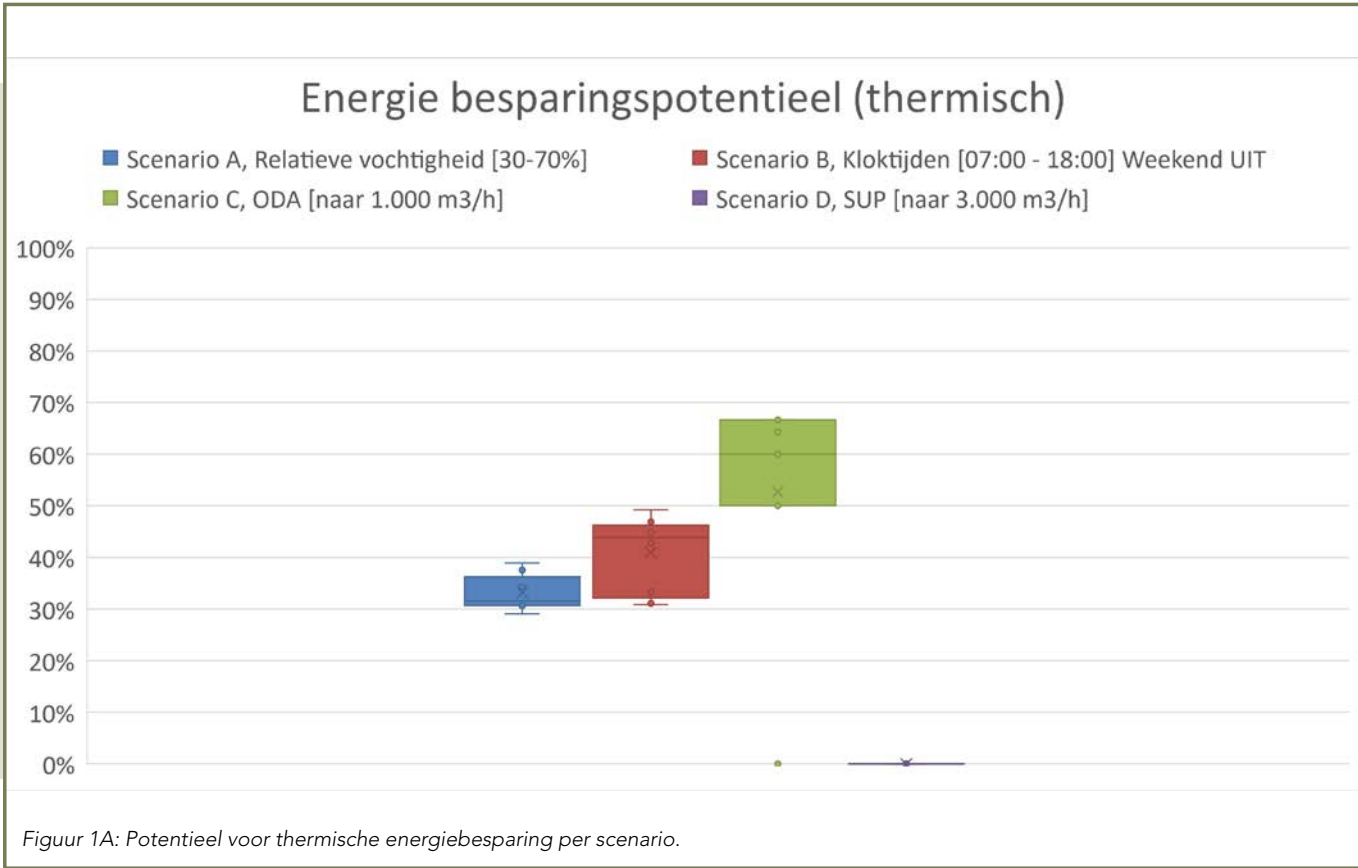


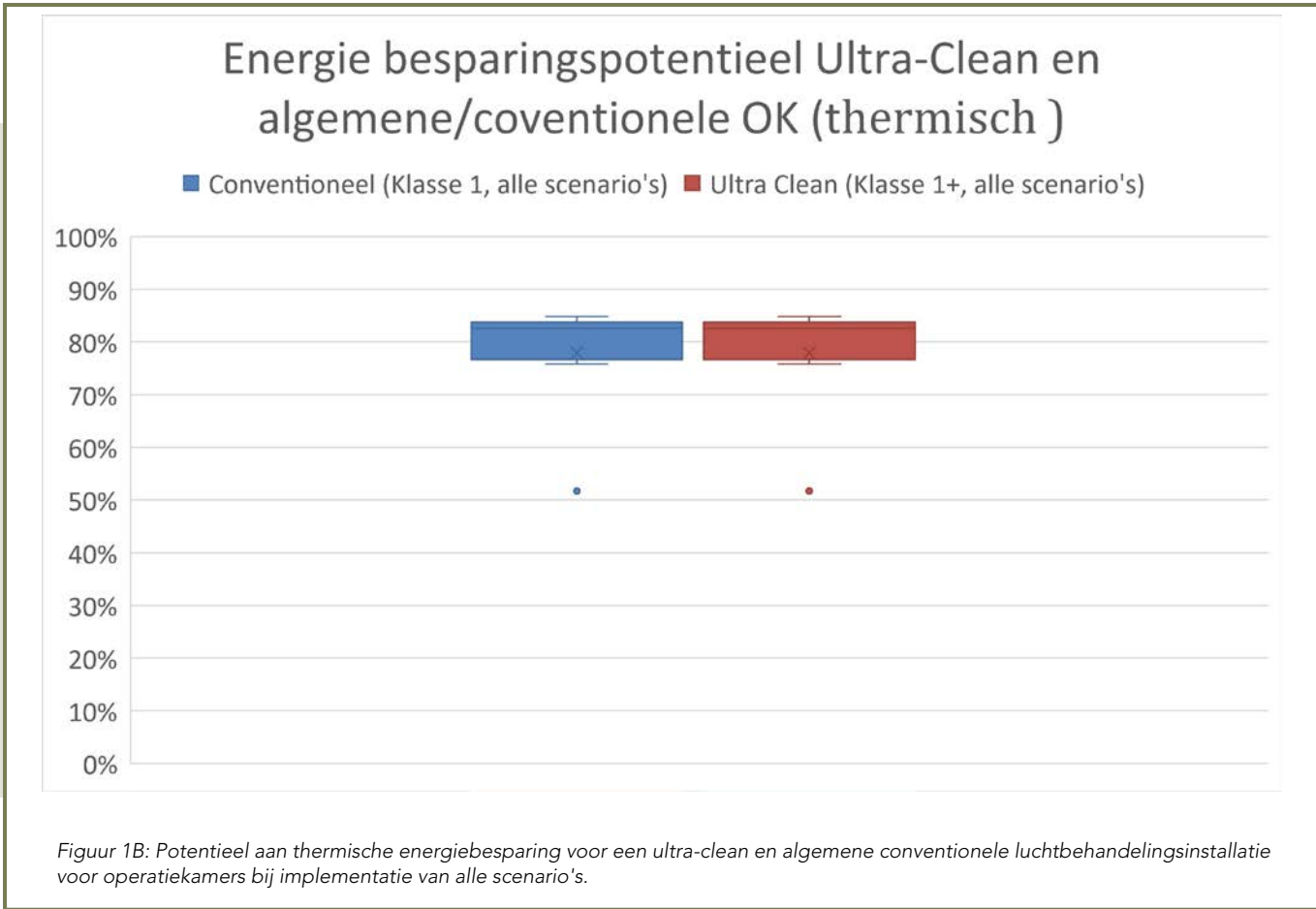
SIGNIFICANTE REDUCTIE VAN DE ENERGIEVRAAG IN OPERATIEKAMERS

Ziekenhuizen en andere zorginstellingen in Nederland hebben een Green Deal duurzame zorg ondertekend om hun afvalproductie te minimaliseren, minder energie te gebruiken en acties te ondernemen om duurzamer te worden. In 2030 moet de CO₂-uitstoot ten minste 55% lager zijn dan in 1990 en in 2050 moeten alle zorgorganisaties CO₂-neutraal zijn. De operatiekamerafdeling is een van de meest energie-intensieve afdelingen van een ziekenhuis. Het merendeel van de operatiekamers in Nederland heeft een luchtbehandelingsinstallatie met een ultra-clean ventilatiesysteem (UCV) Klasse 1+, dat zorgt voor een uitgekiende luchtstroming met behulp van een groot aantal luchtwisselingen per uur. Niet alle operaties vereisen echter een ultra-clean operatiekamer.

Tekst Dr. Drs. Ing. Jos Lans, Dr. Ing. Roberto Traversari MBA, Ir. Wim Maassen EngD, Ing. Gerbrand van Middelkoop en Drs. Sandra Lako
Beeld Traversari MBA



Figuur 1A: Potentieel voor thermische energiebesparing per scenario.



Figuur 1B: Potentieel aan thermische energiebesparing voor een ultra-clean en algemene conventionele luchtbehandelingsinstallatie voor operatiekamers bij implementatie van alle scenario's.

AANPAK

In Bouwen aan de Zorg van januari 2023 is dit onderzoek aangekondigd en op 7 maart 2024 is het eerste deel van het onderzoek gepubliceerd. In dit artikel worden de belangrijkste resultaten van de tweede fase van het onderzoek weergegeven. In de periode van juni 2024 tot en met augustus 2024 zijn er metingen verricht aan het luchtbehandelingssysteem van negen operatiekamers. Dit betrof operatiekamers bij drie academische ziekenhuizen, drie perifere ziekenhuizen en twee privéklinieken, waar de temperatuur en relatieve vochtigheid van de luchtstroom voor en na de verschillende componenten in de luchtbehandelingskast alsmede het opgenomen vermogen van de ventilatoren zijn gemeten. Om het energiebesparingspotentieel te bepalen, is gebruik gemaakt van een rekenmodel waarbij waarden afgeleid uit metingen als invoer zijn gebruikt. Er is een referentiesituatie gedefinieerd en vervolgens zijn scenario's met maatregelen doorgerekend om de jaarlijkse besparingen in de energiebehoefte te bepalen.

REFERENTIESITUATIE

Om de potentiële energiebesparing van diverse maatregelen te bepalen, is gebruik gemaakt van een referentiesituatie. De aangehouden referentiesituatie is gebaseerd op de resultaten uit de enquête en de metingen die zijn uitgevoerd en heeft de volgende kenmerken: de relatieve vochtigheid was bij 57% van de respondenten ingesteld tussen de 50-65%. Het gemiddelde buitenluchtaandeel (ODA) bedroeg ongeveer 2.700 m³/h en de totale luchthoeveelheid (SUP) ongeveer 8.600 m³/h. De operatiekamers in de referentieset hadden een gemiddelde hoeveelheid verse buitenlucht van 2.367 m³/h (min. 1.000 - max. 3.000 m³/h) en een hoeveelheid aan de operatiekamer toegevoerde hoeveelheid van 9.691 m³/h (min. 3.000 - max. 15.129 m³/h). De referentieset bestond uit zeven Klasse 1+ operatiekamers en twee Klasse 1 operatiekamers. De aan de operatiekamer toegevoerde luchttemperatuur bedroeg gemiddeld 19,7°C (min. 19,0 - max. 21,2°C) en de temperatuurverhoging in de operatiekamers was 0,9°C (min. 0,0 - max. 2,1°C).

SCENARIO'S

Vergeleken met de referentiesituatie werd het energiebesparingspotentieel voor verschillende scenario's bepaald. De vier realistische scenario's die zijn beschouwd betroffen:

1. Scenario A, waarbij de grenzen voor de relatieve vochtigheid worden verruimd^[1]. De relatieve vochtigheid werd gewijzigd van 50-65% naar 30-70%.
2. Scenario B, het overschakelen naar een stand-by-modus wanneer de OK niet in gebruik is, 's nachts of in het weekend^[2]. De bedrijfsuren werden gewijzigd van 00:00 - 24:00h, weekend aan naar 07:00-18.00h, weekend uit.
3. Scenario C, verlaging van de hoeveelheid buitenlucht (ODA)^[3,4]. De ODA werd verlaagd van de oorspronkelijke ontwerpwaarden tot 1.000 m³/h tijdens bedrijfsuren en 500 m³/h in stand-by en in het weekend.
4. Scenario D, verlaging van de totale toevoerlucht (SUP) die in de OK wordt ingebracht^[5]. De SUP werd ingesteld op 3.000 m³/h (conventionele operatiekamer, Klasse 1). →

Voor de reductie van de hoeveelheid toegevoerde verse buitenlucht is uitgegaan van het minimaal vereiste niveau uit de Arbo-catalogus inhalatie anesthetica en voor de ruimere grenzen van de relatieve vochtigheid is aangesloten bij de verduurzamingskaart van het Expertisecentrum Verduurzaming Zorg (EVZ): www.expertisecentrumverduurzamingzorg.nl/wp-content/uploads/2023/04/Verduurzamingskaart-Bevochtigingseisen-in-ziekenhuizen-V1.0.pdf. Om van een OK Klasse 1+ naar een Klasse 1 te gaan, is uitgegaan van een hoeveelheid aan de OK toegevoerde lucht van 3.000 m³/h. Uitgangspunt hierbij is dat met deze luchthoeveelheid aan de eisen van een Klasse 1 OK wordt voldaan (circulatievoud ≥ 20 en ISO deeltjes Klasse 7 volgens NEN-EN-ISO 14644-1). In de benadering is aangehouden dat de temperatuuroptima in de operatiekamers bij het terugbrengen van de luchthoeveelheid (van Klasse1+ naar Klasse 1) gelijk blijft.

Deze aanname betekent dat wordt uitgegaan van een lagere interne warmtelast bij een Klasse 1 operatiekamer. In sommige

situaties kan het zijn dat de ondersteuningsverwarming die bij Klasse 1+ bedrijf gebruikt wordt om het temperatuurverschil te realiseren, niet nodig is bij een Klasse 1 waardoor een aanvullende energiebesparing ontstaat. Over het algemeen hebben ingrepen die uitgevoerd mogen worden in een Klasse 1 OK een hogere apparatuur-warmtelast dan bij een Klasse 1+ OK. Aandachtspunt is dus of bij reductie van de luchthoeveelheden het koelvermogen nog voldoende is. In sommige situaties kan het reduceren van de luchthoeveelheid betekenen dat de ondersteuningsverwarming die bij Klasse 1+ bedrijf nodig was, niet meer nodig is. Dit levert nog een extra energiebesparing op. Deze ondersteuningsverwarming wordt soms gebruikt om het benodigde temperatuurverschil (tussen toevoer- en ruimtetemperatuur) voor een goede luchtstroming te realiseren of om het comfort te verbeteren.

RESULTATEN

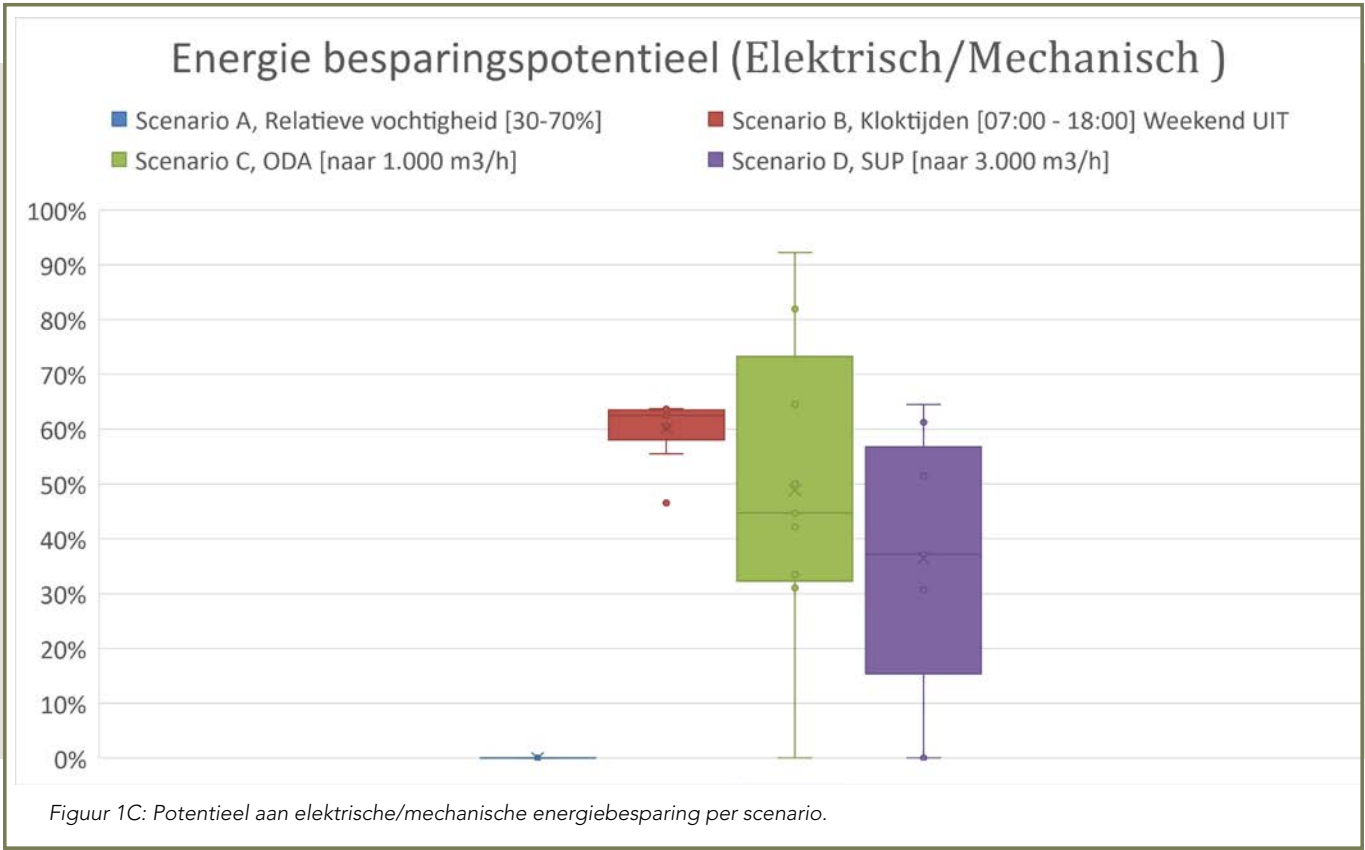
Figuur 1 geeft de boxplot weer van het besparingspotentieel voor zowel de thermische energie als de elektrische/mechanische energie van de ventilatoren voor de

referentieset ziekenhuizen als de scenario's daar worden doorgevoerd. Het gegeven besparingspotentieel is ten opzichte van de referentieset bepaald.

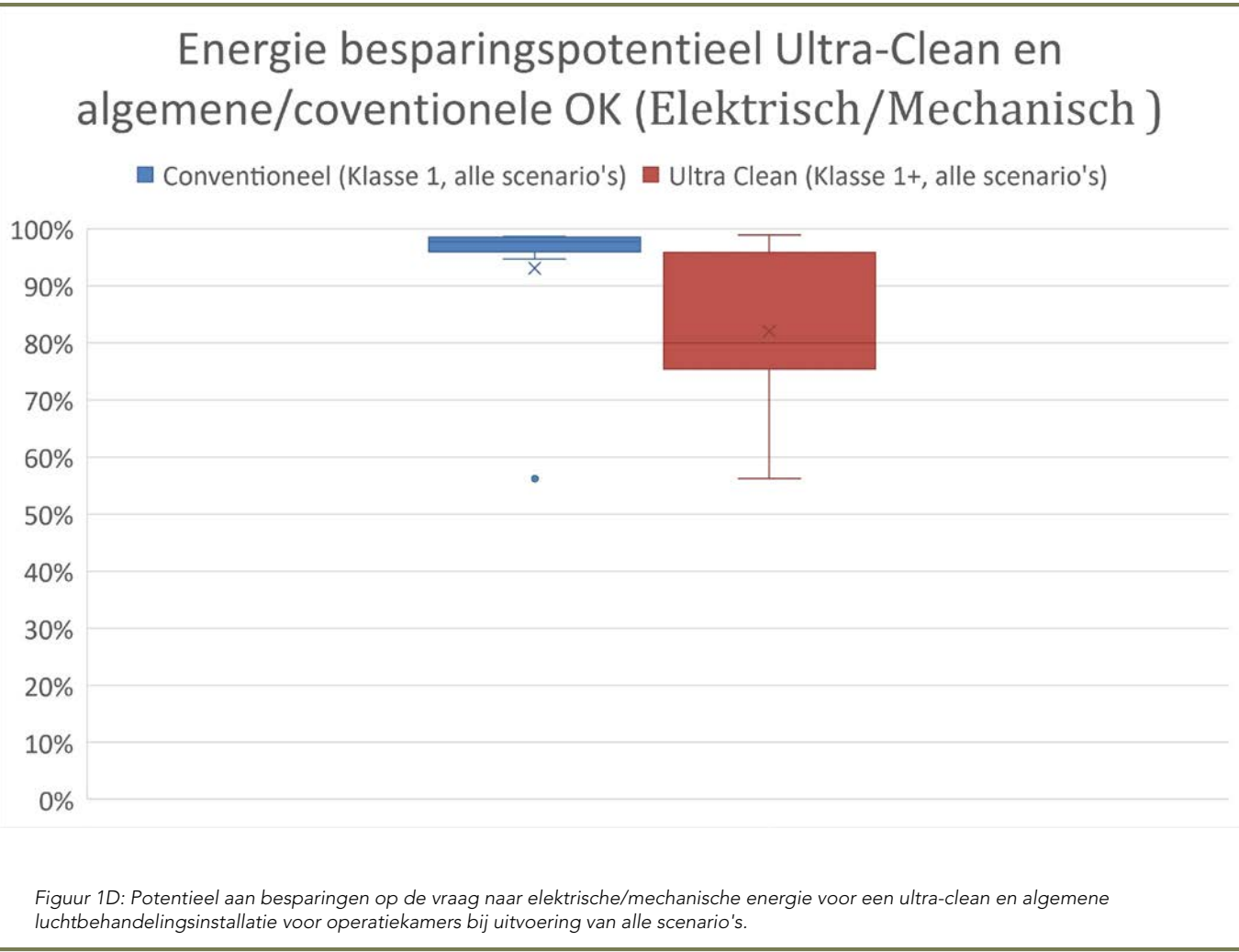
CONCLUSIE

In ziekenhuizen worden al de nodige maatregelen genomen om het energiegebruik van het luchtbehandelingssysteem in operatiekamers te reduceren. De meeste ziekenhuizen maken gebruik van warmterugwinsystemen om energie uit de afgevoerde luchtstroom terug te winnen. Ook wordt de luchthoeveelheid in de nacht en weekenden bij 80% van de respondenten al gereduceerd.

Er zijn verschillende manieren om energie te besparen in bestaande operatiekamers met betrekking tot het luchtbehandelingssysteem. Energiebesparing kan gerealiseerd worden door de hoeveelheid buitenlucht (ODA) te verminderen, de installatie in stand-by-modus te zetten als de OK niet in gebruik is, het bereik (onderste en bovenste setpoint) van de relatieve luchtvochtigheid te vergroten en de classificatie van de operatiekamer te



Figuur 1C: Potentieel aan elektrische/mechanische energiebesparing per scenario.



Figuur 1D: Potentieel aan besparingen op de vraag naar elektrische/mechanische energie voor een ultra-clean en algemene luchtbehandelingsinstallatie voor operatiekamers bij uitvoering van alle scenario's.

verlagen van ultraclean (Klasse 1+) naar algemeen (Klasse 1). Het verlagen van de ODA heeft een groot effect op energiebesparing ten opzichte van de referentiesituatie. Het verlagen van ODA is in bestaande faciliteiten vaak echter niet eenvoudig. Hiervoor moet eerst worden onderzocht wat de mogelijkheden zijn op basis van het technische ontwerp van het luchtbehandelingssysteem.

Voordat een bestaande luchttechnische installatie wordt aangepast, is het van belang om te weten hoe deze is opgebouwd. Bij

veel ziekenhuizen wordt de primaire luchttechnische installatie niet alleen voor de operatiekamer gebruikt. Andere ruimten binnen het operatiekamercomplex zijn hier veelal aan gekoppeld. De toenemende vraag naar energiebesparing vereist een luchtbehandelingssysteem dat de veranderende vraag aankan.

Relatief eenvoudige aanpassingen om energie te besparen, zijn onder andere het verruimen van de relatieve vochtigheidslimieten, het invoeren van operationele kloktijden en het verlagen van de

OK-classificatie. Het verlagen van de OK-classificatie heeft in deze studie het minste invloed op het energieverbruik ten opzichte van de gedefinieerde referentiesituatie. Met het installeren van een eenvoudige bewegingssensor kan ook overdag de ventilatie worden verlaagd als de OK niet in gebruik is.

Er blijkt nog veel potentie te zijn voor energiebesparing en om de uiteindelijk beoogde CO₂-uitstootreductie te realiseren door een of meerdere van de genoemde maatregelen door te voeren. ■

Referenties 1. TNO en TU/e in opdracht van NFU en NVZ. (2021). Bevochtigingseisen in de zorghuisvesting praktijk. 2. Traversari, A. A. L., Bottenheft, C., van Heumen, S. P. M., Goedhart, C. A., & Vos, M. C. (2017). Effect of switching off unidirectional downflow systems of operating theaters during prolonged inactivity on the period before the operating theater can safely be used. American Journal of Infection Control, 45(2), 139–144. <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2016.07.019>. 3. Schweizerischer Verein von Gebäudetechnik-Ingenieuren. (2015). SWKI VA105-01 Raumlufttechnische Anlagen in medizinisch genutzten Räumen SICC VA105-01. www.swki.ch. 4. DIN 1946-4: 2018-09. (2018). Ventilation and air conditioning - Part 4: Ventilation in buildings and rooms of health care. 5. Lans, J. L. A., Mathijssen, N. M. C., Bode, A., van den Dobbelsteen, J. J., van der Elst, M., & Luscuere, P. G. (2024). What is the effect of reducing the air change rate on the ventilation effectiveness in ultra-clean operating rooms? Journal of Hospital Infection. <https://doi.org/10.1016/j.jhin.2024.02.007>.