

DE ZIEKENHUISINGENIEUR

EEN NIEUW BEROEP IN DE MEDISCHE SECTOR

MAARTEN BONNEMA

Het medische beroepenveld is aan het veranderen. Was arts vroeger een beroep waarin met eenvoudige middelen gewerkt werd op basis van kennis en ervaring, tegenwoordig wordt de arts op vele manieren door techniek ondersteund. Deze techniek kan betrekking hebben op het medische proces zelf, maar ook in de ondersteuning is meer en meer techniek zichtbaar. Denk bijvoorbeeld aan het elektronisch patiëntendossier. Redenen voor deze ontwikkelingen zijn enerzijds betere zorg, anderzijds kostenbesparingen. Tot slot kunnen ook de hogere eisen die patiënten stellen aan zorg, informatie, veiligheid en privacy worden genoemd. Het medische beroepenveld is complexer aan het worden. De vraag doemt dan op of het huidige spectrum aan beroepen nog toereikend is.

Techniek krijgt een steeds prominentere rol in het leven van alle dag. Tieners van nu zien hun telefoon als een verlengstuk van zichzelf. Werken is niet meer mogelijk zonder computers. In de gezondheidszorg komen meer en meer technieken beschikbaar. Denk aan Magnetic Resonance Imaging (kernspintomografie, MRI). Deze techniek die voor het eerst in 1973 beelden van een lichaam opleverde, werd in begin jaren tachtig klinisch ingezet. Commerciële MRI-scanners zijn op de markt sinds de jaren tachtig. In 2003 werd de Nobelprijs voor medicijnen toegekend aan de uitvinders Paul Lauterbur en Sir Peter Mansfield. Vandaag de dag is de MRI een veelgebruikte techniek in ziekenhuizen.

Op het gebied van de al veel langer bekende röntgentechnologie is er ook veel veranderd. Was er vroeger sprake van het maken van een plaatje bij bijvoorbeeld het vermoeden van botbreuk, tegenwoordig wordt de röntgentechniek ook ingezet tijdens een medische ingreep. 'Interventional X-ray' is de term hiervoor. Dit houdt in dat tijdens bijvoorbeeld een ingreep in het hart, katheters worden gepositioneerd met behulp van röntgenbeelden die tijdens de ingreep worden gemaakt. Dit vergt nauwkeurige dosering en plaatsing van de straling, gevoelige detectoren voor röntgenstraling, en snelle en geavanceerde computertechniek om de beelden realtime zichtbaar te maken.

Het Nederlandse Philips Healthcare levert dergelijke MRI- en röntgensystemen, en ook andere medische systemen. Hierbij staan tegenwoordig niet alleen meer de prestaties van het apparaat voor de medicus op de voorgrond: de patiënt wordt meer en meer centraal gesteld. Opgemerkt dient te worden dat dergelijke medische systemen door stringente regelgeving veelal intrinsiek veilig zijn.

Dergelijke ontwikkelingen betekenen een steeds groter technisch aandeel in het medisch proces. Dat medische proces vindt nog steeds voor een groot deel plaats in ziekenhuizen. Doorredenerend kunnen we stellen dat het ziekenhuis een verlengstuk is geworden van de medische apparaten en daarmee een essentiële component in het medische proces. Dit is zichtbaar in de logistiek in het ziekenhuis – van patiënten, maar ook van medische hulpmiddelen, medicijnen, informatie –, de beleving van het ziekenhuis en de techniek in het ziekenhuis die al die medische processen mogelijk moet maken. Die ziekenhuistechniek omvat de infrastructuur (water, elektriciteit, gassen, enzovoorts) en de verbindingen tussen de medische systemen. Men kan stellen dat het ziekenhuis óók een medisch instrument is geworden, en dat de veiligheid daarvan ook aan stringente regels moet voldoen.

Het facilitair management van ziekenhuizen heeft een civiel-technische achtergrond. Probleem is dat daardoor het ziekenhuis niet altijd met een medische kijk wordt beheerd. Civieltechnische ingrepen worden op hun technische merites beschouwd, maar de impact op het medische proces is niet altijd duidelijk. De medici, aan de andere kant, hebben onvoldoende oog voor de civieltechnische uitdagingen. Het ziekenhuis en de infrastructuur worden als van-

zelfsprekend beschouwd. We kunnen stellen dat er een blinde vlek is tussen het medische proces en de techniek van het ziekenhuis.

ALS ER IETS MIS GAAT

Naarmate processen en systemen groter en complexer worden, zijn er meer mogelijkheden voor falen. Er zijn technieken die het falen in kaart kunnen brengen (Ishikawa-diagrammen). Op basis daarvan kunnen dan maatregelen genomen worden om het falen te voorkomen, of de kans erop te verkleinen. Minder eenvoudig is het om de gevolgen van een fout te onderzoeken. Een Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) kan hier hulp bieden. Zo'n FMEA vergt wel dat mensen met verschillende achtergronden kunnen samenwerken en dus communiceren.

De *Normal Accident Theory* beschrijft dat bij toenemende complexiteit en grootte het 'normaler' wordt dat er onvoorziene problemen ontstaan. Charles Perrow (*Normal Accidents. Living with High-Risk Technologies*, 1984) beschrijft dat hier drie principes aan ten grondslag liggen:

- Mensen maken fouten, hoe goed ze ook zijn opgeleid, en hoe belangrijk hun taak ook is;
- Grote problemen beginnen meestal klein;
- Problemen hebben vaker een organisatorische dan een technische oorzaak.

Voorbeelden in de ziekenhuiswereld zijn de brand in de operatiekamer in Almelo en de elektriciteitsuitval in Amersfoort. Kleine oorzaken leidden tot grote problemen: in Almelo een uitgebrande operatiekamer, in Amersfoort een enorme patiëntenevacuatie. De oorzaak kan ook buiten het ziekenhuis liggen, zoals de recente wateroverlast bij het VU Medisch Centrum in Amsterdam heeft laten zien.

DE ZIEKENHUISINGENIEUR NIEUW IN NEDERLAND

De ziekenhuisingenieur is voor Nederland een nieuw beroep dat tussen de medici en de gebouwbeheerders instaat. De ziekenhuisingenieur spreekt en begrijpt de taal van de medicus en die van de civiel ingenieur. Daardoor is hij of zij in staat gevolgen van gebouwaanpassingen te beoordelen op hun medische impact, en medische eisen te vertalen naar het gebouw en beheer. In Nederland is dit een nieuw beroep, maar in Noorwegen en Duitsland is het al langer een beroep. Ook is er een internationale beroepsvereniging: The International Federation of Hospital Engineering (IFHE, www.ifhe.info). Deze organisatie heeft haar tweejaarlijkse internationale congres in april 2016 in Den Haag.

De Ziekenhuisgroep Twente (ZGT) en de Universiteit Twente hebben samen het initiatief genomen voor een opleiding tot ziekenhuisingenieur, mede naar aanleiding van de invoering van een kwaliteits-

systeem (Quality for Medical Technology, QMT), zoals door Adel en Lansbergen beschreven (*Complexiteit de baas?! Zorgtechnologie is mensenwerk*, 2014). In een tweejarige postmasteropleiding (Professional Doctorate in Engineering ofwel PDEng) worden afgestudeerde ingenieurs opgeleid tot ziekenhuisingenieurs. Er is gekozen om dit in een civiel-technische setting te doen omdat immers het ziekenhuis de ruggegraat van het medische proces is. De opleiding omvat een aantal vakken en een project in opdracht van het ziekenhuis. De vakken die in het programma staan zijn enerzijds algemene vakken zoals Systems Engineering, anderzijds vakken die de vooropleiding van de kandidaat aanvullen, zoals medische vakken voor een ingenieur. Ook wordt expliciet aandacht besteed aan de professionele ontwikkeling van de kandidaat. Deze moet immers met een breed spectrum aan collegae en belanghebbenden kunnen overleggen. Twee kandidaten hebben intussen de opleiding afgerond en zijn in maart 2015 afgestudeerd. In het vervolg van dit artikel behandel ik het resultaat van hun project.

CLASSIFICATIE VAN MEDISCHE RUIMTEN

Om de invloed van het ziekenhuis op de medische behandelingen in kaart te brengen, hebben Rien Kooistra en Pieter Kamp in kaart gebracht wat mogelijke oorzaken zijn van medische complicaties; in het bijzonder postoperatieve wondinfecties (POWIS) (Kamp, Kooistra et al., *Flexibility in hospital building and application by means of standardized medical room types*, 2014; Kooistra, Kamp et al., *The cause of complications. Understanding the relation between post-operative complications and the systems and processes of a hospital by means of an influence diagram*, 2014). Met behulp van een uitgebreid invloeddiagram is dit onderzoek gevisualiseerd. Hierbij hebben zij onderscheid gemaakt tussen zaken die aan te passen zijn door medici en door technici. Alleen dit onderscheid al geeft inzicht in de manier waarop de techniek het medisch handelen beïnvloedt, en vice versa. Uit dit onderzoek komt naar voren dat de volgende zaken een grote rol spelen bij het ontstaan van POWIS:

- Tijdsduur van de procedure;
- Kleding van het personeel;
- Omstandigheden zoals temperatuur, luchtvochtigheid, luchtkwaliteit of luchtstromen.

Het invloeddiagram is naast een onderzoeksresultaat ook een manier om de communicatie tussen de medici en technici te faciliteren, net zoals bijvoorbeeld de *A3 Architecture Overviews* (Borches Juzgado, *A3 Architecture Overviews. A tool for effective communication in product evolution*, 2010) dat doen.

Op basis van deze resultaten is geconstateerd dat medici de eindverantwoordelijkheid hebben over de medische procedure en dat de kwaliteit en staat van de ruimte waarin de procedure plaatsvindt een grote rol spelen. Echter, dezelfde medici kunnen met bestaande informatie en regelgeving niet besluiten of een specifieke ruimte voor een specifieke ingreep geschikt is; ze kunnen hun verantwoordelijkheid dus niet nemen. De kwaliteit en geschiktheid van de ruimte wordt tijdens het (ver)bouwproces van het ziekenhuis bepaald. Bij veranderingen aan de medische procedure of nieuwe procedures is het op dit moment niet mogelijk de geschiktheid van een ruimte te bepalen. De oplossing die door de ziekenhuisingenieurs werd voorgesteld baseert op een analyse van de eisen die aan de ruimtes worden gesteld vanuit oogpunt van:

- Elektrische veiligheid;
- Hygiëne;
- Stralingsveiligheid;
- Laserveiligheid;
- Isolatie (bij besmettingsgevaar).

De grondige analyse van deze eisen leverde op dat de eerste twee oogpunten bepalend zijn. De andere drie oogpunten vormen aanvullende eisen (bij laserveiligheid worden er bijvoorbeeld eisen gesteld aan de reflectie van de wanden). Concreet worden er twee schalen gemaakt: één voor de hygiëneklassen (H1 t/m H5, hoger is beter), en één voor de elektrische klassen (K0 t/m K3). Niet alle combinaties zijn zinvol, daarom is er uiteindelijk een lijst van negen combinatieklassen gemaakt, met de eerder genoemde toppings voor stralings-, laser- of besmettingsveiligheid.

In een tweetal pilots hebben de ziekenhuisingenieurs deze opzet uitgetoetst en verbeterd. Zo hebben ze bijvoorbeeld de naamgeving van de klassen verbeterd en een voorstel gemaakt voor invoering en handhaving van dit systeem. Onder andere ligt er nu een voorstel voor hoe de klasse van een ruimte gecommuniceerd kan worden, hoe medische procedures ingepland kunnen worden, gebruikmakend van de ruimteclassificaties en IT-ondersteuning, en hoe dit proces gestuurd, gemonitord en bijgesteld kan worden. Hierbij is het uitgangspunt dat de ruimteclassificatie de medici helpt, en dat het geen extra administratieve handeling is. Zo is het voorstel om in de ingreepprotocollen de minimale ruimteklasse op te nemen.

Een mogelijke aanpassing aan het systeem is het mogelijk maken van controle van de classificatie. Waar het nu een momentopname is bij het (ver)bouwen van een ruimte, zouden bepalende parameters (temperatuur, vochtigheid, etc.) ook realtime gemeten en weergegeven kunnen worden. De vraag is echter in hoeverre dit het medisch proces ondersteunt. Andere voorziene aanpassingen en uitbreidingen zijn bijvoorbeeld:

- Hoe kan het systeem worden toegepast in een andersoortige omgeving zoals een tandartspraktijk;
- Hoe kan het systeem worden overgezet naar een ander land met andere regelgeving;
- Hoe kan het systeem worden ingezet bij regulier onderhoud van ruimten?

Een gevaar is dat een nauwkeuriger classificatie wel tot meer informatie leidt, maar dat dit wellicht ten koste gaat van het overzicht.

VOORUITBLIK

De ziekenhuisingenieurs hebben een zinvolle bijdrage geleverd voor het ZGT. De systematiek wordt toegepast en Pieter Kamp is hier nog steeds bij betrokken. Rien Kooistra blijft werkzaam in de civiele sector bij Arcadis.

De UT blijft deze opleiding aanbieden, al zal in verband met de inbedding in bestaande expertise altijd het ziekenhuis als gebouw centraal staan. Dit past ook bij het profiel van de ziekenhuisingenieur zoals door de IFHE wordt beschreven.

In het algemeen kunnen we stellen dat de ziekenhuisingenieur in een gat stapt dat is ontstaan door de toenemende techniek in het medische proces. Waar een biomedisch ingenieur zich meer op de ontwikkeling van apparaten concentreert, kijkt de ziekenhuisingenieur naar het grote plaatje waarin de medische ingrepen en de techniek en de infrastructuur elk hun plek hebben.

Dr.ir. G.M. Bonnema is als universitair hoofddocent Multidisciplinair Systeemontwerpen verbonden aan de Universiteit Twente. De auteur dankt de twee ziekenhuisingenieurs Rien Kooistra en Pieter Kamp voor hun werk en inzet die hebben bijgedragen aan de opleiding en het resultaat. Hij dankt Michaël Lansbergen en Petra Brummelhuis-Visser die als opleiders vanuit het ZGT voor de input vanuit, en inbedding in het ziekenhuis hebben zorggedragen. Naast Michaël Lansbergen waren Willem Boeke, Rikus Eising en de Raad van Bestuur van het ZGT onmisbaar als initiatiefnemers in het tot stand komen van de opleiding.