

Inzicht in de bedbezetting en personele inzet binnen een verpleegafdeling

Bachelor onderzoek
aan het Universitair Medisch Centrum Utrecht
Augustus, 2016



T.J. Speldekamp
Technische Bedrijfskunde
Universiteit Twente, Enschede

Begeleiders:

dr.ir. I.M.H. Vliegen
Ir. A.G. Leeftink
drs. M. Zeilmaker



UMC Utrecht

Management samenvatting

Dit rapport beschrijft het onderzoek ondergaan in de divisie Hart en Longen en de cluster Neurologie/Neurochirurgie binnen het Universitair Medisch Centrum Utrecht.

Probleem omschrijving en doelstelling

Binnen de divisie Hart & Longen en de cluster Neurologie/Neurochirurgie is opgemerkt dat de ratio van het aantal patiënten op het aantal verpleegkundigen fluctueert per dag. Als de ratio te hoog is, is de kwaliteit van de zorg die verpleegkundigen kunnen leveren minder. Als de ratio te laag is dan staan er meer verpleegkundigen op de afdeling dan nodig is. Om een beter rooster te kunnen maken waarbij het aantal verpleegkundigen beter aansluit bij het aantal patiënten dat op dat moment op de verpleegafdeling ligt, is er eerst meer inzicht nodig in de vraag van patiënten. Het doel van dit onderzoek is dan ook:

- Het inzichtelijk maken van de vraag van patiënten per dag om hiermee een verbeterslag te maken met betrekking tot de inzet van het verpleegkundig personeel, binnen de beddenhuizen van de divisies Hersenen en Hart & Longen.-

De huidige situatie

Het onderzoek speelt zich af op 11 verpleegafdelingen. Waarvan een aantal een medium care afdeling zijn. De verpleegafdelingen zijn hieronder in Tabel 1 weergegeven. De medium care afdeling staan achter de verpleegafdeling van hetzelfde specialisme. De codes die vermeld zijn, zijn kostenplaats codes en verpleegafdelingen worden hiermee aangeduidt in het onderzoek.

Neurologie/Neurochirurgie		Hart en Longen	
Verpleegafdeling	Code	Verpleegafdeling	Code
Algemene Neurologie	D340	Cardiologie	B310
Algemene Acute Neurochirurgie	D350 / D351	Hartbewaking	B410
Cerebrovasculaire Ziekten	D360 / D361	Cardio-thoracale Chirurgie	B330 / B430
Neuro-Oncologie	D380	Longen	B340

Tabel 1: Verpleegafdelingen binnen het onderzoek.

In de huidige situatie is er binnen al deze verpleegafdelingen weinig tot geen overleg aanwezig over de inzet van het aantal verpleegkundigen ten opzichte van de bedbezetting op tactisch en strategisch niveau. Verpleegkundigen worden op alle verpleegafdelingen één tot twee maanden vooruit gepland volgens een bepaalde procedure die verschilt per afdeling en dienst. De procedures die hier voor staan, zijn historisch bepaald en worden niet aangepast op de variatie in de bedbezetting en de veranderende situatie binnen de verpleegafdelingen over verschillende maanden.

Op een tactisch en strategisch niveau wordt het thema bedbezetting wel besproken. Echter wordt deze data pas meerdere maanden later bekeken, en is er dus al veel tijd verstreken. Hierdoor wordt er nog niet goed op ingespeeld. Daarnaast wordt de variatie in de bedbezetting bij het bekijken van deze informatie ook niet goed meegenomen.

Methoden

Om meer inzicht te krijgen in de bedbezetting, het aantal aankomende patiënten, de inzet van verpleegkundigen en de beslisregels die gehanteerd worden bij het plaatsen en ontslaan van patiënten, is het onderzoek vanuit drie invalshoeken aangevlogen. Een kwantitatieve analyse, een kwalitatieve analyse en een wiskundig model. Als eerste is er in de kwantitatieve analyse gekeken naar de bedbezetting, het aantal opnamen en de variatie hierin, de ligduur, de opname- en ontslagtijdstippen en de inzet van verpleegkundigen verpleegkundige inzet. Om dezelfde kwantitatieve data voor nieuwe maanden in de toekomst te kunnen bekijken is er een Excelfile ontworpen. Deze Excelfiles maken een connectie met de database van het Universitair Medisch Centrum Utrecht en via slicers kan er gemakkelijk nieuwe data ingeladen worden in duidelijke grafieken. Verder is er via

interviews een kwalitatieve analyse uitgevoerd waarbij beslisregels voor het inzetten van personeel en het aantal bedden per afdeling tot het licht kwamen. Daarnaast is er gekeken naar de verschillende overlegstructuren binnen de afdelingen. Als derde is er een wiskundig model ontworpen om meer inzicht te krijgen in de bedbezetting en de oorzaken van de variatie hierin.

Conclusies uit het onderzoek

Bij de kwantitatieve data-analyse is gekeken welke prestatie-indicatoren geschikt zijn om conclusies te kunnen trekken om verbeteringen te maken binnen de verpleegafdelingen. Daarnaast is er een wiskundig model ontworpen om bij de prestatie-indicator "bedbezetting" conclusies uit de data-analyse te controleren en om tot inzicht te komen in de oorzaak van de variatie in de bedbezetting. Hieronder zal voor de belangrijke prestatie-indicatoren aangegeven worden wat de resultaten van de contextanalyse zijn.

Bedbezetting

Bij de bedbezetting is er gekeken naar de oorzaken van variatie van bedbezetting, de gemiddelde bedbezetting en de gevolgen hiervan. De verpleegafdelingen met minder bedden hebben een grote kans op weigeringen. Dit door een grote variatie in de bedbezetting en het hoge percentage aan foutliggers op deze afdelingen. Binnen de cluster Neurologie/Neurochirurgie hadden de medium care afdelingen ook gemiddeld een hoge bedbezetting. Op D351 was dit 81% en op D361 80%. Dit bleek op B410 (66%) en B430 (56%) binnen de divisie Hart en Longen niet het geval te zijn. Met uitzondering van B410 hadden al deze afdelingen wel een hoog percentage van de tijd dat de bedbezetting 100% of hoger was. Via het wiskundig model is er gekeken of het samenvoegen van D351 en D361 kon leiden tot een lagere variatie in de bedbezetting en een lager bedbezettingspercentage. Het verwachte aantal patiënten vanuit het model lag over de verschillende weekdays gemiddeld met 1,2 patiënten lager. Dit terwijl de input van beide afdelingen gelijk bleef.

Bij grotere afdelingen binnen de cluster Neurologie/Neurochirurgie bleken verpleegafdelingen waarbinnen het gemiddelde ontslagtijdstip na de het tijdstip van opname van patiënten lag een gemiddeld lagere bedbezetting te zien. Op D340 en D360 vallen de ontslagtijdstippen van patiënten bijna altijd na het opnametijdstip. Op D350 en D380 waar het opnametijdstip gelijk valt met het opnametijdstip is de gemiddelde bedbezetting een hoger. De gemiddelde bedbezetting op D380 is 81% en op D350 77%. Dit tegenover 74% en 73% op D360 en D340. Binnen de divisie Hart en Longen liggen alleen bij B340 de ontslagtijdstippen na het opnametijdstip. De gemiddelde bedbezetting van 80% op B340 is hier echter het hoogste gemiddelde van de divisie.

Daarnaast is gekeken naar wat de variatie in de bedbezetting veroorzaakt. Op verpleegafdelingen waar de variatie in de aankomst van spoedpatiënten hoog is, is er een hogere variatie in de bedbezetting te zien. Op D340 is de variatiecoëfficiënt van de bedbezetting 0,17 met een variatiecoëfficiënt van 0,77 voor de aankomende spoedpatiënten. Op D380 is de variatiecoëfficiënt van de bedbezetting 0,19 met een variatiecoëfficiënt van 0,99 voor de aankomende spoedpatiënten. Dit terwijl er gemiddeld meer spoedpatiënten binnenkomen op D340. De variatie in de bedbezetting lijkt uit de data-analyse dus te komen vanuit de variatie in het aantal aankomende spoedpatiënten en niet zozeer het aantal. Via het wiskundig model is er gekeken of de spoedpatiënten inderdaad de oorzaak zijn van de variatie. Hieruit is gebleken dat voor D360 de variatie in de bedbezetting over de weekdays vooral kwam door de electieve patiënten. Er bleek ook dat als de variatie van het aantal electieve patiënten verminderd werd, de variatiecoëfficiënt van de bedbezetting met 0,2 minder werd. Dit ondanks dat het aantal aankomende electieve patiënten gelijk bleef.

Als laatste is er bij de bedbezetting gekeken naar de trends over de jaren 2013 tot en met 2015. Er bleken maanden te zijn waar de bedbezetting consequent hoger was en in augustus bleek de bedbezetting in alle jaren en alle afdelingen laag te zijn. Uit de kwalitatieve analyse bleek dat hier niet goed op ingespeeld wordt door de afdelingsleiding.

Verpleegkundige inzet

Verpleegkundigen worden zoals hierboven benoemd ingepland volgens een bepaald protocol dat historisch is bepaald. Uit de data-analyse is gebleken dat er vaak wordt afgeweken van dit protocol. Op B310 was dit voor de avonddienst bijvoorbeeld gemiddeld 0,7 verpleegkundigen te veel over het jaar 2015. Het verschil van het werkelijk aantal verpleegkundigen met het protocol op verschillende diensten is vergeleken met de ratio van het aantal patiënten per verpleegkundige die op dezelfde diensten op de verpleegafdelingen lagen. Door deze informatie te vergelijken met de bedbezetting en de variatie hierin, bleek dat de variatie in de ratio van patiënt op verpleegkundige ook kunstmatig veroorzaakt wordt. Zo was op B310 de gemiddelde ratio patiënt op verpleegkundige over 2015 voor de avonddienst 4,5. Dit is voor een avonddienst een behoorlijke lage ratio en dit komt dus ook doordat er gemiddeld vaak boven de procedure is ingepland.

Daarnaast is gebleken dat de gemiddelde ratio van verpleegkundige op patiënt verschilt per weekdag op een groot deel van de afdelingen. De procedure is echter gelijk voor alle weekdays. Er blijkt dat er met 1 verpleegkundige minder inroosteren op bijvoorbeeld de maandag op B310 gedurende 2015, de ratio op die dag gelijk zou zijn aan de andere dagen.

Door middel van de kwalitatieve analyse is er gezien dat bij het inroosteren van personeel in de huidige situatie er vooral wordt gekeken naar het tevreden stellen van personeel en de kwaliteit van zorg. Het rekening houden met eventuele extra kosten door het plaatsen van personeel wordt niet of nauwelijks gedaan.

Aanbevelingen

Belangrijk in dit onderzoek was het verschaffen van dezelfde informatie als die gebruikt is in de contextanalyse voor de toekomstige maanden. Voor dit doeleinde is er een uitgebreide Excelsheet ontworpen die gekoppeld is aan de database van het ziekenhuis. Data over onder andere de verpleegkundige inzet, het aantal opnamen en de bedbezetting zijn op die manier gemakkelijk uit de database te halen. Wij bevelen aan dat er verder wordt gewerkt met de ontworpen Excelsheets per verpleegafdeling. Door deze data consequent te bespreken op een tactisch niveau kunnen bepaalde trends in de aankomst van patiënten of een lagere bedbezetting snel gezien worden door de afdelingsleiders. Daarnaast kan er via deze Excelsheet gekeken worden naar de verpleegkundige inzet per dag. Zo kan er per dag gekeken worden naar de ratio's van verpleegkundigen op patiënten en of er aan de procedure die is opgezet is gehouden. De roosteraars van verpleegkundigen dienen inzicht te krijgen in de overbezetting van verpleegkundigen die kan optreden door het inroosteren van teveel verpleegkundigen. Het rekening houden met eventuele extra kosten door het plaatsen van personeel dient al bij het plannen te gebeuren.

Op het gebied van bedbezetting kan er gewonnen worden op het aansturen op ontslag. Door het te laat ontslaan van patiënten wordt de ligduur langer en kunnen bedden leeg komen te staan als patiënten in de middag pas ontslagen worden terwijl de gemiddelde opnametijd in de ochtend ligt. Daarnaast dient er gekeken te worden naar de gemiddelde bedbezetting en de variatie hierin per afdeling zoals gepresenteerd in dit verslag. Op enkele afdelingen, zoals de MC en CCU binnen de divisie Hart en Longen, is de gemiddelde bedbezetting zeer laag. Daarnaast is gebleken uit het model dat de variatie gedurende de verschillende weekdays voortkwam uit de variatie in de aankomst van electieve patiënten. Door beter plannen zou dit verminderd kunnen worden.

Verder was er vraag naar een manier waarmee verschillende scenario's getest konden worden voordat bepaalde veranderingen geïmplementeerd worden. Het wiskundig model wat voor dit doeleinde ontworpen is, is door de tijdslimiet van dit onderzoek niet op alle afdelingen getest. Wij raden aan het wiskundig model verder te ontwikkelen en verschillende scenario's met dit model te testen. Allereerst dient hiervoor de input van meerdere afdelingen gebruikt te worden en eventueel kan het model uitgebreid worden om op uur niveau te kijken naar de kansverdeling van het aantal patiënten.

Voorwoord

Ter afronding van mijn bacheloropleiding Technische Bedrijfskunde aan de Universiteit Twente heb ik een onderzoek verricht bij het Universitair Medisch Centrum Utrecht. Het verslag dat voor u ligt, beschrijft de methoden en resultaten van dit onderzoek.

Er zijn drie “master tracks” van Technische Bedrijfskunde aan de Universiteit Twente. Eén daarvan is de track “Healthcare Technology and Management”. Binnen deze track wordt er gekeken naar de logistieke uitdagingen binnen ziekenhuizen. Tijdens deze bacheloropdracht heb ik een kijkje mogen nemen in de wereld van de logistiek binnen een ziekenhuis. Daarnaast is het mijn tweede mogelijkheid om een opdracht te doen bij een bedrijf, een zeer leerzame ervaring waarbij weer is gebleken dat problemen in de “echte” wereld niet altijd zo gemakkelijk samen te vatten zijn in formules en theorieën.

Mijn eerste kijk in mijn bachelor op gebied van ziekenhuislogistiek mocht ik bij het Universitair Medisch Centrum in Utrecht ondergaan. Hier werd ik door een team van verschillende mensen in verschillende functies en zelfs in verschillende divisies met zeer veel enthousiasme onthaald. Al snel is gebleken dat de uitkomst van dit onderzoek ook voor hen belangrijk was. De steun die ik kreeg bij het verkrijgen van data en de discussies die ik heb mogen hebben over zaken die speelden, waren zeer welkom. Zonder de tips en expertise van zowel verpleegkundigen, afdelingsleiders, beleidsmedewerkers en controllers had er een veel minder mooi resultaat kunnen staan.

Vanuit het Universitair Medisch Centrum Utrecht wil ik een drietal mensen in het bijzonder bedanken. Voor het verkrijgen van de opdracht en zijn altijd frisse blik op de verkregen data wil ik Michel Zeilmaker bedanken. Een drukke man, die altijd als dat nodig was even tijd vrij kon maken als je ergens vast zat. Als tweede wil ik vanuit de divisie Hart en Longen Tinka Deutekom bedanken. Vanuit deze divisie was zij mijn aanspreekpunt als het ging om verkrijgen van data en informatie. Een zeer enthousiast persoon die altijd klaar stond als dat nodig was en veel van de projectbegeleiding qua vergaderingen op zich heeft gepakt. Iemand vanuit de divisie Hersenen, die ook zeer veel van deze projectbegeleiding op zich heeft genomen is Marloes Koedam. Iemand die vol ervoor ging om dit project tot een succes te maken. Samen hebben wij vaak vergaderingen gehad en heeft zij mij het meeste geholpen bij alles wat speelde. De wisselwerking, waar zij mij veel kon vertellen over het kwalitatieve deel en discussies konden ontstaan over de data die hierbij aansloot, was zeer goed.

Vanuit de Universiteit Twente ben ik tijdens mijn bachelor begeleid door Ingrid Vliegen en Gréanne Leeftink. Ik wil Ingrid Vliegen bedanken voor de tijd die ze in mijn opdracht heeft gestoken. Mijn academische schrijfvaardigheden zijn door haar commentaar een stuk beter geworden. Daarnaast kon ik als ik even vastliep over de opzet van het verslag of het model waar nodig op goed advies rekenen. Gréanne Leeftink wil ik bedanken voor het uitgebreide commentaar in de laatste fases van dit verslag. De punten die zij aandroeg waren naar mijn mening zeer goed en dat commentaar heeft dit verslag en stuk verbeterd.

Als laatste hoop ik dat het Universitair Medisch Centrum mijn aangedragen adviezen kan waarderen en de conclusies zal meenemen, om zo een beter inzicht te krijgen in de bedbezetting en de personele inzet.

Inhoud

Management samenvatting	i
Voorwoord	iv
Hoofdstuk 1: Introductie	1
1.1 Het Universitair Medisch Centrum Utrecht	1
1.1.1 De divisies	1
1.2 De aanleiding van het onderzoek	2
1.3 De onderzoeksdoelstelling	3
1.4 De onderzoeksvragen	3
1.5 Onderzoeksmethodiek	4
Hoofdstuk 2: De context analyse	5
2.1 Het proces	5
2.1.1 De patiëntstroom	5
2.1.2 Data-analyse	7
2.1.2.1 Neurologie/Neurochirurgie	7
2.1.2.1 Divisie Hart en Longen	10
2.2 Capaciteitsmanagement	13
2.2.1 Beddenplanning	14
2.2.2 Verpleegkundige inzet	15
2.2.3 Relatie beddenplanning met de verpleegkundige inzet	15
2.3 Stakeholders en prestatie indicatoren	16
2.4 Huidige prestatie verpleegafdelingen	17
2.4.1 Neurologie/Neurochirurgie	17
2.4.2 Divisie Hart en Longen	23
2.5 Conclusies van de context analyse	27
Hoofdstuk 3: Theorie	29
3.1 Bed capaciteitsmanagement	29
3.2 Relatie met planning	30
3.3 Implicatie van de literatuur	30
Hoofdstuk 4: Het model	32
4.1 De onderdelen van het model	32
4.1.1 Electieve patiënten	32
4.1.2 Spoed-patiënten	34
4.1.3 Vraag voorspelling in één verpleegafdeling	35
4.2 Assumpties	35
Hoofdstuk 5: Toepassing model	36
5.1 Input	36
5.2 Resultaten	39

5.3 Conclusie.....	43
Hoofdstuk 6: Excel dashboard	44
6.1 Input.....	44
6.2 Indeling Excel dashboard.....	44
6.3 Output	45
Hoofdstuk 7: Protocollen verpleegkundige inzet	46
Hoofdstuk 8: Conclusies en aanbevelingen.....	47
8.1 Conclusie.....	47
8.2 Aanbevelingen	48
8.3 Discussie	49
Bibliografie.....	50
Bijlagen	52
Bijlage 1: De probleemkluwen	52
Bijlage 2: Vragenlijst kwalitatieve analyse	53
Bijlage 3: Tijdstippen opnamen en ontslagen Neur/Nec.....	54
Bijlage 4: Ligduur verpleegafdelingen.....	55
Bijlage 5: Tijdstip opnamen en ontslagen divisie H&L.....	56
Bijlage 6: Kwalitatieve analyse	57
Bijlage 7: Bedbezettingspercentages per maand	59
Bijlage 8: Foutliggers	63
Bijlage 9: Ratio's verpleegafdelingen gedurende de weekdays.....	65
Bijlage 10: Het Wiskundig model van Vanberkel et al. (2011)	66
Bijlage 11: Chi-squared test uit Minitab.....	70
Bijlage 12: Indeling Excelsheets.....	69
Bijlage 13: 95 percentiel van verpleegafdelingen	71

Hoofdstuk 1: Introductie

1.1 Het Universitair Medisch Centrum Utrecht

Het Universitair Medisch Centrum Utrecht (UMC Utrecht) is een academisch ziekenhuis verbonden aan de Universiteit Utrecht. Met een jaarlijkse opname van bijna 32.000 patiënten is UMC Utrecht één van de grootste academische ziekenhuizen van Nederland. Het streeft naar een hoge kwaliteit van zorg, onderzoek en onderwijs door zich, naast het leveren van hoogstaande basis- en acute zorg, te focussen op zes speerpunten. De zes speerpunten zijn hersenen, infectie & immuniteit, aderen, kanker, regeneratieve geneeskunde & stam cellen en kinderzorg (Werf, 2014). In totaal heeft UMC Utrecht ruim 1000 bedden en 8300 medewerkers tot haar beschikking (Werf, 2014). UMC Utrecht is opgedeeld in twaalf divisies omdat het ziekenhuis erg omvangrijk is en het vele vakgebieden exploiteert. In opdracht van de Raad van Bestuur van UMC Utrecht is het project 'Capaciteitsmanagement' gestart over het gehele ziekenhuis. Het doel van het project 'Capaciteitsmanagement' is de flow van patiënten door de hele klinische keten binnen het gehele UMC Utrecht te verbeteren, hierbij gebruikt makend van de bestaande resources. Dit onderzoek is deel van het brede plan van het ziekenhuis.

1.1.1 De divisies

Zoals hierboven benoemd is UMC Utrecht opgedeeld in twaalf divisies. Dit onderzoek zal plaatsvinden op twee van de twaalf divisies: de divisie Hart & Longen en de divisie Hersenen. Binnen het onderzoek wordt binnen de divisie Hersenen gekeken naar de cluster Neurologie/Neurochirurgie.

1.1.1.1 Divisie Hart en Longen

In de divisie Hart en Longen komen drie specialismen samen: Cardiologie, Cardio thoracale chirurgie en Longziekten. Het specialisme cardiologie richt zich op de diagnostiek en behandeling van alle hartziekten ("Cardiologie," 2016). Het specialisme cardiologie binnen UMC Utrecht staat hoog aangeschreven voor harttransplantaties en steunharten, ook patiënten met acute cardiologische zorg kunnen bij het specialisme cardiologie terecht. Het specialisme cardio thoracale chirurgie houdt zich bezig met de chirurgische behandeling van aangeboren en verworven hartziekten en ziekte van de longen en de intrathoracale (borstholte) vaten ("Cardiothoracale chirurgie," 2016). Het specialisme longziekten houdt zich bezig met de diagnostiek, zorg en behandeling de luchtwegen en longen. Naast de basiszorg voor longziekten biedt de afdeling longziekten ook zeer specialistische zorg op het gebied van onder andere astma en COPD ("Longziekten," 2016).

1.1.1.2 Divisie Hersenen

De divisie Hersenen levert zorg aan patiënten in meerdere vakgebieden. Hierdoor is de divisie Hersenen, net als de divisie Hart & Longen, georganiseerd in een aantal clusters. Daaronder valt het cluster Neurologie/Neurochirurgie (NEUR/NEC). Het cluster is verdeeld in zorglijnen: Algemene en Acute Neurochirurgie, Neuro-oncologie, Algemene neurologie, Functionele- en epilepsiechirurgie, Cerebro Vasculaire neurologie, kinderneurologie.

De specialismen neurologie en neurochirurgie zijn nauw met elkaar verbonden, echter aparte specialismen. Beide richten ze zich op de diagnostiek en behandeling van neurologische aandoeningen. Het specialisme neurologie houdt zich bezig met de diagnose en behandeling van aandoeningen aan het zenuwstelsel en de spieren ("Neurologie," 2016). Neurochirurgie behandelt eveneens patiënten met aandoeningen aan zenuwstelsel en de spieren, echter wordt binnen neurochirurgie door middel van een chirurgische ingreep behandeld in tegenstelling tot de neurologie ("Neurochirurgie," 2016).

1.2 De aanleiding van het onderzoek

In deze paragraaf wordt de aanleiding van het onderzoek toegelicht. De paragraaf is gestructureerd op basis van de algemene bedrijfskundige aanpak (ABP) zoals beschreven in Heerkens and Winden (2012).

De hoofden van de divisies geven aan dat hoge werkdruk onder verpleegkundigen een terugkomende zaak is binnen de twee divisies. Als het aantal patiënten op de verpleegafdelingen van de divisies te hoog wordt is de ratio verpleegkundigen per patiënt vaak beneden de doelratio per verpleegafdeling. Dit zorgt ervoor dat verpleegkundigen minder goed te werk kunnen en zo zal de kwaliteit van zorg omlaag gaan. De planning van het rooster van verpleegkundigen wordt twee tot drie maanden vooruit gemaakt, waardoor het aantal ingeroosterde verpleegkundigen niet aan sluit bij het aantal patiënten dat op de afdeling ligt. De planner van verpleegkundigen houdt geen rekening met de instroom vanuit de OK's aangezien de planning van de OK één week van te voren wordt gemaakt.

Voor planners en divisie hoofden is het op dit moment niet inzichtelijk hoeveel vraag van patiënten er naar zorg per dag is. Dit resulteert erin dat er ook moeilijk is in te schatten hoeveel bedden en daaruit volgend hoeveel verpleegkundigen er moeten staan. Er kunnen meerdere oorzaken genoemd worden voor dit gebrek aan inzicht. Allereerst omdat er op deze afdelingen veel spoedgevallen moeten worden opgenomen. Deze patiënten krijgen voorrang op andere patiënten die een geplande operatie hebben op de OK of Hart Catheresatie Kamer (HCK). Na, en soms voor, de operatie liggen deze spoedgevallen op de beddenhuizen. Er is een vermoeden dat door de fluctuatie in het aantal spoedgevallen, het moeilijk is een inschatting te maken van het aantal patiënten dat de komende dagen/weken opgenomen dient te worden. Daarnaast is de uitstroom vanuit de OK of HCK niet constant en wordt er door de OK planning een onnatuurlijke variatie gecreëerd. Dit zorgt er ook voor dat het benodigde aantal bedden moeilijk te bepalen is.

Het kernprobleem is gedefinieerd als:

“Er is niet inzichtelijk wat de vraag van patiënten naar zorg, per dag is.”

Het slechte inzicht in het aantal benodigde bedden resulteert naast de moeilijk te bepalen verpleegkundige inzet erin dat patiënten geweigerd of naar andere afdelingen verplaatst moeten worden omdat er niet genoeg bedden op de verpleegafdelingen zijn. Het komt ook voor dat de operatie van electieve (geen spoed-patiënt) patiënten wordt verzet omdat er spoed-patiënten binnen komen. Deze spoed-patiënten moeten uiteraard een plaats krijgen in de verpleegafdeling en zo komen de electieve patiënten wederom op een wachtlijst.

Het inzetten van verpleegkundigen is een grote kostenpost van het ziekenhuis en situaties waar de ratio verpleegkundige op patiënt te laag is, zijn dus ongewenst. Een situatie waar de ratio patiënt op verpleegkundige te hoog is, is ook niet gewenst. De kwaliteit van de zorg die verpleegkundigen kunnen leveren zal dan minder zijn, daarnaast speelt de effectiviteit van deze verpleegkundigen een rol. De werkdruk van verpleegkundigen zal bij een hoge ratio verpleegkundige op patiënt ook hoger zijn.

De gevolgen van het niet inzichtelijk zijn in het aantal aankomende patiënten op verpleegafdelingen is dat er patiënten geweigerd moeten worden. Dit leidt tot een verminderde omzet van het ziekenhuis. Daarnaast wordt het als onprofessioneel gezien om vaak geplande operaties af te moeten zeggen. Het plaatsen van patiënten op andere afdelingen door drukte zorgt ervoor dat allereerst de kwaliteit van de zorg voor die patiënt omlaag kan gaan, als tweede zullen de verpleegkundigen op die andere afdeling minder effectief te werk kunnen. De bovenstaande informatie is verwerkt in een probleemkluwen die in Bijlage 1 is terug te vinden.

1.3 De onderzoeksdoelstelling

Het doel van dit onderzoek is:

Onderzoeksdoelstelling: Het inzichtelijk maken van de vraag van patiënten per dag om hiermee een verbeterslag te maken met betrekking tot de inzet van het verpleegkundig personeel, binnen de beddenhuizen van de divisies Hersenen en Hart & Longen.

1.4 De onderzoeksvragen

Uit de onderzoeksdoelstelling definiëren we de volgende hoofdvraag.

Hoofdvraag: Hoe kan de vraag van patiënten per dag inzichtelijk worden gemaakt en op welke wijze kan deze informatie leiden tot het verbeteren van de inzet van verpleegkundig personeel op de beddenhuizen van de divisies Hersenen en Hart & Longen binnen UMC Utrecht?

De hoofdvraag is een samenvoeging van twee vragen. De eerste vraag, welke over het inzichtelijk maken van de vraag van patiënten gaat, is vertaald in de eerste zes deelvragen. De zevende deelvraag betreft de volgende vraag binnen de hoofdvraag. Namelijk, hoe er met de informatie die verkregen wordt via de eerste deelvraag verbeteringen aangedragen kunnen worden met betrekking tot het inzetten van verpleegkundigen. Als deze zeven deelvragen beantwoord kunnen worden is de hoofdvraag en hiermee de onderzoeksdoelstelling bewerkstelligd. De vragen zijn opgesteld volgens de verschillende fases van de ABP (Heerkens & Winden, 2012).

Deelvraag 1: Welke trends zijn zichtbaar in de patiëntenstroom en de inzet van verpleegkundig personeel binnen de afdeling Neurologie/Neurochirurgie en de divisie Hart & Longen?

Via deze deelvraag willen we vanuit een duidelijke kwantitatieve analyse de huidige situatie binnen het beddenhuis beschrijven. Deelvraag 1 is in paragraaf 2.1 beantwoord.

Deelvraag 2: Hoe worden in de huidige situatie beslissingen genomen over de inzet van het verpleegkundig personeel en het plaatsen van patiënten binnen de verpleegafdelingen?

Met deze deelvraag willen we door middel van een kwalitatieve analyse de werkwijzen die gehanteerd worden bij de beslissing voor het inzetten van verpleegkundig personeel en de beslisregels voor het plaatsen en ontslaan van patiënten inzichtelijk maken. Deelvraag 2 is in paragraaf 2.2 Capaciteitsmanagement beantwoord.

Deelvraag 3: Hoe presteren de verpleegafdelingen in de huidige situatie?

Via deze deelvraag willen we vanuit de analyse van de huidige situatie uit Deelvraag 1 en Deelvraag 2 kijken hoe de verpleegafdelingen presteren en of de verschillende processen en beslisregels de gewenste resultaten leveren. Hiervoor dienen eerst de kritieke prestatie-indicatoren gekozen te worden. De kritieke prestatie-indicatoren en de stakeholders binnen dit onderzoek zijn in paragraaf 2.3 toegelicht. Vervolgens is in paragraaf 2.4 het presteren van de verpleegafdelingen behandeld.

Deelvraag 4: Welke modellen en methoden om het aantal bezette bedden te berekenen schrijft de literatuur voor?

Aan de hand van deze deelvraag willen we door middel van een literatuur onderzoek erachter komen welke modelsoorten er geschikt zijn voor het berekenen van het aantal bedden binnen de beddenhuizen. Het literatuur onderzoek is in hoofdstuk 3 beschreven.

Deelvraag 5: Hoe kan het de vraag van patiënten naar zorg per dag berekend worden via een wiskundig model?

Deelvraag 6: Hoe kan het ontworpen wiskundige model gevalideerd worden?

Na het beantwoorden van Deelvraag 4 kunnen we met de meest geschikte modelsoort een wiskundig model gaan ontwerpen die de verpleegafdeling omschrijft. We kunnen evalueren of het model aansluit bij de werkelijkheid door terug te koppelen naar de historische data uit Deelvraag 1 en zullen dit aspect via Deelvraag 5 beantwoorden. Als dit het geval is kunnen we met het model door middel van het aanpassen van invoerwaarden de effecten bekijken op het aantal benodigde bedden.

Deelvragen 5 en 6 staan in het verlengde van Deelvragen 1, 2, 3 en 4. Door middel van het beantwoorden van de bovenstaande deelvragen kan er inzicht verkregen worden in de vraag van patiënten en dus het benodigde aantal bedden. Deelvraag 5 wordt behandeld in Hoofdstuk 4, Deelvraag 6 in Hoofdstuk 5. In de volgende deelvraag gaan we uitzoeken wat dit inzicht is en hoe met dit inzicht verbeteringen aan kunnen dragen.

Deelvraag 7: Welke relatie is te zien tussen de inzet van het verpleegkundig personeel en de bedbezetting en hoe kan dit verbeterd worden met het inzicht in de vraag van patiënten per dag?

In Deelvraag 7 wordt er, met het verkregen inzicht in de vraag van patiënten per dag, een advies aandragen om het plaatsen van patiënten in de beddenhuizen en de daarop aansluitende inzet van verpleegkundigen te verbeteren. Dit is in Hoofdstuk 2 en Hoofdstuk 7 behandeld.

1.5 Onderzoeksmethodiek

Om meer inzicht te krijgen in de bedbezetting, het aantal aankomende patiënten, de verpleegkundige inzet en de beslisregels die gehanteerd worden bij het plaatsen en ontslaan van patiënten is het onderzoek vanuit drie invalshoeken aangevlogen. Er is een grondige contextanalyse van de huidige situatie gemaakt op basis van kwantitatieve data. Daarnaast is er een kwalitatieve analyse gemaakt van de verpleegafdelingen. Deze invalshoeken zijn in Hoofdstuk 2 toegelicht.

Bij de kwantitatieve analyse is er gekeken naar de kwantitatieve data uit meerdere databases. Voor de meeste zaken betreffende patiënten, zoals bedbezetting en aankomsten, is er met een OLAP-database gewerkt. Om de data die in dit rapport beschreven word ook voor nieuwe maanden en dagen te kunnen bekijken is er een Excelsheet ontworpen. Veel van de data beschreven in de kwantitatieve analyse kan hier uit gehaald worden. De Excelsheets worden in Hoofdstuk 6 toegelicht. De kwantitatieve data van de verpleegkundige inzet is uit de database Monaco gehaald waar alle informatie wordt opgeslagen voor het uitbetalen van personeel. De data vanuit Monaco wordt in dit onderzoek voor het eerst gekoppeld aan data over het aantal patiënten. Daarnaast zijn er nog enkele aparte datasets aangevlogen om zaken als de ligduur van patiënten en de foutliggers te berekenen.

Voor de kwalitatieve analyse zijn er interviews met meerdere personen geweest. Per verpleegafdeling is er een interview geweest met een senior verpleegkundige, de persoon die de planning van verpleegkundigen maakt (soms ook de senior verpleegkundige) en met planners van electieve patiënten. Daarnaast is er met afdelingsleidingen een interview geweest over zaken die spelen. In Bijlage 2 is de vragenlijst te vinden welke gebruikt is gedurende de interviews met de senior verpleegkundigen van de verpleegafdelingen.

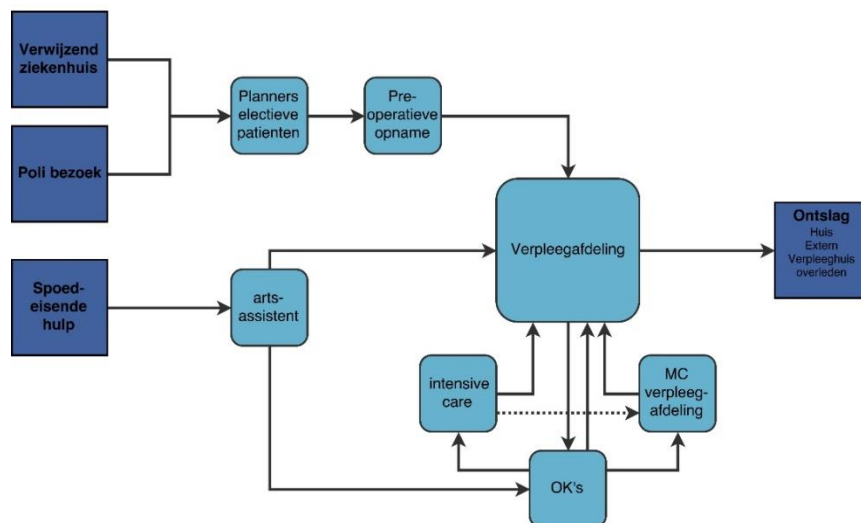
Om conclusies en aanbevelingen uit de contextanalyse te valideren en te modelleren is er ook een wiskundig model opgesteld. Via een wiskundig model kan er gekeken worden hoe de bedbezetting en de variatie hierin veranderd als bepaalde input waarden aangepast worden.

Hoofdstuk 2: De context analyse

In dit hoofdstuk is er een uitgebreide analyse van de verpleegafdelingen gemaakt. Deelvraag 1, Deelvraag 2 en Deelvraag 3 zullen in dit hoofdstuk behandeld worden. In Paragraaf 2.1 is het algemene proces van de patiënten binnen de divisie Hart en Longen en de cluster NEUR/NEC toegelicht. Hier zijn ook de verschillende patiëntgroepen in het proces beschreven. Daarnaast is in deze paragraaf apart voor de divisie Hart en Longen en de cluster NEUR/NEC, een data-analyse van de huidige situatie beschreven. In Paragraaf 2.2 is de kwalitatieve analyse van het huidige capaciteitsmanagementproces voor zowel de verpleegkundige inzet als de beddenplanning toegelicht. In Paragraaf 2.3 zijn de prestatie indicatoren omschreven, waarna in Paragraaf 2.4 wederom apart voor de divisie en de cluster het functioneren van de verpleegafdelingen op basis van de prestatie indicatoren is beschreven. Als laatste is in Paragraaf 2.5 de conclusie van de context analyse te vinden.

2.1 Het proces

Patiënten doorlopen op basis van hun aandoening een bepaald pad door het ziekenhuis. Hierbij komen patiënten in verschillende fasen van het pad in contact met verschillende onderdelen van het ziekenhuis. In Figuur 1 zijn de verschillende paden die een patiënt kan doorlopen door de divisie Hart en Longen en afdeling NEUR/NEC schematisch weergegeven. Alleen de fasen en onderdelen die betrekking hebben op dit onderzoek zijn toegelicht. In Sub-paragraaf 2.1.1 zijn de verschillende onderdelen toegelicht. In Paragraaf 2.1.2 is de data-analyse van de huidige situatie beschreven. Sub-paragraaf 2.1.2.1 behandelt de verpleegafdelingen van de cluster NEUR/NEC en in Sub-paragraaf 2.1.2.2 is hetzelfde gedaan voor de divisie Hart en Longen.



Figuur 2.1: Flow van patiënten

2.1.1 De patiëntstroom

In ziekenhuizen kunnen patiënten in grote lijnen in vier groepen ingedeeld worden. De eerste verdeling is op basis van spoed en electief. De tweede verdeling is op basis van snijdend of beschouwend. Deze vier patiëntgroepen hebben een verschillend traject door het ziekenhuis en de verpleegafdeling bestaande uit verschillende fasen. In Figuur 2.1 is de flow van de patiënten door het ziekenhuis vereenvoudigd weergegeven. In Paragraaf 2.2.1 wordt de flow van de electieve patiënten, zowel snijdend als beschouwend toegelicht. In Paragraaf 2.2.2 komt de flow van niet-electieve patiënten aan bod.

2.1.2.1 Electieve patiënten

De eerste fase is het proces voor de daadwerkelijke opname van de patiënt. In deze fase worden patiënten in HiX, het patiëntenregistratie systeem, gezet. Dit kan voor electieve patiënten op de volgende manieren.

1. Patiënten worden op de poli door een arts gezien. Deze arts zet de patiënt dan in HiX.
2. Patiënten worden door andere ziekenhuizen verwezen naar UMC Utrecht. Een arts van UMC Utrecht bepaalt aan de hand van die informatie van het andere ziekenhuis of de patiënt opgenomen dient te worden in de planning en dus in HiX.

Als de patiënten in HiX zijn geregistreerd, worden ze door diverse planners per afdeling ingepland. De volgende fasen van de flow van electieve patiënten verschillen per beschouwend en snijdend specialisme. Dit is hieronder per patiëntgroep toegelicht.

Snijdend specialisme

De volgende fase bij de electieve patiënten van een snijdend specialisme is de pre-operatieve opname. Tijdens een preoperatieve opname wordt de patiënt opnieuw ingelicht over wat er gaat gebeuren. Daarnaast wordt de patiënt voorbereid op de operatie door de verpleegkundigen. De preoperatieve opname is regulier één dag voor de operatie. Als de operatie op maandag is komen de patiënten vaak op vrijdag naar het ziekenhuis voor de preoperatieve opname. Deze patiënten verblijven dan echter niet het weekend in de verpleegafdeling maar komen maandagochtend terug. Na de preoperatieve opname is het bed van die patiënt bezet, ook tijdens de operatie wordt het bed bezet gehouden.

Hierna volgt de operatie zelf. Vanuit de verpleegafdeling worden de patiënten naar de OK verplaatst waar ze worden geopereerd. Na de operatie zullen ze in de volgende fase naar de intensive care (IC), medium care (MC) of direct naar de verpleegafdeling verplaatst worden om te herstellen. De medium care afdeling is een verpleegafdeling waar patiënten komen te liggen die voortdurend gemonitord moeten worden. De medium care afdeling is één kamer met meerdere bedden zodat de verpleegkundigen, die vaak speciaal voor medium care zorg zijn opgeleid, alle patiënten kunnen zien. De IC is een afdeling waar patiënten ook voortdurend gemonitord moeten worden en waar speciaal opgeleide verpleegkundigen nodig zijn. Bij patiënten op een IC zijn echter bepaald vitale lichaamsfuncties in gevaar zijn, waar patiënten op de MC afdelingen niet in direct levensgevaar zijn.

De laatste fase is het ontslag van de patiënt naar huis, een extern verpleeghuis of terug naar een ander ziekenhuis. De hoofdbehandelaar van de patiënt bepaalt of hij/zij ontslagen mag worden.

Beschouwend specialisme

Nadat planners patiënten van het beschouwende specialisme hebben ingepland, worden deze patiënten (meestal) op hun geplande opnamedatum opgenomen op de verpleegafdeling. Deze patiënten liggen dan op de verpleegafdeling terwijl artsen verscheidene test doen. Als de patiënt een diagnose heeft gekregen en de bepaalde medicatie aan slaat beslist de hoofdbehandelaar van de patiënt of hij/zij ontslagen mag worden. De ontslagfase is hier hetzelfde als bij het snijdend specialisme.

2.1.2.2 Spoed-patiënten

Zoals weergegeven in Figuur 1 komen spoed-patiënten via de spoedeisende hulp (SEH) het ziekenhuis binnen. Na het binnenkomen is de eerst volgende fase dat de SEH belt naar een arts-assistent op een van de verpleegafdelingen. Vervolgens wordt de patiënt op de SEH of door de arts-assistent op de verpleegafdeling in de HiX gezet. De volgende fasen zijn wederom afhankelijk of de spoed patiënt van een beschouwend of een snijdend specialisme is.

Snijdend specialisme

De arts-assistent beoordeelt de urgentie van het behandelen van de spoed-patiënt. Als er direct een operatie nodig is kan de spoed-patiënt direct naar de OK worden verwezen. De operaties van electieve patiënten komen dan te vervallen of worden uitgesteld tot een later tijdstip of datum. Na de operatie volgen de spoed-patiënten van het snijdende specialisme hetzelfde patroon als de electieve patiënten van het snijdende specialisme.

Beschouwend specialisme

De patiënt wordt op basis van de boordeling van de arts-assistent direct of later opgenomen op de verpleegafdeling. Hier zullen verscheidene test op de patiënt gedaan worden waarna de patiënt nog enkele tijd, afhankelijk van de aandoening, op de verpleegafdeling zal blijven liggen. De ontslagfase is wederom hetzelfde.

2.1.2 Data-analyse

De verschillende patiëntgroepen komen in verschillende fasen in de patiënt flow bij de verpleegafdeling binnen. Patiënten van een snijdend specialisme komen voor hun operatie al binnen op de verpleegafdeling. Beschouwende patiënten komen gelijk op de verpleegafdeling en gaan vanuit daar naar verschillende testen toe gedurende hun verblijftijd. Patiënten van een bepaald specialisme komen vaak op een bepaalde verpleegafdeling te liggen. Dit is de toegewezen verpleegafdeling. De patiënten verblijven op de verpleegafdeling tot dat ze ontslagen worden.

Een verpleegafdeling bestaat uit meerdere kamers waarin patiënten liggen. Per verpleegafdeling verschilt het aantal patiënten op één kamer. Daarnaast verschilt het aantal bedden per verpleegafdeling. In paragraaf 2.1.2.1 wordt de huidige situatie op de verpleegafdelingen van het cluster NEUR/NEC toegelicht, waarna in paragraaf 2.1.2.2 hetzelfde wordt beschreven voor de divisie Hart en Longen.

2.1.2.1 Neurologie/Neurochirurgie

In Tabel 2.1 is een overzicht gegeven van de verpleegafdelingen van de cluster NEUR/NEC, het beddenaantal en de kostenplaats van die verpleegafdeling.

Verpleegafdeling	Aantal bedden	Kostenplaats code
Algemene Neurologie	18	D340
Algemene Acute Neurochirurgie	12 / 6	D350 / D351
Cerebrovasculaire Ziekten	20 / 7	D360 / D361
Neuro-Oncologie	20	D380

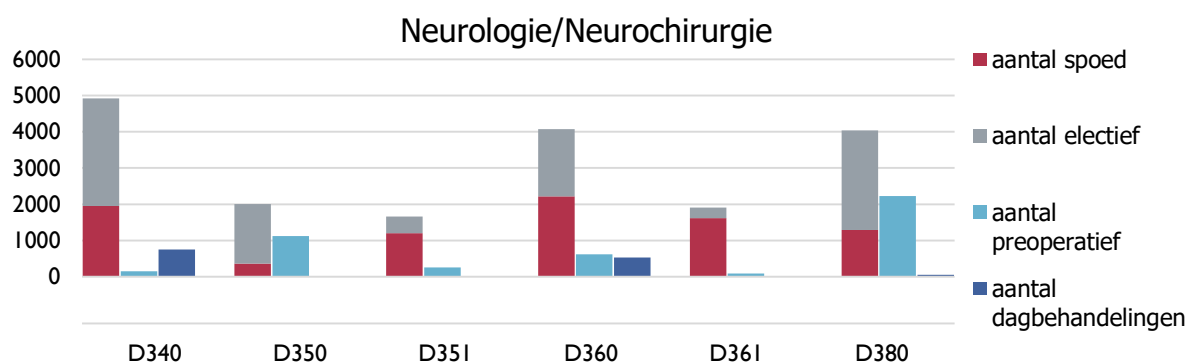
Tabel 2.1: Verpleegafdelingen van de cluster Neurologie/Neurochirurgie

In totaal zijn er zes verpleegafdelingen binnen de cluster Neurologie/Neurochirurgie. Bij de verpleegafdeling van Algemene en Acute Neurochirurgie en Cerebrovasculaire Ziekten is een medium care afdeling aanwezig. Dit is een aparte verpleegafdeling die in Tabel 2.1 achter de "forward slash" is aangeduid. Zoals te zien zijn medium care afdelingen een stuk kleiner dan de normale verpleegafdelingen. Verder is de afdeling Algemene en Acute Neurologie, D350, met 12 bedden een stuk kleiner dan de andere afdelingen.

De kostenplaats code is een code die binnen UMC Utrecht gebruikt wordt om kosten naar een bepaalde verpleegafdeling te alloceren. Voor de rest van het verslag zullen de verpleegafdelingen met hun kostenplaats code aangeduid worden.

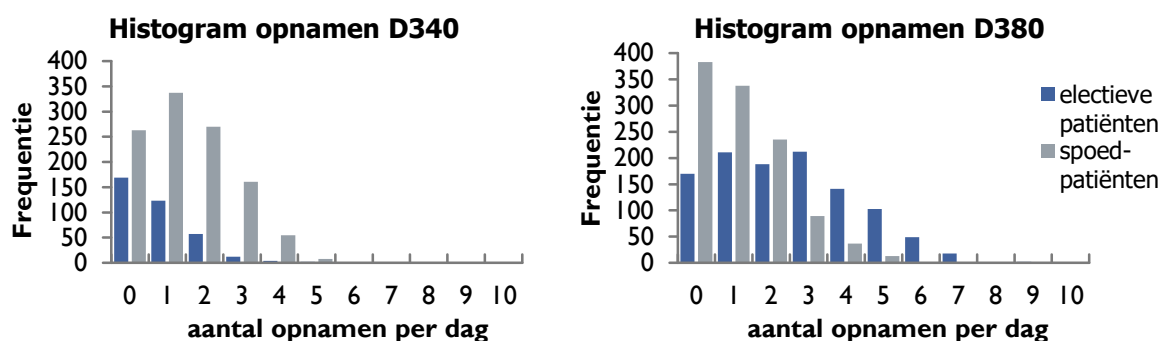
Opnamen en ontslagen

Met de zorgvraag wordt het aantal patiënten dat zorg nodig heeft bedoeld en de verschillende groepen hierbinnen. De groepen patiënten zijn in Paragraaf 2.1.1 uitgelegd. In Figuur 2.3 is de zorgvraag van de zes verpleegafdelingen weergegeven. Het aantal electieve, spoed, pre-operatieve en dagbehandeling opnamen vanaf 2013 tot en met 2015 zijn hier weergegeven. Het aantal spoed- en electieve opnamen zijn opgeteld om zo een beeld te krijgen van de verdeling spoed/electief per afdeling. Het aantal pre-operatieve opnamen en het aantal dagbehandelingen zijn onderdeel van de optelsom van spoed en electieve opnamen. Deze zijn apart weergegeven om een duidelijk beeld te scheppen over de patiëntgroepen op de afdelingen.



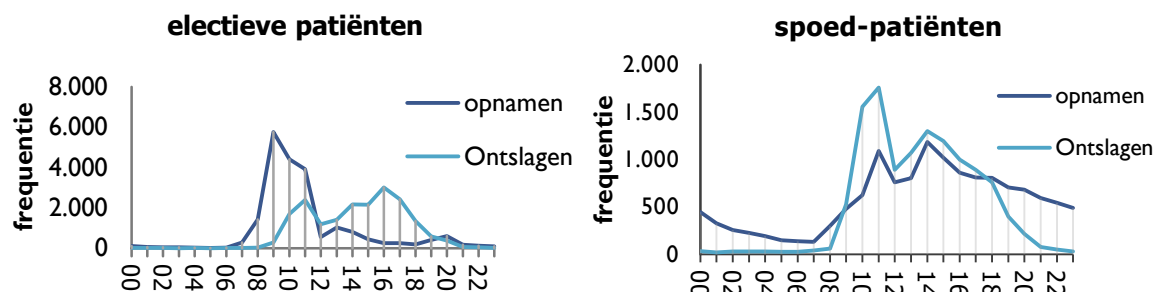
Figuur 2.3: Cijfers van de zorgvraag over 2013 t/m 2015 van Neurologie/Neurochirurgie

Het aantal opnamen (electieve en spoed opnamen samen) ligt vooral hoog op D340, D360 en D380. Het aantal bedden is op deze afdelingen ook hoger dan op de rest. Op D340 zijn er echter maar 18 bedden die in gebruik zijn. Het aantal opnamen ligt echter hoger dan op de andere twee afdelingen. D340 en D360 zijn de verpleegafdelingen waar het aantal dagbehandelingen hoog is. Deze patiënten liggen niet of kort op de afdeling waardoor er meer patiënten per jaar opgenomen kunnen worden. Onder andere hierdoor kan het aantal opnamen hoger liggen op D340 dan dat het op D380 is. D350 heeft met 12 bedden niet heel veel opnamen in tegenstelling tot de MC verpleegafdelingen waar 6 en 7 bedden beschikbaar zijn. Op de verpleegafdeling D350 en D380 liggen percentueel per verpleegafdeling de meeste neurochirurgie patiënten. Hier moeten patiënten dus eerst pre operatief worden opgenomen waarna ze naar de OK gaan. Na de operatie komen deze patiënten weer terug op de verpleegafdeling, of eerst op één van de MC verpleegafdelingen, om te herstellen. Daarnaast is in Figuur 2.4 het totale aantal opnamen gesplitst in het aantal electieve en het aantal spoed-patiënten. Hieruit is goed af te leiden wat de verdeling is van het aantal electieve en spoed-patiënten per verpleegafdeling. Het aantal spoed-patiënten is vooral hoog op D360. Daarnaast liggen er veel spoed-patiënten op de MC verpleegafdelingen.



Figuur 2.4: Histogrammen van opnamen op D340 en D380.

In Figuur 2.4 is een vergelijking te zien van de histogram van het aantal opnamen per dag voor een verpleegafdelingen met relatief evenveel spoed. Het absolute aantal ligt echter hoger op D340. De variatiecoëfficiënt (CV) in het aantal spoed-patiënten dat aan komt bij D340 is 0,763. Dit is lager in D380 waar de CV 0,989 is. Veel arriverende spoed-patiënten zorgt er voor dat veel bedden vol raken als hier geen rekening mee wordt gehouden op de verpleegafdeling. De variatie in de aankomst van electieve patiënten is juist hoger op D340. De CV hier is 0,981 tegenover 0,730 bij D380.

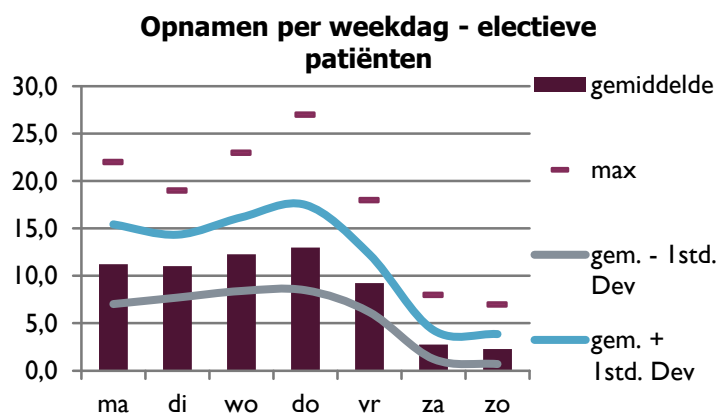


Figuur 2.5: Opname en ontslagtijdstippen van patiënten in de cluster Neurologie/Neurochirurgie 2013-2015.

De opnamen en ontslagtijden hebben een grote invloed op het aantal patiënten wat er per dag op de verpleegafdeling ligt per uur. Daarnaast zorgen de opnamen en ontslagen van patiënten voor een verhoogde werklust voor verpleegkundigen. In Figuur 2.5 zijn de opname en ontslagtijden, per dag, voor spoed en electieve patiënten weergegeven. De aankomst en ontslagtijden zijn weergegeven voor alle patiënten die binnen de cluster NEUR/NEC hebben gelegen. Zoals te zien is het opnametijdstip van spoed-patiënten verdeeld over de dag met twee pieken rond 11:00 en 14:00. Hierdoor is de werkdruk voor verpleegkundigen voor opnamen van spoed-patiënten verdeeld over de dag en kunnen lege bedden direct bezet worden, waardoor de bedbezetting percentueel hoog blijft. De ontslagtijdstippen van spoed-patiënten sluiten grotendeels aan bij de opnametijdstippen. Bij electieve patiënten is dit niet het geval. De piek voor het opnametijdstip ligt hier rond 10 uur. Waarbij het ontslagtijdstip verdeeld is over een tijdspanne van 08:00 tot 19:00, met een piek rond 17:00.

Als er wordt gekeken naar de precieze tijden bij de verschillende verpleegafdelingen, weergegeven in Bijlage 3, verschillen de gemiddelde opnamen en ontslagtijden aanzienlijk. Bij D340 en D360 liggen de pieken in het aantal opnamen per uur niet op hetzelfde tijdstip als het aantal ontslagen. In de ochtend zijn de meeste opnamen en in het einde van de middag worden de meeste patiënten ontslagen. Op D350 en D380 is dit niet het geval. De tijdstippen waar de meeste patiënten worden opgenomen zijn ook de tijdstippen van ontslag. Hierdoor wordt de werklust van verpleegkundigen op die tijdstippen een stuk hoger.

dag	gemiddelde	std. Afw.
ma	11,2	4,20
di	11,0	3,32
wo	12,3	3,89
do	13,0	4,50
vr	9,2	3,05
za	2,8	1,52
zo	2,3	1,58

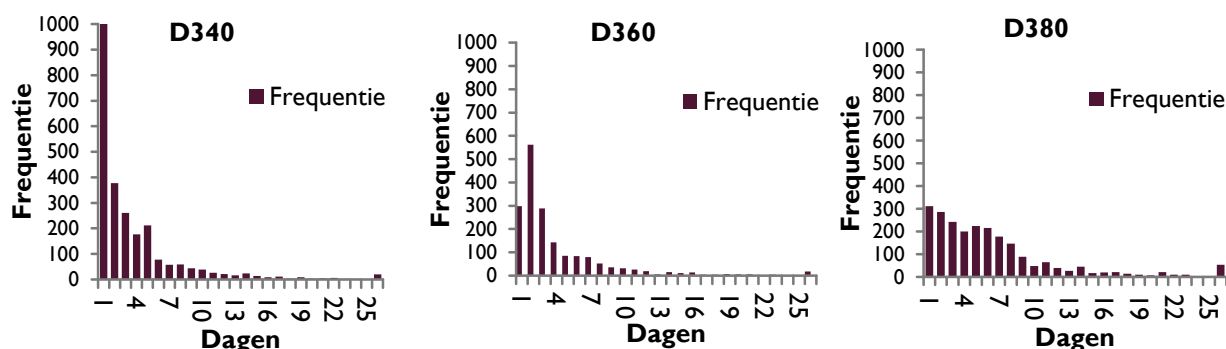


Tabel 2.2 en Figuur 2.6: Opnamen van electieve patiënten voor de verschillende dagen in de week.

In Figuur 2.6 zijn de opnamen van electieve patiënten per dag van de week weergegeven. In Tabel 2.2 is de standaard afwijking per dag weergegeven. Er valt te zien dat ook voor de weekdays het aantal opnamen verschilt. Op woensdag en donderdag zijn zowel het gemiddelde als de standaarddeviatie hoog.

Ligduur

De ligduur is gedefinieerd als het ontslag-tijdstip minus het opname-tijdstip van een patiënt. De momenten dat een patiënt niet meer op een afdeling ligt, maar binnen zijn behandeling verplaatst naar een andere afdeling, zijn uit de berekeningen gehouden. In Figuur 2.7 zijn de histogrammen van de ligduur van de patiënten op de verpleegafdelingen D340, D360 en D380 weergegeven.



Figuur 2.7: Histogrammen ligduur klinische patiënten D340, D360 en D380

Op D360 is de ligduur gemiddeld 4,0 dagen met een standaard afwijking van 7,8 dagen. De ligduur op D360 is dus zeer variabel met een variatiecoëfficiënt van 2,0. De gemiddelde ligduur op D340 is 3,2 met een standaard afwijking van 4,6 dagen. De variatie in de ligduur op D340 is dus ook hoog maar met een variatiecoëfficiënt van 1,4 lager dan op D360. Op D380 is de gemiddelde ligduur van 6,0 een stuk hoger dan D340 en D360. De standaard afwijking is hier 6,4 wat een variatiecoëfficiënt van 1,1 geeft. De variatie in de ligduur is dus een stuk lager op D380. In alle drie de histogrammen is er op na 25 dagen nog een kleine piek te zien. Dit zijn patiënten die langer dan 25 dagen hebben gelegen. Op de grotere verpleegafdelingen komen langliggers geregeld voor.

In Bijlage 4 zijn de andere histogrammen van de ligduur te vinden. Op D350 is gemiddelde ligduur 5,1 met een standaard afwijking van 4,5. De variatie is dus, in vergelijking met de andere verpleegafdelingen, laag hier. Dit is niet het geval op de medium care afdelingen. D361 heeft met een gemiddelde van 3,5 en een standaard afwijking van 4,5 een hoge variatie. Op D351 is de gemiddelde ligduur 3,3 met een standaard afwijking van 5,3. De variatie is hier dus nog groter.

2.1.2.1 Divisie Hart en Longen

In Tabel 2.3 is een overzicht gegeven van de verpleegafdelingen van de divisie Hart & Longen.

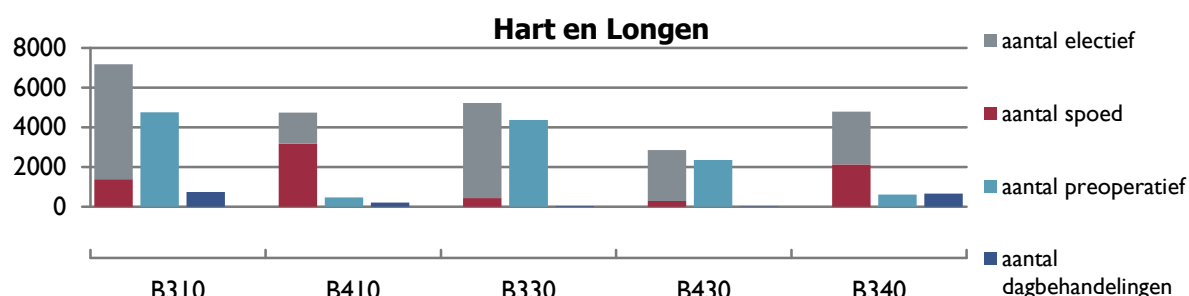
Verpleegafdeling	Aantal bedden	Kostenplaats code
Cardiologie	30 / 10	B310 / B410
Cardio-thoracale Chirurgie	22 / 6	B330 / B430
Longen	25	B340

Tabel 2.3: Verpleegafdelingen van de divisie Hart en Longen.

De divisie Hart en Longen bezet in totaal vijf verpleegafdelingen. Bij de verpleegafdeling van Cardiologie is een hartbewakingskamer (B410) aanwezig en bij de verpleegafdeling Cardio-thoracale Chirurgie is een medium care afdeling aanwezig. Dit is een aparte verpleegafdeling die in Tabel 2.3 achter de "forward slash" is aangeduid. Verpleegafdelingen B310 en B340 hebben over de afgelopen drie jaar niet elke maand hetzelfde aantal bedden open gehad. Dit omdat er permanent meer bedden

zijn geopend of omdat er met de zomervakantie rekening gehouden wordt door bedden te sluiten. In de berekeningen wordt hier rekening mee gehouden. De kostenplaats code is een code die binnen UMC Utrecht gebruikt wordt om kosten naar een bepaalde verpleegafdeling te alloceren. Voor de rest van het verslag zullen de verpleegafdelingen met hun kostenplaats code aangeduid worden.

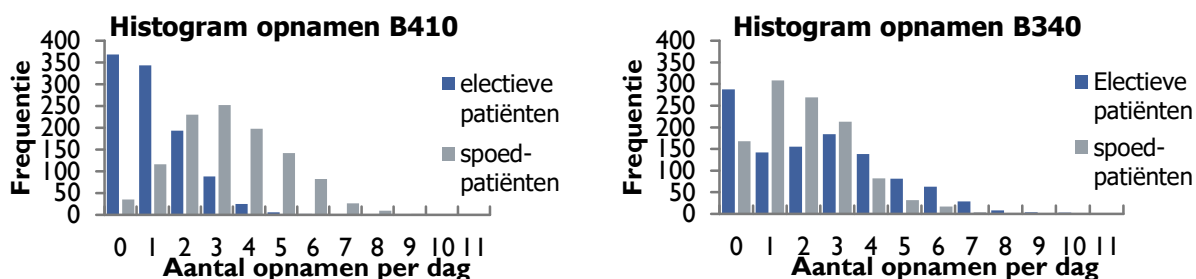
In Figuur 2.8 is de zorgvraag van de vijf verpleegafdelingen van de divisie Hart en Longen weergegeven. Het aantal electieve, spoed, pre-operatieve en dagbehandeling opnamen vanaf 2013 tot en met 2015 zijn hier weergegeven. Het aantal spoed- en electieve opnamen zijn opgeteld om zo een beeld te krijgen van de verdeling spoed/electief per afdeling. Het aantal pre-operatieve opnamen en het aantal dagbehandelingen zijn onderdeel van de optelsom van spoed en electieve opnamen. Deze zijn apart weergegeven om een duidelijk beeld te scheppen over de patiëntgroepen op de afdelingen.



Figuur 2.8: Cijfers van de zorgvraag over 2013 t/m 2015 van divisie Hart en Longen

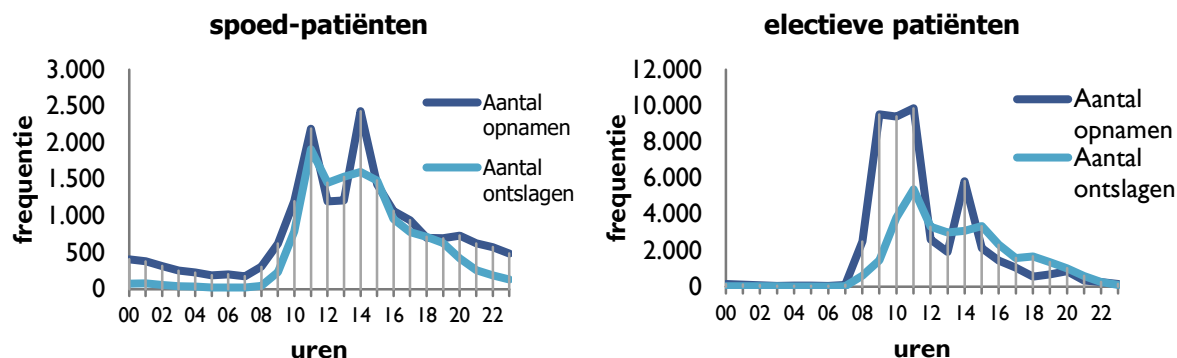
Het totaal aantal opnamen ligt in verhouding met het aantal bedden hoog op B410. Vanuit operaties komen veel patiënten eerst langs de hartbewakingskamer. Deze worden na een tijd op de hartbewakingskamer overgeplaatst naar andere afdelingen. Hierdoor wordt het aantal opnamen echter hoog. B340 heeft met 25 bedden een redelijk laag aantal opnamen. Op B310, B330 en B430 liggen vooral patiënten van het snijdende specialisme. De afdelingen waar de dagbehandelingen vooral plaatsvinden zijn B310 en B340. Vanuit Figuur 2.9 is het percentage spoed en electief ook te bepalen. Percentueel ligt het aantal spoedopnamen het hoogst in B410. Rond de 80% van alle patiënten die hier liggen zijn spoed-patiënten. Daarnaast is rond de 60% van de patiënten die op B340 ligt een spoed geval. Op de andere afdelingen, waar vooral de patiënten van het snijdende specialisme liggen, is het percentage spoed relatief laag.

In Figuur 2.9 is het aantal opnamen gesplitst in het aantal electieve- en het aantal spoed-patiënten. Hieruit is op te halen wat de verdeling is van het aantal electieve en spoed-patiënten wat op B410 en B340 aankomt per dag. B410 is een afdeling met maar tien bedden in tegenstelling tot B340, een verpleegafdeling met 25 bedden, waar er ongeveer evenveel opnamen geweest zijn in de afgelopen drie jaar ten opzichte van B410. Je ziet dat het hoge aantal opnamen in B410 vooral voortkomt uit de spoedpatienten. Het valt ook op dat er op sommige dagen meer dan acht patiënten aankomen op B410, dit terwijl er tien bedden beschikbaar zijn. Op B340 is de verdeling in de aankomst groter.



Figuur 2.9: Histogrammen opnamen in B410 en B340 over 2013-2015.

Patiënten worden op verschillende tijdstippen van de dag opgenomen en ontslagen. Hieronder in Figuur 2.10 zijn de opname en ontslagtijden, per dag, voor spoed en electieve patiënten weergegeven.

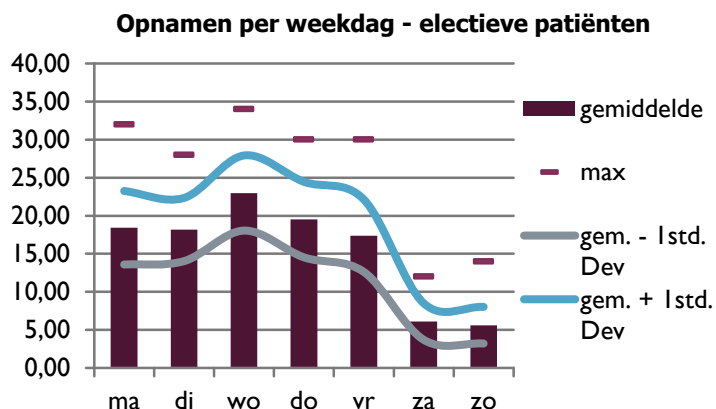


Figuur 2.10: Opmametijden spoed en electieve patiënten, divisie Hart en Longen

Zoals te zien is het opnametijdstip van spoed-patiënten evenrediger verdeeld over de dag dan electieve patiënten. Er zijn twee pieken wederom rond 11:00 en 14:00. De ontslagtijdstippen van spoed-patiënten sluiten behoorlijk aan bij de opnametijdstippen. Bij electieve patiënten is dit bij Hart en Longen ook het geval. De piek voor het opnametijdstip ligt hier tussen 09:00 en 11:00. Waarbij het ontslagtijdstip verdeeld is over een tijdspanne van 08:00 tot 24:00. Dit zorgt er echter voor dat de werkdruk voor verpleegkundigen hoger wordt op de tijden waar veel ontslagen en opnamen plaatsvinden.

In Bijlage 5 zijn de opname en ontslagtijdstippen per verpleegafdeling weergegeven. Te zien is dat op B340 de uren waar veel ontslagen plaatsvinden niet samenvallen met de opnametijdstippen. Dit is bij B310, B410 en B330 meer het geval. Op de MC afdeling B430 worden bijna geen patiënten ontslagen, deze worden allemaal nog verplaatst naar andere afdelingen en hiervan was de data niet toereikend. Op de hartbewakingskamer B410 is dit niet geval. Hier wordt een groot aantal patiënten ontslagen vanaf die afdeling.

dag	gemiddelde	std. Dev
ma	18,42	4,83
di	18,19	4,15
wo	22,99	4,94
do	19,50	4,96
vr	17,38	4,76
za	6,10	2,40
zo	5,62	2,41

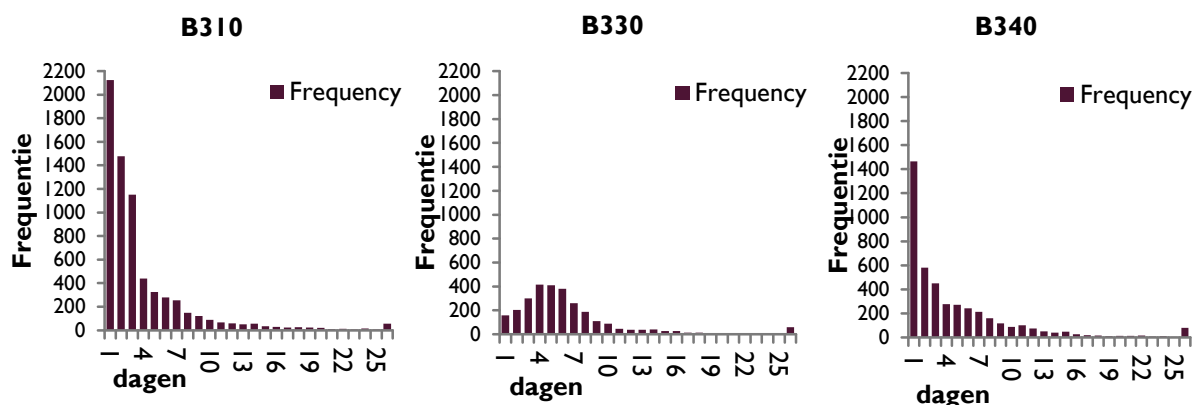


Tabel 2.4 en Figuur 2.11: Opnamen per weekday, divisie Hart en Longen

In Figuur 2.11 zijn de opnamen van electieve patiënten per dag van de week weergegeven. In tabel 2.4 is de standaardafwijking per dag in een tabel weergegeven. Er valt te zien dat ook voor de weekdays het aantal opnamen verschilt. Op de maandag en donderdag ligt de standaard afwijking hoger en dus verschilt het aantal aankomende patiënten op die dagen meer dan op de andere. Daarnaast ligt het gemiddelde op woensdag en donderdag ook hoger. Op vrijdag ligt het gemiddelde het laagst van alle weekdays, de standaarddeviatie is hier ook laag.

Ligduur

De ligduur is gedefinieerd als het ontslag-tijdstip minus het opname-tijdstip van een patiënt. De momenten dat een patiënt niet op een afdeling ligt, maar binnen zijn behandeling definitief is verplaatst naar een andere afdeling, zijn uit de berekeningen gehouden. In Figuur 2.12 zijn de histogrammen van de ligduur op de verpleegafdelingen B310, B330 en B340 weergegeven. Het histogram van B310 laat een scheefheid naar rechts zien. De gemiddelde ligduur is 3,3 met een standaardafwijking van 4,8. Dit levert een variatiecoëfficiënt op van 1,4. Op verpleegafdeling B330 is een grotere spreiding in de ligduur te zien. Daarnaast is de gemiddelde ligduur van 6,1 een stuk hoger dan B310. De standaard afwijking is 6,4 wat dus een lagere variatiecoëfficiënt oplevert. De histogram van B340 laat net als B310 een scheefheid naar rechts zien. De gemiddelde ligduur is 4,6 met een standaard afwijking van 7,2. De variatiecoëfficiënt is 1,6 en ook hier is dus een grote variatie in de ligduur te zien. Op B310 en B330 liggen vooral patiënten van het snijdende specialisme. Op B340 liggen vooral diagnostiek patiënten. De ligduur van diagnostische patiënten lijkt een grotere variatie te hebben. Chirurgische patiënten ondergaan een operatie waarna ze op de verpleegafdeling komen te liggen. Diagnostische patiënten ondergaan soms meerdere tests, waaraan soms een wachttijd zit. Deze wachttijd wordt veroorzaakt door de afwezigheid of het bezet zijn van artsen en de wachttijd op de resultaten van testen. Soms worden deze testen over het weekend heen getrokken waardoor de wachttijd soms een stuk langer kan worden dan in andere gevallen.



Figuur 2.12: Ligduur klinische patiënten B310, B330 en B340

In Bijlage 4 is de ligduur van B410 en B430 te vinden. Op de hartbewakingskamer B410 is de ligduur gemiddeld 2,12 met een standaard afwijking van 1,42. De variatie in de ligduur op de MC afdeling B430 is een stuk lager. De gemiddelde ligduur is hier 1,46 en de standaardvariatie is 1,15.

2.2 Capaciteitsmanagement

Binnen de flow van de verschillende patiëntgroepen worden op strategisch, tactisch en operationeel niveau beslissingen genomen over de opname, het ontslag en de beddenplanning van patiënten. Dit onderzoek focust zich op het operationele en tactische level. In Sub-paragraaf 2.2.1 is dit per bovengenoemde niveau's besproken voor de beddenplanning, in Sub-paragraaf 2.2.2. voor de verpleegkundige inzet en tot slot in sub-paragraaf 2.2.3 de capaciteitsmanagement analyse van de combinatie van de verpleegkundige inzet met de beddenplanning besproken. De informatie voor deze paragraaf is opgehaald uit de kwalitatieve analyse zoals beschreven in paragraaf 1.5.

2.2.1 Beddenplanning

Tactisch niveau

Op een tactisch niveau is er op dit moment weinig overleg over de bedbezetting. Op verpleegafdelingen van de divisie Hart en Longen wordt er gekeken naar de bedbezetting en hier worden soms bedden gesloten in perioden waar weinig patiënten instromen. Binnen de cluster NEUR/NEC is dit nog niet het geval. In de huidige situatie wordt er nog niet goed bijgesteld op een tactisch niveau omdat er ook geen goed gedefinieerde prestatie-indicatoren zijn opgesteld op een strategisch niveau en omdat het verkrijgen van de data nog niet consequent gebeurt.

Offline operationeel niveau

Electieve patiënten worden vanuit HiX ingepland door de OK-planners en de planners die de beschouwende patiënten inplannen voor de verschillende afdelingen. Planners houden bij de verschillende specialismen rekening met verschillende prioriteitsregels. In de weekenden worden geen electieve patiënten gepland. Het inplannen bij snijdende specialisme wordt gebaseerd op de beschikbaarheid van de OK's, de artsen en benodigdheden. De verwachte lengte van een operatie wordt door een arts in HiX ingevuld. Daarna wordt er in één dag in de tijdsperiode van 08:00 tot en met 16:00 ingepland. Op sommige afdelingen wordt bij het plannen van electieve patiënten rekening gehouden met het aantal beschikbare bedden op de verpleegafdeling, vaak is dit echter niet het geval.

Het plannen van electieve patiënten van het beschouwende specialisme is gebaseerd op de beschikbaarheid van bedden en de aanwezigheid van artsen. Deze artsen moeten namelijk de verschillende testen en behandelingen uitvoeren. Omdat de planners van electieve beschouwende patiënten vaak op de verpleegafdelingen zelf gepositioneerd zijn wordt er goed overlegd over de beschikbaarheid van bedden.

Op de verpleegafdelingen wordt per dag bekeken welke patiënten er liggen en welke er de komende week binnen gaan komen. De senior verpleegkundige bekijkt en ververscht deze patiënten lijst per dag en bekijkt in de ochtend welke verpleegkundigen welke patiënten onder hun hoede krijgen. Dit wordt in de ochtend meestal ook doorgesproken met de arts-assistent.

Hiernaast worden er op een offline operationeel level nog besloten hoeveel verpleegkundigen er worden ingeroosterd ongeveer twee maanden van tevoren. Dit zal uitgebreider besproken worden in Paragraaf 2.2.2.

Online operationeel level

Op een online operationeel level wordt er besloten wat er gebeurt als er patiënten op de verpleegafdeling binnen gaan komen die er niet meer bij passen. Als dit gebeurt dan wordt er per patiënt op de lijst nog eens heel goed gekeken of er niemand weg kan. De hoofdbehandelaar beslist in overleg met de arts-assistent of patiënten ontslagen kunnen worden.

Als een verpleegafdeling vol ligt komt het voor dat patiënten op andere afdelingen neergelegd worden. is altijd binnen de eigen cluster NEUR/NEC en in het geval van de divisie Hart en Longen altijd binnen de eigen divisie. De "fout" liggende patiënten dienen zo snel mogelijk weer terug te gaan naar hun eigen afdeling.

Hiernaast wordt er op online operationeel level beoordeeld hoe urgent het behandelen van een aankomend spoed patiënt is. De arts-assistent op de verpleegafdeling beoordeelt de situatie en bepaalt of de spoed patiënt direct opgenomen dient te worden of dat het nog niet noodzakelijk is de patiënt direct te behandelen. Een OK planner hanteert de verandering in het schema in een OK

schema. Deze veranderingen ontstaan door de afwezigheid van artsen, capaciteit aan spullen die overschreden wordt of spoed-patiënten die eerst geopereerd moeten worden.

Bij het ontslag proces moeten er ook beslissingen worden gemaakt. Op enkele verpleegafdelingen zijn er soms moeilijkheden met patiënten die medisch gezien klaar zijn maar niet weg willen of kunnen. In het eerste geval wordt vaak de arts erbij gehaald om de patiënt te overtuigen dat hij ontslagen kan worden. In het tweede geval moeten deze patiënten naar externe verpleeghuizen die wachttijden hebben. Bij bepaalde aandoeningen zijn deze wachttijden zeer lang waardoor de ligduur significant verlengd wordt. Vooral bij patiënten met klachten door onnatuurlijke aandoeningen zoals verslavingen komt dit voor.

Op meerdere afdelingen wordt aangegeven dat het aansturen op ontslag niet consequent en/of snel genoeg gebeurt. Er wordt vooral op ontslag aangestuurd als de verpleegafdeling vol ligt. In diensten waar dit minder het geval is wordt het aansturen op ontslag uitgesteld, wat uiteindelijk weer tot drukte voor verpleegkundigen leidt.

2.2.2 Verpleegkundige inzet

Tactisch level

In de huidige situatie maken de planners van verpleegkundigen de planning op basis van een vaste bedbezetting. Het plannen gebeurt twee tot drie maanden van te voren en wordt in de meeste gevallen gedaan door een senior verpleegkundige. Er wordt geen gebruik gemaakt van flexibele werknemers die in een "flexpool" worden opgenomen. Meerdere keren per jaar vindt er een overleg plaats over het thema capaciteitsmanagement tussen afdelingsleiders en divisiehoofden. Vaak betreft dit het thema "personele krapte rondom de feestdagen (Kerst en Oud en Nieuw) en de zomerperiode". Soms wordt er voor gekozen om bedden te sluiten tijdens deze dagen.

Offline operationeel level

Het komt voor dat een senior verpleegkundige al opmerkt dat het aantal verpleegkundigen dat op het rooster staat een week vooruit niet voldoende is. Er worden dan soms flex-verpleegkundigen ingehuurd van de "werkwinkel". Dit is een ziekenhuis breed initiatief waar verpleegkundigen, die in principe overal kunnen werken, door verpleegafdelingen ingehuurd kunnen worden. Verder wordt er soms met andere verpleegafdelingen overlegd om verpleegkundigen op de andere afdelingen te laten werken. Dit gebeurt alleen binnen het eigen cluster of divisie in het geval van respectievelijk NEUR/NEC en Hart en Longen.

Online operationeel level

Op online operationeel level wordt ingespeeld op het uitvallen van verpleegkundigen. Dit door ziekte of andere zaken. Hierop wordt ingespeeld door van andere verpleegafdelingen verpleegkundigen over te nemen. Dit gebeurt echter niet vaak. Het komt ook voor dat er teveel verpleegkundigen voor het aantal patiënten ingepland staan. Als dit gebeurt wordt er soms gevraagd aan de verpleegkundigen of iemand de dag vrij wilt. Dit is echter puur een beslissing van de verpleegkundige.

2.2.3 Relatie beddenplanning met de verpleegkundige inzet

In Bijlage 6 is er voor de cluster NEUR/NEC en divisie Hart en Longen samengevat wat de belangrijke punten waren uit de kwalitatieve analyse, zoals beschreven in paragraaf 1.5. Voor de divisie Hart en Longen is dit uitgeschreven, echter niet opgenomen in dit verslag als bijlage. Hieronder wordt per onderdeel van deze tabel toegelicht wat de implicatie hiervan is voor de gecombineerde capaciteitsmanagement van verpleegkundigen en de beddenplanning. Variatie in de bedbezetting heeft namelijk invloed op de ratio van patiënt op verpleegkundige zoals beschreven in paragraaf 1.2. Een te lage ratio zal zorgen voor onnodige kosten en een situatie waar de ratio patiënt op

verpleegkundige te hoog is, heeft invloed op de kwaliteit van de zorg. Daarom wordt er in deze paragraaf gekeken of de thema's bedbezetting en verpleegkundige inzet samen wordt bekeken.

De verpleegafdelingen verschillen qua grootte in het aantal bedden. Hiervan is B350, Zorglijn Algemene en Acute Neurochirurgie het kleinst. De flexibiliteit om ad hoc het wegvallen van personeel op te vangen is hierdoor gering. Vaak wordt er dan een senior verpleegkundige ingeschakeld, wat extra kosten met zich meebrengt. Alle verpleegkundige roosteraars hebben de Monaco (rooster programma) training gehad. Hiermee zijn zij geautoriseerd om in het roostersysteem te werken. Echter heeft geen van allen een verdiepende training gehad met tools en praktische tips hoe een rooster zo efficiënt als mogelijk te laten zijn gekoppeld aan het thema bedbezetting. Momenteel is het uitgangspunt bij alle roosteraars dat het rooster zoveel mogelijk voldoet aan de wensen van de verpleegkundigen.

Per afdeling zijn de werkoverlegvormen te zien op offline en online operationeel en tactisch niveau te vinden per afdeling. Op operationeel niveau komen zoals in paragraaf 2.2.2. al benoemde thema's bedbezetting en verpleegkundige inzet samen wel aan de orde. Op het tactische niveau komen de bovenstaande thema's nauwelijks in combinatie met elkaar naar boven. Als de bedbezetting voor een langere tijd zeer hoog of laag is wordt dit niet terug gekoppeld aan de verpleegkundige inzet. Tot slot is een structureel overleg op strategisch niveau over het thema bedbezetting en personele inzet nog niet zichtbaar. Er wordt vooral veel in afzonderlijke "afdelingen" gedacht.

2.3 Stakeholders en prestatie indicatoren

Om de prestatie van de verschillende verpleegafdelingen te onderzoeken dienen eerst bepaalde prestatie-indicatoren opgesteld te worden. Het personeel en de leiding van de verpleegafdelingen is benaderend om door middel van interviews te achterhalen wat voor prestatie-indicatoren nodig zijn om beslissingen te maken. Er is vraag naar meer inzicht in het aantal patiënten wat per dag aankomt en ligt op de afdelingen. Daarnaast was er behoefte aan een evaluatie van de inzet van het verpleegkundig personeel met betrekking tot de vraag van patiënten. Deze behoeften aan inzicht kwamen vooral van de projectleiders en afdelingsleiders vanuit UMC Utrecht. Naast deze project- en afdelingsleiders zijn verpleegkundigen en planners van zowel patiënten als verpleegkundigen bij dit project betrokken. In dit onderzoek is vooral vanuit het perspectief van de projectleiders gewerkt.

Prestatie-indicatoren zijn kwantitatieve cijfers die beoordelen of een verpleegafdeling goed presteert of niet. De prestatie indicatoren zijn samen met de projectleiders in interviews en vanuit de literatuur opgezet. In een literatuurstudie van Cardoen, Demeulemeester, and Beliën (2010) is gekeken welke prestatie-indicatoren gebruikt worden om verpleegafdelingen en operatiekamers te beoordelen. Bezetting van verpleegafdelingen is een terugkomende prestatie indicator in meerdere studies. Daarnaast bekijken ook veel studies het aantal weigeringen en het aantal fout liggende patiënten. In het literatuur onderzoek van Lang, Hodge, Olson, Romano, and Kravitz (2004) wordt gekeken naar de inzet van verpleegkundig personeel met betrekking tot het aantal patiënten. Hier worden de effecten van de ratio van verpleegkundige per patiënt op verschillende zaken in een verpleegafdeling bekeken. Vanuit de projectleiders wordt vooral gekeken of de ratio patiënt op verpleegkundige niet te hoog is. Dit veroorzaakt onnodige kosten. Daarnaast is er per verpleegafdeling een protocol opgesteld voor het aantal verpleegkundigen dat tijdens de verschillende diensten werkt. Om te kijken of dit protocol gehandhaafd wordt en het effect dat dit heeft op de afgesproken patiënt op verpleegkundige ratio is dit verschil met het protocol ook als prestatie-indicator opgesteld. In Tabel 2.5 zijn de prestatie-indicatoren weergegeven met een uitleg ervan. In paragraaf 2.4 is er per verpleegafdeling toegelicht hoe zij presteren op deze prestatie-indicatoren

Prestatie-indicator	Uitleg
De bedbezetting	De gemiddelde bedbezetting per dag van de verschillende verpleegafdelingen en de variatie hierin wordt bekeken
Het percentage weigering	Doordat het aantal weigeringen binnen het UMC Utrecht niet wordt bijgehouden is er gekeken naar het percentage van de tijd dat het aantal patiënten die op de verpleegafdelingen lag gelijk was aan het aantal bedden.
Het percentage foutliggers	Het percentage van het aantal patiënten dat op de verpleegafdelingen gelegen heeft die niet van het specialisme zijn die normaliter op deze verpleegafdelingen opgenomen worden.
Inzet van het verpleegkundig personeel ten opzichte van het opgestelde protocol	Het aantal verpleegkundigen wat qua afspraak per verpleegafdeling ingezet zou moeten worden is in dit onderzoek het protocol genoemd. Er is gekeken of er aan dit protocol gehouden wordt per dienst, per dag.
Ratio patiënt op verpleegkundige	Het aantal patiënten wat per dienst, per dag gelegen heeft op de verpleegafdelingen wordt afgezet tegen het aantal verpleegkundigen dat tijdens die dienst heeft gewerkt.

Tabel 2.5: Prestatie-indicatoren

Er is in de literatuur gekeken naar een juiste ratio patiënt op verpleegkundige. In een literatuurstudie van Kane, Shamliyan, Mueller, Duval, and Wilt (2007) naar de invloed van een hogere of lagere ratio is een ratio van 4,0 voor chirurgische patiënten en 4,4 voor diagnostische patiënten gevonden als een gemiddeld gebruikte ratio in ziekenhuizen gevonden in 94 studies. Voor een intensive care verpleegafdeling was deze ratio 3,0. Binnen het UMC Utrecht worden verschillende ratio's gehanteerd in verschillende diensten. In het afstudeeronderzoek van Burger (2011) is er ook gekeken naar de verpleegkundige inzet in een verpleegafdeling. De gekozen ratio patiënt op verpleegkundige hier was 4:1 voor de dagdienst, 6:1 voor de avonddienst en 8:1 voor de nachtdienst. Deze ratio's zullen in dit onderzoek als streefwaarde gezien worden. Zoals hierboven benoemd is de gewenste ratio bij intensive care units lager. Er is geen onderzoek gevonden waarbij een ratio werd bekend is voor een medium care afdeling. Meegenomen wordt wel dat de ratio's op deze verpleegafdelingen lager zullen uitvallen.

2.4 Huidige prestatie verpleegafdelingen

Deze paragraaf kijkt naar de huidige prestatie van de verpleegafdelingen. In sub-paragraaf 2.4.1 wordt het functioneren van de verpleegafdelingen van de cluster NEUR/NEC beschreven. Waarna in sub-paragraaf 2.4.2 het functioneren van de divisie Hart en Longen toegelicht wordt.

2.4.1 Neurologie/Neurochirurgie

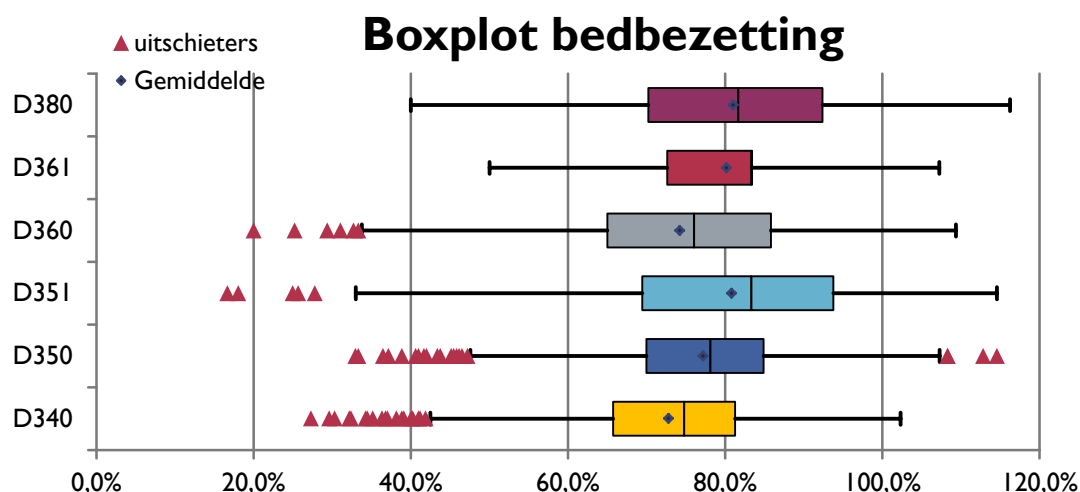
In tabel 2.6 zijn de prestatie cijfers van de afdeling NEUR/NEC weergegeven. In de sub paragrafen hieronder is er per prestatie indicator uitgelegd hoe de verpleegafdelingen van de cluster NEUR/NEC presteren op deze indicatoren.

Prestatie	D340	D350	D351	D360	D361	D380
Gemiddelde bedbezetting	73%	77%	81%	74%	80%	81%
Percentage van tijd max bedbezetting	4%	10%	35%	6%	21%	17%
Percentage foutliggers op afdeling	13%	5%	20%	9%	12%	4%

Tabel 2.6: Prestatie indicatoren Neurologie/Neurochirurgie

Bedbezetting

In Figuur 2.13 is de bedbezetting van de verschillende verpleegafdelingen in een box plot weergegeven.



Figuur 2.13: Box plot van de bedbezetting over 2013 t/m 2015 van afdeling Neurologie/Neurochirurgie

Zoals te zien is de variatie in de bedbezetting hoog in D351. De variatie in bedbezetting in D340, D350 en D361 is klein. De variatie in de bedbezetting in D360 is relatief hoog vergeleken met de andere verpleegafdelingen. Op deze verpleegafdeling liggen relatief de meeste spoed-patiënten. Hiernaast ligt er relatief gezien veel spoed op D380, ook hier is de variatie in de bedbezetting hoog. D340 is de verpleegafdeling met gemiddeld het laagste bedbezettingspercentage, met daarnaast veel uitschieters met een lage bedbezetting. Op D340 en D360 zijn de opname- en ontslag tijdstippen zoals in paragraaf 2.1 benoemd niet gelijk. De werklust van verpleegkundigen per uur wordt hierdoor verlaagd, echter is dit eventueel ook een oorzaak van een hogere variatie in de bedbezetting in D360 en de gemiddelde lage bedbezetting op beide afdelingen. Als er patiënten worden opgenomen tot aan het punt dat de verpleegafdeling vol ligt en hierna veel patiënten nog ontslagen worden, zijn er onnodig veel bedden leeg.

De box plot van D361 heeft een complete scheefheid naar links in het derde kwartiel. Op de verpleegafdeling staan zeven bedden. De box plot laat zien dat op een kwart van de tijd er zes van deze zeven bedden gevuld is. Het zevende bed op deze verpleegafdeling wordt allen gebruikt als er een zeer urgent spoedgeval opgenomen dient te worden. Naast de box plot van D361 zijn de box plots symmetrisch verspreid. D350 heeft minder bedden dan de andere verpleegafdelingen en de variatie in de bedbezetting is hier lager. Een grotere verpleegafdeling leidt over het algemeen tot een lagere variatie in de bedbezetting, echter is dat hier dus niet het geval. De gemiddelde opname- en ontslagtijdstippen van patiënten op D350 vallen grotendeels samen. Dit betekent dat een net vrij gemaakt bed gelijk kan worden gebruikt voor een nieuwe patiënt, hierdoor blijft de bedbezetting constanter.

In Bijlage 7 is de bedbezetting per maand te zien per verpleegafdeling over de 2013 t/m 2015. Hier zijn enkele trends te zien. Bij elke verpleegafdeling is een sterke daling in de gemiddelde bedbezetting te zien in augustus. Dit komt doordat er deze maand een vakantie is waar er minder mensen werken en dus ook minder geplande patiënten opgenomen worden. Voor deze daling is er in de maand juli vaak een piek met uitzondering van D380 en D350. D361 en D380 hebben een constante bedbezetting. Na de daling in augustus is er bij alle verpleegafdeling weer een stijging te zien die doorloopt tot januari van het volgende jaar. Over de jaren 2013 tot en met 2015 zijn er ook trends te zien in de bedbezetting. Op verpleegafdelingen D350 en D361 is over de jaren heen een geleidelijke stijging te zien. Op verpleegafdelingen D380 is er een geleidelijke daling over de drie jaar heen te zien.

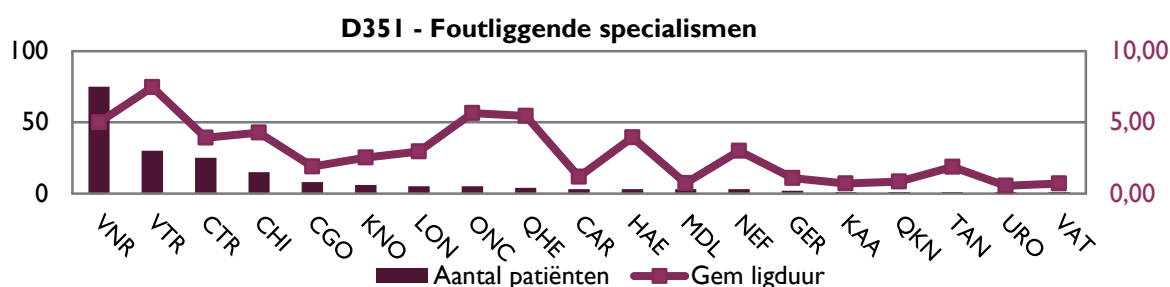
van ongeveer drie procent per jaar. De bedbezetting in 2014 is op D360 met gemiddeld 10% gedaald waarin het bij D351 in dat jaar juist rond de 5% hoger lag dan in de andere twee jaar. Door de afdelingsleiding is inderdaad gezien dat de vraag van patiënten in dit jaar lager was op D360. Waarom dit zo was is niet bekend.

Weigeringen

In Tabel 2.6 is ook het aantal keer de totale bedbezetting weergegeven. Dit is een maatstaf voor de weigering. Het aantal weigeringen in de verpleegafdelingen wordt niet bijgehouden. Vandaar dat er is gekeken hoe vaak de bedbezetting op de afdelingen hoger of gelijk is als 100%. Op de medium care verpleegafdelingen staan een stuk minder bedden. Dit leidt er ook toe dat de verpleegafdeling vaker vol ligt. Hierdoor moeten vaker patiënten op een andere afdeling worden opgenomen. Echter zie je ook dat op de MC afdelingen een hoog percentage aan foutliggers ligt. Dit zorgt er ook voor dat de kans op weigeren hoger wordt.

Foutliggers

In Paragraaf 1.3 is in de probleem identificatie beschreven dat er bedden op bepaalde afdelingen vol liggen waarna patiënten van bepaalde specialismen op verkeerde afdelingen worden neergelegd. Foutliggers worden hier gedefinieerd als patiënten die liggen op een afdeling die normaliter niet patiënten verzorgt van het specialisme van deze patiënt. Met de zorgswaarte qua of een patiënt medium of intensive care nodig heeft wordt geen rekening gehouden in de definitie van een foutligger in dit onderzoek. In Tabel 2.6 is te zien dat het percentage foutliggers het hoogste is op D351. Hieronder in Figuur 2.14 is voor foutliggers, per specialisme, de gemiddelde ligduur en het aantal weergegeven voor verpleegafdeling D351.



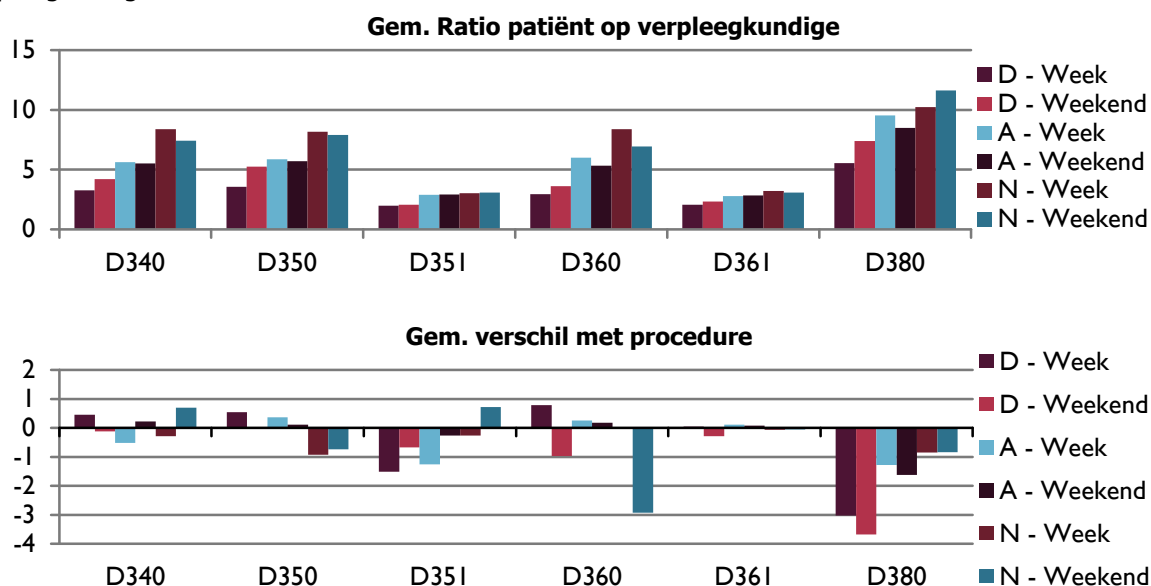
Figuur 2.14: Foutliggers patiënten, D351 van 2013-2015

Zoals te zien zijn de meeste foutliggers op D351, de medium care verpleegafdeling Algemene & Acute Neurochirurgie, van het specialisme volwassenen Neurologie (VNR). Hierna van het specialisme volwassenen trauma (VTR) met 30 patiënten. Hoewel het minder patiënten zijn is de gemiddelde ligduur van VTR patiënten bijna 2 dagen langer. Dit heeft dus een bijna even grote impact als de VNR patiënten.

In Bijlage 8 zijn voor de andere afdelingen het aantal en gemiddelde ligduur van fout liggende specialismen weergegeven. Zoals te zien is de grootste groep foutliggers op neurologie verpleegafdelingen vaak van het specialisme Neurochirurgie en andersom. Op de MC verpleegafdelingen zijn de foutliggers van meer verschillende specialismen dan op de grotere verpleegafdelingen. Dit omdat veel verpleegafdelingen geen MC verpleegafdeling hebben, echter sommige patiënten wel gemonitorde zorg nodig hebben. Deze komen dan op de MC verpleegafdelingen te liggen.

Verpleegkundige inzet

Hieronder in Figuur 2.15 zijn twee grafieken over de verpleegkundige inzet weergegeven. De bovenste grafiek laat de gemiddelde ratio van het aantal verpleegkundigen per patiënt zien over 2015. De onderste grafiek laat het verschil zien tussen het aantal verpleegkundigen dat er volgens de procedure per verpleegafdeling zou moeten staan en het werkelijke aantal verpleegkundigen dat er stond per shift in dezelfde tijdsperiode. Een positief getal betekend dat er meer verpleegkundigen ingeroosterd waren dan de afgesproken procedure was, een negatief getal betekend dat er minder stonden dan de procedure is. Er is een onderscheid gemaakt tussen week- en weekenddagen. De reden hiervoor is dat er in het weekend andere procedure aantallen zijn voor de inzet van verpleegkundigen.



Figuur 2.15: Verpleegkundige inzet cluster Neurologie/Neurochirurgie

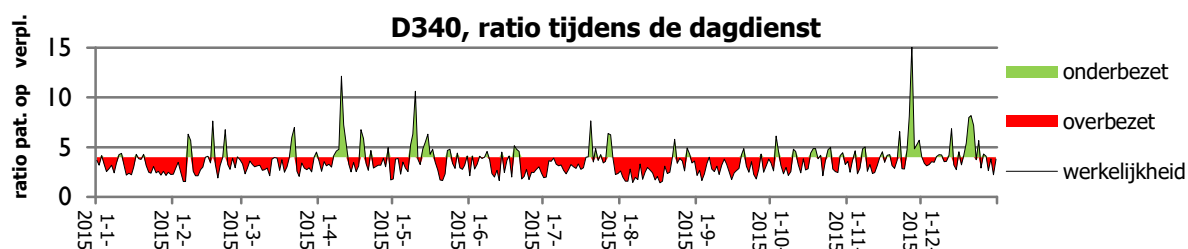
De ratio verpleegkundige op patiënten hoger is in de avond- en nachtdienst dan in de dagdienst. Hier wordt ook wel op gestuurd. In de nachtdienst is er uiteraard minder aandacht per patiënt nodig aangezien het overgrote deel van de patiënten aan het slapen is. De ratio zie je vooral stijgen bij de normale verpleegafdelingen (geen MC verpleegafdelingen). De MC verpleegafdelingen hebben een redelijk constante ratio rond de drie omdat er ook sterkere monitoring van patiënten nodig is. Het verschil met de procedure op de MC afdeling D361 is zeer laag, dit in tegenstelling tot D351. Hiernaast valt op dat de weekend dagdiensten hoger uitvallen dan de weekdays. In de avond en de nachtsdienst is dit juist andersom. D380 heeft de hoogste gemiddelde ratio. De neuro-oncologie, D380, werkt veel met studenten¹. Hierdoor ligt de ratio hier hoog en lijkt het alsof er vaak onder procedure wordt ingepland. Verder valt op dat er tijdens de nachtdiensten binnen D350 vaak een hoge ratio is. Dit omdat er gemiddeld ook te weinig verpleegkundigen in worden gepland.

Als er wordt gekeken in Figuur 2.15 bij het gemiddelde verschil met de procedure zijn er drie negatieve uitschieters te zien. Dit zijn de weekend nachtdiensten van D360 en D380 en ook de dagdiensten van D380. Gemiddeld worden hier bijna drie verpleegkundigen minder ingeroosterd dan de procedure is. De ratio verpleegkundige op patiënt bij deze diensten blijkt hier echter goed op aan te sluiten. De weekendnachtdienst op D360 heeft een ratio van 6,9. Dit is een goeie ratio van een nachtdienst in het weekend. Verder is te zien dat het gemiddelde verschil met de procedure tijdens de

¹ Studenten worden in de berekeningen niet meegenomen. In de data kan er geen onderscheid gemaakt worden tussen bijvoorbeeld een eerste- en vierdejaars student. Waarvan de eerstejaars nog geen behandelingen mag uitvoeren en een vierdejaars wel. Besloten is dit overal uit te halen.

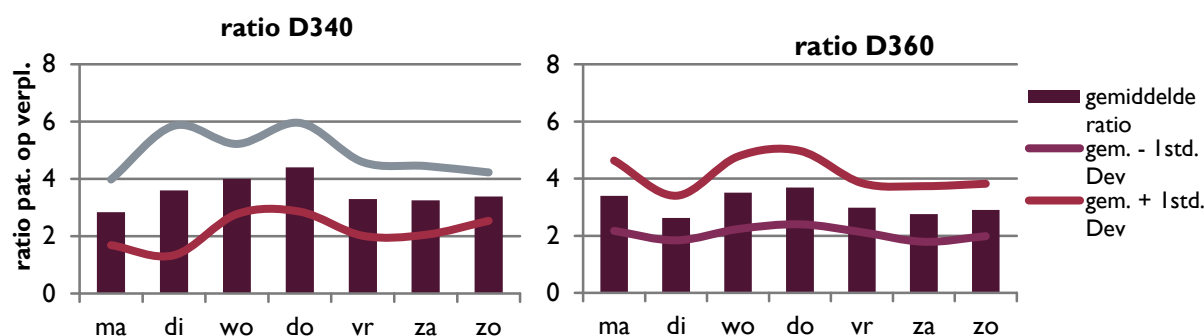
dagdienst gedurende de week in D340 met 0,45, positief is. Dit terwijl de ratio verpleegkundige op patiënt is lager is dan de streefratio op een dagdienst van vier.

In Figuur 2.16 is de ratio van verpleegkundige op patiënt tijdens de dagdienst van D340 over het gehele jaar 2015 weergegeven. Tijdens de dagdienst wordt er gestreefd naar een ratio van vier. Op 72% van de dagen is er lagere ratio dan 4 en dus is er vaak een overbezetting. Tijdens deze dienst kan er dus veel bespaard worden op het aantal werkende verpleegkundigen. In de andere 28% van de dagen is er een onderbezetting. De ratio patiënt op verpleegkundige is dan te hoog en dit is een potentieel kwaliteitsrisico. Verder is te zien dat de ratio gedurende het jaar sterk fluctueert. Dit komt uiteindelijk vooral door het constante verpleegkundige inzet ten opzichte van een variërende bedbezetting. De ratio tijdens de dagdiensten gedurende de week zijn lager dan de dagdiensten gedurende het weekend. Aangezien er geen opnamen van electieve patiënten zijn is dit te verwachten. Voor de nacht- en avonddienst is dit echter niet vaak het geval.



Figuur 2.16: Ratio patiënt op verpleegkundige tijdens de dagdienst, D340

In Figuur 2.17 is de ratio verpleegkundige op patiënt per weekdag weergegeven voor D340 en D360 voor de dagdienst. Te zien is dat er een grote variatie tussen de weekdays op D340. Daarnaast is de standaard deviatie hoger op sommige dagen dan andere. Het aantal patiënten verschilt op een dinsdag een stuk meer dan een zaterdag waardoor de ratio verandert. Op D360 is de gemiddelde ratio constanter gedurende de weekdays. Echter is er op dinsdag hier juist een laag gemiddelde. Bij beide verpleegafdelingen zijn de ratio's tijdens de weekenden constant. In Bijlage 9 zijn de ratio's gedurende de weekdays voor de andere afdelingen weergegeven. Opvallend is dat voor verpleegafdelingen, zoals D360, waar de variatie in de bedbezetting hoger is, de ratio minder variabel per dag lijkt te zijn. De variatie die hier optreedt in de ratio bij D340, lijkt dus te komen doordat er



Figuur 2.17: Ratio's patiënt op verpleegkundige per weekdag gedurende de dagdienst, D340 en D360

onder en boven de procedure wordt ingeroosterd.

Samenvatting van de cluster Neurologie/Neurochirurgie

Aan de prestatie en de data-analyse van de cluster NEUR/NEC zijn enkele opvallende zaken op te merken. Op alle verpleegafdelingen wordt er gewerkt met een verpleegkundige inzet die over het algemeen gelijk is gedurende elke weekdag met een andere procedure voor de diensten in het weekend. Echter blijkt uit de cijfers dat het aantal patiënten welke op een verpleegafdeling ligt

verschilt. Dit is vooral terug te zien in de bedbezetting cijfers. Veel afdelingen hebben een behoorlijke variatie in de bedbezetting, waarbij bijvoorbeeld 50% van het bedbezettingspercentage data punten op D360 verschilt tussen de 70% en 90%. In Tabel 2.7 is per verpleegafdeling een aantal gegevens uit de context analyse nogmaals samengevat.

Afdeling	gemiddelde bedbezetting	CV bedbezetting	gemiddeld aankomend spoed	CV aankomend spoed	gemiddeld aankomend electief	CV aankomend electief	% van tijd bedbezetting >= 100%	gemiddelde ligduur	CV ligduur
D340	72,8%	0,169	1,779	0,763	2,665	0,981	4%	3,2	1,44
D350	77,2%	0,172	0,602	1,286	1,248	1,017	10%	5,1	0,89
D351	80,8%	0,204	1,099	0,910	0,417	1,526	35%	3,3	1,61
D360	74,2%	0,203	1,399	1,447	1,645	1,040	6%	4,0	1,95
D361	80,2%	0,177	1,476	0,763	0,384	1,479	21%	3,5	1,29
D380	81,0%	0,188	1,176	0,989	2,510	0,730	17%	6,0	1,07

Tabel 2.7: Samenvatting bedbezetting cijfers van de cluster Neurologie/Neurochirurgie

Verpleegafdeling D360 heeft een zeer variabel aantal aankomende spoed-patiënten per dag. Daarnaast is de variatie in de ligduur hier hoog. Dit lijkt er voor te zorgen dat hier de coëfficiënt van variatie (CV in tabel) in de bedbezetting hoog is. Als er puur naar deze tabel gekeken wordt lijkt een hoge variatie in het aantal aankomende spoedpatiënten een oorzaak te zijn van een hogere variatie in de bedbezetting. Het gemiddelde aantal spoedpatiënten lijkt hier niet direct oorzaak van te zijn. Verpleegafdeling D340 is een verpleegafdeling met een hoger gemiddelde aan aankomende spoedpatiënten dan D380. De variatie in het aantal aankomende spoed-patiënten is echter hoger op D380 dan op D340. De resulterende variatie in de bedbezetting is hoger op D380. Als er wordt gekeken naar de variatie in de ligduur lijkt een grote variatie in de ligduur bij te dragen aan een hogere variatie in de bedbezetting. D360 en D351 hebben een hoge variatiecoëfficiënt van de bedbezetting en de variatie in de ligduur is ook hoog op deze afdelingen.

In Paragraaf 2.1.2.1 is weergegeven dat het aantal electieve opnamen verschilt per weekdag. Daarnaast verschillen de tijden tijdens de dag dat deze patiënten worden opgenomen verschilt ook. Op D340 en D360 viel op dat de opname en ontslagtijden niet gelijk vielen. De gemiddelde bedbezetting is hier lager dan op een verpleegafdeling als D350 of D380 waar dit wel het geval is.

De MC verpleegafdelingen D351 en D361 blijken een hoge variatie in het aantal aankomende electieve patiënten te hebben. Daarnaast is de gemiddelde bedbezetting hoog. Dit veroorzaakt een hoog percentage aan tijd dat de verpleegafdelingen vol liggen. Er was in Paragraaf 2.1.2.1 ook te zien dat de MC verpleegafdelingen een hoog percentage aan foutliggers hebben.

Afdeling	gemiddelde bedbezetting	CV bedbezetting	gemiddeld dagdienst	CV dagdienst	gemiddeld avonddienst	CV avonddienst	gemiddeld nachtdienst	CV nachtdienst
D340	72,8%	0,17	3,54	0,42	5,60	0,41	8,11	0,41
D350	77,2%	0,17	4,04	0,54	5,83	0,52	8,10	0,42
D351	80,8%	0,20	2,01	0,42	2,91	0,46	3,04	0,45
D360	74,2%	0,20	3,13	0,36	5,80	0,44	7,96	0,50
D361	80,2%	0,18	2,14	0,47	2,80	0,40	3,17	0,41
D380	81,0%	0,19	6,08	0,61	9,24	0,57	10,63	0,54

Tabel 2.8: Samenvatting verpleegkundige inzet cijfers van de cluster Neurologie/Neurochirurgie

Al eerder geconcludeerd leidt een hogere variatie in bedbezetting niet perse tot een hogere variatie in de verpleegkundige ratio's. Te zien is dat op D380, de verpleegafdeling waar veel met scholieren wordt gewerkt, de ratio's meer variabel zijn dan op de andere afdelingen. Op D340 is te zien dat de gemiddelde ratio's gedurende de dagdienst en avonddienst lager zijn. De gemiddelde bedbezetting is op deze verpleegafdeling laag en het lijkt of hier teveel verpleegkundigen worden ingeroosterd. Hetzelfde geldt voor de dagdienst van D360. Op D350 is de gemiddelde ratio patiënt op

verpleegkundige goed. De variatie tijdens de dag- en avonddienst is echter aan de hoge kant. Het lijkt alsof variatie in de bedbezetting in deze diensten minder goed wordt opgevangen.

Op de MC afdelingen is de ratio verpleegkundigen op patiënt grotendeels constant tijdens de verschillende diensten. Het aantal verpleegkundigen dat wordt ingezet ligt op D351 is niet altijd volgens procedure. Dit is op MC afdeling D361 meer het geval. Dit is in de variatiecoëfficiënt van de ratio's gedurende de verschillende diensten terug te zien, op D361 is dit over het algemeen lager.

2.4.2 Divisie Hart en Longen

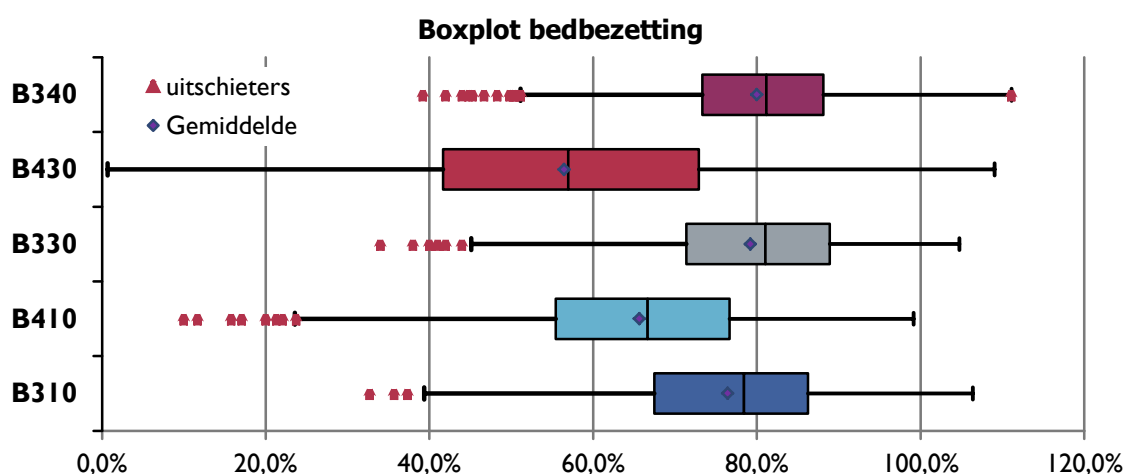
In Tabel 2.9 is zijn de prestatie cijfers van de divisie Hart & Longen weergegeven. In de sub paragrafen hieronder is er per prestatie indicator uitgelegd hoe de verpleegafdelingen van de divisie Hart en Longen presteren op deze indicatoren.

prestatie indicatoren	B310	B410	B330	B430	B340
Gemiddelde bedbezetting	76%	66%	79%	56%	80%
Percentage van tijd max bezetting	1,8%	4,2%	9,6%	10,7%	6,1%
percentage foutliggers op afdeling	3%	8%	14%	22%	4%

Tabel 2.9: Prestatie indicatoren, divisie Hart en Longen

Bedbezetting

In Figuur 2.18 is de bedbezetting van de verschillende verpleegafdelingen in een box plot weergegeven.



Figuur 2.18: Box plot bedbezetting, divisie Hart en Longen

De variatie in de bedbezetting is hoog in B430 en B410 (lange box plot). Dit zijn de verpleegafdelingen met relatief weinig bedden. Het bedbezetting percentage varieert hierdoor veel. De gemiddelde bedbezetting B430 en B410 is echter ook het laagst. Een groot deel van de tijd staan er op deze afdelingen dus veel bedden leeg. Op B430 ligt het percentage spoed-patiënten laag. De variatie in de bedbezetting is hier dus vooral onnatuurlijk. De verpleegafdeling met de minste variatie en het hoogste gemiddelde in de bedbezetting is B340. De helft van de waarden liggen hier tussen 67% - 86%, met een gemiddeld van 80%.

In de literatuur wordt vaak benoemd dat een afdeling met meer bedden over het algemeen minder variatie in de bedbezetting hebben. De variatie op B340, met 22 bedden is echter minder dan op B310, waar er 30 bedden gebruikt worden. In B340 vallen in tegenstelling tot de andere verpleegafdelingen de opname- en ontslagtijdstippen van patiënten niet samen. Echter waar dit bij de

cluster NEUR/NEC voor een gemiddeld laag bedbezettingspercentage leek te zorgen, is dit hier niet het geval. Wel is er te zien dat er veel negatieve uitschieters zijn.

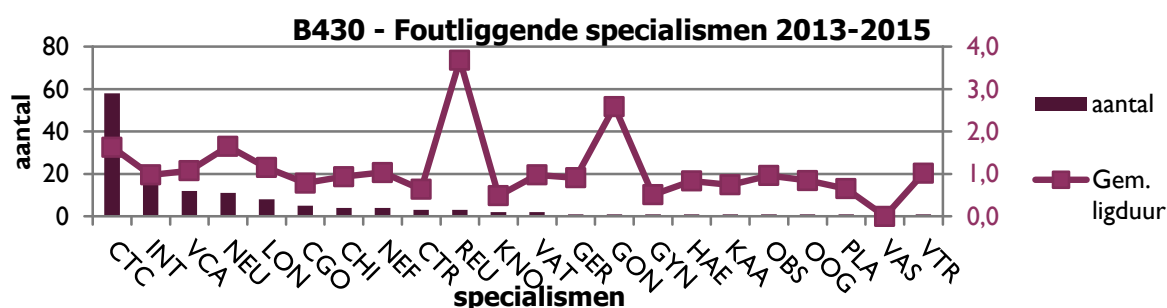
In Bijlage 7 is de bedbezetting per maand te zien per verpleegafdeling over de 2013 t/m 2015. Hier zijn enkele trends te zien. Bij elke verpleegafdeling naast B340 is een sterke daling in de gemiddelde bedbezetting te zien in augustus. Dit komt doordat er deze maand een vakantie is waar er minder mensen werken en dus ook minder geplande patiënten opgenomen worden. Zoals eerder genoemd is de variatie in de bedbezetting op B340 laag en dus constanter over de maanden heen. Na de daling in augustus is er bij alle verpleegafdeling weer een stijging te zien. Daarnaast is in maart de gemiddelde bedbezetting bij de verpleegafdelingen een stuk hoger dan de andere maanden. Over de jaren 2013 tot en met 2015 zijn er ook trends te zien in de bedbezetting. Op B310 en B330 is de gemiddelde bedbezetting een stuk hoger in 2015 dan de andere jaren. Verder zijn de gemiddelde bedbezettingswaarden over de jaren heen redelijk constant en is er niet een duidelijke stijgende of dalende lijn te zien.

Weigeringen

Als we kijken in Tabel 2.9 kunnen we het percentueel het aantal keer zien dat de bedbezetting op het beddenhuis 100% of hoger was. Hier is per uur van de dag gekeken of het op dat moment aanwezige patiënten het aantal bedden overschreed. Dit wordt gebruikt als een maatstaf voor het aantal weigeringen dat kan plaatsvinden. Te zien is dat op B330 en B430 vaak het beddenhuis vol lag. De MC afdeling B430 heeft dus een hele grote variatie in het aantal patiënten aangezien het gemiddelde het laagste ligt van alle verpleegafdelingen. B330 heeft een hoog gemiddelde en ligt bijna tien procent van de tijd vol. In B340, de afdeling met gemiddeld de hoogste bedbezetting, is het percentage een stuk lager. Verpleegafdeling B310 ligt bijna nooit helemaal vol. Het moet opgemerkt worden dat de bedbezetting van B410 op 4,2% van de tijd 100% is. Echter is dit niet terug te zien in de box plot. Dit omdat de box plot de gemiddelde bedbezetting over de dag neemt in plaats van de waarden per uur.

Foutliggers

Van de prestatie van de verpleegafdelingen zien we dat het percentage foutliggers vooral hoog is op B430 en B330. Op deze afdelingen is het aantal keer dat er een bedbezetting is van 100% of meer ook hoog. Dat er dus relatief veel patiënten worden opgenomen die niet van het eigen specialisme zijn, zorgen voor een hoge kans op weigeringen. Wederom laten we de grafiek zien van de verpleegafdeling met het hoogste percentage foutliggers uit Tabel 2.9 op B430, de MC afdeling.

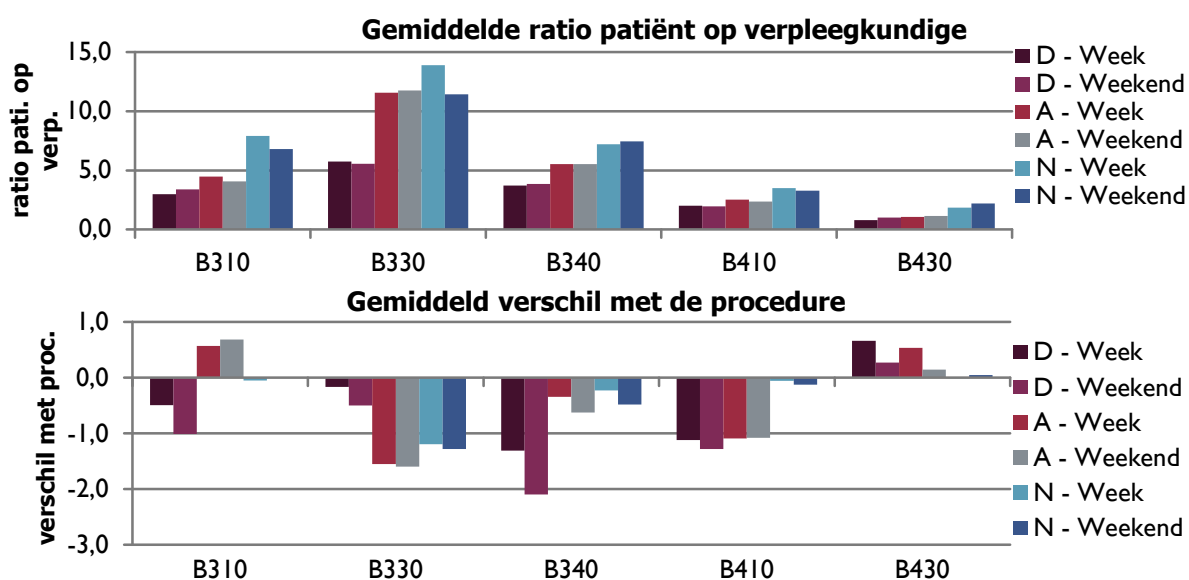


Figuur 2.19: Foutliggers op B430

In Bijlage 8 is voor de andere verpleegafdelingen te zien dat het grootste gedeelte van de foutliggers vaak de specialismen zijn binnen de divisie zelf. Daarnaast zijn er binnen de divisie Hart en Longen veel foutliggers van allemaal verschillende specialismen en niet zozeer van één bepaald specialisme.

Verpleegkundige inzet

Hieronder in Figuur 2.20 zijn twee grafieken over de verpleegkundige inzet binnen de divisie Hart en Longen weergegeven. De bovenste grafiek laat de gemiddelde ratio van het aantal verpleegkundigen per patiënt zien over 2015. De onderste grafiek laat het verschil zien tussen het aantal verpleegkundigen dat er volgens de procedure per verpleegafdeling zou moeten staan en het werkelijke aantal verpleegkundigen dat er stond per shift in dezelfde tijdsperiode. Er is een onderscheid gemaakt tussen week- en weekenddagen. Dit is gedaan omdat er in het weekend andere procedure aantallen zijn voor de inzet van verpleegkundigen.

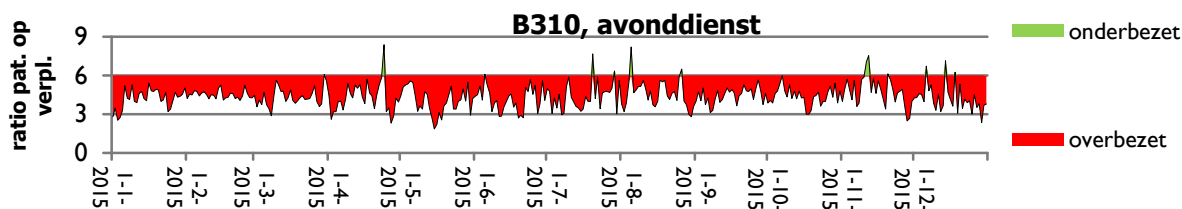


Figuur 2.20: Verpleegkundige inzet divisie Hart en Longen

De ratio waar op verpleegafdelingen binnen divisie Hart en Longen op gestuurd wordt is voor de normale verpleegafdelingen; voor de dagdienst 1:4, de avond 1:6 en de nacht 1:8. In de avond en nachtdienst is er uiteraard minder aandacht per patiënt nodig aangezien de meeste zullen slapen. De ratio in de avond- en nachtdienst is net als bij de cluster NEUR/NEC vooral hoger ten opzichte van de dagdienst bij normale verpleegafdelingen (geen MC verpleegafdeling). De MC verpleegafdelingen hebben een constante ratio vanwege de sterke monitoring die patiënten nodig hebben. De ratio's op B430 liggen echter zeer laag. Er staan gemiddeld ook teveel verpleegkundigen op alle diensten op deze afdeling. Op B330 wordt er veel met studenten gewerkt² hierdoor lijkt de ratio hoog en het verschil met de procedure laag. In Figuur 2.20 zijn bij het verschil met de procedure een aantal diensten te zien waar er gemiddeld een stuk te weinig verpleegkundigen worden ingepland. Met uitzondering van de diensten van B330 is echter te zien dat deze ratio's gemiddeld rond de gewenste aantallen liggen.

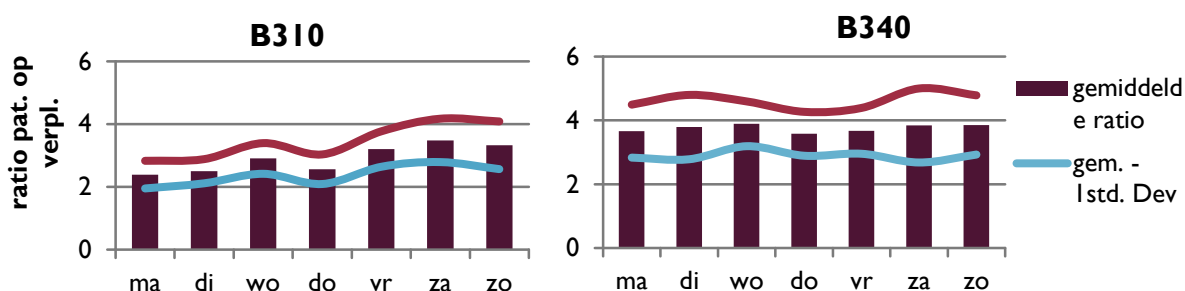
Op B310 ligt de ratio redelijk laag op de avonddiensten. Te zien is dat hier ook vaak teveel verpleegkundigen worden ingezet. In Figuur 2.21 is de ratio van verpleegkundige op patiënt tijdens de avonddienst van B310 over het gehele jaar 2015 weergegeven. Tijdens de avonddienst wordt er gestreefd naar een ratio van zes. Gedurende 96% van het jaar ligt het aantal verpleegkundigen te hoog. Tijdens deze dienst kan er dus bespaard worden op het aantal werkende verpleegkundigen. Verder is te zien dat de ratio gedurende het jaar fluctueert. Dit komt uiteindelijk vooral door het constante verpleegkundige inzet ten opzichte van een variërende bedbezetting.

² Studenten worden in de berekeningen niet meegenomen. In de data kan er geen onderscheid gemaakt worden tussen bijvoorbeeld een eerste- en vierdejaars student. Waarvan de eerstejaars tot derdejaars nog geen behandelingen mag uitvoeren en een vierdejaars wel. Besloten is dit overal uit te halen.



Figuur 2.21: ratio verpleegkundige op patiënt, avonddienst B310

In Figuur 2.22 is de ratio verpleegkundige op patiënt per weekday weergegeven voor B310 en B340 voor de dagdienst. Zoals in Figuur 2.21 weergegeven is, is er bij de avonddienst in B310 een redelijke fluctuatie in de ratio op B310 per verschillende dag van de week. Dit is een verpleegafdeling waar de variatie in de bedbezetting groter is dan op B340. De fluctuatie van dagen in de week op B340 is dan ook minder sterk, echter is hier de fluctuatie per dag groter. Bij B310 valt er op dat de ratio's tijdens het weekend een stuk hoger zijn dan de andere dagen, met uitzondering van woensdag waar de ratio gemiddeld ook hoger ligt. Dezelfde figuren met ratio's per dag voor de dagdiensten van de andere afdelingen staan in Bijlage 9. De verpleegafdeling B410, waar ook een grote variatie in de bedbezetting te zien was, heeft ook veel variatie in de ratio's van dag op dag.



Figuur 2.22: Ratio verpleegkundige op patiënt per weekday, dagdienst B310 en B340

Samenvatting van divisie Hart en Longen

Alle gegevens van de verpleegafdelingen van divisie Hart en Longen met betrekking tot de bedbezetting zijn in Tabel 2.9 samengevat.

Afdeling	gemiddelde bedbezetting	CV bedbezetting	gemiddeld aankomend spoed	CV aankomend spoed	gemiddeld aankomend electief	CV aankomend electief	% van tijd bedbezetting >= 100%	gemiddelde ligduur	CV ligduur
B310	76%	0,175	1,26	0,883	6,546	0,612	2%	3,3	1,45
B330	79%	0,163	0,39	1,629	4,763	0,462	10%	6,1	1,05
B340	80%	0,139	1,94	0,740	4,375	0,618	6%	4,6	1,57
B410	66%	0,233	3,29	0,519	4,332	0,456	4%	2,1	0,67
B430	56%	0,380	0,26	1,912	2,597	0,653	11%	1,5	0,79

Tabel 3.9: Samenvatting bedbezetting cijfers van de divisie Hart en Longen

Verpleegafdeling B340 is de afdeling met de laagste variatie in de bedbezetting. De gemiddelde bedbezetting is hier in vergelijking met de overige afdelingen hoog, daardoor is het percentage van de tijd dat de verpleegafdeling vol ligt hoog. Dit percentage op B340 is echter een stuk minder dan op B330 en B430. B430 heeft een zeer hoge variatie in de bedbezetting met een laag gemiddelde. Deze variatie lijkt te komen door de variatie in het aantal aankomende spoedpatiënten. Gemiddeld komen weinig spoedpatiënten binnen op deze afdeling maar de variatiecoëfficiënt is hoog. Op B330 is de variatie in het aantal aankomende spoedpatiënten hoog, de variatie in de bedbezetting is hier echter klein in vergelijking met de andere afdelingen. B410 heeft een hoge variatie in de bedbezetting. De variatie in het aantal aankomende spoed- en electieve patiënten is echter laag. De variatie in de ligduur is hier laag. De variatie lijkt hier vooral te komen door het hoge aantal aankomende patiënten. Op B410 zijn tien bedden beschikbaar en de doorstroom is hier groot.

Al eerder geconcludeerd leidt een hogere variatie in bedbezetting niet perse tot een hogere variatie in de verpleegkundige ratio's. Tabel 2.10 vat de gegevens met betrekking tot de verpleegkundige inzet ten opzichte van het aantal patiënten nogmaals samen.

Afdeling	gemiddelde bedbezetting	CV bedbezetting	gemiddeld dagdienst	CV dagdienst	gemiddeld avonddienst	CV avonddienst	gemiddeld nachtdienst	CV nachtdienst
B310	76%	0,17	3,10	0,20	4,37	0,21	7,59	0,23
B330	79%	0,16	5,68	0,56	11,63	0,55	13,19	0,60
B340	80%	0,14	3,76	0,24	5,53	0,28	7,27	0,26
B410	66%	0,23	1,99	0,43	2,47	0,55	3,44	0,39
B430	56%	0,38	0,86	0,71	1,10	0,65	1,95	0,64

Tabel 4.10: Samenvatting verpleegkundige inzet cijfers van de divisie Hart en Longen

Uit de analyse van de verpleegkundige inzet blijkt dat hoewel er op B340 vaak minder verpleegkundigen ingezet worden dan de procedure op die afdeling is, de ratio verpleegkundige op patiënt gemiddeld tijdens elke dienst goed is. Daarnaast is de ratio gedurende de verschillende weekdays ook constant, dit is terug te zien in de variatiecoëfficiënten in de ratio's van de verschillende diensten. De inzet van verpleegkundigen op B330 wordt vooral gevuld met leerling verpleegkundigen. Deze dienen niet meegerekend te worden in de cijfers en op deze manier komen de ratio's van verpleegkundige op patiënt hoog te liggen. Op B430 is deze ratio juist zeer laag, er worden hier bij alle diensten gemiddeld ook teveel verpleegkundigen ingeroosterd, wellicht door de hoge variatie in de bedbezetting. De afdeling heeft gemiddeld de laagste bedbezetting en percentueel de meeste uren dat het beddenhuis helemaal vol ligt. Op verpleegafdeling B310 is vooral winst te halen op het gebied van verpleegkundige inzet. De ratio's tijdens de dag- en nachtdienst zijn aan de lage kant, terwijl gemiddeld teveel verpleegkundigen worden ingezet.

2.5 Conclusies van de context analyse

In de bedbezetting waren er gelijkenissen te zien in verpleegafdelingen van hetzelfde formaat en van de functie van de desbetreffende afdeling. De MC afdelingen, met uitzondering van D361, hebben een hoge variatie in de bedbezetting. Vanwege de afwezigheid van een MC afdeling op veel verpleegafdelingen is het percentage foutliggers hoog. Dit kan bijdragen aan het aanzienlijke percentage van de tijd dat deze afdelingen vol liggen. De kans is op veel weigeringen op deze afdelingen is dan ook aanwezig. Naast een over het algemeen hoge variatie, hebben de MC afdelingen binnen de cluster NEUR/NEC gemiddeld een hoge bedbezetting. Hetzelfde kan niet gezegd worden over B410 en B430 van de divisie Hart en Longen. Daarnaast zijn bij beide divisies binnen deze kleine afdelingen veel uitschieters met lage bedbezettingspercentages. De verpleegkundige ratio's zijn lager dan bij normale afdelingen, dit is echter gewenst. Bij de MC verpleegafdeling B430 zijn de ratio's zeer laag. Er wordt gemiddeld ook boven procedure ingezet. Deze waarden kunnen verklaard worden door de grote variatie in de bedbezetting op deze afdeling. Bij meerdere kleinere afdelingen wordt er aan aantal verpleegkundigen gemiddeld vaak onder of boven de procedure ingezet.

Bij de grotere afdelingen zijn er bij de cluster NEUR/NEC veel uitschieters met lage bedbezettingspercentages te zien in verpleegafdelingen waar de opname en ontslagtijdstippen niet gelijk liggen. Op D340 en D360 waar dit het geval is, is de bedbezetting relatief laag. Binnen de divisie Hart en Longen ligt de gemiddelde opname en ontslagtijd vooral uit elkaar op B340. Bij deze afdeling is de gemiddelde bedbezetting echter hoog en de variatie zeer laag. Verpleegafdeling B340 functioneert goed, de variatie in de aankomst van patiënten op deze afdeling is laag. De verpleegafdeling heeft relatief gezien veel spoed-patiënten, echter heeft de afdeling is tegenstelling tot D360 en D380, waar dit ook het geval is, een lage variatie in de bedbezetting. Het percentage van de tijd dat de verpleegafdeling vol ligt wordt net als bij de kleinere afdelingen naast een gemiddelde

hoge bedbezetting vooral veroorzaakt door een hoge variatie in de bedbezetting. Dit is goed terug te zien binnen de verpleegafdelingen B330 en D380.

Verpleegafdelingen D380 en B330 hadden een sterk variërende ratio patient op verpleegkundige gedurende het jaar 2015. Dit zijn echter ook twee afdelingen waar veel scholieren ingezet worden. Uit de data-analyse is te concluderen dat er nog veel gewonnen kan worden op het beter plannen van het verpleegkundig personeel. Gedurende het jaar, de dagen van de week en de diensten was er een sterke fluctuatie in de ratio verpleegkundige op patiënt te zien. Als er werd gekeken hoe deze ratio tegenover de gewenste ratio wordt gezet is te zien dat er vaak een overbezetting is tijdens bepaalde diensten. Op enkele diensten is gebleken dat deze overbezetting is veroorzaakt door het plannen van meer verpleegkundigen dan de procedure voorschrijft.

Uit de kwalitatieve analyse is gebleken dat de planners van verpleegkundigen alleen een uitleg hebben gehad van het programma waarin de roosters worden gemaakt. Een extra training waarin efficiënt plannen wordt aangeleerd is niet aanwezig. De roosters worden hoofdzakelijk ontworpen om aan alle wensen van verpleegkundigen te voldoen. Daarnaast is gebleken dat er op een tactisch- en strategisch niveau nauwelijks overleg is op het gebied van verpleegkundige inzet ten opzichte van de bedbezetting.

Hoofdstuk 3: Theorie

In dit hoofdstuk is de literatuur toegelicht die geschreven is over de onderwerpen die raken aan het kernprobleem en de onderzoeksvragen. In dit hoofdstuk zal Deelvraag 4 behandeld worden. In Paragraaf 3.1 wordt toegelicht welke manieren gebruikt worden om beddenscapaciteitsbeslissingen te maken. Daarnaast is de invloed van de OK op het beddenhuis van belang. Dit zal in Paragraaf 3.2 besproken worden. Tot slot wordt in paragraaf 3.3 de implicatie van de literatuur voor dit onderzoek besproken.

3.1 Bed capaciteitsmanagement

In de literatuur zijn verscheidene manieren te vinden waarop capaciteitsbeslissingen in het beddenhuis genomen kunnen worden. In veel ziekenhuizen wordt naar verschillende ratio's gekeken om zo beslissingen te nemen over de planning van patiënten en personeel. Het aantal benodigde bedden per afdeling wordt dan bepaald na het berekenen van waarden als gemiddelde ligduur, bedbezetting of de ratio van geweigerde patiënten. Deze ratiotechnieken bieden echter geen goed beeld van het werkelijke complexe karakter van een ziekenhuis en de patiëntenstroom binnen de verschillende afdelingen (Holm, Lurås, & Dahl, 2013). Vandaar dat wiskundige modellen ontworpen zijn om ziekenhuis management te helpen bij beslissingen in het plannen van middelen. De verschillende modellen voor bed capaciteitsmanagement kunnen ingedeeld worden in analytische en simulatie modellen, besproken in respectievelijk Sub-paragraaf 3.1.1 en 3.2.2.

3.1.1 Analytische modellen

Analytische modellen kunnen worden opgelost in een gesloten vorm. Dit betekent dat er een oplossing is voor de berekeningen, welke de verandering in de staat van het model omschrijft ("Numerical vs. analytical modelling," 2013). Een binnen bed capaciteitsmanagement gebruikt dynamisch model is het Markov model. Een Markov model is opgebouwd uit verschillende stadia waarin het systeem zich kan begeven. Met een bepaalde kans kan het systeem zich naar een ander stadium begeven. Deze kans verschilt per overgang van de verschillende stadia op elkaar en zijn in een transitie matrix opgenomen. Deze verschillende stadia zijn binnen de literatuur over bed capaciteitsmanagement gekoppeld aan bijvoorbeeld de gemiddelde ligduur van verschillende patiëntgroepen (Mackay & Millard, 1999). Maar Cohen, Hershey, and Weiss (1980) definieert de stages als een faciliteit van het ziekenhuis waarin een patiënt zich bevindt of aan een bepaalde conditie die bepaalde middelen krijgt. Broyles, Cochran, and Montgomery (2010) gebruiken het aantal patiënten op een bepaald moment als de stages. Hiervoor wordt een discrete tijd Markov model gebruikt. Hierin worden er voor de ligduur en het aankomst proces per uur verschillende ratio's gebruikt. In het model wordt er dus rekening gehouden met fluctuaties in het aantal aanwezige patiënten per uur. Marshall and McClean (2004) geven aan dat er voor het modelleren van een Markov systeem een hoog level aan expertise nodig is.

J. Cochran and Roche (2008) denken dat er voor een breed gebruik van een model binnen het hele ziekenhuis een simpelere en snellere manier is in het maken van een wachtrijmodel. Wachtrijmodellen hebben het voordeel van het produceren van simpelere modellen met minder data terwijl variatie wel wordt meegenomen in het model (J. K. Cochran & Bharti, 2006). Bijna alle wachtrijmodellen in de literatuur zijn statische modellen. Dus het aankomstproces van electieve en niet electieve patiënten verschilt niet per dag of seizoen. Dit houdt ook in dat de fluctuatie in toestroom vanuit de OK op verschillende tijden tijdens een dag niet meegenomen worden. De Bruin, Van Rossum, Visser, and Koole (2007) geven een voorbeeld hoe deze fluctuatie tijdens de dag zeer andere uitkomsten kan hebben op de bedbezetting echter word dit niet in hun model verwerkt. Wachtrij modellen zijn dus vaak statisch. Daarnaast geven J. Cochran and Roche (2008) aan dat auteurs die een wachtrij model

gebruiken vaak maar één onderdeel van het ziekenhuis modelleren. De relatie met de operatiekamers, de SEH of andere verpleegafdelingen wordt dus niet meegenomen.

3.1.2 Simulatie modellen

Simulaties zijn flexibel en als een simulatie eenmaal is gebouwd, kan er, door middel van de invoerwaarden aan te passen, snel geëxperimenteerd worden. Daarnaast kunnen simulatie modellen goed het dynamische gedrag van ziekenhuis systemen meenemen. Dit in tegenstelling tot bijvoorbeeld een wachtrijmodel. Zo hebben Elbeyli and Krishnan (2000) een simulatie ontworpen om de bottlenecks in de flow van de patiënten door het ziekenhuis te benaderen. Simulatiemodellen vragen extensieve data om de simulatie te ontwerpen en om resultaten te onderbouwen. Daarnaast is er voor het bouwen van een goede simulatie die de werkelijkheid goed nabootst veel tijd, moeite en vaardigheden nodig. Simulaties kunnen wel de variatie van het aankomst proces over tijd meenemen, analytische modellen kunnen dit niet. Daarnaast geeft Bruin et al. (2007) aan dat simulaties vooral waardevol kunnen zijn als de ligduur data door geen enkele kansverdeling beschreven kan worden.

3.2 Relatie met planning

De variatie in de toestroom van patiënten kan natuurlijk en onnatuurlijk zijn. In het laatste geval is er variatie in het aantal electieve patiënten die op de OK is ingepland. Om deze variatie te bestuderen heeft Vanberkel et al. (2011) een model ontworpen om het aantal electieve patiënten op een verpleegafdeling te koppelen aan een Master Surgery Schedule (MSS). Via drie stappen, gebruikmakend van stochastische variabelen, komt hij tot het aantal electieve patiënten die zich in de verpleegafdeling bevinden op basis van het MSS. De periode dat deze patiënten er liggen is gebaseerd op de ligduur verdeling. De verdeling van het aantal patiënten en de ligduur wordt via berekening achterhaald.

De methode van Vanberkel et al. (2011) hierboven beschreven is gevalideerd en bleek te werken, alleen namen ze spoed-patiënten niet mee in het model, iets wat op veel afdelingen in ziekenhuizen geen goede benadering is van de werkelijkheid. Om deze spoed-patiënten wel mee te nemen, maar de instroom van electieve patiënten wel te baseren op het MSS kwam Kortbeek, Braaksma, Smeenk, Bakker, and Boucherie (2012) met een model dat voortbouwt op het model van Vanberkel et al. (2011). In dit model wordt via het modelleren van het aankomstproces, als een Poisson proces, spoed-patiënten wel meegenomen. Daarnaast is er net als Broyles et al. (2010) gekeken naar de vraag van patiënten per uur. De prestatie-indicatoren zijn onder andere het vraag percentage, aankomst ratio en de kans dat patiënten geweigerd of verplaatst worden.

3.3 Implicatie van de literatuur

Het bovenstaande literatuur onderzoek laat zien dat elk soort model zijn voor- en nadelen heeft. In Tabel 3.1 zijn deze voor- en nadelen per belangrijk artikel weergegeven.

Literatuur	Bruikbaar	Reden
(Mackay & Millard, 1999)	nee	Stadia van het markov model is gekoppeld aan ligduur. Niet nodig voor berekeningen in ons geval.
(Cohen, Hershey, & Weiss, 1980)	nee	Focus op verschillende afdelingen binnen het ziekenhuis. Dit is niet nodig in ons geval.
(Broyles, Cochran, & Montgomery, 2010)	ja	Model zelf is niet geschikt door het ontbreken van een duidelijk oorzaak/gevolg van inputvariabelen op de output. De verdeling van de arriverende patiënten worden per dag en uur wordt gebruikt. Dit is iets wat wel meegenomen kan worden.
J. Cochran & Roche, 2008	nee	Statisch model wat niet kan verschillen per dag
J. K. Cochran & Bharti, 2006	nee	Statisch model wat niet kan verschillen per dag

Elbeyli and Krishnan (2000)	nee	Contextsspecifieke simulatie die bottlenecks berekend. Uit de scope van dit onderzoek
Bruin et al. (2007)	nee	Contextsspecifieke simulatie die bottlenecks berekend. Uit de scope van dit onderzoek
Vanberkel et al. (2011)	ja	Berekent de kansverdeling van het aantal liggende patiënten
(Kortbeek, Braaksma, Smeenk, Bakker, & Boucherie, 2012)	ja	Bouwt voort op het model van VanBerkel. Neemt echter wel spoed-patiënten mee en is op uur level.

Tabel 3.1: Voor- en nadelen van artikelen uit de literatuurstudie

Tabel 3.1 laat zien welke artikelen bruikbaar zijn voor dit onderzoek. In dit onderzoek moest de kans berekend worden dat er op een bepaalde dag een x aantal patiënten ligt. Dit kan via het model uit het artikel van Vanberkel et al. (2011) worden bewerkstelligd. In dit artikel worden de spoed-patiënten echter niet meegenomen. Deze patiëntgroep wordt in het artikel van Kortbeek et al. (2012) wel meegenomen. In beide modellen wordt vanuit een MSS de kans verdeling van het aantal patiënten berekend.

Hoofdstuk 4: Het model

Het model wat in dit verslag is beschreven is voortgevloeid uit het model van Vanberkel et al. (2011). Er is een model ontworpen om na te kunnen gaan of de conclusies, die in Hoofdstuk 2, uit de contextanalyse voortgekomen zijn ook daadwerkelijk gelden voor de verpleegafdelingen. Daarnaast dient het model te functioneren als een analysetool voor de komende jaren binnen de verpleegafdelingen. Deelvraag 5 zal in dit hoofdstuk behandeld worden. In paragraaf 4.1 wordt toegelicht wat het model berekend en hoe dit gebeurt. In paragraaf 4.2 is beschreven welke assumpties hierbij zijn aangenomen.

4.1 De onderdelen van het model

Het ontworpen analytische model benadert het aantal patiënten welke op een verpleegafdeling ligt per dag. Hetzelfde principe wordt gehanteerd in het model van Vanberkel et al. (2011). Echter worden in dit model alleen het aantal electieve patiënten meegenomen die voortvloeien uit de MSS. Hier worden dus alleen de patiënten van het snijdende specialisme meegenomen. Binnen het UMC Utrecht worden, naast electieve patiënten van het snijdende specialisme, ook veel patiënten van het beschouwende specialisme ingepland waarna deze op de verpleegafdelingen komen te liggen. Het model van Vanberkel et al. (2011) is omgebouwd om ook deze patiënten goed mee te nemen. In Sub-paragraaf 4.1.1 wordt het model beschreven waarin electieve patiënten gemodelleerd zijn. In Sub-paragraaf 4.1.2 zijn de aanpassingen voor de spoed-patiënten toegelicht, waar in Sub-paragraaf 4.1.2 de delen gecombineerd zijn tot één model.

4.1.1 Electieve patiënten

In het model van Vanberkel et al. (2011) wordt de impact van een MSS op een dagniveau berekend. Dit geschiedt in drie stappen. In de eerste stap wordt de impact van één OK-blok op het patiënten aantal berekend. In stap twee wordt via een convolutie de impact van één MSS cyclus benaderd waarna er in de derde stap wordt de "steady state" van de kansverdeling van het aantal patiënten per dag benaderd door de overlappende dagen van meerdere MSS cycli te combineren. In Bijlage 10 is het model van Vanberkel et al. (2011) te vinden. Hieronder wordt per stap uitgelegd wat deze stap inhoudt en worden de aanpassingen aan het model toegelicht.

Stap 1

De aanpassingen op het model van Vanberkel et al. (2011) om het model op deze situatie binnen het UMC Utrecht toe te spitsen zijn vooral in stap 1 gedaan. In stap 1 wordt de MSS nog genegeerd en wordt er per OK-blok van één dag gekeken naar de verdeling van het aantal geopereerde patiënten in één OK-blok. Het aantal geopereerde patiënten in één blok wordt dan ook gelijk gezien als het aantal aankomende patiënten per OK-blok. Het x aankomende patiënten per OK-blok voor specialisme j wordt aangeduid met $c^j(x)$. Na het ondergaan van de operatie heeft elke patiënt die op dag n nog op de verpleegafdeling in kwestie ligt heeft een kans d_n^j om die dag ontslagen te worden (Vanberkel et al., 2011). De kans dat er n dagen na het voltooien van de operaties van specialisme j van één OK-blok nog x patiënten liggen $h_n^j(x)$, wordt als volgt berekend:

$$h_n^j(x) = \begin{cases} c^j(x) & \text{als } n = 0 \\ \sum_{k=x}^{c^j} \binom{k}{x} (d_{n-1}^j)^{k-x} (1 - d_{n-1}^j)^x h_{n-1}^j(k) & \text{als } n > 0 \end{cases} \quad (1)$$

Dag $n = 0$, wordt hier gezien als de dag van de operatie en hier worden alleen mensen opgenomen waarna ze minimaal 1 dag op de verpleegafdeling liggen. De kans van x patiënten op de verpleegafdeling op dag $n+1$ gegeven dat er k patiënten lagen op dag n kan berekend worden met

$\binom{k}{x} (d_{n-1}^j)^{k-x} (1 - d_{n-1}^j)^x h_{n-1}^j(k)$. Doordat je de kansverdeling van het aantal patiënten op dag $n=0$ kan berekenen met de aankomst kun je via iteratie van de bovenstaande formule de kansverdeling $h_n^j(x)$ berekenen. De iteratie loopt tot aan C_j , dit is het maximale aantal patiënten dat per dag wordt opgenomen. Deze is nodig om later in het proces te kunnen converteren naar een 'steady state' distributie.

Doordat in het UMC Utrecht geen gebruik wordt gemaakt van een MSS en de planning van electieve patiënten vaak de week voor de daadwerkelijke opname van deze geplande patiënten nog veel kan veranderen, is het noodzakelijk om met een ander aankomst proces te gaan werken.

In het model wordt er per OK-blok van één dag gekeken naar de verdeling van het aantal geopereerde patiënten in één OK-blok. Het aantal geopereerde patiënten in één blok wordt dan ook gelijk gezien als het aantal aankomende patiënten per OK-Blok. In het in dit onderzoek ontworpen model wordt per weekdag gekeken naar de verdeling van het aantal aankomende electieve patiënten van specialisme j . In stap 1 van het model bij formule (1) is de aankomst in het aangepaste model als volgt gedefinieerd.

$$c_q^j(x) \quad \text{when } n = 0, \quad q \in (0, 1, \dots, Q)$$

De kansverdeling van het aantal aankomende patiënten hangt af van dag van opname r . Met Q is zeven omdat omdat per week gemodelleerd wordt.

Daarnaast is een assumptie van het model van Vanberkel et al. (2011) dat d_n^j niet verschilt per opnamedag van de patiënt. In de werkelijkheid wordt gestuurd op ontslag voor het weekend. In het model van Vanberkel et al. (2011) kwam het aantal patiënten van één specialisme j niet op elke dag van de week aan. Dit hangt samen met wanneer specialisme j een OK beschikbaar heeft, zoals vermeld in de MSS. Echter blijkt het model, waarbij de aankomst van patiënten niet vanuit een OK-blok maar per dag van de week berekend wordt, een sterk verbeterde uitkomst te hebben door d_n^j af te laten hanger van de dag van opname van die patiënten. In stap 1 van het model bij formule (1) is het ontslagproces in het aangepaste model als volgt gedefinieerd:

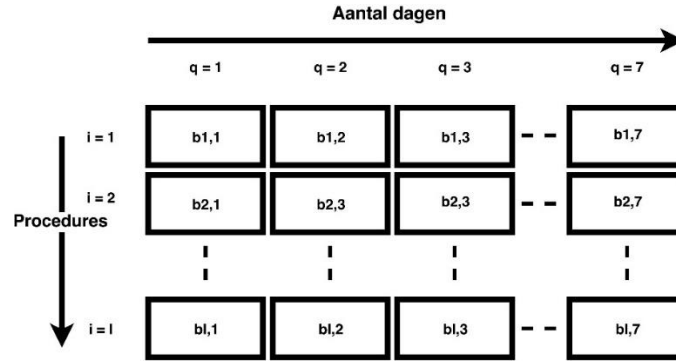
$$\sum_{k=x}^{C_j} \binom{k}{x} (d_{n-1}^{j,r})^{k-x} (1 - d_{n-1}^{j,r})^x h_{n-1}^j(k) \quad \text{als } n > 0, \quad q \in (0, 1, \dots, Q)$$

De kansverdeling van het ontslag hangt af van dag van opname q .

Stap 2

In stap 2 van het model van Vanberkel et al. (2011), wordt met als input een MSS en de kansverdeling $h_n^j(x)$ via discrete convolutie, de kansverdeling van het totale aantal patiënten op de verpleegafdeling resulterend van één MSS H_m , op elke dag m ($m \in \{1, 2, \dots, Q, Q+1, Q+2, \dots\}$) berekend. De aanpassingen aan het model hier betreft de fictieve MSS input die gebruikt wordt.

Figuur 4.1 geeft een voorbeeld van een MSS, echter staat er hier procedures in plaats van verschillende OK's, welke fictieve OK's voorstellen. Om H_m te berekenen moet eerst per fictief OK-blok $b_{i,q}$ gekeken worden wat de impact is van het aantal liggende patiënten op dagen $(q, q+1, \dots)$. De in stap 1 berekende distributie dient dus op de juiste dag gezet te worden.



Figuur 4.1: Fictieve MSS voor het model

De distributie $h_m^{i,q}$ van het aantal patiënten resulterend van fictief OK-blok $b_{i,q}$ wordt dan al volgt berekend.

$$h_m^{i,q} = \begin{cases} h_{m-q}^j & \text{als } q \leq m < L^j + q, \\ 0 & \text{anders} \end{cases} \quad (2)$$

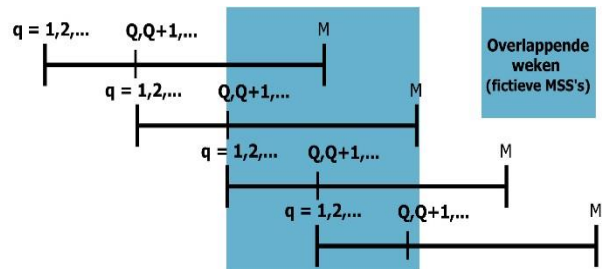
Waarbij 0 betekent $h_m^{i,q}(0) = 1$ en alle andere kansen waarbij $h_m^{i,q}(l), l > 0$ is 0 (Vanberkel et al., 2011). L^j is de maximale ligduur van de patiënten. Deze is nodig om later in het proces te kunnen converteren naar een 'steady state' distributie. Via deze formule worden de fictieve OK-blokken herhaalt tot aan de maximale ligduur L^j plus één week. Via discrete convoluties van $h_m^{i,q}$ over de verschillende dagen en daarna de verschillende fictieve OK's kan H_m berekend worden.

De aanpassingen aan stap 2 van het model van Vanberkel et al. (2011) zijn vooral van toepassing voor de input van het model. Hier zal in Paragraaf 5.1 meer over toegelicht worden.

Stap 3

In stap 3 worden meerdere MSS's gemodelleerd om zo de 'steady-state' distributie van het aantal patiënten te berekenen. Doordat de aankomst van patiënten in het model per dag verschilt, echter hetzelfde blijft in de verschillende weken kan een de fictieve MSS uit stap 2 als een cyclische MSS gezien worden. De fictieve MSS is één week lang. Vandaar dat meerdere patiënten uit één fictieve MSS cyclus nog op de verpleegafdeling kunnen liggen in de volgende MSS cyclus, of in ons geval week. In Figuur 4.2 is dit grafisch weergegeven.

Hierin is $M = L^j + q$, het bereik van één MSS, of in ons geval één week. Om nu de 'steady-state' distributie H_q^{SS} van het aantal patiënten per dag q van een week te berekenen wordt weer gebruik gemaakt van discrete convoluties over $\frac{M}{Q}$ weken (fictieve MSS's).



Figuur 4.2: Overlappende MSS's voor 'steady state' distributie

4.1.2 Spoed-patiënten

In het model van Vanberkel et al. (2011) worden spoed-patiënten niet meegenomen. Om een realistisch model te verkrijgen voor de situatie, zoals die is op de verpleegafdelingen in dit onderzoek, is dit wel noodzakelijk. In het model van Kortbeek et al. (2012) worden spoed-patiënten wel meegenomen. De aankomst van spoed-patiënten verschilt van het aankomstproces van electieve patiënten. De verdeling van de aankomende patiënten is hier gebaseerd op een Poisson verdeling. De

kansverdeling van de bedbezetting wordt hierna op éézelfde manier berekend als voor het electieve deel. De uitkomst hier is de verdeling G_q^{SS} . Waar G_q^{SS} voor spoed-patiënten dezelfde verdeling aangeeft als H_q^{SS} in het model van Vanberkel et al. (2011) bij electieve patiënten.

4.1.3 Vraag voorspelling in één verpleegafdeling

Om de vraag kansverdeling van één verpleegafdeling te berekenen moeten de steady state verdelingen van spoed- en electieve patiënten samengevoegd worden. Dit geschiedt wederom met een discrete convolutie die hier is aangegeven met een (*). De vraagkansverdeling kan dan als volgt berekend worden.

$$Zq = H_q^{SS} * G_q^{SS}$$

In het model van Kortbeek et al. (2012) is dit nog enigszins aangepast doordat H_q^{SS} en G_q^{SS} vaak niet dezelfde lengte hebben. In ons model is het fictieve MSS van electieve patiënten aangepast, zodat het één weekplanning betreft. Hierdoor hoeven deze aanpassingen in ons model niet doorgevoerd te worden.

4.2 Assumpties

In het model van Vanberkel et al. (2011) worden een aantal assumpties gemaakt, waaraan wij nog enkele toevoegen. De assumpties zijn:

- Bij aankomst van een patiënt in de verpleegafdeling bezet deze direct één bed. Deze patiënt bezet dit bed dan ook gelijk een hele dag. Patiënten worden dus niet op de dag van aankomst ontslagen.
- De aankomst van spoed-patiënten is onafhankelijk van elkaar en arriveren volgens een Poisson proces.
- Het ontslag van verschillende patiënten is onafhankelijk van elkaar.
- De dag dat een patiënt wordt ontslagen is afhankelijk van de dag van aankomst.

Hoofdstuk 5: Toepassing model

Het model welke beschreven is in Hoofdstuk 4 is toegepast voor verpleegafdelingen D360, D351 en D361. In Paragraaf 5.1 is de input van het model beschreven. In Paragraaf 5.2 is de verificatie van het model toegelicht en de resultaten van het model zijn hier beschreven.

5.1 Input

De input van het model welke beschreven is in Hoofdstuk 4 betreft een drietal zaken. Het vertalen van patiëntgegevens naar deze input betreft een aantal berekeningen. Allereerst is het bepalen van de verschillende patiëntgroepen in een verpleegafdeling beschreven. Hierna is het bepalen van c_r^j , ofwel de aankomst verdeling van patiënten, toegelicht. Hierna is de input voor de kans op ontslag, d^j beschreven en als laatste is de input voor een fictieve MSS uitgelegd.

Patiëntgroepen

Omdat de specialisme groepen, zo opgesteld in de database van het UMC Utrecht, veel verschillende patiënten bevatten met uiteenlopende ligduren is het nodig de patiënten die op verschillende verpleegafdelingen liggen te groeperen in patiëntgroepen. Doordat er geen duidelijke sub-specialismen aanwezig zijn, worden verschillende patiënten handmatig in een groep ingedeeld.

Patiënten krijgen bij opname een bepaalde diagnose code. Dit is een specifieke code die een bepaalde aandoening omschrijft. Er zijn dus binnen één verpleegafdeling veel verschillende diagnose codes. Er is gekeken naar de gemiddelde ligduur en de standaard afwijking hierin van patiënten met dezelfde diagnosecode. Dan zijn er groepen gemaakt op basis van veelvoorkomende diagnosecodes. Deze krijgen een eigen groep waarna andere diagnosecodes op basis van gemiddelde ligduur en standaard deviatie hierin worden ingedeeld bij de grote groepen. Een moeilijkheid bij het indelen van de groepen, was dat er een groep patiënten bestond die geen diagnosecode had. Bij sommige verpleegafdelingen bleek dit veel voor te komen, bij anderen een stuk minder. Deze patiënten zijn allemaal opgenomen in één groep.

c_r^j distributie

In het model wordt de distributie van het aantal aankomende patiënten per patiëntgroep, per weekdag berekend. Hiervoor dient eerst de frequentie van het aantal aankomende patiënten per weekdag berekend te worden. Om een zo goed mogelijke verdeling te krijgen, is de frequentie van het aantal aankomende patiënten over 2013 tot en met 2015 meegenomen. In Tabel 5.1 is hiervan een voorbeeld weergegeven voor de patiëntgroepen van D360 van maandag.

Maandag		Aantal patiënten								
patiëntgroepen	0	1	2	3	4	5	6	7	8	totaal
1	119	33	4	0	0	0	0	0	0	156
2	102	43	10	1	0	0	0	0	0	156
3	61	61	25	6	3	0	0	0	0	156
4	138	18	0	0	0	0	0	0	0	156
5	152	4	0	0	0	0	0	0	0	156
6	155	1	0	0	0	0	0	0	0	156
7	155	1	0	0	0	0	0	0	0	156
8	138	15	2	1	0	0	0	0	0	156

Tabel 5.1: Frequenties van aankomende electieve patiënten op maandagen

Vanuit deze frequentie kan c_r^j worden berekend. $c_r^j(x)$ is de kans dat er x patiënten worden opgenomen op dag r , $x \in \{0, 1, \dots, C^j\}$ waar C^j het hoogste aantal patiënten is dat wordt opgenomen. In ons geval is dit acht patiënten voor alle verpleegafdelingen. In Tabel 5.2 is een voorbeeld van de uiteindelijke input van de discrete distributie $c_r^j(x)$ weergegeven.

Groepnummer	0	1	2	3	4	5	6	7	8	Som
1	0,763	0,212	0,026	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1
2	0,654	0,276	0,064	0,006	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1
3	0,391	0,391	0,160	0,038	0,019	0,000	0,000	0,000	0,000	1
4	0,885	0,115	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1
5	0,974	0,026	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1
6	0,994	0,006	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1
7	0,994	0,006	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1
8	0,885	0,096	0,013	0,006	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1
9	0,699	0,263	0,032	0,006	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1
10	0,763	0,186	0,045	0,006	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1
11	0,410	0,455	0,128	0,000	0,006	0,000	0,000	0,000	0,000	1
12	0,833	0,154	0,013	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1
13	0,929	0,071	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1
14	0,981	0,019	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

Tabel 5.2: $c_r^j(x)$ distributie van D360

In Tabel 5.2 is ook de aanpassing in de input van de aankomst te zien zodat er met een fictieve MSS gewerkt kan worden. Door moeilijkheden bij het programmeren was het gemakkelijker de input te manipuleren. De aankomst verdeling van patiënten moet verschillen per weekdag. Dit is een aanpassing op het originele model van Vanberkel et al. (2011). In dit originele model heb je een MSS waar op de verschillende OK's op verschillende dagen in het MSS rooster een bepaald specialisme of patiëntgroep opereert. In ons geval zijn er geen OK's maar moet de distributie $h_{n,r}^j$, zoals beschreven in Hoofdstuk 4, wel op de juiste plek komen in de fictieve MSS. Om dit in het geprogrammeerde model te bewerkstelligen loopt het aantal groepsnummers door. In Tabel 5.1 was te zien dat we acht patiëntengroepen hadden in D360. In Tabel 5.2 loopt dit aantal verder dan 8. Groepnummer 9 tot en met 16 beschrijft hier de aankomst verdeling $c_r^j(x)$ van dinsdag. Groepsnummers 17 tot en met 24 beschrijven dit voor woensdag en dit loopt tot en met zondag.

Voor spoedpatiënten wordt de input voor $c_r^j(x)$ anders berekend. Vanuit de frequenties, zoals weergegeven in Tabel 5.1, wordt de input via de onderstaande formule berekend.

$$c_r^j(x) = \frac{(\lambda^j)^x e^{-\lambda^j}}{x!}$$

De input is dan in dezelfde vorm weergegeven als weergegeven in Tabel 5.2.

d_r^j distributie

De tweede input parameter is de kans dat een patiënt die op dag n nog steeds op de verpleegafdeling ligt, die dag ontslagen wordt. In de aanpassingen op het model van Vanberkel et al. (2011) hebben we deze kans d_n^j aangepast zodat de kans op ontslag verschilt per weekdag r van opname. Allereerst wordt weer de frequentie bepaald zoals bij de input van c_r^j , alleen hier wordt in plaats van het aantal patiënten het aantal dagen dat patiënten op de verpleegafdelingen gelegen hebben met als max L^j . In ons geval is L^j 50 dagen. Hierna wordt op dezelfde manier als bij de input van c_r^j , de discrete distributie van de kans dat patiënten er n dagen lagen, $P_r^j(n)$, berekend. De ligduur verdeling wordt

dus per opname weekdag r apart berekend. Vanuit $P_r^j(n)$ wordt $d_n^{j,r}$ met de formule hieronder berekend.

$$d_n^{j,r} = \frac{P_r^j(n)}{\sum_k^L P_r^j(k)} \quad (3)$$

De input van $d_n^{j,r}$ die uit formule (3) volgt, is in Tabel 5.3 weergegeven.

Groepnummer	N	1	2	3	4	5	6	...	50
1	468	0,372	0,153	0,317	0,229	0,145	0,205	...	1,000
2	605	0,215	0,156	0,219	0,166	0,184	0,160	...	1,000
3	914	0,480	0,299	0,210	0,205	0,120	0,147	...	1,000
4	218	0,294	0,260	0,105	0,088	0,054	0,114	...	1,000
5	137	0,277	0,131	0,116	0,145	0,046	0,129	...	1,000
6	82	0,439	0,326	0,065	0,069	0,148	0,174	...	1,000
7	25	0,160	0,048	0,000	0,200	0,063	0,200	...	1,000
8	192	0,344	0,190	0,255	0,132	0,106	0,102	...	1,000
9	468	0,372	0,153	0,317	0,229	0,145	0,205	...	1,000
10	605	0,215	0,156	0,219	0,166	0,184	0,160	...	1,000
11	914	0,480	0,299	0,210	0,205	0,120	0,147	...	1,000
12	218	0,294	0,260	0,105	0,088	0,054	0,114	...	1,000
13	137	0,277	0,131	0,116	0,145	0,046	0,129	...	1,000
14	82	0,439	0,326	0,065	0,069	0,148	0,174	...	1,000
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

Tabel 5.3: $d_n^{j,r}$ distributie van D360

Net als bij de input van c_r^j lopen de groepsnummers door om per weekdag r een andere input te creëren.

Fictieve MSS

De laatste input van het model is de fictieve MSS. In Tabel 5.4 is dit voor D360 weergegeven.

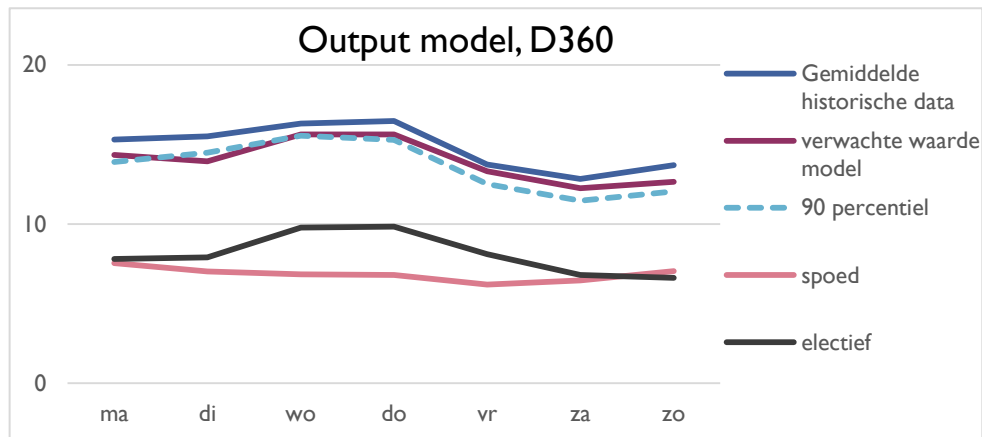
Fictieve OK's	weekdagen						
	1	2	3	4	5	6	7
1	1	9	17	25	33	41	49
2	2	10	18	26	34	42	50
3	3	11	19	27	35	43	51
4	4	12	20	28	36	44	52
5	5	13	21	29	37	45	53
6	6	14	22	30	38	46	54
7	7	15	23	31	39	47	55
8	8	16	24	32	40	48	56

Tabel 5.4: Fictieve MSS voor input model van D360

Zoals bij de input van c_r^j en $d_n^{j,r}$ al genoemd is, was het gemakkelijker om de patiëntgroepen per dag door te laten lopen. Hier in Tabel 5.4 is terug te zien dat na groep 8, bij fictieve OK 8 en weekdag 1 vermeld, de nummering op weekdag 2 (dinsdag) verder loopt van 9 tot en met 16. Dit loopt door tot patiëntgroep 56, wat dus de werkelijke patiëntgroep 8 op zondag omschrijft.

5.2 Resultaten

In Figuur 5.1 is de output van het model voor verpleegafdeling D360 weergegeven. Verpleegafdeling D360 is een afdeling met ongeveer de helft spoed- en de andere helft electieve patiënten. Daarnaast is de variatie in de bedbezetting hoog. Omdat het wiskundig model zowel spoed- als electieve patiënten mee moet nemen is het een goede afdeling om te testen met het model. Het 90-percentiel van de historische data is ook aangegeven. Dit om eventuele uitschieters in de gemiddelde waarden van de historische data niet te hard te laten meetellen.



Figuur 5.1: Output wiskundig model voor D360

Zoals te zien in Figuur 5.1 volgt de lijn van de verwachte waarde vanuit de steady state distributie redelijk de lijn van de gemiddelde waarden van historische data van D360. Vooral op maandag en dinsdag wijken de waarden van het model verder af van de gemiddelde waarden. Als we kijken naar het 90-percentiel van de historische data zien we dat het model in 90 procent van de gevallen een goed beeld geeft van de waarden.

Er kan een chi-squared test uitgevoerd worden per dag van de week. Dit omdat het model een kansverdeling per dag geeft. Daarnaast gaat de kansverdeling van het aantal patiënten tot aan de 300 patiënten tot dat hij compleet 0 is. Vanaf de kans op 60 patiënten is de kans nagenoeg 0 en is de som van de kans van op 1 patiënt tot aan 100 patiënten nagenoeg 1. De chi-squared test is met behulp van het programma Minitab gedaan. Dit programma benodigd dat de totale kans 1 is. Vandaar dat er met een vrijheidsgraad van 59 en 156 geobserveerde waarden wordt gewerkt. De p-waarde welke hieruit komt is 0,125 en kan niet geconcludeerd worden dat de geobserveerde waarden en de verwachte waarden significant verschillend zijn. De output van Minitab is in bijlage 11 te vinden.

Door dezelfde vrijheidsgraad bij de andere dagen van de week te gebruiken krijgen we echter niet dezelfde conclusie. Vaak moest de vrijheidsgraad ook omhoog omdat de opgetelde kans nog niet dicht genoeg bij de 1 lag. Als de vrijheidsgraad dan hoger werd gelegd was de p-waarde op donderdag bijvoorbeeld 0,376. Echter is door het grote aantal kanswaarden wat dicht bij de 0 ligt, bij een zeer hoge vrijheidsgraad, in dit geval de uitkomst van Minitab misschien niet geheel te vertrouwen. Het berekenen in Excel geeft echter dezelfde chi-squared waarde.

Naast de verwachte waarde van de output van het model zijn ook de verwachte waarde van het model gegeven waar alleen de electieve patiënten of de spoed-patiënten worden meegenomen. Er is goed te zien waar de variatie in de bedbezetting gedurende de week vandaan komt. Dit komt vooral vanuit de electieve patiënten en het beter inplannen van electieve patiënten zou dus kunnen leiden tot het verminderen van de variatie tijdens verschillende dagen an de week in de bedbezetting. Dit betekent echter niet perse dat hierdoor de variatie gedurende één dag wordt verminderd.

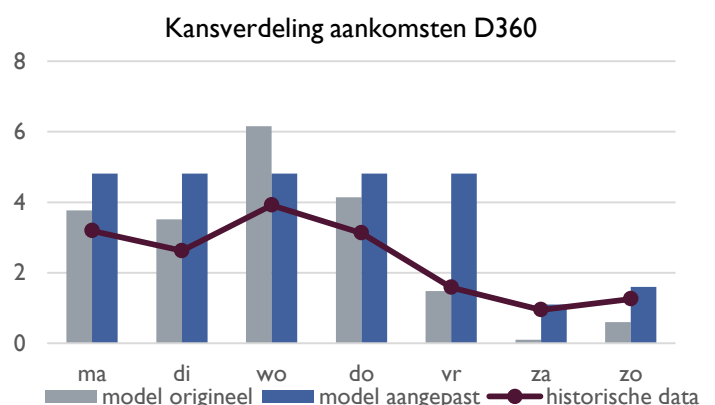
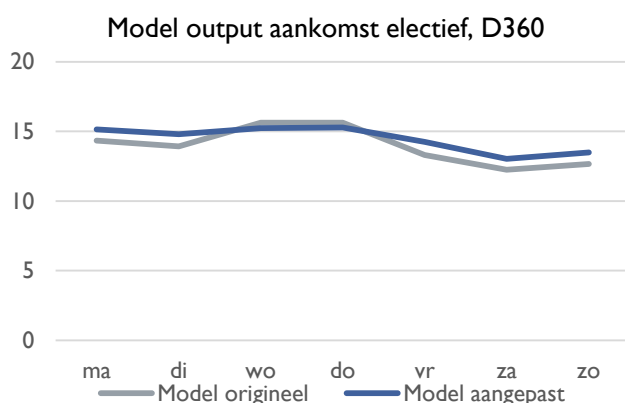
Aankomst van patiënten

In Hoofdstuk 2 is de variatie in de bedbezetting onderzocht op basis van historische data. Variatie in de aankomst van patiënten, vooral de spoed-patiënten, leek een oorzaak van een hogere variatie in de bedbezetting. Bij de output van het model van D360 is gebleken dat de variatie vooral voortkwam uit de electieve patiënten. Omdat de variatie in de aankomst van spoed-patiënten niet gemakkelijk minder kan worden gemaakt en door de output van het model zoals hierboven besproken is er gekeken met het model naar de aankomst van electieve patiënten.

In Figuur 5.2 is de originele output van het model weergegeven. Daarnaast is de output weergegeven van het model, waarbij de input zo is aangepast dat de variatie in het aantal aankomende electieve patiënten gedurende de week minder is. Het aantal aankomende electieve patiënten van maandag tot en met vrijdag is hetzelfde gehouden. Echter zijn deze patiënten bij de aangepaste input evenredig verdeelt over de weekdays en komen in geen geval meer dan één patiënt per patiëntgroep binnen. De percentuele verdeling van het aantal aankomende patiënten over de verschillende patiëntgroepen is hetzelfde gehouden. Dit omdat verschillende patiëntgroepen een andere ligduur verdeling hebben. De input voor de ligduur verdeling en de aankomst van spoed-patiënten is niet aangepast.

Daarnaast is in Figuur 5.3 de kansverdeling voor het aantal aankomende patiënten te vinden. Dit is door stap (1) in het model aan te passen naar de onderstaande formule te berekenen.

$$h_n^j(x) = \begin{cases} c^j(x) & \text{als } n = 0 \\ h_n^j(0) = 1 & \text{als } n > 0 \end{cases}$$



Figuur 5.2: Output wiskundig model aankomst aangepast Figuur 5.3: kansverdeling aankomst uit model

Zoals te zien is de lijn van het aangepaste model voor een minder variabele uitkomst een stuk constanter. Van maandag tot en met vrijdag is de bedbezetting een stuk minder variabel. In Tabel 5.5 is voor het originele model, het aangepaste model zoals hierboven beschreven en van de historische data het gemiddelde, de standaardafwijking en de variatiecoëfficiënt voor de maandag weergegeven. Te zien is dat de standaardafwijking van het model niet overeenkomt met de historische data. Wel is te zien dat bij het aangepaste model de variatiecoëfficiënt van de bedbezetting lager is dan bij de originele input. Op de andere dagen van de week zijn dezelfde conclusies te trekken. Omdat bij het model een kansverdeling per dag berekend is, is de standaardafwijking niet voor de gehele week te berekenen.

Output voor maandag (bedbezetting)	Historische data	Originele input	Aangepaste input
gemiddelde	15,31	14,34	15,14
st. afwijking	2,52	3,64	3,54
CV	0,16	0,25	0,23

Tabel 5.5: Variatie bedbezetting uit model

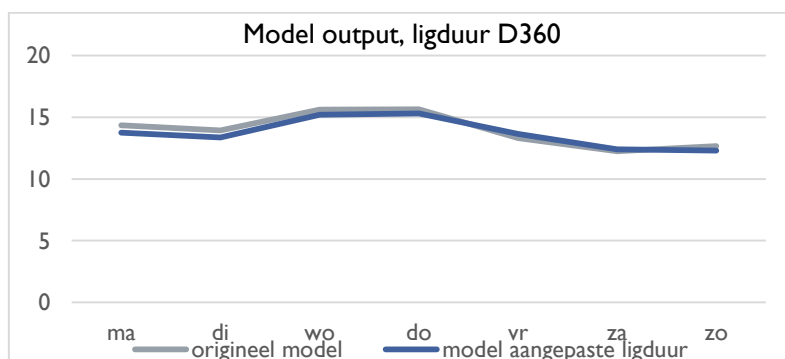
Als we kijken naar de kansverdeling van het aantal aankomsten in Figuur 5.3, is te zien wat er veranderd is aan de input. De kansverdeling van het aantal aankomende patiënten is gelijk gedurende de weekdays in het aangepaste model. Dit is bij het originele model niet het geval en de aankomst van patiënten varieert sterk gedurende de verschillende weekdays. Te zien is dat gemiddelde historische data, met betrekking tot het aantal aankomsten, de trend volgt van het model. Echter schat het model het aantal aankomsten hoger in gedurende de weekdays en lager gedurende de weekends. Dit komt waarschijnlijk door de spoed-patiënten. Doordat deze verpleegafdeling een hoog percentage aan spoed heeft en deze aankomst met een Poisson verdeling wordt gemodelleerd kan dit afwijken. Het aantal spoed in het weekend is relatief gezien namelijk hoger dan de weekdays.

Uiteraard is de gebruikte input voor het aangepaste model een fictief geval. Het aantal patiënten is nooit helemaal gelijk over de verschillende weekdays en er zullen op sommige dagen zeker meer dan één patiënt per patiëntgroep binnen komen op de verpleegafdelingen. Echter kan wel geconcludeerd worden dat het verminderen van variatie in de aankomst van electieve patiënten, door beter te plannen over de weekdays, kan leiden tot een verminderde variatie in de bedbezetting.

Ligduur

Eén van de inputwaarden van het model is de kans, d_r^j , dat een patiënt die op dag n nog steeds op de verpleegafdeling ligt, die dag ontslagen wordt. Dit wordt, zoals toegelicht in Paragraaf 5.1, berekend op basis van de historische verdeling van de ligduur van patiënten. Uit de contextanalyse in Hoofdstuk 2 lijkt de ligduur niet veel invloed te hebben op de variatie in de bedbezetting. Om te onderzoeken wat voor impact het verlagen van de ligduur heeft op de bedbezetting is de input d_r^j aangepast.

In het artikel van Borghans, Heijink, Kool, Lagoe, and Westert (2008) is onderzocht wat de potentiële verlaging kan zijn van de ligduur in Nederlandse ziekenhuizen. Hieruit kwam voort dat 11,6% van de ziekenhuis dagen bespaard kunnen worden. Met dit meegenomen is de ligduur van alle patiënten op D360 met 10% verlaagd. Hierna zijn dezelfde berekeningen voor de input gedaan zoals in Paragraaf 5.1 beschreven. De input is hierna in het model ingevoerd met alle andere inputwaarden hetzelfde. In Figuur 5.4 is de output van dit aangepaste model tegenover de output van het model met de originele inputwaarden weergegeven.



Figuur 5.4: Model output, aangepaste ligduur

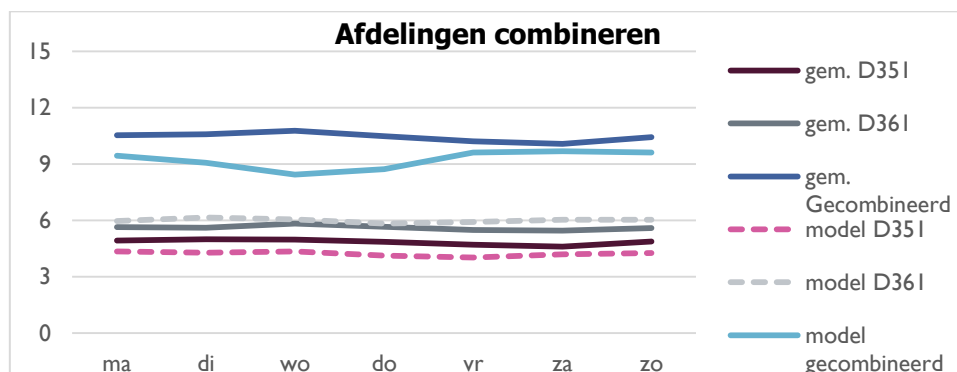
Zoals weergegeven in Figuur 5.4 heeft het verlagen van de ligduur met 10% niet veel invloed op de verwachte waarde van het aantal patiënten, zoals berekend via het model. Op een aantal weekdagen is de verwachte waarde lager en bij een aantal dagen hoger. Dit kan komen doordat de aankomst van patiënten per weekdag verschilt. Als de ligduur dan minder wordt, kan het aantal liggende patiënten op bepaalde dagen juist hoger worden.

De lijn volgt daarnaast ongeveer de lijn van het originele model. De variatie in de bedbezetting is ongeveer gelijk gebleven. De variatiecoëfficiënt bij het originele model op maandag is 0,254 en bij het model met de aanpaste input van de ligduur 0,259.

Het verlagen van de ligduur levert dus een minimale verandering in bedbezetting op en verlaagt de variatie hierin niet. Het verlagen van de ligduur van alle patiënten met 10% is daarnaast een lastige taak.

Afdelingen combineren

Uit de contextanalyse van Hoofdstuk 2 is gebleken dat kleinere afdelingen met een hoge gemiddelde bedbezetting veel kans hebben op weigeringen. Het model biedt de mogelijkheid om te onderzoeken of het samenvoegen van twee verpleegafdelingen tot een gereduceerde bedbezetting zal leiden. In Figuur 5.5 zijn de MC verpleegafdelingen D351 en D361 samengevoegd.



Figuur 5.5: Model output, D351 en D361 gecombineerd

Zoals weergegeven in Figuur 5.5 geeft het combineren de inputgegevens van D351 en D361, een lagere verwachte bedbezetting dan het gemiddelde van samenvoegen van het aantal patiënten welke op beide afdelingen lagen. Het optellen van de verwachte waarden van de aparte afdelingen leidt ook tot een hogere verwachte waarde dan het samenvoegen van de input ons geeft.

De output van het model voor D351 laat een verwachte waarde zien die enigszins lager is dan de gemiddelde historische waarden. De output voor D361 laat een net wat hogere verwachte waarde zien. Een van redenen dat D351 een lagere bedbezetting laat zien dan de historische waarden aangeven is het bevatten van 7,2% van de input met een niet-aangegeven diagnosecode. Dit tegenover 3,1% bij D361. Deze patiënten zijn, zoals in Paragraaf 5.1 benoemd, in één patiëntgroep geplaatst. De variatie in de ligduur en aankomst is echter groot in vergelijking met andere patiëntgroepen. De gemiddelde bedbezetting op de verschillende dagen van de week laten een redelijk rechte lijn zien. Bij de output van beide afdelingen apart van het model is dit ook te concluderen.

Kijken we naar de output van de gecombineerde input van beide afdelingen dan zien we dat de bedbezetting gedurende dinsdag, woensdag en donderdag lager zijn dan de rest. Dit komt doordat van de verschillende specialismen de kansverdelingen van het aantal patiënten per dag van de fictieve MSS door convolutie worden samengevoegd. Hierdoor wordt de uiteindelijke kans voor minder patiënten op die dag hoger.

5.3 Conclusie

Bij de output van het model is gebleken dat in alle afdelingen waarvoor de input is aangemaakt, de lijn van de gemiddelde bedbezetting uit historische data overeenkomt met de output van het model. Door het aanpassen van het model van Vanberkel et al. (2011), zodat de aankomstverdeling en de ligduur verdeling verschilden per dag bleek het model grotendeels te werken voor verpleegafdelingen met chirurgische en beschouwende patiënten.

Door middel van een chi-squared test is het model gevalideerd. Hieruit is gebleken dat er niet geconcludeerd kon worden dat de geobserveerde waarden uit de historische data niet significant overeen kwamen met de verwachte waarden uit het model. Echter is gebleken dat bij het bepalen van de p-waarde nog wat moeilijkheden zitten, hierdoor is de betrouwbaarheid van de verificatie van het model enigszins in kwestie te trekken.

Verder is gekeken naar het verminderen van variatie in de aankomst van electieve patiënten terwijl het aantal aankomsten gelijk bleef. De variatie in de bedbezetting over de weekdays verminderde hierdoor. De aankomstverdeling, zoals gemodelleerd in het originele model, bleek niet helemaal overeen te komen met de historische data. Echter volgt de lijn van de historische data wel de verwachte waarde van de aankomsten.

Hierna is nog gekeken wat de invloed van de ligduur was op de bedbezetting. De ligduur van alle patiënten waarvan de data gebruikt is voor de input van het model van D360 zijn met tien procent verminderd. De variatie in de bedbezetting bleek hier niet veel te veranderen. Daarnaast werd de verwachte waarde van de bedbezetting ook niet significant minder.

Als laatste is gebleken dat het samenvoegen van de twee kleinere afdelingen ervoor zorgden dat de verwachte waarde van de bedbezetting relatief omlaag ging. De verwachte waarde van de twee afdelingen bij elkaar opgeteld zorgde voor een lagere verwachte waarde dan het samenvoegen van de afdelingen. De variatie in de bedbezetting over de verschillende dagen heen is bleek wel hoger te worden.

Hoofdstuk 6: Excel dashboard

Vanuit Hoofdstuk 2 is te concluderen dat al veel inzichten gehaald kunnen worden uit de historische data van de verpleegafdelingen. In de huidige situatie was weinig tot geen mogelijkheid om op een overzichtelijke manier deze data vanuit de database van het UMC Utrecht te exporteren. In de huidige situatie is er binnen het UMC Utrecht een OLAP (online Analytical Processing)-kubus in gebruik.

Een OLAP-database is een databasetechnologie die is geoptimaliseerd voor het opstellen van query's en rapporten. De brongegevens voor OLAP zijn OLTP-databases (Online Transactional Processing) die gewoonlijk zijn opgeslagen in zogeheten 'data warehouses'. OLAP-gegevens worden afgeleid van de historische gegevens in deze datawarehouse en worden samengevoegd in structuren. De gebruiker kan gemakkelijker analyses uitvoeren doordat deze structuren overzichtelijk zijn opgesteld door de kubus-beheerder ("Overzicht van OLAP," 2016).

Het analyseren van data vanuit een Kubus benodigd wel enkele vaardigheden in Excel. Hierdoor wordt op de verpleegafdelingen van de cluster NEUR/NEC en de divisie Hart en Longen nog maar weinig data bekeken via deze Kubus. Als deze data dan bekeken en besproken wordt, is dit vaak pas meerdere maanden later en is er dus al veel tijd verstreken. Om het bekijken van historische data gemakkelijker en dynamischer te maken is er besloten in Excel een dashboard te maken.

6.1 Input

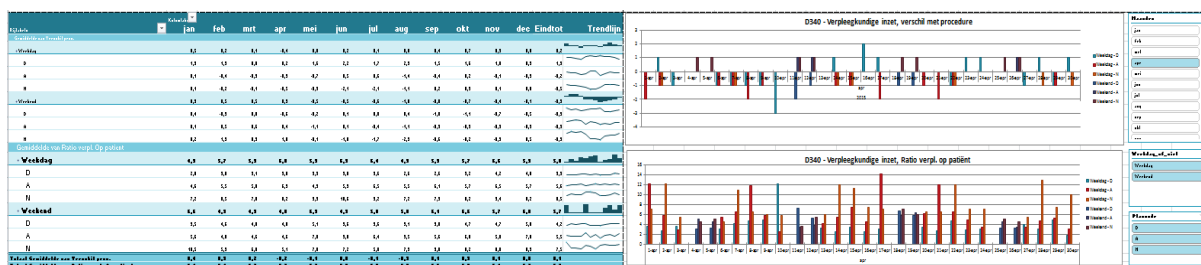
Om het invoeren van nieuwe data voor leidinggevende zo makkelijk mogelijk te houden. Om dit te bewerkstellen is zoveel mogelijk geprobeerd de koppelingen naar de Kubus te gebruiken en met "slicers" te werken. Door per jaar, maand en dag een indeling te maken en de verschillende grafieken allemaal aan één slicer te koppelen is er een zeer overzichtelijk beeld gecreëerd per verpleegafdeling.

Echter konden niet alle gewenste gegevens gekoppeld worden aan de Kubus van het UMC Utrecht. Zo dient de verpleegkundige inzet, die vanuit de database Monaco ingeladen moet worden, eerst via een andere Excel sheet omgebouwd te worden. Deze gegevens uit Monaco ombouwen is wederom zo automatisch en zo gemakkelijk mogelijk opgezet. Via verscheidene query's wordt uiteindelijk één tabel gecreëerd die ingeladen kan worden in de Excel dashboard. Door bepaalde pivot tabellen dan te verversen kan per maand en dag gekeken worden naar de verpleegkundige inzet ten opzichte van het aantal patiënten. De ligduur op de verpleegafdelingen en het percentage aan foutliggers is niet gekoppeld aan de Kubus. Vanuit de 'data-warehouse' is deze data verkregen en het opnieuw berekenen van deze data benodigd expertise in Excel. In de Excel Dashboard is de data over de ligduur en de foutliggers dan ook statisch en vooral door technische beperkingen van de computers binnen het UMC Utrecht is het op dit moment niet mogelijk deze gegevens gemakkelijk in te laden.

6.2 Indeling Excel dashboard

Omdat de gegevens allereerst binnen verpleegafdelingen zelf vergeleken dienen te worden is er per verpleegafdeling één sheet gemaakt. De verpleegafdelingen van divisie Hart en Longen staan in één Excelbestand en de verpleegafdelingen van de cluster NEUR/NEC in een ander. De sheets waar alle informatie samenkomt per verpleegafdeling, heeft verbindingen met diverse stamgegevens. Per output onderdeel zoals, de bedbezetting, is er één stamgegevens blad. Door deze stamgegevens apart te houden blijft de dashboard overzichtelijk.

Het dashboard is zo ingedeeld dat aan de linkerkant de tabellen met de aantallen (opnamen, ontslagen, spoed enz.) per maand te zien zijn. Waarbij aan de rechterkant van de excelsheets de bijbehorende grafieken staan. Deze zijn door middel van de slicers tot aan dag (in sommige gevallen uur) aan te passen. In Figuur 6.1 is de indeling te zien voor de verpleegkundige inzet.



Figuur 6.1: Indeling Excelsheets, verpleegkundige inzet

In Bijlage 12 zijn meerdere figuren toegevoegd die een beeld geven van de ontworpen Excelsheets. Er is één sheet waarbij informatie over de meerdere afdelingen, die in één Excelfile opgenomen zijn, gekoppeld wordt in gemiddelden per maand. Verpleegafdelingen kunnen vergeleken worden via een boxplot van de bedbezetting, alle opname gegevens opgeteld en de verpleegkundige inzet.

6.3 Output

In Tabel 6.1 is de output van de Excel dashboard opgesomd. Daarnaast is aangegeven of hij is verbonden aan slicers en dus dynamisch is. Verder is aangegeven over welke tijdspanne de data bekeken kan worden.

Output	Dynamisch	tijdseenheden
Aantal opnamen	ja	dag, maand, jaar
Aantal overplaatsingen	ja	dag, maand, jaar
Aantal spoed-patiënten	ja	dag, maand, jaar
Bedbezetting	ja	maand, jaar
Aantal aanwezige patiënten	ja	uur, dag, maand
Opname en ontslagtijdspit	ja	dag, maand jaar
Foutliggers	nee	2013-2015
Ligduur	nee	2013-2015
Ratio patiënt op verpleegkundige	nee	dag, maand
Verskil ingezet verpl. met procedure	nee	dag, maand

Tabel 6.1: Output van de Excelsheets

Deze output variabelen zijn gekozen samen met de afdelingsleiders. Enkele zaken kunnen niet dynamisch worden ververs met nieuwe data. Dit omdat de data uit een andere databron kwam dan de Kubus, zoals al eerder besproken.

Doordat de meeste output van de Excelsheet dynamisch is en de verpleegkundige data gemakkelijk ingeladen kan worden, kunnen deze verschillende output waarden gemakkelijk tegelijk vergeleken worden met elkaar. Hierdoor kan bijvoorbeeld bekeken worden of er ook daadwerkelijk veel patiënten op een bepaald uur, tijdens een bepaalde verpleegkundige dienst, op de verpleegafdeling lagen.

Hoofdstuk 7: Protocollen verpleegkundige inzet

Het doel van dit onderzoek is geweest om een beter inzicht te krijgen in het aantal patiënten wat op de verpleegafdelingen van de cluster NEUR/NEC en de divisie Hart en Longen ligt om hier een verbeterslag te slaan op het gebied van verpleegkundige inzet. Via een grondige contextanalyse en data afkomstig uit de Excelsheet zoals beschreven in Hoofdstuk 6 zijn hier een aantal implicaties voor deze verpleegafdelingen uitgevloeid.

In Paragraaf 2.4 is gebleken dat ratio verpleegkundige op patiënt verschildend is per weekdag. Uit de kwalitatieve analyse is gebleken dat het inroosteren van verpleegkundigen één tot twee maanden vooruit geschiet. De procedure die voor de inzet van verpleegkundigen geldt, is gedurende de week gelijk en verschilt op sommige afdelingen in het weekend verschillend. Vanwege de variatie in de bedbezetting in weekdagen is één procedure voor de gehele week wellicht niet optimaal. Om te kijken naar deze procedures is er gekeken naar het 95 percentiel van het aantal patiënten wat er per dienst per weekdag ligt. De uitschietende waarden in het aantal patiënten worden op deze manier eruit gefilterd.

D380	95 Percentiel patiënten			procedure			Ratio		
	A	D	N	A	D	N	A	D	N
Ma	19,28	21,52	22	3	6	2	6,42	3,58	11
Di	20,31	21,26	20	3	6	2	6,77	3,54	10
Wo	20,09	20,31	19	3	6	2	6,69	3,38	9,5
Do	19,08	20,94	19,3	3	6	2	6,35	3,48	9,65
Vr	19,56	20,13	19,13	3	6	2	6,52	3,35	9,56
Za	20,17	19,04	19	3	6	2	6,72	3,17	9,5
Zo	20,63	20,92	21	3	6	2	6,87	3,48	10,5

Tabel 7.1: 95 percentiel patiënten tegenover procedure

In Tabel 7.1 zijn deze uitkomsten van de berekeningen van het 95 percentiel voor patiënten op de verpleegafdeling D380 weergegeven. De waarden die hier staan geven de maximale waarde in 95 procent van alle datapunten. Daarnaast is de procedure gedurende de verschillende dagen en de diensten weergegeven. In de blauw gekleurde vakken zijn waarden van de dagdienst aangegeven die een waarde hebben die een stuk lager ligt dan de streefwaarde van vier patiënten op één verpleegkundige gedurende de dagdienst. Met het verlagen van de procedure van zes verpleegkundigen naar vijf blijft de ratio onder de 4:1. Op deze dagen kan er dus bespaart worden op de inzet van verpleegkundigen. In Bijlage 13 zijn dezelfde tabellen voor de andere afdelingen van de cluster NEUR/NEC en de divisie Hart en Longen weergegeven.

Voor de cluster NEUR/NEC is te zien dat op D360 de procedures tijdens de dagdienst aan de hoge kant zijn. In paragraaf 2.4 was te zien dat er op D360 op de dagdienst tijdens de week gemiddeld meer verpleegkundigen in worden gezet dan de procedure is. De ratio zal tijdens dagen waarop dit gebeurt nog lager uitvallen. Voor D351 is er ook een hoge procedure voor de dagdienst gedurende de week als er gekeken wordt naar de ratio's, zelfs voor een MC afdeling. Het verlagen van de procedure met één verpleegkundige tijdens deze dagdiensten zorgt voor een ratio van 1:2. Voor de divisie Hart en Longen is ook te zien dat er vooral winst te halen valt binnen de dagdiensten. Op B310 en B340 is de ratio tijdens de dagdienst op maandag lager dan de andere dagen. Er kan worden gekeken om hier één verpleegkundige minder in te roosteren. Daarnaast is de ratio tijdens dagdienst op dinsdag op B430 en de woensdag dagdienst op B310 aan de lage kant.

Hoofdstuk 8: Conclusies en aanbevelingen

8.1 Conclusie

De hoofdvraag van het onderzoek betrof het inzichtelijk maken van de vraag van patiënten per dag en hoe deze informatie kan leiden tot het verbeteren van het verpleegkundig personeel. Het eerste deel van deze vraag is aangegrepen door met de stakeholders binnen het ziekenhuis en door middel van een literatuurstudie een aantal prestatie indicatoren op te stellen. In de stakeholder analyse is gebleken dat er vraag was naar inzicht in het aantal patiënten wat per dag aankomt en ligt op de afdelingen. Daarnaast was er behoefte aan een evaluatie van de inzet van het verpleegkundig personeel met betrekking tot de vraag van patiënten.

Binnen de verpleegafdelingen was er tot op heden, weinig tot geen informatie beschikbaar over het aantal verpleegkundigen wat ingezet werd op de verpleegafdelingen. Per afdeling wordt het aantal verpleegkundigen wat een dag gewerkt heeft bijgehouden op papier. Uiteraard wordt er in het roosterprogramma wel ingevuld wie er gewerkt heeft. Echter is deze data nog niet eerder gebruikt om een analyse op uit te voeren. In dit onderzoek is deze data gekoppeld aan de database van het ziekenhuis waar de gegevens opgeslagen staan van de patiënten. Daarnaast is er met een kwalitatieve analyse bij alle verpleegafdelingen nagegaan hoeveel verpleegkundigen er worden ingepland op de verschillende diensten en hoe dit rooster proces verloopt.

Verpleegkundigen worden op alle verpleegafdelingen één tot twee maanden vooruit gepland volgens het afgesproken protocol. Vanuit de data-analyse is gebleken dat vaak wordt afgeweken van dit protocol. Het verschil van het werkelijk aantal verpleegkundigen met het protocol op verschillende diensten is vergeleken met de ratio van het aantal verpleegkundigen per patiënt die op dezelfde diensten op de verpleegafdelingen lagen. Uit de data-analyse is in meerdere gevallen gebleken dat, waar de ratio van het aantal verpleegkundigen op patiënt laag of juist hoog is de inzet van de verpleegkundigen hoger of lager is dan de procedure voorschrijft. Daarnaast is gebleken dat op verpleegafdelingen waar de bedbezetting minder variabel was, de ratio verpleegkundige op patiënt per weekdag juist zeer variabel was. Dit wijst erop dat de variabele ratio hier veroorzaakt wordt door het niet correct inplannen van personeel. Verder is er gekeken naar de procedures op zich. Deze procedures zijn historisch bepaald en een duidelijk overleg op tactisch en strategisch niveau over deze procedures mist. Uit de analyse is gebleken dat de ratio gedurende de verschillende dagen van de week op sommige afdelingen varieert. Door het de procedure per weekdag te bekijken viel op dat op sommige diensten gemakkelijk één of meerdere verpleegkundige minder zouden kunnen werken terwijl de ratio gelijk bleef met de rest van de week. Daarnaast is gebleken dat de verpleegkundige planners niet opgeleid zijn om efficiënt te plannen en staan de wensen van de verpleegkundigen en de gezondheid van patiënten op de eerste plaats.

De analyse van de verpleegkundige inzet hangt vanzelfsprekend samen met de analyse van de bedbezetting, het aantal aankomsten, ontslagen en de variatie hierin. Hier is gebleken uit de data-analyse, dat er een lagere bedbezetting ontstond doordat de gemiddelde opname- en aankomsttijden verschilden van elkaar. Op het gebied van het ontslaan van patiënten blijkt dat er niet genoeg wordt aangestuurd op ontslag. Op sommige afdelingen wordt er aangegeven dat hierdoor de spreiding tussen de opname en ontslagtijden ontstaat. Daarnaast is gebleken dat zeer kleine afdelingen vaak een hoog percentage van de tijd vol liggen. Dit zorgt voor een grote kans op weigeringen. Op meerdere afdelingen werd er gedurende het jaar nauwelijks rekening gehouden met perioden waar de vraag van patiënten minder is. Zo worden er geen bedden gesloten in de vakantiemaand augustus waardoor er gedurende deze maand een daling was te zien in de in de bedbezetting percentages.

Verder leek de variatie in de bedbezetting vooral veroorzaakt te worden door de variatie in de aankomst van spoed-patiënten. De ligduur leek concluderend uit de data-analyse weinig invloed te hebben op de bedbezetting.

Om de conclusies uit de data-analyse van de bedbezetting te controleren is er een wiskundig model ontworpen. Hieruit is gebleken dat de variatie in de bedbezetting gedurende de verschillende weekdays vooral veroorzaakt wordt door de electieve patiënten. Om te kijken wat het verminderen van de variatie in de aankomst van electieve patiënten voor invloed had is de input van het model aangepast zodat de variatie in de aankomst van electieve patiënten minder was terwijl het aantal aankomsten gelijk bleef. De variatie in de bedbezetting bleek hierdoor te verminderen. Verder is gekeken of de ligduur invloed had. Het verminderen van de ligduur met tien procent bleek weinig invloed te hebben op de hoogte van de verwachte waarde van de bedbezetting en de variatie hierin. Daarnaast is gekeken naar het samenvoegen van kleinere afdelingen. Het samenvoegen van de input van D351 en D361 zorgt voor een lagere verwachte waarde van de bedbezetting dan de originele output van het model bij elkaar opgeteld.

Omdat een overleg op tactisch niveau nog mist en het belangrijk is eenvoudig data te bemachtigen om dit op tactisch niveau te bespreken was de praktische implicatie, waarbij een tool waarmee de verpleegafdelingen relatief simpel data over de verpleegkundige inzet, patiëntaankomsten en bedbezetting in de toekomst konden monitoren, belangrijk. Voor dit doeleinde is er een Excelsheet per divisie gemaakt waarbij er met een koppeling aan de database van het ziekenhuis snel nieuwe gegevens bekeken kunnen worden. Al door meerdere divisies buiten dit onderzoek is er interesse getoond in de Excelsheets. De benodigdheden van een systeem waarbij data snel en gemakkelijk opgehaald kan worden blijkt dus zeker aanwezig te zijn.

8.2 Aanbevelingen

Uit de getrokken conclusies kunnen we enkele zaken aanbevelen. Deze zijn hieronder per onderwerp opgesteld.

Excelsheets

Wij bevelen aan dat er verder wordt gewerkt met de Excelsheets per verpleegafdeling. Doordat de input van deze sheets voor een groot deel dynamisch is en de nieuwe input van de andere delen relatief simpel in te laden is kan er tijdig worden gekeken naar ontwikkelingen die zich voordoen op de afdelingen. Zo kan er per dag gekeken worden naar de ratio's van verpleegkundigen op patiënten en of er aan de procedure die is opgezet is gehouden. Als dit tijdig gebeurt, kan er gemakkelijk achterhaald worden waar de oorzaken van onregelmatigheden liggen. Daarnaast is een groot deel van de informatie in dit verslag uit deze Excelsheets voortgekomen. Hieruit blijkt dat er uitgebreide analyses op informatie gedaan kunnen worden.

Verpleegkundige inzet

In de huidige situatie wordt er op een tactisch en strategisch level nog niet gekeken naar de verpleegkundige inzet op de afdelingen in relatie met het thema bedbezetting. Wij bevelen aan een overleg structuur op te zetten waarbij er in elke laag over de bovenstaande thema's gepraat wordt en dat er op een tactisch en strategisch level ook naar de data uit de Excelsheet wordt gekeken om zo verpleegafdelingen aan te sturen op het juist roosteren van personeel. Uit de data-analyse in dit onderzoek is al gebleken dat het instellen voor een procedure van het aantal verpleegkundigen gedurende de gehele week niet optimaal is. Er moet gekeken worden of deze procedure flexibeler kan worden ingesteld per dag van de week. Daarnaast moet er worden gekeken naar het creëren van flex-werker groepen.

Om dit juist roosteren goed te laten verlopen raden wij ook aan om de personen (vaak senior verpleegkundigen) die voor het roosteren van het personeel verantwoordelijk zijn een training te geven in het efficiënt plannen. Daarnaast dient er door het bespreken van de data, uit de ontworpen Excelsheets, inzicht gegeven te worden in de overbezetting van verpleegkundigen die kan optreden. In de huidige situatie wordt er namelijk vooral gekeken naar het tevreden stellen van personeel en de kwaliteit van zorg. Het rekening houden met eventuele extra kosten door het plaatsen van personeel dient al bij het plannen te gebeuren.

Bedbezetting

Op het gebied van bedbezetting kan er gewonnen worden op het aansturen op ontslag. Door het te laat ontslaan van patiënten wordt de ligduur langer en kunnen bedden leeg komen te staan als patiënten in de middag pas ontslagen worden terwijl de gemiddelde opnametijd in de ochtend ligt. Daarnaast dient er gekeken te worden naar de box plot van de bedbezetting per afdeling zoals gepresenteerd in dit verslag. Op enkele afdelingen, zoals de MC en hartbewakingskamer binnen de divisie Hart en Longen, is de gemiddelde bedbezetting zeer laag. Eventueel kan er worden gekeken naar het samenvoegen van kleinere afdelingen. Uit de output van het model is gebleken dat de bedbezetting hierdoor minder te zijn dan de opgetelde bedbezetting op de afdelingen bij elkaar.

Verder is gebleken uit het model dat de variatie in de bedbezetting voort komt uit variatie in de aankomst van electieve patiënten. Er moet worden gekeken of, door beter plannen, het verminderen van de variatie in de aankomst van electieve patiënten mogelijk is.

Algemeen

Verder raden wij aan het wiskundig model verder te ontwikkelen en verschillende scenario's met dit model te testen. Allereerst dient hiervoor de input van nog meer afdelingen gebruikt te worden en eventueel kan het model uitgebreid worden om op uur niveau te kijken naar de kansverdeling van het aantal patiënten. Als het model op uur niveau te gebruiken is er namelijk gekeken worden wat het vervroegen van de ontslagtijd voor invloed heeft. Daarnaast kan er dan worden gekeken naar de verpleegkundige inzet per dienst.

Als laatste wordt aangeraden de input voor het rooster programma Monaco ziekenhuis breed gelijk te trekken. Door elke soort dienst binnen elke afdeling op dezelfde manier aan te duiden in het roosterprogramma kan er een stuk sneller en makkelijker een analyse van deze gegevens gemaakt worden.

8.3 Discussie

In dit onderzoek is er gekeken naar de verpleegkundige inzet ten opzichte van de bedbezetting door gegevens uit Monaco te vergelijken met data uit de patiëntdatabase. Dit is voor het eerst binnen het UMC Utrecht gedaan en hoewel de getrokken conclusies voor een groot deel als valide beschouwd kunnen worden, waren er in het proces vaak moeilijkheden binnen de data vanuit Monaco. Zo kan er binnen sommige afdelingen niet goed een onderscheid gemaakt worden tussen een verpleegkundige die op kantoor werkt voor een dag en een verpleegkundige die aan de zorg staat. Daarnaast zijn er enkele gevallen gezien waar het invoeren van de gewerkte verpleegkundigen niet goed is gegaan. Als laatste zijn vierdejaars verpleegkundige scholieren op dit moment niet te onderscheiden van jongerejaars scholieren. Hierdoor zijn alle scholieren buiten de berekeningen gehouden hoewel een vierdejaars bijvoorbeeld wel zorg mag leveren.

Verder zijn zoals in Hoofdstuk 5 al aangegeven de berekende chi-squared waarde misschien niet helemaal correct. Dit doordat er een zeer hoge vrijheidsgraad gekozen moet worden omdat de som van de kans 1 moet zijn. De output van het model geeft tot aan minstens de kans op 100 patiënten nog een waarde die praktisch nul is, echter niet geheel 0.

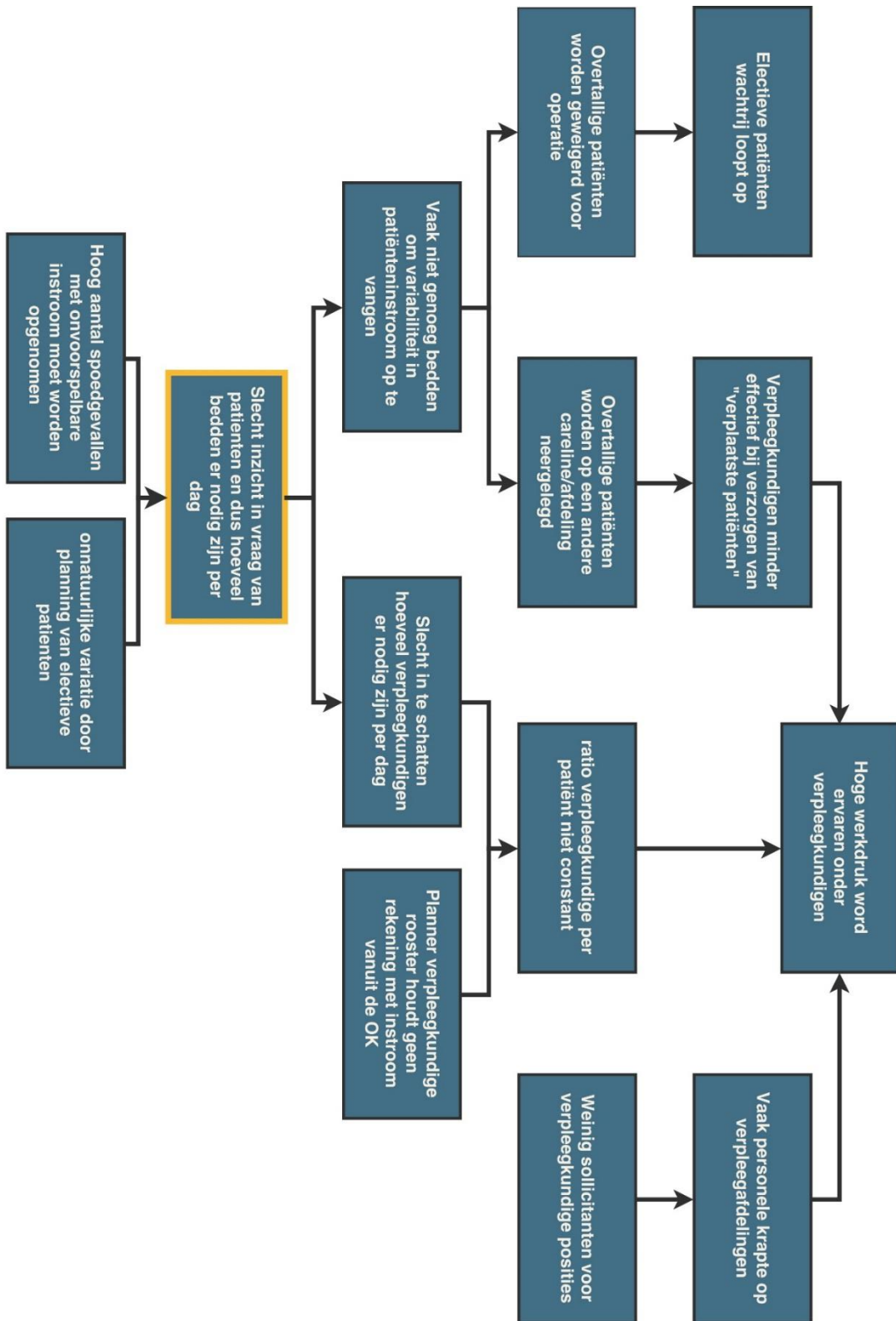
Bibliografie

- Borghans, I., Heijink, R., Kool, T., Lagoe, R. J., & Westert, G. P. (2008). Benchmarking and reducing length of stay in Dutch hospitals. *BMC health services research*, 8(1), 1.
- Broyles, J. R., Cochran, J. K., & Montgomery, D. C. (2010). A statistical Markov chain approximation of transient hospital inpatient inventory. *European Journal of Operational Research*, 207(3), 1645-1657.
- Bruin, D., Van Rossum, A., Visser, M., & Koole, G. (2007). Modeling the emergency cardiac in-patient flow: an application of queuing theory. *Health Care Management Science*, 10(2), 125-137.
- Burger, C. A. J. (2011). *Flexible nurse staffing*.
 Cardiologie. (2016). Retrieved from <http://www.umcutrecht.nl/nl/Ziekenhuis/Professionals/Cardiologie>
- Cardiothoracale chirurgie. (2016). Retrieved from <http://www.umcutrecht.nl/nl/Ziekenhuis/Professionals/Cardiothoracale-chirurgie>
- Cardoen, B., Demeulemeester, E., & Beliën, J. (2010). Operating room planning and scheduling: A literature review. *European Journal of Operational Research*, 201(3), 921-932.
- Cochran, J., & Roche, K. (2008). A queuing-based decision support methodology to estimate hospital inpatient bed demand. *Journal of the Operational Research Society*, 59(11), 1471-1482.
- Cochran, J. K., & Bharti, A. (2006). Stochastic bed balancing of an obstetrics hospital. *Health care management science*, 9(1), 31-45.
- Cohen, M. A., Hershey, J. C., & Weiss, E. N. (1980). Analysis of capacity decisions for progressive patient care hospital facilities. *Health Services Research*, 15(2), 145.
- Elbeyli, S., & Krishnan, P. (2000). In-Patient flow analysis using ProModel™ simulation package. *Food and Resource Economics Department*.
- Heerkens, J. M. G., & Winden, v. A. (2012). Geen probleem, een aanpak voor alle bedrijfskundige vragen en mysteries.
- Holm, L. B., Lurås, H., & Dahl, F. A. (2013). Improving hospital bed utilisation through simulation and optimisation: with application to a 40% increase in patient volume in a Norwegian General Hospital. *International journal of medical informatics*, 82(2), 80-89.
- Kane, R. L., Shamliyan, T., Mueller, C., Duval, S., & Wilt, T. J. (2007). Nurse staffing and quality of patient care. *Evid Rep Technol Assess (Full Rep)*, 151, 1-115.
- Kortbeek, N., Braaksma, A., Smeenk, H., Bakker, P., & Boucherie, R. (2012). Integral resource capacity planning for inpatient care services based on hourly bed census predictions.
- Lang, T. A., Hodge, M., Olson, V., Romano, P. S., & Kravitz, R. L. (2004). Nurse-patient ratios: a systematic review on the effects of nurse staffing on patient, nurse employee, and hospital outcomes. *Journal of Nursing Administration*, 34(7-8), 326-337.

- Longziekten. (2016). Retrieved from <http://www.umcutrecht.nl/nl/Ziekenhuis/Specialismen/Longziekten>
- Mackay, M., & Millard, P. H. (1999). Application and comparison of two modelling techniques for hospital bed management. *Australian Health Review*, 22(3), 118-143.
- Marshall, A. H., & McClean, S. I. (2004). Using Coxian phase-type distributions to identify patient characteristics for duration of stay in hospital. *Health care management science*, 7(4), 285-289.
- Neurochirurgie. (2016). Retrieved from <http://www.umcutrecht.nl/nl/Ziekenhuis/Professionals/Neurochirurgie>
- Neurologie. (2016). Retrieved from <http://www.umcutrecht.nl/nl/Ziekenhuis/Professionals/Neurologie>
- Numerical vs. analytical modelling. (2013). Retrieved from <http://www.replicatedtypo.com/numerical-vs-analytical-modelling/5880.html>
- Overzicht van OLAP. (2016). Retrieved from <https://support.office.com/nl-nl/article/Overzicht-van-OLAP-Online-Analytical-Processing-15d2cdde-f70b-4277-b009-ed732b75fdd6>
- Vanberkel, P. T., Boucherie, R. J., Hans, E. W., Hurink, J. L., Van Lent, W. A., & Van Harten, W. H. (2011). An exact approach for relating recovering surgical patient workload to the master surgical schedule. *Journal of the Operational Research Society*, 62(10), 1851-1860.
- Werf, J. G. v. d. (2014). Jaardocument UMC Utrecht.

Bijlagen

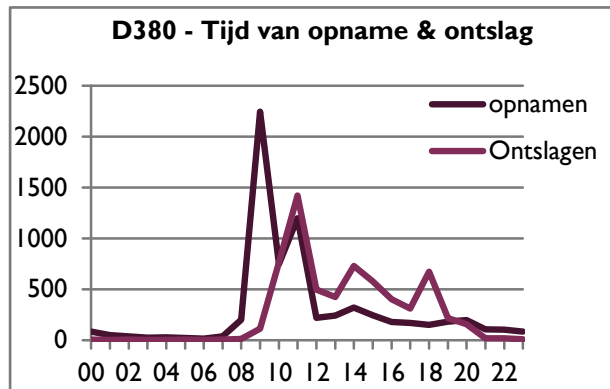
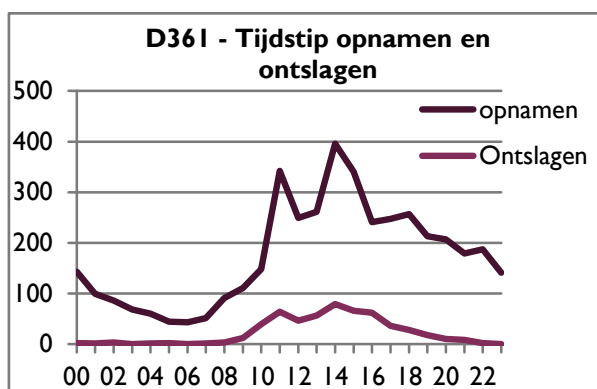
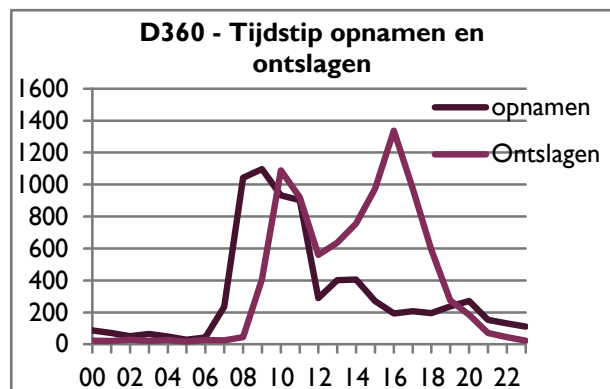
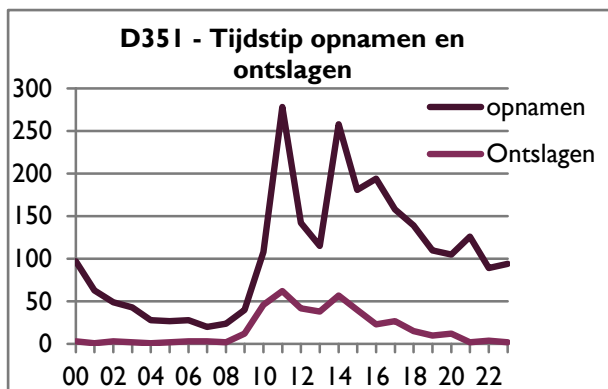
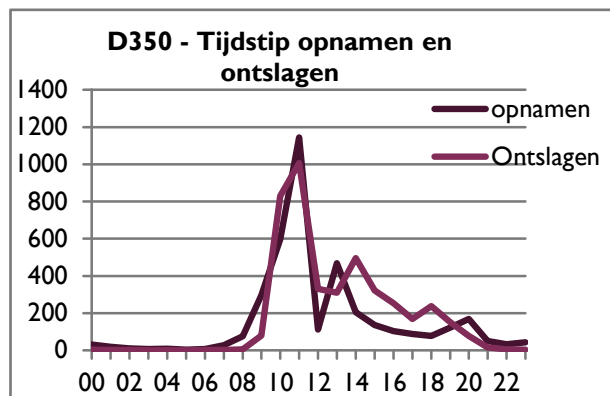
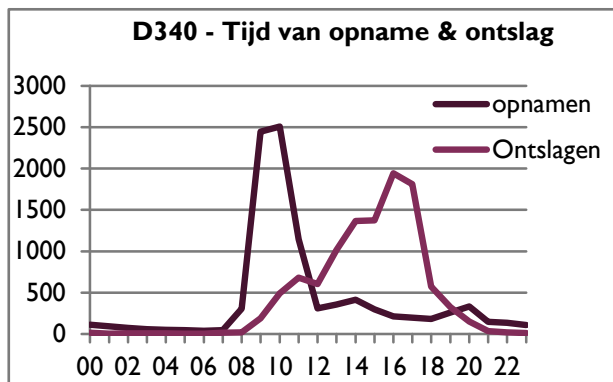
Bijlage 1: De probleemkluwen



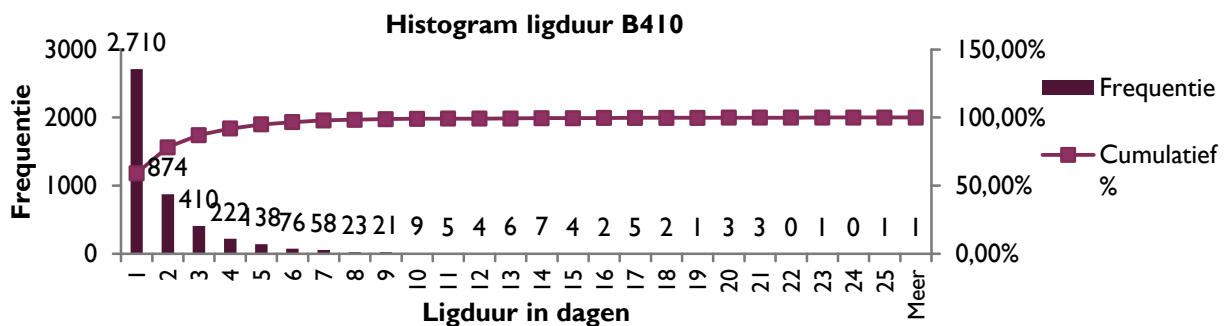
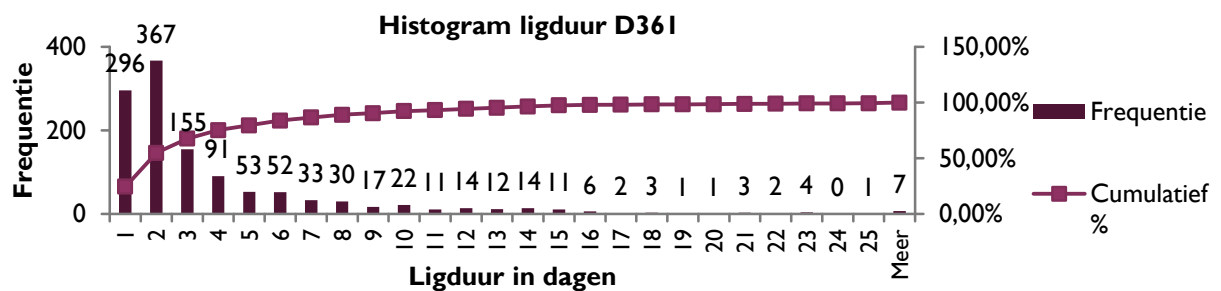
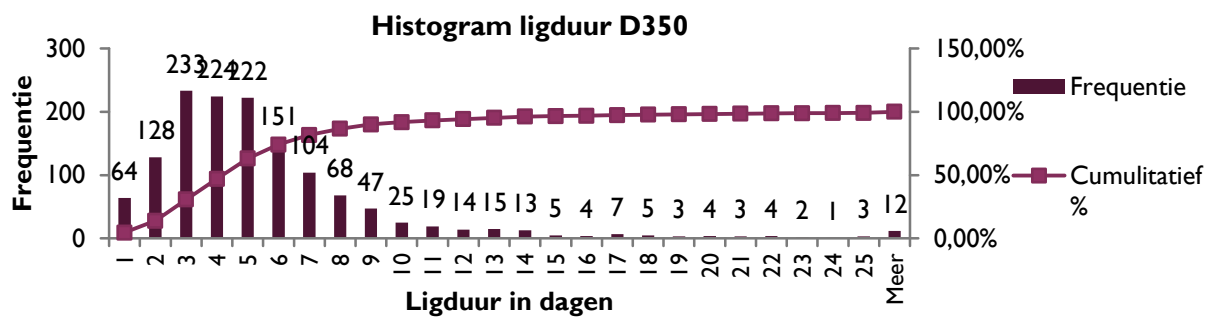
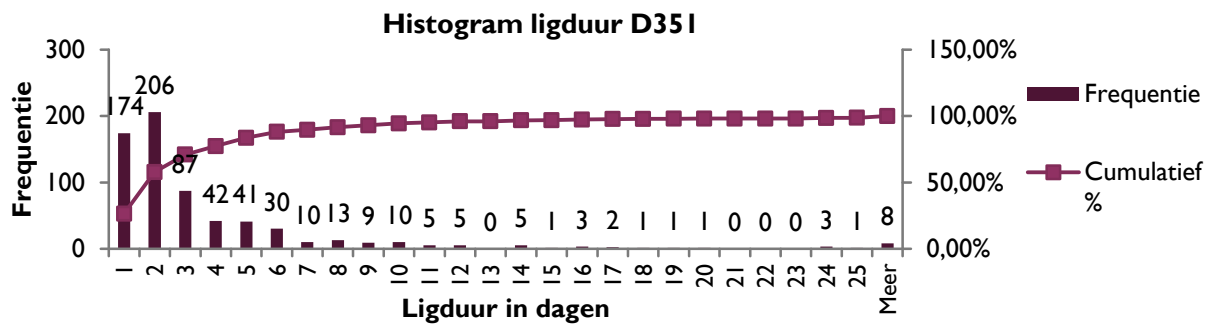
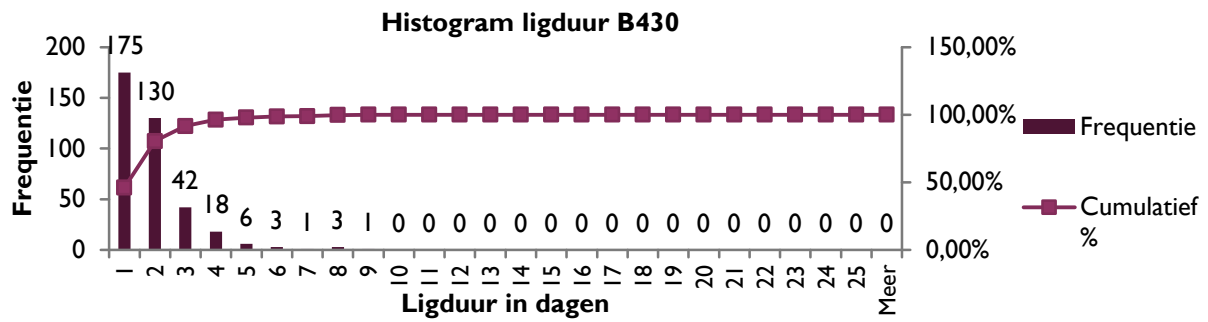
Bijlage 2: Vragenlijst kwalitatieve analyse

- Hoe is de situatie binnen de verpleegafdeling met betrekking tot aantal spoed tegenover electieve patiënten?
- Door wie worden de electieve patiënten in ESIZ gezet en op welke manier worden deze ingepland?
- Zijn er bij het inplannen nog bepaalde regels die gehandhaafd worden met betrekking tot prioriteit?
- Waar omheen is de planning van patiënten georganiseerd. Is dit de beschikbaarheid van artsen of capaciteit aan OK's o.i.d.?
- Hoe lang is de wachtrij voor electieve patiënten?
- Hoeveel bedden staan er op de verpleegafdeling? Worden al deze bedden door het jaar heen gebruikt? Denk hierbij bijvoorbeeld ook aan weekend/week.
- Komt het voor dat patiënten van jullie specialismen op andere verpleegafdelingen liggen en andersom? Hoe worden deze geadministreerd? Hoe wordt er op aangestuurd dat deze patiënten terug gaan naar hun eigen verpleegafdeling en hoe komen patiënten van jullie specialismen terug naar jullie verpleegafdeling?
- Hoe wordt er gereageerd als de verpleegafdeling vol ligt. Houdt de planner hier rekening mee?
- Wie op de verpleegafdeling stuurt aan op ontslag? Welke beslisregels worden hierbij gehanteerd?
- Hoe is de situatie qua langliggers? Hoeveel procent van patiënten is een langligger en hoe lang is dit dan?
- Is er een groot verschil in zorgwaarde per patiënt? Wordt de verpleegkundige inzet hierop aangepast?
- Wie op de verpleegafdeling maakt de planning van verpleegkundigen en is zij/hij hiervoor opgeleid?
- Hoe ver vooruit wordt dit gepland?
- Wordt er bij de verpleegkundige planning rekening gehouden met seizoeninvloeden?
- Wat is het protocol qua inzet van verpleegkundigen? Dus hoeveel verpleegkundigen staan er op de dag/avond/nacht shift en hoe verschilt dit per weekend/week.
- Wordt dit protocol vaak gehandhaafd of verschilt de werkelijke verpleegkundige inzet hiervan?
- Welke vormen van werkoverleg zijn er?
- Wanneer worden patiënten doorgesproken die er liggen en door wie?
- Is er paar aantal maanden nog een groter overleg? Met wie is dit en wat wordt hier besproken?
- Spreken artsen en verpleegkundigen elkaar over de bedbezetting?
- Is er een overleg tussen de planners van patiënten en de verpleegkundigen om het aantal benodigde bedden door te spreken?
- Zijn er verder nog dingen die belangrijk kunnen zijn in een onderzoek naar de verpleegkundige inzet ten opzichte van het aantal patiënten wat op de afdeling ligt?

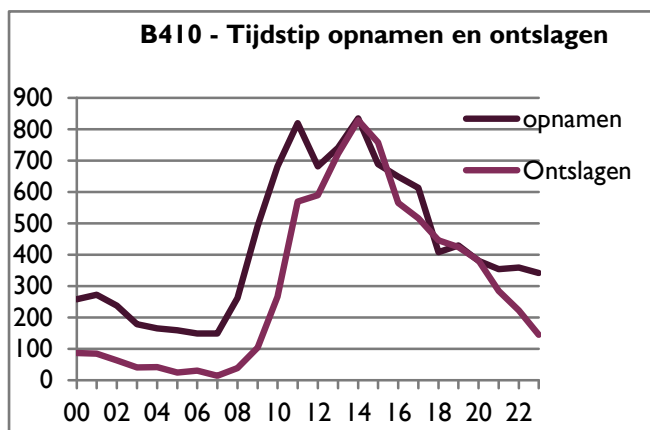
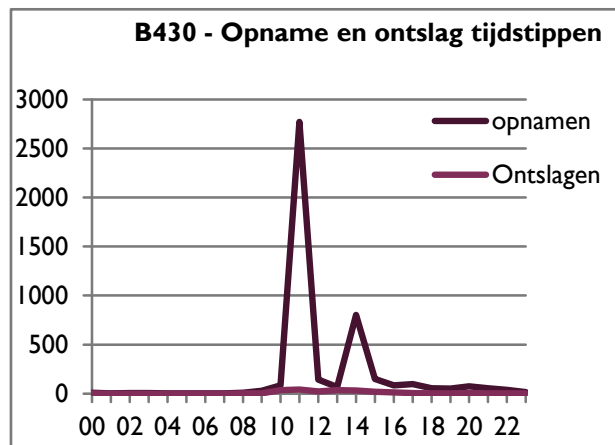
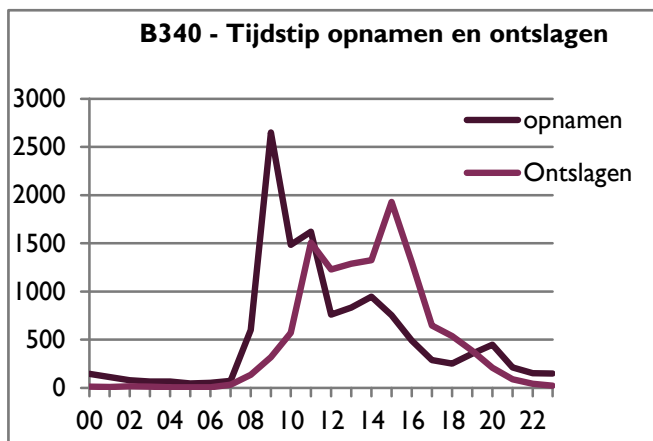
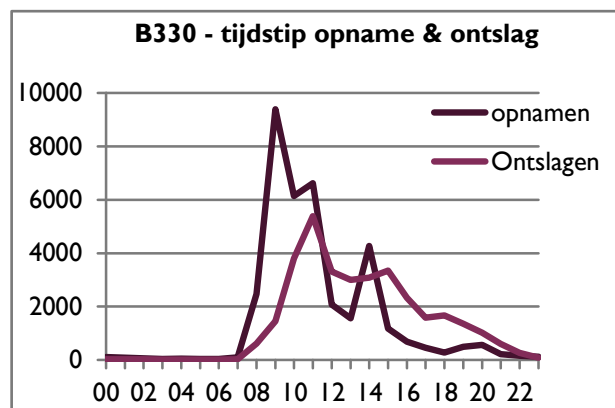
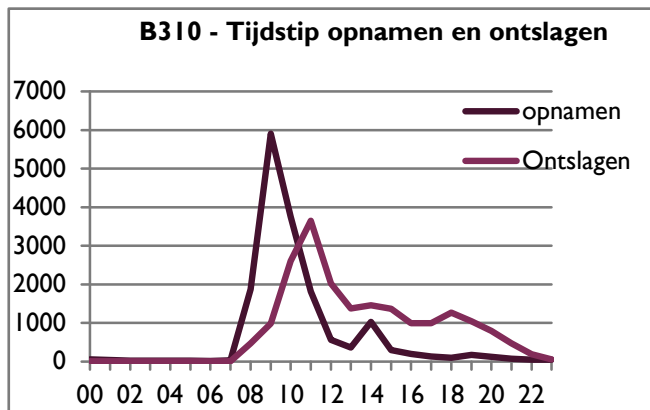
Bijlage 3: Tijdstippen opnamen en ontslagen Neur/Nec



Bijlage 4: Ligduur verpleegafdelingen



Bijlage 5: Tijdstip opnamen en ontslagen divisie H&L



Bijlage 6: Kwalitatieve analyse

Procedures	Verpleegafdelingen											
	AN			AAN			CVZ			NO		
Aantal bedden/MC bedden	18			12			20/7			20		
Aantal verpleegkundigen in staf	SV	NV	S	SV	NV	S	MC V	NV	S	SV	NV	S
	3	19	6	-	-	-	16	26	-	-	17	-
Protocol # verpleegkundigen	D	A	N	D	A	N	D	A	N	D	A	N
Weekdag	4	3	2	3	2	1	7	3	2	6	3	2
Weekend	3	2	1	2	2	1	7	3	2	6	3	2
Protocol # verpleegkundigen MC	-	-	-	-	-	-	3	2	2	-	-	-
Verpleegkundige planner	Sr. verpleegkundige			Sr. verpleegkundige			ZLC en MC-verpleegkundige			Verpleegkundige		
Opleiding verpleegkundige planner	Monaco-training			Monaco-training			Monaco-training			Monaco-training		
Werkoverleg	AN			AAN			CVZ			NO		
Dagelijks	Overdracht van informatie bij wisseling vpk.shift+ZLC; artsensivite; dagevaluatie (vpk).			Overdracht van informatie bij wisseling vpk.shift+ZLC; artsensivite; dagevaluatie (vpk).			Overdracht van informatie bij wisseling vpk.shift+ZLC; artsensivite; dagevaluatie (vpk).			Overdracht van informatie bij wisseling vpk.shift+ZLC; artsensivite; dagevaluatie (vpk).		
Wekelijks	Agendaoverleg op de maandag tussen sr-vpk afdeling N&N. Indien noodzakelijk MDO.			Agendaoverleg op de maandag tussen sr-vpk afdeling N&N.			Agendaoverleg op de maandag tussen sr-vpk afdeling N&N. 2x p.wk MDO (vervolg-/ontslagtraject patiënten).			Agendaoverleg op de maandag tussen sr-vpk afdeling N&N.		
Jaarlijks	Min. 2x p.jr overleg tussen ZLC's en HZ over personele bezetting zomer- en Kerstperiode. Indien gewenst adhoc overleg.			Min. 2x p.jr overleg tussen ZLC's en HZ over personele bezetting zomer- en Kerstperiode. Indien gewenst adhoc overleg.			Min. 2x p.jr overleg tussen ZLC's en HZ over personele bezetting zomer- en Kerstperiode. Indien gewenst adhoc overleg.			Min. 2x p.jr overleg tussen ZLC's en HZ over personele bezetting zomer- en Kerstperiode. Indien gewenst adhoc overleg.		
Procedure	AN			AAN			CVZ			NO		
Foutliggers	Registratie van foutliggers wordt geregistreerd op papier en gecoördineerd door sr-vpk. Streven is om ptn zo snel als mogelijk op eigen afd. te hebben liggen.			Registratie van foutliggers wordt geregistreerd op papier en gecoördineerd door sr-vpk. Streven is om ptn zo snel als mogelijk op eigen afd. te hebben liggen.			Zijn er weinig door het vrijlaten van bedden voor spoedopname.			Registratie van foutliggers wordt geregistreerd op papier en gecoördineerd door sr-vpk. Streven is om ptn zo snel als mogelijk op eigen afd. te hebben liggen.		
Ontslaan van patienten												
aansturing	Sr-vpk neemt voortouw in sturing op ontslag.			Sr-vpk neemt voortouw in sturing op ontslag.			Sr-vpk neemt voortouw in sturing op ontslag, zorglijncoördinator ondersteunt in nodig binnen dit proces.			Sr-vpk neemt voortouw in sturing op ontslag. Bij beddendruk komt zaalarts en supervisor in actie.		
problemen	Wachttijden voor externe verpleeghuizen (extra lange wachttijd voor uitplaatsen patiënt met specialistische zorg (verslavingszorg)).						Soms last van wachttijden voor externe verpleeghuizen.			Wachttijden voor externe verpleeghuizen.		

Definities:

SV = Senior verpleegkundige
 NV = Normale verpleegkundige
 S = Scholier
 MC V = Medium care verpleegkundige

D = Dagdienst
 A = Avonddienst
 N = Nachtdienst
 ZLC = Zorglijn coördinator

Procedures	Verpleegafdelingen								
	CTC			LON			CAR		
Aantal bedden/MC of CCU bedden	22/6			26			30/10		
Protocol # verpleegkundigen	D	A	N	D	A	N	D	A	N
Weekdag	4	3	2	7	4	3	9	5	3
Weekend	4	3	2	6	4	3	7	4	3
Protocol # verpleegkundigen MC/CCU	4	3	2	-	-	-	5	4	2
Verpleegkundige planner	Twee verpleegkundigen			Sr. verpleegkundige (controle unit-hoofd)			Unit-hoofd + verpleegkundige		
Opleiding verpleegkundige planner	Monaco-training			Monaco-training			Monaco-training		
Werkoverleg	CTC			LON			CAR		
Dagelijks	Overdracht van informatie bij wisseling vpk.shift+ artsenoverleg over ontslag en complicaties(arts, hfd verpl. + enkele verpl.)			Overdracht van informatie bij wisseling vpk.shift+ artsenvisite			Overdracht van informatie bij wisseling vpk.shift+dagelijks overleg met unithoofd		
Wekelijks	MDO op donderdag			Een grote visite + meerdere MDO per diagnose groepen; Vrijdag, Keek op Week (terugkijkend over week, Unit-Hoofd + artsen)			Een keer overleg in de week om week erop te bespreken. 2x p.wk MDO (vervolg-/ontslagtraject patiënten).		
Jaarlijks	Maandelijks overleg tussen Unit-hoofden Hart en Longen. Indien gewenst adhoc overleg.			Maandelijks overleg tussen Unit-hoofden Hart en Longen. Indien gewenst adhoc overleg.			Maandelijks overleg tussen Unit-hoofden Hart en Longen. Indien gewenst adhoc overleg.		
Procedure	CTC			LON			CAR		
Foutliggers	Liever electieve patient operaties annuleren dan foutligger creëren. Streven is om ptn zo snel als mogelijk op eigen afd. te hebben liggen als dit wel gebeurt.			Registratie van foutliggers wordt geregistreerd op papier en gecoördineerd door sr-vpk. Streven is om ptn zo snel als mogelijk op eigen afd. te hebben liggen.			Registratie van foutliggers wordt geregistreerd op papier door verpl. met beddenpieper. Streven is om ptn zo snel als mogelijk op eigen afd. te hebben liggen.		
Ontslaan van patienten									
aansturing	Verwachte ontslag datum bepaald door arts. Aansturing verpleegkundigen.			Unit-hoofd van verpleegafdeling attendeerd artsen. Hulpmiddel is verwachte ontslag datum door arts.			Arts-assisten in overleg met cardiolog voor sturing op ontslag, verpl. Kijkt dan naar verpleegkundige situatie		
problemen	Wachttijden voor externe verpleeghuizen (extra lange wachttijd voor uitplaatsen patiënt die medisch klaar is).			-			-		

Definities:

D = Dagdienst

A = Avonddienst

N = Nachtdienst

Bijlage 7: Bedbezettingspercentages per maand

D340	Jan	Feb	Mrt	Apr	Mei	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Jaar
2012	77,9%	80,8%	80,5%	72,7%	79,2%	78,5%	73,7%	55,4%	66,0%	77,8%	79,4%	73,8%	74,6%
2013	69,2%	73,7%	73,9%	67,8%	70,1%	75,0%	78,4%	69,3%	73,5%	74,2%	78,0%	73,4%	73,0%
2014	79,8%	85,8%	76,8%	74,8%	66,9%	66,3%	77,3%	72,9%	68,4%	79,4%	76,5%	73,8%	74,8%
2015	74,4%	72,3%	71,9%	66,0%	68,2%	65,6%	68,8%	51,8%	67,2%	78,5%	80,1%	79,1%	70,3%
gemiddelde per maand over jaren	75%	78%	76%	70%	71%	71%	75%	62%	69%	77%	78%	75%	73%

D350	Jan	Feb	Mrt	Apr	Mei	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Jaar
2012	66,2%	71,3%	76,5%	78,8%	80,4%	76,8%	77,4%	72,1%	65,7%	65,9%	72,4%	74,7%	73,2%
2013	72,1%	67,3%	77,1%	72,4%	79,1%	78,8%	75,5%	69,5%	81,5%	75,3%	76,8%	69,7%	74,6%
2014	72,3%	73,1%	80,8%	80,3%	76,5%	73,1%	69,7%	74,0%	69,6%	75,8%	79,6%	85,5%	75,9%
2015	80,0%	85,4%	84,8%	86,9%	72,0%	73,4%	66,8%	73,1%	93,2%	90,7%	83,5%	81,6%	80,9%
gemiddelde per maand over jaren	73%	74%	80%	80%	77%	76%	72%	72%	77%	77%	78%	78%	76,1%

D351	Jan	Feb	Mrt	Apr	Mei	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Jaar
2012	72,7%	94,5%	88,7%	79,3%	73,6%	71,0%	71,6%	53,0%	74,3%	67,9%	82,7%	71,7%	75,0%
2013	85,4%	82,3%	77,7%	75,6%	67,3%	65,0%	82,9%	84,3%	78,2%	87,8%	80,4%	76,9%	78,7%
2014	88,0%	93,8%	82,5%	70,7%	75,6%	78,5%	83,2%	87,5%	84,9%	80,0%	86,0%	94,7%	83,7%
2015	85,0%	76,5%	88,8%	82,7%	89,7%	89,5%	77,9%	66,1%	78,1%	70,2%	85,8%	58,7%	79,0%
gemiddelde per maand over jaren	83%	87%	84%	77%	77%	76%	79%	73%	79%	76%	84%	76%	79%

D360	Jan	Feb	Mrt	Apr	Mei	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Jaar
2012	90,8%	99,6%	89,2%	91,0%	95,2%	87,0%	77,1%	77,1%	72,5%	78,9%	83,8%	78,1%	85,0%
2013	84,0%	83,4%	78,6%	75,0%	77,3%	76,7%	86,6%	73,2%	87,6%	78,3%	85,6%	85,3%	81,0%
2014	72,0%	77,9%	76,6%	72,2%	50,3%	65,7%	76,1%	64,0%	70,0%	77,2%	69,5%	72,8%	70,4%
2015	77,1%	69,0%	71,9%	72,9%	73,9%	62,9%	66,1%	57,6%	71,3%	80,0%	75,2%	74,2%	71,0%
gemiddelde per maand over jaren	81%	83%	79%	78%	74%	73%	76%	68%	75%	79%	79%	78%	76,8%

D361	Jan	Feb	Mrt	Apr	Mei	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Jaar
2012	98,2%	102,2%	97,8%	99,6%	90,6%	90,8%	88,4%	78,2%	89,7%	94,1%	94,7%	92,9%	93,1%
2013	92,4%	78,6%	85,5%	86,2%	98,1%	78,6%	103,6%	101,0%	99,7%	101,1%	97,8%	92,1%	93,0%
2014	93,3%	85,9%	98,9%	99,7%	78,1%	98,3%	88,7%	93,0%	93,8%	98,5%	102,0%	102,9%	94,4%
2015	104,8%	92,5%	102,7%	95,2%	91,0%	86,3%	91,6%	87,1%	91,7%	91,4%	84,1%	98,0%	93,1%
gemiddelde per maand over jaren	97%	90%	96%	95%	89%	88%	93%	90%	94%	96%	95%	97%	93%

D380	Jan	Feb	Mrt	Apr	Mei	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Jaar
2012	86,7%	84,2%	88,3%	89,4%	96,7%	94,8%	82,1%	68,8%	77,1%	75,1%	79,0%	71,4%	82,8%
2013	84,6%	87,0%	98,1%	77,4%	84,2%	87,8%	93,6%	64,1%	87,7%	93,4%	83,9%	73,2%	84,6%
2014	73,3%	84,9%	88,7%	75,9%	73,7%	84,3%	83,9%	71,3%	76,7%	85,3%	93,2%	87,9%	81,6%
2015	91,3%	76,9%	71,2%	76,6%	65,0%	75,3%	70,2%	59,5%	84,9%	86,0%	86,4%	77,1%	76,7%
gemiddelde per maand over jaren	84%	83%	87%	80%	80%	86%	82%	66%	82%	85%	86%	77%	81%

B310	Jan	Feb	Mrt	Apr	Mei	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Eindtotaal
2012	83,1%	89,4%	87,4%	76,9%	90,1%	91,7%	80,5%	75,0%	82,3%	90,1%	90,9%	77,2%	84,6%
2013	79,7%	90,4%	88,9%	91,2%	80,0%	92,1%	77,8%	79,9%	74,7%	85,7%	92,2%	88,3%	84,9%
2014	82,3%	93,9%	99,8%	88,8%	78,0%	83,3%	79,0%	72,1%	74,4%	92,9%	92,7%	90,0%	85,4%
2015	84,1%	95,3%	91,5%	88,5%	88,1%	96,5%	88,8%	82,5%	95,6%	95,0%	96,8%	82,9%	90,4%
gemiddelde per maand	82%	92%	92%	86%	84%	91%	82%	77%	82%	91%	93%	85%	86%

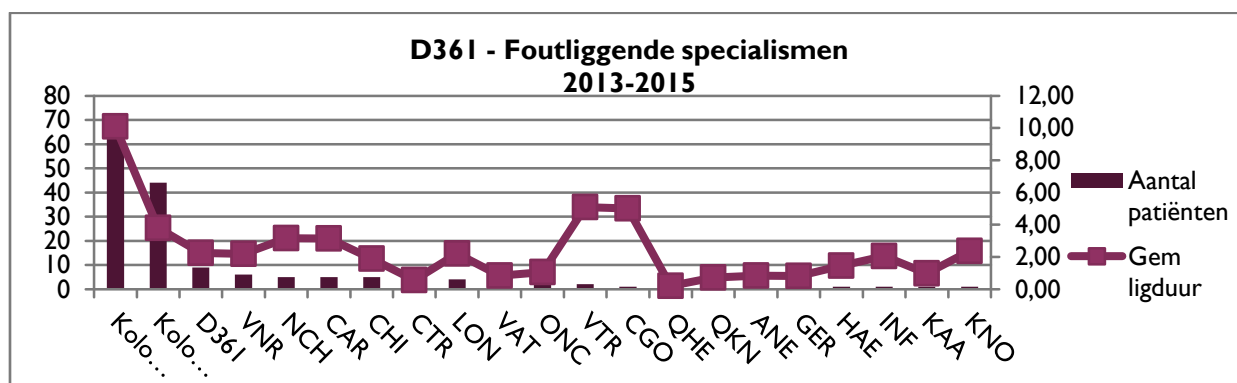
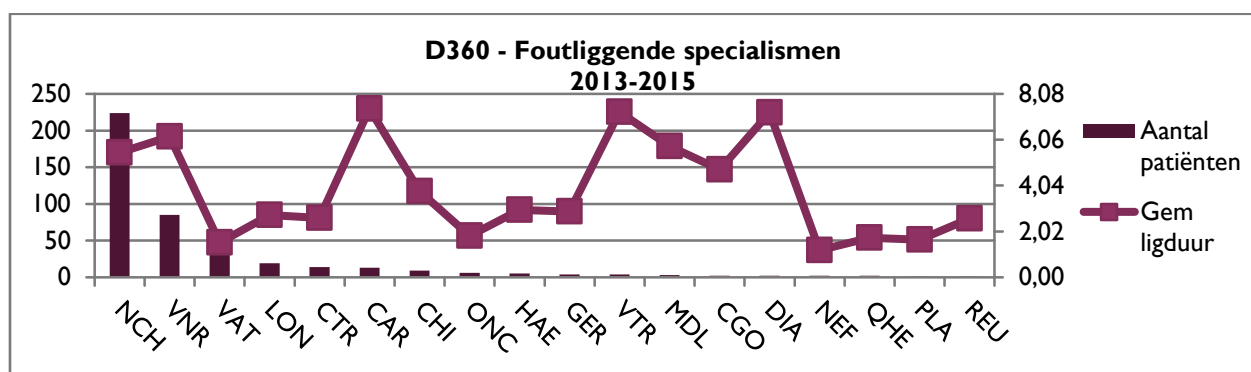
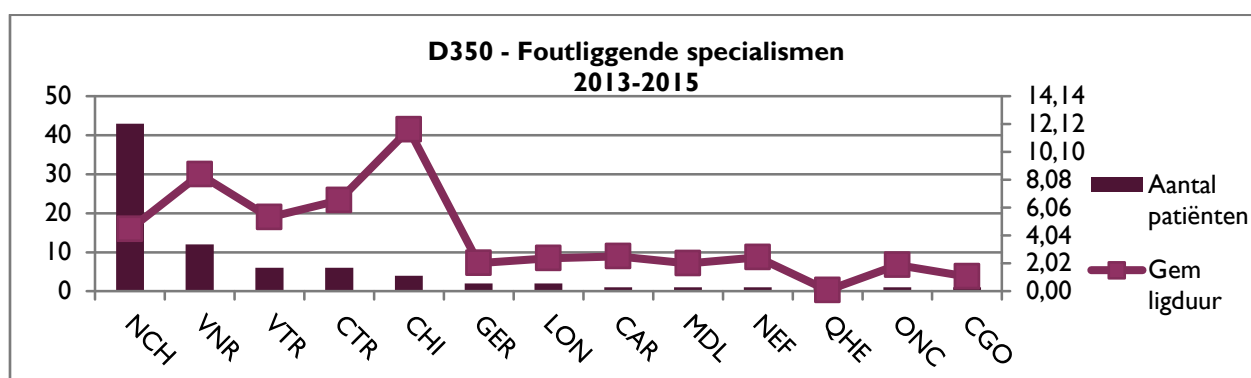
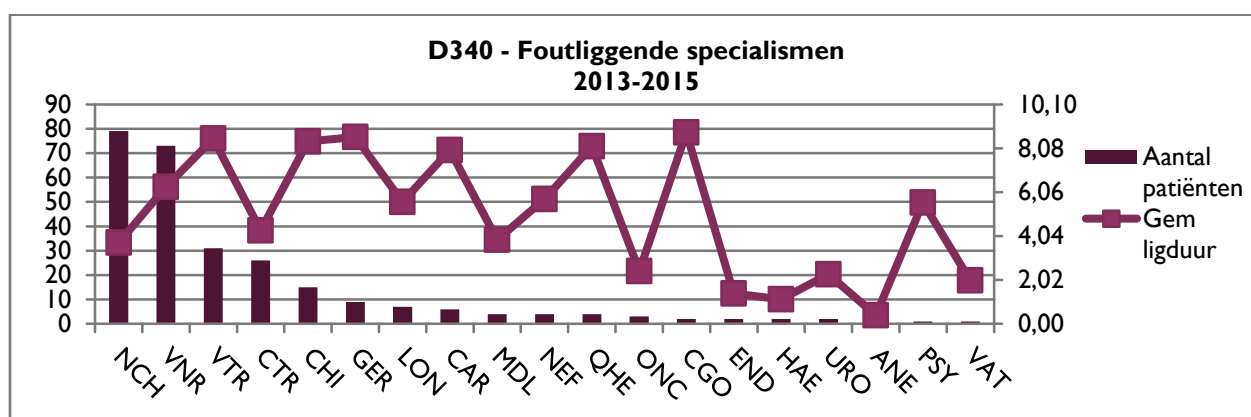
B410	Jan	Feb	Mrt	Apr	Mei	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Eindtotaal
2012	85,1%	82,8%	75,8%	80,4%	69,0%	70,8%	89,1%	72,2%	80,8%	96,0%	97,1%	79,4%	81,5%
2013	67,4%	77,1%	74,2%	72,7%	71,0%	76,0%	77,1%	50,3%	71,7%	74,5%	71,3%	67,1%	70,8%
2014	83,9%	75,4%	85,2%	82,3%	81,9%	68,3%	72,6%	61,3%	73,7%	81,0%	80,0%	77,4%	76,9%
2015	76,8%	88,6%	79,7%	76,7%	76,8%	77,0%	77,7%	69,0%	78,0%	77,4%	74,7%	76,5%	77,3%
gemiddelde per maand	78%	81%	79%	78%	75%	73%	79%	63%	76%	82%	81%	75%	77%

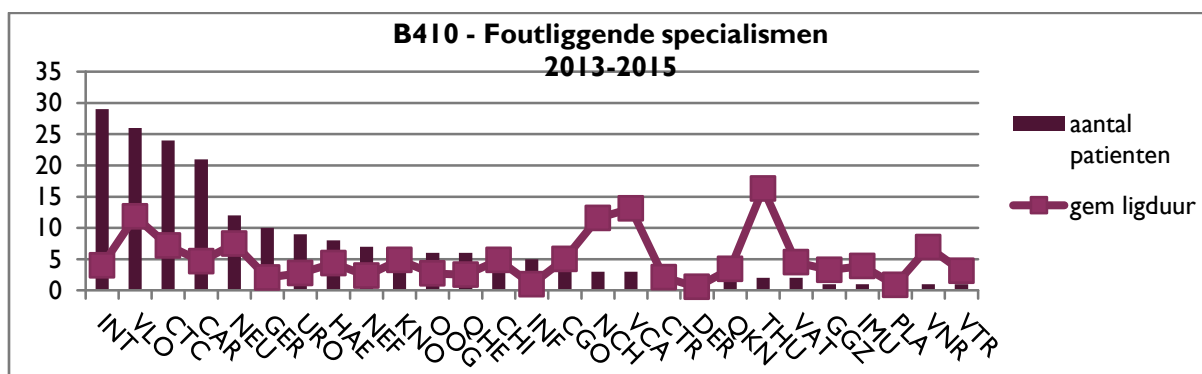
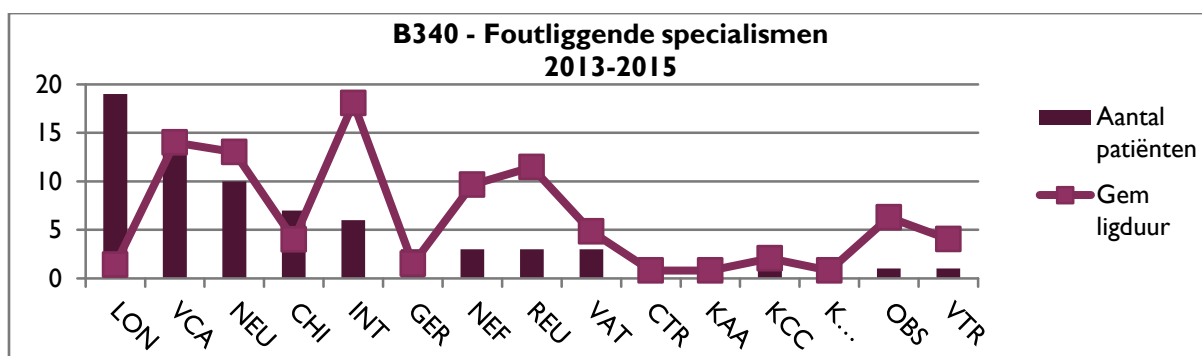
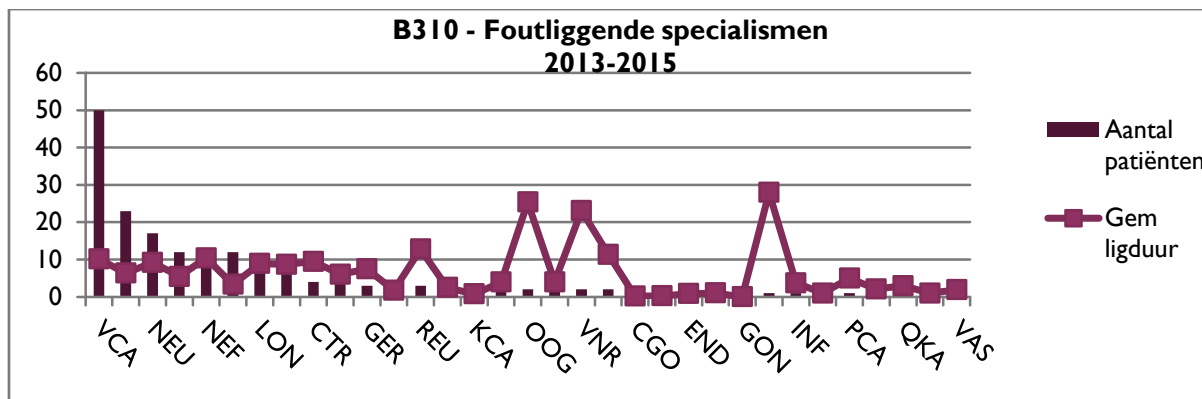
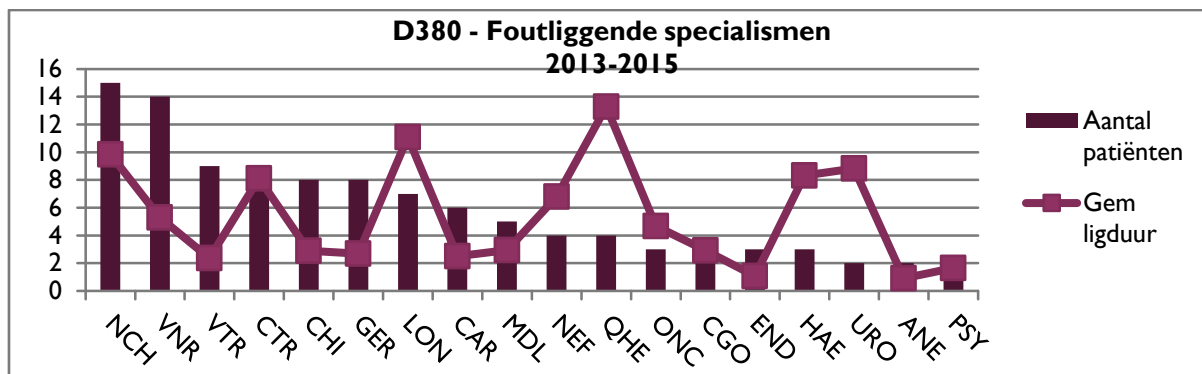
B330	Jan	Feb	Mrt	Apr	Mei	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Eindtotaal
2012	83,5%	90,7%	101,4%	91,6%	74,1%	84,0%	82,9%	81,8%	106,4%	95,8%	95,5%	90,0%	89,6%
2013	89,1%	95,5%	86,8%	95,7%	85,4%	92,3%	91,5%	65,1%	102,4%	85,4%	85,9%	82,2%	88,0%
2014	85,4%	83,2%	92,9%	93,2%	83,7%	87,9%	82,6%	68,2%	82,2%	91,1%	92,3%	86,4%	85,8%
2015	87,8%	93,9%	100,4%	96,7%	83,1%	95,0%	84,2%	83,5%	101,4%	97,7%	94,4%	90,5%	92,4%
gemiddelde per maand	86%	91%	95%	94%	82%	90%	85%	75%	98%	93%	92%	87%	89%

B430	Jan	Feb	Mrt	Apr	Mei	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Eindtotaal
2012	41,7%	61,9%	76,5%	62,7%	40,6%	61,1%	37,9%	41,3%	65,0%	57,2%	59,1%	70,6%	56,0%
2013	63,0%	66,7%	49,2%	53,8%	57,2%	60,8%	46,4%	31,1%	70,6%	52,9%	56,3%	47,7%	54,5%
2014	47,1%	48,3%	67,5%	58,3%	53,8%	42,9%	53,6%	36,5%	48,5%	57,2%	57,5%	59,4%	52,6%
2015	50,0%	55,0%	40,9%	59,8%	53,2%	62,9%	56,5%	42,1%	77,3%	53,8%	49,2%	59,4%	55,1%
gemiddelde per maand	50%	58%	59%	59%	51%	57%	49%	38%	65%	55%	56%	59%	55%

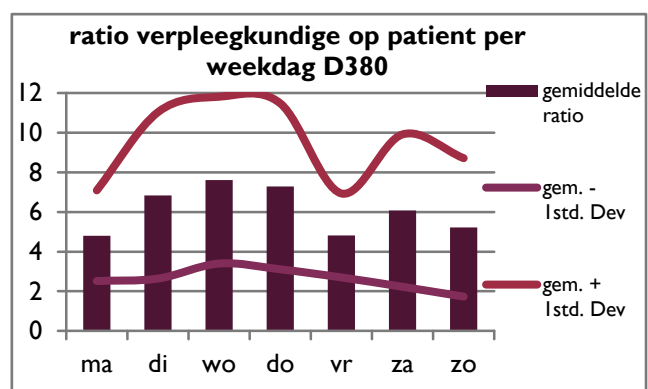
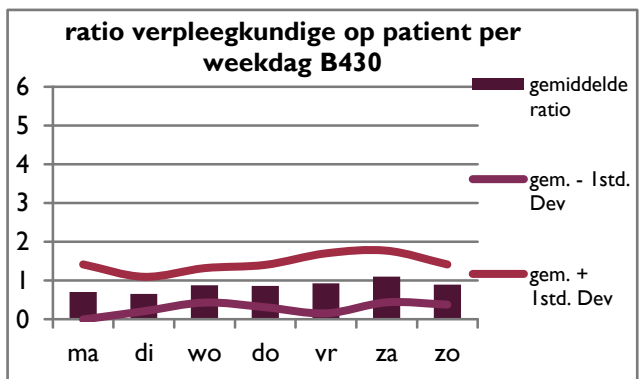
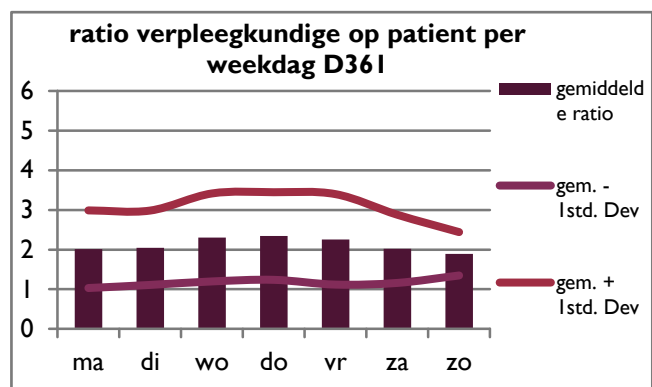
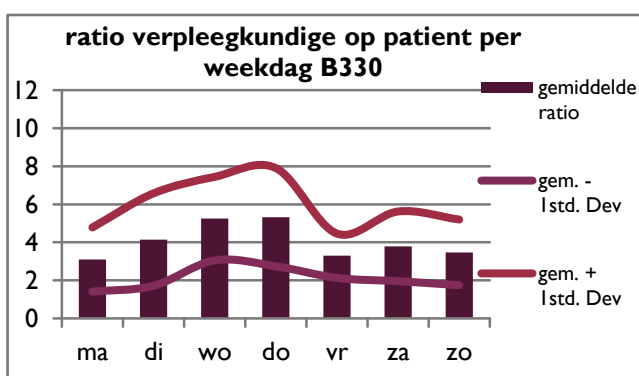
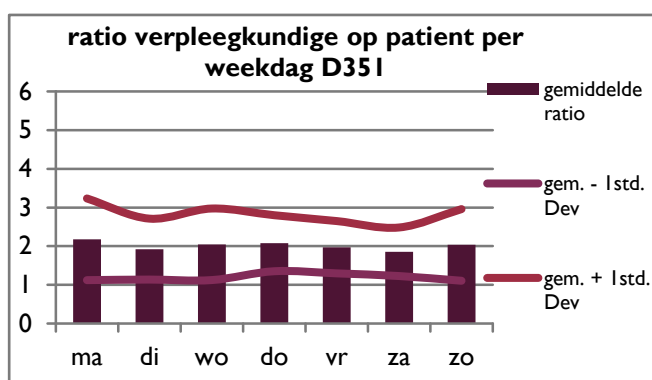
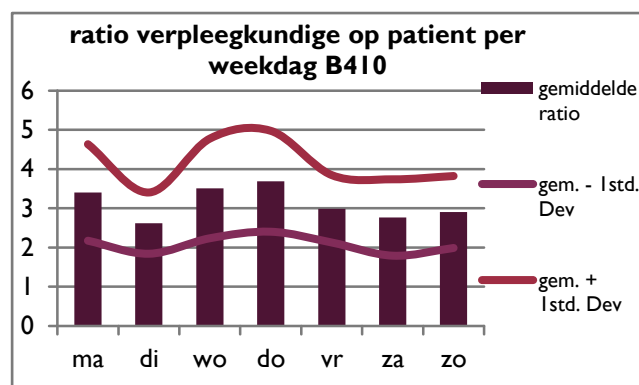
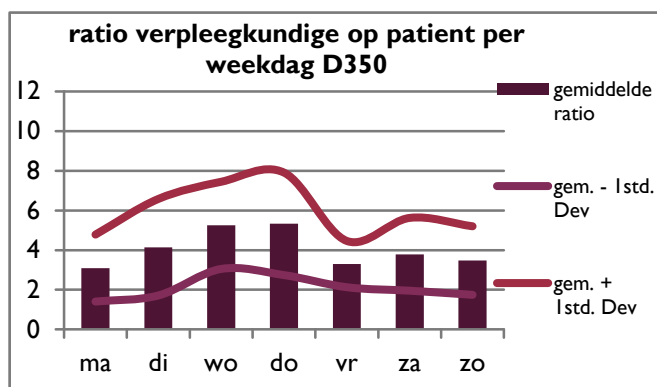
B340	Jan	Feb	Mrt	Apr	Mei	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Eindtotaal
2012	99,1%	99,6%	94,5%	91,4%	96,0%	83,6%	79,6%	81,4%	93,2%	87,8%	96,4%	99,8%	91,8%
2013	97,9%	88,4%	100,0%	90,2%	80,9%	101,4%	93,0%	97,0%	86,7%	95,1%	91,6%	95,6%	92,9%
2014	88,5%	92,6%	93,7%	91,5%	86,2%	87,6%	96,5%	88,7%	89,3%	95,5%	99,4%	91,7%	91,7%
2015	96,4%	99,6%	95,8%	87,1%	89,3%	85,3%	96,3%	94,6%	85,3%	95,5%	88,2%	84,0%	91,3%
gemiddelde per maand	95%	95%	96%	90%	88%	89%	91%	90%	89%	93%	94%	93%	92%

Bijlage 8: Foutliggers





Bijlage 9: Ratio's verpleegafdelingen gedurende de weekdagen



Bijlage 10: Het Wiskundig model van Vanberkel et al. (2011)

Table 1 Model summary

Step 1	<i>Input:</i> $c^j(x)$: probability distribution of specialty j completing x surgeries in one operating room block d_n^j: is the probability that a patient, who is still in the ward on day n, is to be discharged that day <i>Output:</i> $h_n^j(x)$: probability distribution of x patients of a single operating room block of specialty j still in recovery n days after surgery $h_n^j(x) = \begin{cases} c^j(x) & \text{when } n = 0 \\ \sum_{k=x}^C \binom{k}{x} (d_{n-1}^j)^{k-x} (1 - d_{n-1}^j)^x h_{n-1}^j(k) & \text{otherwise.} \end{cases} \quad (2)$
Step 2	<i>Input:</i> $h_m^j(x)$: From Step 1 A Single MSS: Defines which day q specialty j operates in operating room I <i>Output:</i> $\bar{h}_m^{j,q}(x)$: probability distribution of x patients of the MSS still in recovery on day m. $\bar{h}_m^{j,q} = \begin{cases} h_{m-q}^j & \text{if } q \leq m < L^j + q, \\ \mathbf{0} & \text{otherwise} \end{cases} \quad \text{where } \mathbf{0}, \text{ means } \bar{h}_m^{j,q}(0) = 1 \quad (3)$ $H_m(x)$: probability distribution of x patients still in recovery on day m (result for a single MSS in isolation). Let $*$ indicate a convolution then, $H_m(x) = \bar{h}_m^{1,1} * \bar{h}_m^{1,2} * \dots * \bar{h}_m^{1,Q} * \bar{h}_m^{2,1} * \dots * \bar{h}_m^{I,Q} \quad (4)$
Step 3	<i>Input:</i> $H_m(x)$: From Step 2 Repeating MSSs <i>Output:</i> $H_q^{SS}(x)$: the steady-state probability distribution of recovering patients on day q. $H_q^{SS}(x) = H_q * H_{q+Q} * H_{q+2Q} \dots * H_{q+yQ} \quad (5)$

Bijlage 11: Output Minitab, chi-squared test maandag D360

Welcome to Minitab, press F1 for help.

Executing from file: C:\Program Files (x86)\Minitab\Minitab
17\English\Macros\Startup.mac

This Software was purchased for academic use only.
Commercial use of the Software is prohibited.

Chart of Observed and Expected Values

Chart of Contribution to the Chi-Square Value by Category

Chi-Square Goodness-of-Fit Test for Observed Counts in Variable: C1

Category	Observed	Test Proportion	Expected	Contribution to Chi-Sq
1	0	0,000002	0,0002	0,0002
2	0	0,000021	0,0032	0,0032
3	0	0,000140	0,0218	0,0218
4	0	0,000624	0,0974	0,0974
5	0	0,002093	0,3265	0,3265
6	0	0,005609	0,8749	0,8749
7	0	0,012514	1,9521	1,9521
8	0	0,023914	3,7305	3,7305
9	1	0,039961	6,2339	4,3944
10	3	0,059325	9,2547	4,2271
11	6	0,079225	12,3591	3,2719
12	6	0,096141	14,9980	5,3983
13	12	0,106906	16,6773	1,3118
14	22	0,109696	17,1125	1,3959
15	18	0,104487	16,2999	0,1773
16	28	0,092864	14,4868	12,6049
17	18	0,077357	12,0676	2,9163
18	15	0,060633	9,4587	3,2463
19	18	0,044873	7,0002	17,2844
20	8	0,031454	4,9068	1,9499
21	1	0,020940	3,2666	1,5728
22	0	0,013273	2,0706	2,0706
23	0	0,008028	1,2524	1,2524
24	0	0,004644	0,7244	0,7244
25	0	0,002573	0,4014	0,4014
26	0	0,001368	0,2134	0,2134
27	0	0,000699	0,1091	0,1091
28	0	0,000344	0,0537	0,0537
29	0	0,000163	0,0254	0,0254
30	0	0,000075	0,0116	0,0116
31	0	0,000033	0,0051	0,0051
32	0	0,000014	0,0022	0,0022
33	0	0,000006	0,0009	0,0009
34	0	0,000002	0,0004	0,0004
35	0	0,000001	0,0001	0,0001
36	0	0,000000	0,0001	0,0001
37	0	0,000000	0,0000	0,0000
38	0	0,000000	0,0000	0,0000
39	0	0,000000	0,0000	0,0000
40	0	0,000000	0,0000	0,0000
41	0	0,000000	0,0000	0,0000
42	0	0,000000	0,0000	0,0000
43	0	0,000000	0,0000	0,0000
44	0	0,000000	0,0000	0,0000
45	0	0,000000	0,0000	0,0000
46	0	0,000000	0,0000	0,0000
47	0	0,000000	0,0000	0,0000
48	0	0,000000	0,0000	0,0000
49	0	0,000000	0,0000	0,0000
50	0	0,000000	0,0000	0,0000

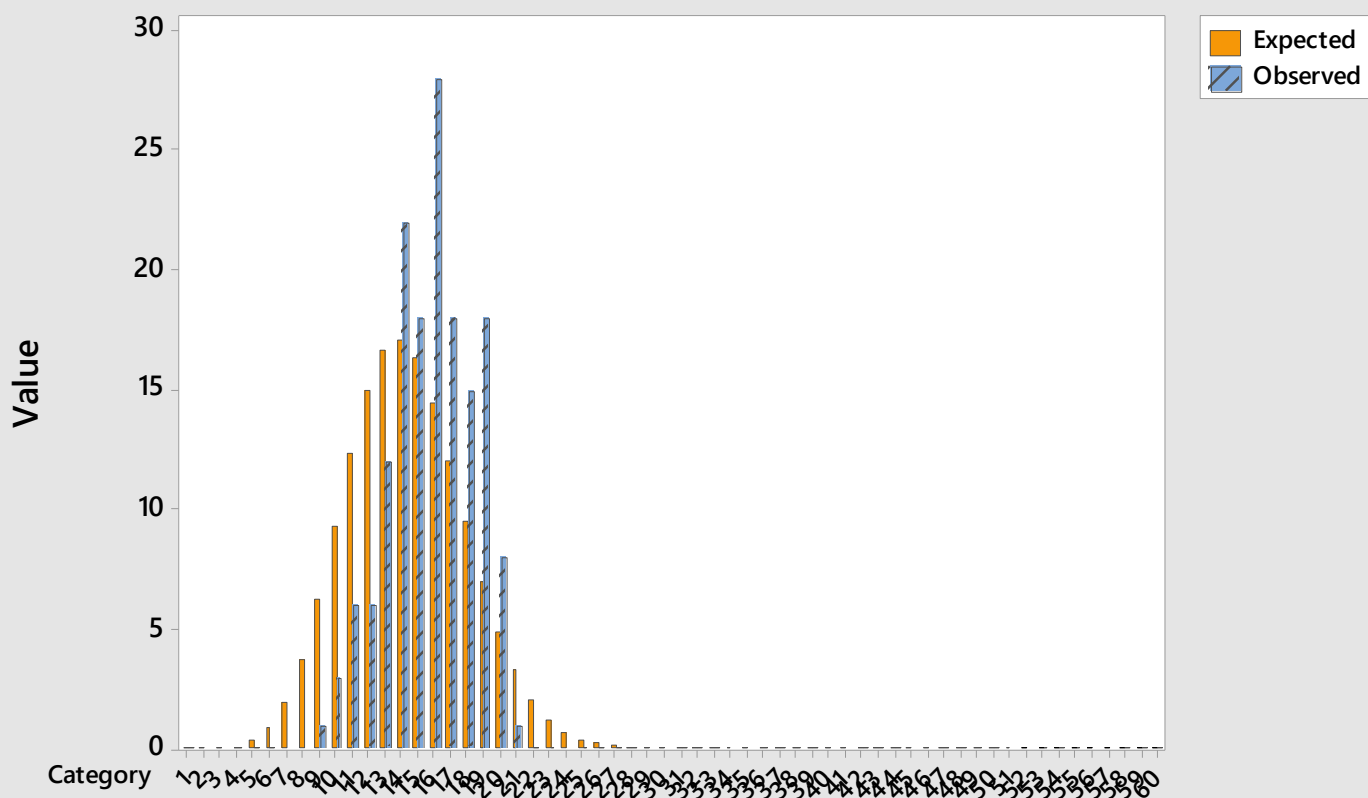
51	0	0,000000	0,0000	0,0000
52	0	0,000000	0,0000	0,0000
53	0	0,000000	0,0000	0,0000
54	0	0,000000	0,0000	0,0000
55	0	0,000000	0,0000	0,0000
56	0	0,000000	0,0000	0,0000
57	0	0,000000	0,0000	0,0000
58	0	0,000000	0,0000	0,0000
59	0	0,000000	0,0000	0,0000
60	0	0,000000	0,0000	0,0000

N	DF	Chi-Sq	P-Value
156	59	71,6290	0,125

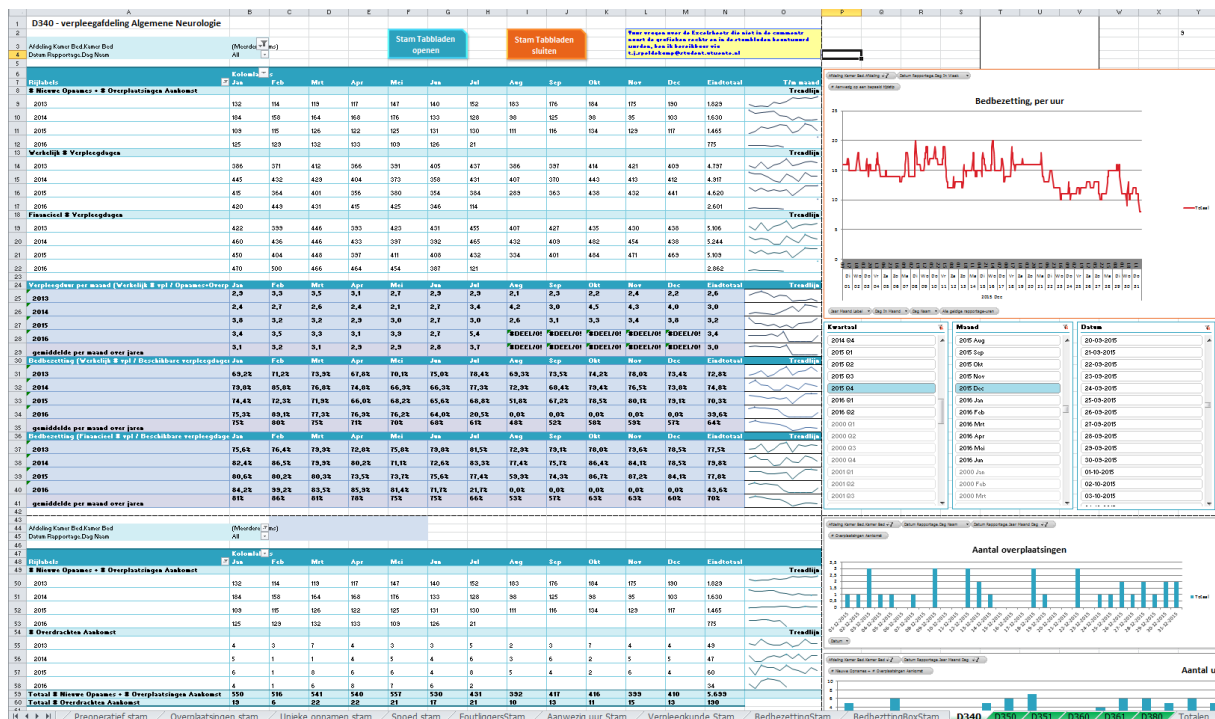
WARNING: 43 cell(s) (71,67%) with expected value(s) less than 1. Chi-Square approximation probably invalid.

49 cell(s) (81,67%) with expected value(s) less than 5.

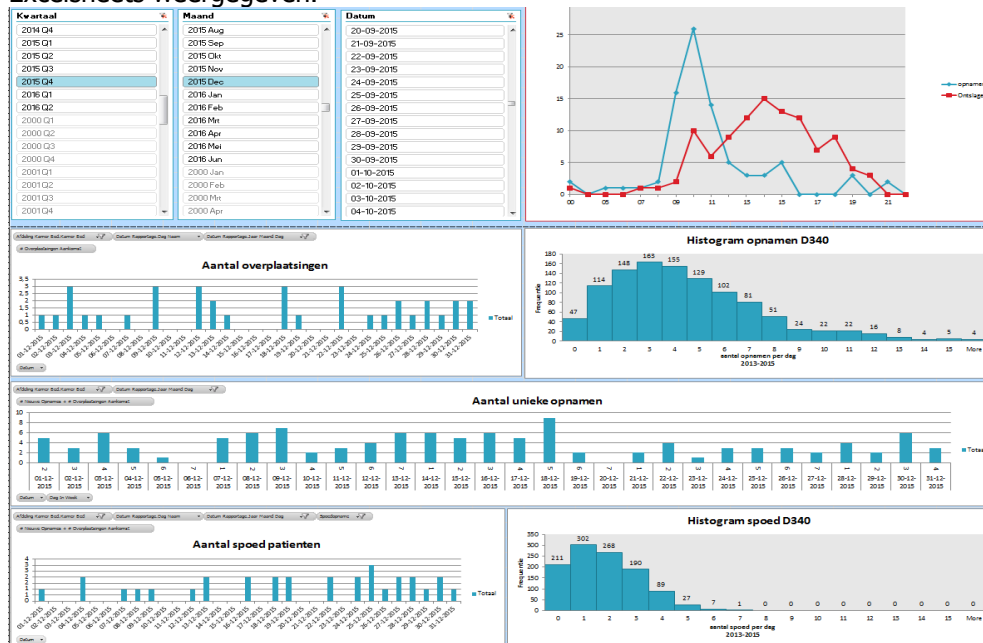
Chart of Observed and Expected Values



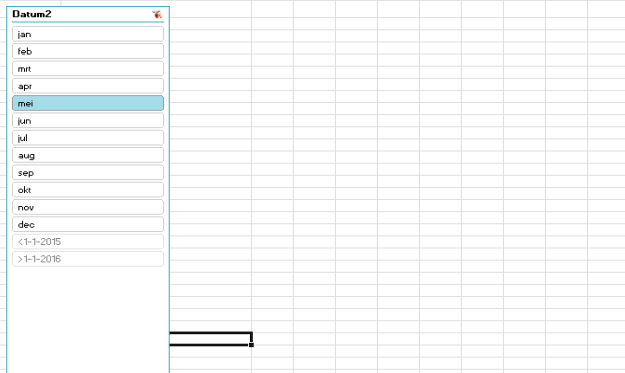
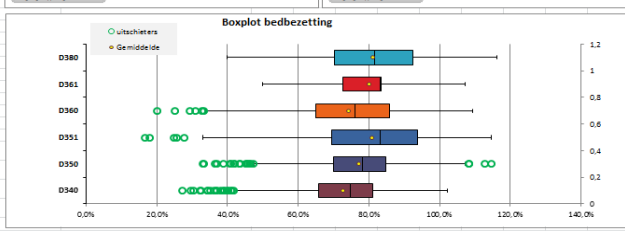
Bijlage 12: Indeling Excelsheets



Een deel van de indeling van een Excelsheet voor een afdeling. Zoals te zien staan er aan de rechterkant tabellen. Waarbij voor dezelfde informatie grafieken links zijn toegevoegd die door middel van sliders aangepast kunnen worden. Deze grafieken maken een verbinding naar een stamsheet. Daarnaast is hieronder een groter deel gegeven van de grafieken. In Hoofdstuk 6 is de output van de Excelsheets weergegeven.



Prestatie	D340	D350	D351	D360	D361	D380
Gemiddelde bedbezetting	73%	77%	81%	74%	80%	81%
Aantal keer totale bezetting	4%	10%	35%	6%	21%	17%
percentage foutlagers op afdel	13%	5%	20%	9%	12%	4%

[illegible]

Bijlage 13: 95 percentiel van verpleegafdelingen

D340	95 Percentiel patienten			procedure			Ratio		
	A	D	N	A	D	N	A	D	N
Ma	15,78	16,42	15,35	3	4	2	5,3	4,1	7,7
Di	17,09	17,04	16,00	3	4	2	5,7	4,3	8,0
Wo	16,97	17,88	16,31	3	4	2	5,7	4,5	8,2
Do	17,33	17,86	16,30	3	4	2	5,8	4,5	8,2
Vr	16,97	18,01	17,35	3	4	2	5,7	4,5	8,7
Za	15,01	14,50	14,13	2	3	1	7,5	4,8	14,1
Zo	15,68	15,39	15,35	2	3	1	7,8	5,1	15,4
D351	95 Percentiel patienten			procedure			Ratio		
	A	D	N	A	D	N	A	D	N
Ma	6,00	6,09	6,04	3	3	2	2,0	2,0	3,0
Di	6,00	6,00	6,00	3	3	2	2,0	2,0	3,0
Wo	6,00	6,00	6,04	3	3	2	2,0	2,0	3,0
Do	6,00	6,25	6,04	3	3	2	2,0	2,1	3,0
Vr	6,00	6,04	6,00	3	3	2	2,0	2,0	3,0
Za	6,00	6,00	6,00	3	2	1	2,0	3,0	6,0
Zo	6,04	6,00	6,00	3	2	1	2,0	3,0	6,0
D361	95 Percentiel patienten			procedure			Ratio		
	A	D	N	A	D	N	A	D	N
Ma	7,00	7,04	7,00	2	3	2	3,5	2,3	3,5
Di	7,00	7,04	7,00	2	3	2	3,5	2,3	3,5
Wo	7,26	7,34	7,21	2	3	2	3,6	2,4	3,6
Do	7,00	7,00	7,00	2	3	2	3,5	2,3	3,5
Vr	7,00	7,00	7,00	2	3	2	3,5	2,3	3,5
Za	7,00	7,00	7,04	2	3	2	3,5	2,3	3,5
Zo	7,04	7,00	7,09	2	3	2	3,5	2,3	3,5

D350	95 Percentiel patienten			procedure			Ratio		
	A	D	N	A	D	N	A	D	N
Ma	11,43	12,22	12,00	2	3	1	5,7	4,1	12,0
Di	12,09	12,17	12,00	2	3	1	6,0	4,1	12,0
Wo	12,09	12,25	12,00	2	3	1	6,0	4,1	12,0
Do	12,00	12,04	12,00	2	3	1	6,0	4,0	12,0
Vr	12,97	12,42	12,00	2	3	1	6,5	4,1	12,0
Za	13,00	13,22	13,04	2	2	1	6,5	6,6	13,0
Zo	12,00	12,88	13,00	2	2	1	6,0	6,4	13,0
D360	95 Percentiel patienten			procedure			Ratio		
	A	D	N	A	D	N	A	D	N
Ma	18,42	19,84	19,35	3	7	2	6,1	2,8	9,7
Di	18,50	19,25	19,09	3	7	2	6,2	2,8	9,5
Wo	19,46	19,39	19,00	3	7	2	6,5	2,8	9,5
Do	19,58	20,66	20,00	3	7	2	6,5	3,0	10,0
Vr	17,50	17,76	18,51	3	7	2	5,8	2,5	9,3
Za	17,07	16,96	17,00	3	7	2	5,7	2,4	8,5
Zo	19,26	18,76	18,35	3	7	2	6,4	2,7	9,2
D380	95 Percentiel patienten			procedure			Ratio		
	A	D	N	A	D	N	A	D	N
Ma	19,28	21,52	22,00	3	6	2	6,4	3,6	11,0
Di	20,31	21,26	20,00	3	6	2	6,8	3,5	10,0
Wo	20,09	20,31	19,00	3	6	2	6,7	3,4	9,5
Do	19,08	20,94	19,30	3	6	2	6,4	3,5	9,7
Vr	19,56	20,13	19,13	3	6	2	6,5	3,4	9,6
Za	20,17	19,04	19,00	3	6	2	6,7	3,2	9,5
Zo	20,63	20,92	21,00	3	6	2	6,9	3,5	10,5
B310	95 Percentiel patienten			procedure			Ratio		
	A	D	N	A	D	N	A	D	N
Ma	28,68	27,67	23,75	5	9	3	5,74	3,07	7,92
Di	28,84	29,97	29,27	5	9	3	5,77	3,33	9,76
Wo	29,46	28,67	28,35	5	9	3	5,89	3,19	9,45
Do	28,74	30,16	29	5	9	3	5,75	3,35	9,67
Vr	28,81	29,18	29	5	9	3	5,76	3,24	9,67
Za	23,13	26,46	28	4	7	3	5,78	3,78	9,33
Zo	23,22	23,35	23,68	4	7	3	5,80	3,34	7,89
B330	95 Percentiel patienten			procedure			Ratio		
	A	D	N	A	D	N	A	D	N
Ma	22,49	22,79	22,35	3	4	2	7,50	5,70	11,18
Di	21,50	22,63	22,35	3	4	2	7,17	5,66	11,18
Wo	21,76	21,42	21	3	4	2	7,25	5,35	10,50
Do	21,75	21,41	22	3	4	2	7,25	5,35	11,00
Vr	20,97	21,38	22	3	4	2	6,99	5,34	11,00
Za	20,00	20,00	20	3	4	2	6,67	5,00	10,00
Zo	22,35	20,43	20	3	4	2	7,45	5,11	10,00

B340	95 Percentiel patienten			procedure			Ratio		
	A	D	N	A	D	N	A	D	N
Ma	23,88	23,93	22,35	4	7	3	5,97	3,42	7,45
Di	24,76	24,46	24,30625	4	7	3	6,19	3,49	8,10
Wo	24,07	25,42	24,13125	4	7	3	6,02	3,63	8,04
Do	23,86	24,49	23,6	4	7	3	5,97	3,50	7,87
Vr	24,13	24,42	23,35	4	7	3	6,03	3,49	7,78
Za	21,56	22,92	23,35	4	6	3	5,39	3,82	7,78
Zo	22,04	21,67	21,8375	4	6	3	5,51	3,61	7,28
B410	95 Percentiel patienten			procedure			Ratio		
	A	D	N	A	D	N	A	D	N
Ma	8,68	10,04	9,16875	4	5	2	2,17	2,01	4,58
Di	9,04	9,88	9,75625	4	5	2	2,26	1,98	4,88
Wo	9,54	9,38	9,2625	4	5	2	2,39	1,88	4,63
Do	9,25	10,00	9,825	4	5	2	2,31	2	4,91
Vr	9,34	9,50	9	4	5	2	2,34	1,90	4,50
Za	8,17	9,54	9	4	5	2	2,04	1,91	4,50
Zo	8,17	8,88	9	4	5	2	2,04	1,78	4,50
B430	95 Percentiel patienten			procedure			Ratio		
	A	D	N	A	D	N	A	D	N
Ma	4,11	5,38	6	3	4	2	1,37	1,34	3,00
Di	6,00	4,75	5	3	4	2	2,00	1,19	2,50
Wo	6,00	5,29	6	3	4	2	2,00	1,32	3,00
Do	5,13	5,41	6	3	4	2	1,71	1,35	3,00
Vr	6,00	5,17	5,30625	3	4	2	2,00	1,29	2,65
Za	6,00	5,42	6	3	4	2	2,00	1,354688	3,00
Zo	6,00	5,92	6	3	4	2	2,00	1,48	3,00