

1. PhD, MBA, BSc, senior researcher/ consultant at TNO
2. MSc EngD, Senior Consultant Energy & Sustainability - Royal HaskoningDHV Departmental Professional Expert - Built Environment, Eindhoven University of Technology
3. MD, Afdeling anesthesiologie, Radboudumc Nijmegen
4. BSc, Mechanical Engineering, MSc Management. CEO bij medex

Contact
Sandra.lako@radboudumc.nl

Enquête onder ziekenhuizen toont grote energiebesparingsmogelijkheden in operatiekamers



Roberto Traversari¹



Wim Maassen²



Sandra Lako³



Jos Lans⁴

Het Landelijk Netwerk de Groene OK (LNGOK), een samenwerkingsverband van vijftien verenigingen gericht op het verduurzamen van de OK-zorg en medeondertekenaar van de Green Deal 3.0 'Samen werken aan Duurzame Zorg', onderzoekt het energiegebruik van luchtbehandlingssystemen in operatiekamers. Dit wordt gefinancierd door het Ministerie van VWS volgens Urgenda maatregel 51. In dit artikel worden de eerste resultaten gepresenteerd.

De werkgroep Energie binnen de LNGOK houdt zich bezig met CO₂-reductie en energiebesparing op het operatiecomplex. Het verbruik van een operatiekamercomplex is wezenlijk anders dan in de rest van het ziekenhuis, omdat meer dan 90% van het energieverbruik door de luchtbehandeling (verwarmen, koelen, bevochtigen, ventileren) wordt veroorzaakt. Dit hoge verbruik komt omdat vrijwel alle operatiekamers in Nederland voldoen aan de hoogste classificatie (Klasse 1+), die echter alleen volgens de geldende standaarden en richtlijnen verlangd wordt bij grote gewrichtsvervangende ingrepen. Er is daarbij voor veel ingrepen een beperkt bewijs voor wat het effect van de luchtbe-

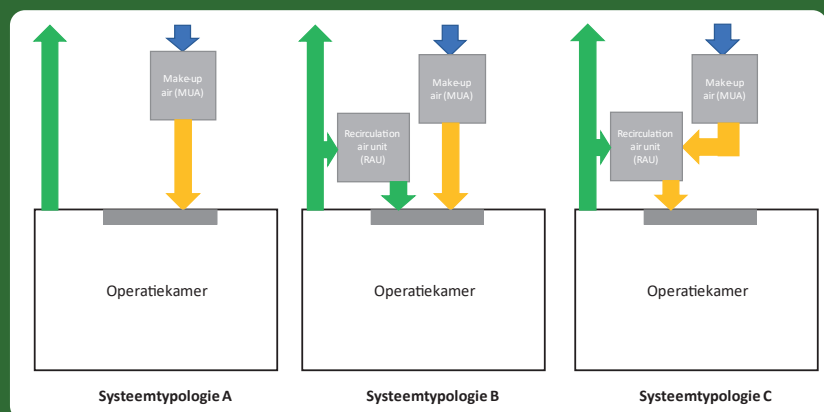
handeling op surgical-site-infecties (SSI) en andere gerelateerde complicaties is.

Eerste resultaten

In 2023 hebben 51 van de 93 benaderde ziekenhuizen, waaronder zeven UMC's, een enquête ingevuld over hun luchtbehandlingssystemen in operatiekamers en het gebruik van deze kamers, een respons van 55%. De resultaten tonen dat 55% van de operatiecomplexen ouder dan 10 jaar is, met 12% gebouwd vóór 1995, wat betekent dat ze ouder zijn dan 30 jaar. Dit is opvallend gezien de verwachte technische levensduur van deze systemen,

die normaal gesproken 15-20 jaar is. De enquête identificeerde drie primaire typen luchtbehandelingssystemen, zie figuur 1.

Uit de analyse van de enquêteresultaten blijkt dat OK's gemiddeld een ruimtevolumen hebben van 135 m³ en dat 16% van de ziekenhuizen het luchtbehandlingssysteem type A gebruikt, 41% type B, en 43% type C, waarbij vooral de voor 1995 gebouwde operatiekamers type A systemen hebben. De verse buitenlucht (MUA) varieert van 1.000 tot 4.500 m³/h, met uitschieters tot 9.000 m³/h. In de meeste gevallen is dit aanzienlijk hoger dan de



Figuur 1 Drie primaire typen luchtbehandlingssystemen

1.000 tot 1.500 m³/h aanbevolen in de Arbocatalogus UMC's voor inhalatie-anesthesie. Dit overmatig gebruik van verse buitenlucht vergt veel energie voor verwarming, koeling, bevochtiging en ontvochtiging (conditionering). De recirculatielucht (RAU) ondergaat daarentegen slechts beperkte conditionering. Het totale luchtvolume dat aan operatiekamers wordt geleverd, varieert van 2.200 tot 12.500 m³/h.

Uit onderzoek blijkt dat operatiekamers in Nederland een gemiddeld aantal luchtwisselingen van 69 1/h heeft. Dit ligt aanzienlijk hoger dan de in de FMS-richtlijn genoemde aantal luchtwisselingen van ten minste 20 1/h voor Klasse 1 en 1+ operatiekamers. Een hoger aantal luchtwisselingen, dan het genoemde minimum in de FMS-richtlijn komt voort uit de gestelde eisen van de Nederlandse Orthopaedische Vereniging (NOV) voor Klasse 1+ kamers. Verder gebruikt 32% van de ziekenhuizen al hun operatiekamers voor grote gewrichtsvervangende operaties, terwijl in 42% van de ziekenhuizen slechts 25% van de kamers hiervoor wordt ingezet.

Energiebesparende maatregelen

De resultaten laten zien dat vrijwel alle operatiekamers binnen Klasse 1+ vallen, waarmee ze geschikt zijn om grote gewrichtsvervangende operaties in uit te voeren. Toch worden ze daar in de praktijk vaak niet voor gebruikt. Veel operatiekamers gebruiken dus een groot deel van de tijd meer (gerecirculeerde) lucht dan vereist, waardoor meer energie wordt gebruikt dan noodzakelijk. Het overgrote deel van de operatiekamers, 94%, wint energie (warmte) terug uit de afgevoerde ventilatielucht. Warmtewielen en twincoilsystemen (systeem met een warmtewisselaar in de toe-en afvoerlucht en een hydraulische koppeling met de pomp) worden het meest toegepast.

In 72% van de ziekenhuizen wordt de hoeveelheid lucht in de nacht en weekenden gereduceerd met ten minste 50% (grafiek 1). Er zijn zelfs

ziekenhuizen (4%) die de recirculatie geheel uitzetten en alleen nog verse buitenlucht toevoeren. Luchtbevochtiging kost veel energie en 76% van de ziekenhuizen maakt hiervoor nog gebruik van centraal met aardgas opgewekte stoom, 20% van de ziekenhuizen gebruikt lokaal bij de luchtbehandelingskast geplaatste elektrische luchtbevochtigers en 4% maakt gebruik van adiabatische bevochtiging. Er wordt ondanks het onderzoek vanuit het Expertisecentrum Verduurzaming Zorg, het standpunt van de UMC's en het advies van De Groene OK, nog steeds fors bevochtigd in operatiekamers. In 57% van de operatiekamers wordt nog bevochtigd op een niveau van tussen de 50 en 65%. Uit de enquête blijkt bovendien dat slechts 4% van de ziekenhuizen (n=51) het energiegebruik van het luchtbehandelingsysteem voor de operatiekamers meet, analyseert en daar vervolgens op stuurt.

Conclusie

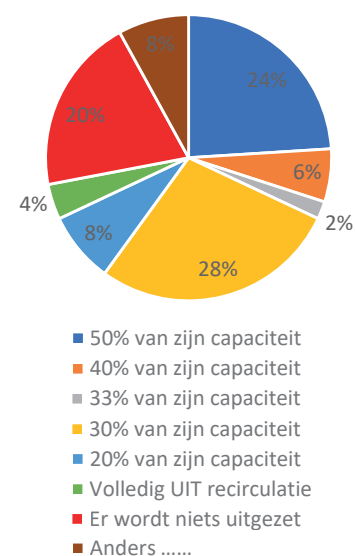
Ziekenhuizen nemen reeds stappen om het energieverbruik van luchtbehandelingsystemen in operatiekamers te verminderen, met name door de implementatie van warmteterugwinsystemen en het verlagen van de luchthoeveelheid buiten bedrijfstijden. Echter, de aanpassing van de luchthoeveelheid, en het daarmee samenhangend aantal luchtwisselingen in de ruimte, aan de specifieke behoeften van Klasse 1 en 1+ operatiekamers, blijft beperkt. Klasse 1+ kamers vereisen in de praktijk aanzienlijk meer luchtwisselingen dan de minimaal 20 luchtwisselingen per uur die de FMS-richtlijn adviseert. Dit is nodig om te kunnen voldoen aan de strenge eisen (hersteltijd <3 min en ISO 5) uit het verenigingsstandpunt van de NOV. Uit de enquête blijkt dat er een aanzienlijk potentieel is voor verdere energiebesparing, zoals het aanpassen van de luchtvochtigheid, het schakelen van luchthoeveelheid Klasse 1+ naar Klasse 1 (afhankelijk van het type operatie), het verminderen van verse buitenlucht, en het nog

verder reduceren van de luchthoeveelheid tijdens inactieve periodes. Vervolgonderzoek zal het besparingspotentieel van deze strategieën kwantificeren door metingen aan operatiekame-luchtbehandelingsystemen.

In 2024 zullen we ons theoretische rekenmodel aan de realiteit toetsen en het energiebesparingspotentieel evalueren door:

- De luchtvochtigheidsgrenzen te verruimen van 50-65% naar 30-70%.
- Het volume van verse buitenlucht te verlagen van gemiddeld 2728 m³/h naar 1000 m³/h tijdens operaties en 500 m³/h in rust.
- Het aantal luchtwisselingen te verminderen naar 20 1/h indien Klasse 1 specificaties voldoende zijn voor de ingreep, gezien vanuit het huidige gemiddelde van 69 1/h.
- De luchtbehandeling buiten bedrijfstijden tot het minimum te beperken.

Dit zal ons in staat stellen een gestandaardiseerd rekenmodel te ontwikkelen waarmee ziekenhuizen hun besparingsmogelijkheden kunnen identificeren en implementeren met minimale systeemaanpassingen.



Grafiek 1 Reductie van de luchtbehandeling tot X percentage van de capaciteit.