondag	8	1,33	0,82	2,4583	0,66

Tabel behorende bij figuur 2.1, 2.4

Maand	Aantal opnames	Gem ligduur	Stdev ligduur
Jan	353	3,802	1,59
Feb	322	3,771	1,56
Maart	393	3,649	1,54
April	373	3,583	1,56
Mei	352	3,671	1,62
Juni	397	3,905	1,73
Juli	437	3,734	1,66
Aug	402	4,050	1,76
Sep	410	4,060	1,66
Okt	435	4,011	1,66
Gem.	387,4	3,823	1,63

Tabel behorende bij figuur 2.6

Ligduur	Frequentie
1,5-2,0	8
2,0-2,5	949
2,5-3,0	505
3,0-3,5	488
3,5-4,0	291
4,0-4,5	311
4,5-5,0	256
5,0-5,5	285
5,5-6,0	253
6,0-6,5	174
6,5-7,0	119
7,0-7,5	109
7,5-8,0	69
8,0-8,5	41
8,5-9,0	13
9,0-9,5	2
9,5-10,0	0
>10	0

