

Zrównoważony rozwój w laboratorium klinicznym

Zmiany klimatu stanowią poważne zagrożenie dla zdrowia na świecie. Już teraz obserwujemy rozprzestrzenianie się chorób przenoszonych przez wektory oraz wzrost liczby zachorowań i zgonów związanych z upałami i zanieczyszczeniem powietrza, podczas gdy podstawowe filary zdrowia – czyste powietrze, bezpieczna woda pitna, pożywienie oraz bezpieczne schronienie – stoją wobec bezprecedensowego zagrożenia. Kryzys ten nieproporcjonalnie dotyka najsłabsze grupy społeczne, nasilając istniejące globalne różnice w dostępie do opieki zdrowotnej ^(1, 2).

Jak na ironię, same systemy opieki zdrowotnej przyczyniają się do degradacji środowiska – działalności sektora medycznego przypisuje się 4–8% globalnej emisji dwutlenku węgla ^(3,4), co jest ilością porównywalną z emisjami całych krajów wielkości Niemiec lub Japonii. Działalność związana z opieką zdrowotną generuje również znaczne ilości odpadów, w tym biologicznych, chemicznych oraz stałych. Szacuje się, że odpady z tworzyw sztucznych stanowią nawet do 25% całkowitej masy odpadów wytwarzanych przez szpitale ⁽⁵⁾. W trakcie pandemii COVID-19 zapotrzebowanie na jednorazowe środki medyczne było tak duże, że wygenerowało miliony ton plastikowych odpadów, jednocześnie obnażając słabości globalnego łańcucha dostaw tworzyw sztucznych ⁽⁶⁾.

Podejmowanie działań na rzecz ograniczenia śladu środowiskowego opieki zdrowotnej ma zatem kluczowe znaczenie dla zapewnienia, że wysiłki na rzecz ochrony zdrowia nie będą przypadkowo szkodzić planecie. Zaniedbanie kwestii ogromnego śladu węglowego tego sektora i produkcji odpadów nie tylko zagraża zdrowiu publicznemu, ale także przeczy fundamentalnej misji opieki zdrowotnej – nie szkodzić – poprzez przyczynianie się do pogarszania warunków środowiskowych, które z kolei nasilają zagrożenia dla zdrowia.

Wpływ klinicznych badań laboratoryjnych na środowisko

W obliczu pilnej potrzeby ograniczenia negatywnego wpływu systemów opieki zdrowotnej na środowisko laboratorium medyczne musi dobrze rozumieć swój udział w tym wyzwaniu. Badania diagnostyczne stanowią integralną część nowoczesnej opieki zdrowotnej – według raportów aż 95% wszystkich schematów postępowania klinicznego opiera się na tych usługach ⁽⁷⁾. Przy około 14 miliardach badań wykonywanych rocznie w Stanach Zjednoczonych, 1,2 miliarda w Wielkiej Brytanii, 113 milionach w Australii ^(7, 8) oraz proporcjonalnych liczbach zgłaszanych w całej Europie szacuje się, że łączna liczba badań diagnostycznych na świecie sięga dziesiątek miliardów rocznie. Ponadto szacunki te nie uwzględniają nawet dodatkowych badań przeprowadzanych przy użyciu domowych zestawów testowych, które zazwyczaj są jednorazowymi urządzeniami z tworzyw sztucznych. Wobec przewidywanego dalszego wzrostu sektora diagnostycznego łatwo można sobie wyobrazić skalę i wpływ, jaki testy diagnostyczne mają i będą miały na środowisko, jeśli obecna sytuacja się nie zmieni.

Laboratoria same w sobie są środowiskiem bardzo energochłonnym, zużywając około 3 do 6 razy więcej energii niż porównywalnej wielkości pomieszczenia biurowe ⁽⁹⁾.

Wysokie zużycie energii wynika z szerokiego zastosowania sprzętu o dużym zapotrzebowaniu energetycznym, takiego jak zamrażarki niskotemperaturowe (ang. ultra-low temperature, ULT), zamrażarki, lodówki, wirówki, analizatory, inkubatory, wyciągi oraz systemy klimatyzacji i wentylacji ^(8, 10). Oprócz wysokiego zużycia energii, laboratoria zużywają także znaczne ilości wody oraz generują ogromne ilości odpadów – biologicznych, chemicznych i plastikowych – które często wymagają specjalistycznego

postępowania, takiego jak spalanie lub właściwa utylizacja. Spalanie typowych odpadów biologicznych zawierających tworzywa sztuczne może uwalniać toksyczne substancje, w tym dioksyny i furany, a przy niewłaściwym postępowaniu istnieje ryzyko przedostania się niebezpiecznych substancji chemicznych do ścieków lub zanieczyszczenia gleby ^(11, 12).

Dzięki kilku niedawno opublikowanej analizie cyklu życia (ang. life cycle assessment, LCA) powszechnie wykonywanych badań diagnostycznych zrozumieliśmy wpływ tych badań na środowisko, szczególnie w odniesieniu do najbardziej emisyjnych etapów procesu testowania. Obliczone emisje CO₂e dla poszczególnych badań, takich jak CRP, INR, pełna morfologia krwi, mocznik oraz elektrolity, mieszczą się w przedziale 74–274 g na badanie, przy czym dominującym źródłem emisji jest faza przedanalizacyjna – zwłaszcza produkcja i transport tworzyw sztucznych wykorzystywanych do pobierania próbek. W przypadku analizy moczu największa część emisji pochodziła natomiast z samego procesu badania laboratoryjnego, a całkowita emisja była znacznie wyższa i wyniosła 538 g CO₂e ^(13, 14). Udowodniono również, że emisje związane z przygotowaniem materiału biopsyjnego do analizy histopatologicznej są jeszcze większe – w jednym z badań oszacowano je na 280–790 g CO₂e i wskazano, że produkcja materiałów eksploatacyjnych i odczynników stanowi główne czynniki przyczyniające się do emisji ⁽¹⁵⁾. Biorąc pod uwagę dziesiątki miliardów badań przeprowadzanych rocznie na całym świecie oraz ciągły rozwój sektora diagnostycznego, łatwo można sobie wyobrazić, jak ogromny może być skumulowany ślad węglowy.

Działania organizacyjne, czynniki zmian i systemy zarządzania środowiskowego

Przed 2000 rokiem świadomość wpływu laboratoriów klinicznych na środowisko była ograniczona, a kwestie zrównoważonego rozwoju rzadko stanowiły przedmiot zainteresowania. Dopiero w ostatnich latach tematyka ta zaczęła zyskiwać na znaczeniu w omawianym sektorze. Ta stopniowa zmiana odzwierciedla ewolucję podejścia do integracji zasad zrównoważonego rozwoju z systemami opieki zdrowotnej na całym świecie. Dopiero niedawno instytucje medyczne zaczęły wdrażać inicjatywy mające na celu redukcję emisji dwutlenku węgla. Do godnych uwagi przykładów należą: strategia NHS Net Zero ogłoszona w 2020 roku, ustawa o zdrowiu i opiece z 2022 roku, zobowiązania systemu opieki zdrowotnej Nowej Zelandii z 2021 roku oraz globalna inicjatywa „Zielone i zdrowe szpitale”. Zidentyfikowano kilka kluczowych obszarów redukcji emisji dwutlenku węgla, takich jak zastąpienie paliw kopalnych źródłami energii odnawialnej oraz rozwój bardziej zrównoważonego łańcucha dostaw, ponieważ wykorzystanie surowców do produkcji i dystrybucji produktów stosowanych w opiece zdrowotnej jest kluczowym czynnikiem wpływającym na ślad węglowy. Na przykład w Wielkiej Brytanii NHS Suppliers Roadmap zobowiązuje wszystkich dostawców do opracowania planu redukcji emisji, natomiast przy zamówieniach publicznych przekraczających określoną wartość wymagane jest uwzględnienie tzw. wartości społecznej na poziomie co najmniej 10%. Wprowadzenie kryterium wartości społecznej do zamówień publicznych zapewnia, że decyzje zakupowe nie tylko wspierają cele zrównoważonego rozwoju, ale także promują sprawiedliwość społeczną i dobrobyt społeczności – a wszystkie te elementy pozostają w ścisłym związku ze zdrowiem publicznym.

Podczas gdy redukcja emisji dwutlenku węgla jest głównym celem opieki zdrowotnej, zgodnym z globalnymi dążeniami do przeciwdziałania zmianom klimatycznym, podejmowane są również działania na rzecz odpowiedzialnego stosowania substancji chemicznych.

W tym obszarze ustanowiono ponad 100 dyrektyw i rozporządzeń. Godne uwagi przykłady obejmują Konwencję Sztokholmską (2001), której celem jest eliminacja trwałych zanieczyszczeń organicznych, oraz unijny system rejestracji, oceny, udzielania zezwoleń i stosowanych ograniczeń w zakresie chemikaliów (REACH) (2006), który reguluje stosowanie substancji wzbudzających szczególne obawy. W ostatnim czasie strategia UE w zakresie substancji chemicznych na rzecz zrównoważonego rozwoju (2020) wyznaczyła ambitne cele w zakresie stopniowego wycofywania substancji stanowiących zagrożenie dla zdrowia ludzkiego lub środowiska. Przepisy te już zaczynają wpływać na stosowanie potencjalnie niebezpiecznych substancji chemicznych w laboratoriach klinicznych, zachęcając do ich eliminacji bądź bezpieczniejszej użycia – co stanowi istotny krok w kierunku ograniczania szkód



wynikających z ich użytkowania.

Od końca lat 80-tych istnieją również systemy i ramy stworzone w celu wspierania rozwoju zrównoważonych praktyk środowiskowych w organizacjach. Najbardziej znanym na świecie standardem jest ISO 14001 – dobrowolna norma, która stanowi ramy dla tworzenia systemu zarządzania środowiskowego z naciskiem na ciągłe doskonalenie. Choć norma ta została powszechnie wdrożona w przemyśle, jej zastosowanie w sektorze ochrony zdrowia jest ograniczone, a tylko nieliczne raporty wskazują na jej implementację w laboratoriach klinicznych^(9,16). Przyczyny tego nie są do końca jasne, jednak biorąc pod uwagę, że laboratoria kliniczne – ich zleceniodawcy oraz użytkownicy – koncentrują się przede wszystkim na jakości wyników klinicznych i zgodności z normami takimi jak ISO 15189, wydaje się prawdopodobne, że kwestie środowiskowe dotąd nie mieściły się w zakresie ich standardowej działalności.

Nowy zrównoważony rozwój w laboratorium klinicznym

W ciągu ostatnich kilku lat nastąpił obiecujący postęp w dziedzinie medycyny laboratoryjnej oraz szerzej rozumianego przemysłu diagnostyki in vitro w zakresie zrównoważonego rozwoju. Różne organizacje zawodowe aktywnie angażują się w inicjatywy na rzecz zrównoważonego rozwoju, opracowując strategie środowiskowe, tworząc specjalne grupy zadaniowe lub wyznaczając liderów ds. zrównoważonego rozwoju. Na przykład organizacje, takie jak Międzynarodowa Federacja Chemii Klinicznej i Medycyny Laboratoryjnej (ang. International Federation for Clinical Chemistry and Laboratory Medicine, IFCC), Europejska Federacja Laboratoriów Klinicznych i Medycyny Laboratoryjnej (ang. European Federation of Clinical Laboratories and Laboratory Medicine, EFLM), Brytyjskie Stowarzyszenie Diagnostyki In Vitro (ang. British In Vitro Diagnostics Association, BIVDA), Stowarzyszenie Medycyny Laboratoryjnej (LabMed), Instytut Nauk Biomedycznych (ang. Institute of Biomedical Science, IBMS), Royal College of Pathologists, podjęły znaczące kroki w celu promowania zrównoważonego rozwoju. Uwzględniając kwestie zrównoważonego rozwoju w programach konferencji oraz w planach informacyjnych, organizacje te wspierają świadomość i promują zrównoważone praktyki w środowisku laboratoriów klinicznych.

Oprócz normy ISO 14001 istnieją programy certyfikacji dedykowane specjalnie laboratoriom, które oferują ustrukturyzowany zestaw działań umożliwiających osiągnięcie wymiernych redukcji wpływu na środowisko. Przykładami są MyGreenLab – organizacja non-profit promująca zrównoważone praktyki w laboratoriach, oraz Laboratory Efficiency Assessment Framework (LEAF), opracowany przez University College London (UCL). Oba programy są głównie skierowane do laboratoriów badawczych i przemysłowych. Natomiast Europejska Federacja Chemii Klinicznej i Medycyny Laboratoryjnej (EFLM) oferuje program dedykowany laboratoriom klinicznym, zapewniając zarówno możliwość certyfikacji, jak i ogólnodostępną listę kontrolną. Wszystkie te inicjatywy koncentrują się na kluczowych obszarach, takich jak redukcja, ponowne wykorzystanie i recykling, ze szczególnym uwzględnieniem zużycia energii, odpadów, substancji chemicznych oraz wody.

Oszczędzanie energii pozostaje prostym sposobem na zmniejszenie śladu węglowego w laboratoriach. Coraz częściej nowoczesne laboratoria są projektowane lub modernizowane zgodnie z wymogami energooszczędnych przepisów budowlanych, takich jak amerykańska certyfikacja LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) czy unijne standardy dotyczące budynków o niemal zerowym zużyciu energii (ang. Nearly Zero-Energy Buildings, NZEB). Przepisy te promują stosowanie wysokowydajnych systemów klimatyzacji, oświetlenia LED oraz inteligentnych technologii budowlanych, które optymalizują zużycie energii, co prowadzi do zmniejszenia kosztów operacyjnych i emisji dwutlenku węgla. W laboratoriach, które nie mają możliwości takich modernizacji, istnieje wiele prostych i skutecznych działań na rzecz redukcji zużycia energii, takich jak wyłączanie sprzętu, gdy nie jest używany, stosowanie energooszczędnych modeli urządzeń, przejście na oświetlenie LED, optymalizacja systemów klimatyzacji oraz efektywne zarządzanie lodówkami i zamrażarkami. Na przykład podniesienie temperatury w zamrażarkach niskotemperaturowych o zaledwie 10°C, z -80°C do -70°C, może przynieść oszczędności energii rzędu 30% ⁽¹⁷⁾. Ocena bazowa przeprowadzona w jednym z laboratoriów przy użyciu kryteriów MyGreenLab wykazała potencjalną roczną redukcję zużycia energii o 9200 kWh oraz zmniejszenie emisji CO₂e o 7,3 tony ⁽¹⁸⁾.

Przejście na rozwiązania cyfrowe do zamawiania badań i raportowania nie tylko skraca czas realizacji, ale również eliminuje duże ilości papieru z procesu. Recykling niezanieczyszczonych odpadów zapobiega ich składowaniu na wysypiskach. Jedno z laboratoriów zgłosiło, że pakiet 14 badań biochemicznych wygenerował 1089,2 kg odpadów, z czego 21,4% nadawało się do recyklingu, co oznaczało oszczędność 265,7 kg CO₂e ⁽¹⁹⁾. Inne laboratorium ujawniło, że dzięki zaangażowaniu pracowników udało się poddać recyklingowi ponad 60% całkowitych odpadów, obejmujących szeroką gamę materiałów, takich jak styropian, szkło czy dywanowa ⁽²⁰⁾.



Zarządzanie diagnostyką to dobrze ugruntowana praktyka stosowana w laboratoriach, która promuje świadome i rozważne wykorzystywanie badań nie tylko w celu poprawy wyników leczenia pacjentów oraz zapobiegania nadmiernej diagnostyce i szkodom, ale także w celu ochrony zasobów laboratoryjnych oraz obniżenia kosztów. W połączeniu z innymi strategiami ograniczania liczby badań, takimi jak ustalanie minimalnych odstępów czasowych między kolejnymi badaniami, mogą one skutecznie zredukować

ilość odpadów, oszczędzić środki finansowe oraz przynieść korzyści dla środowiska ⁽²¹⁾. Istnieje wiele publikacji na temat korzyści płynących z tego podejścia, szczególnie w zakresie wyników pacjentów oraz oszczędności kosztów, a w niektórych nowszych opracowaniach przedstawiono także ilościowe dane dotyczące korzyści dla środowiska.

Przykłady:

Kanadyjskie badanie wykazało, że 76% pacjentów poddawano niepotrzebnym badaniom krwi, co skutkowało średnio 4,4 fiolkami krwi, 16,5 testami oraz utratą 18 ml krwi na pacjenta. Przekładało się to na emisję około 61 kg CO₂e (974 g CO₂e na osobę) oraz koszt w wysokości 5235 USD ⁽²²⁾.

W innym badaniu, przeprowadzonym w jednym ze szpitali w Wielkiej Brytanii, udowodniono, że eliminacja badań przeglądowych alloprzeciwciał IgG przed planowanymi operacjami z niskim (<1%) wskaźnikiem transfuzji pozwoliła zaoszczędzić 172 kg CO₂e rocznie ⁽²³⁾.

W ogólnokrajowym badaniu ustalono, że 76,5% badań na stężenie witaminy D przeprowadzanych w Australii nie przynosi żadnych korzyści zdrowotnych, powodując marnotrawstwo ponad 87 milionów dolarów australijskich oraz emisję od 28,6 do 42,0 ton CO₂e – co odpowiada przejechaniu około 160 000–230 000 km standardowym samochodem osobowym ⁽²⁴⁾.

Włączenie zrównoważonego rozwoju do medycyny laboratoryjnej nie tylko przynosi korzyści środowisku, lecz także powoduje znaczące oszczędności kosztów, które stanowią silną zachętę do jego wdrożenia. Na przykład instalacja systemów recyklingu rozpuszczalników w placówce diagnostycznej nie tylko znacznie zmniejszyła ilość

generowanych niebezpiecznych odpadów (oszczędzając rocznie 87,5 galonów formaliny, 294 galony ksylenu oraz 180 galonów alkoholu), lecz także obniżyła koszty zakupu rozpuszczalników o około 42 000 USD rocznie ⁽²⁵⁾.

Wnioski

Przyjmując zasady zrównoważonego rozwoju, laboratoria kliniczne nie tylko zmniejszają swój wpływ na środowisko, lecz także wzmacniają odporność i odpowiedzialność całego sektora opieki zdrowotnej. Wykorzystanie strategii opartych na danych, takich jak optymalizacja protokołów badań, recykling czy poprawa efektywności energetycznej, podkreśla rosnące znaczenie zrównoważonego rozwoju w codziennej działalności laboratoriów. Jednak istotne i trwałe zmiany będą możliwe tylko dzięki połączeniu transformacji organizacyjnej, indywidualnych działań oraz wspieraniu współpracy i innowacji w branży diagnostyki in vitro oraz sektorze laboratoriów klinicznych.

Korzyści płynące ze zrównoważonego rozwoju muszą być określone ilościowo, komunikowane i promowane z uwypukleniem, że zrównoważony rozwój to równowaga między zarządzaniem środowiskiem, sprawiedliwością społeczną oraz rentownością ekonomiczną. Ostatecznie priorytetowe traktowanie zrównoważonego rozwoju w laboratoriach klinicznych jest spójne z ich misją zapewniania wysokiej jakości opieki nad pacjentami oraz odpowiedzialności za środowisko, co wzmacnia przekonanie, że doskonałość opieki zdrowotnej i troska o środowisko mogą iść w parze.

1. Compendium of WHO and other UN guidance on health and environment. 2024 Update. <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/378095/9789240095380-eng.pdf?sequence=1>. SBN 978-92-4-009538-0
2. The 2022 report of the Lancet Countdown on health and climate change: health at the mercy of fossil fuels. Romanello, Marina et al. *The Lancet*, Volume 400, Issue 10363, 1619 – 1654
3. Peter-Paul Pichler et al 2019 *Environ. Res. Lett.* 14 064004 <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/ab19e1/meta>
4. Healthcare Climate Footprint Report. <https://global.noharm.org/media/4370/download?inline=1>
5. Measuring and reducing plastics in the healthcare sector. <https://europe.noharm.org/sites/default/files/documents-files/6886/2021-09-23-measuring-and-reducing-plastics-in-the-healthcare-sector.pdf>
6. Mansuy JM, Miguères M, Trémeaux P, Izopet J. Will the latest wave of the COVID-19 pandemic be an ecological disaster? There is an urgent need to replace plastic by ecologically virtuous materials. *Health Sci Rep.* 2022 Aug 7;5(5):e703. doi: 10.1002/hsr.2.703. PMID: 35949687; PMCID: PMC9358150
7. NICE impact diagnostic pathology (2021). <https://www.nice.org.uk/about/what-we-do/into-practice/measuring-the-use-of-nice-guidance/impact-of-our-guidance/nice-impact-diagnostic-pathology>
8. Pathology, Imaging, and other diagnostics services. <https://www.aihw.gov.au/reports/diagnostic-services/pathology-imaging-and-other-diagnostic-services>
9. Lopez JB, Jackson D, Gammie A, Badrick T. Reducing the Environmental Impact of Clinical Laboratories. *Clin Biochem Rev.* 2017 Feb;38(1):3-11. PMID: 28798502; PMCID: PMC5548370.
10. Christiansen N, Kaltschmitt M, Dzukowski F, Isensee F. Electricity consumption of medical plug loads in hospital laboratories: Identification, evaluation, prediction and verification. *Energy and Buildings* (107): 392-406 (2015-11-15). 10.1016/j.enbuild.2015.08.022
11. Rampi, Valérie and Bisazza, Oliver. "The EU Green Deal: the challenge of greening medical technologies" *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (CCLM)*, vol. 61, no. 4, 2023, pp. 651-653. <https://doi.org/10.1515/cclm-2023-0088>
12. European Federation of Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (EFLM) guidelines for green and sustainable medical laboratories. 2022. ISBN 979-12-210-1814-1.
13. McAlister S, Barratt AL, Bell KJ, McGain F. The carbon footprint of pathology testing. *Med J Aust.* 2020 May;212(8):377-382. doi: 10.5694/mja2.50583. Epub 2020 Apr 18. PMID: 32304240.
14. McAlister S, Grant T, McGain F. An LCA of pathology testing. *The International Journal of Life Cycle Assessment* (2021) 26:1753–1763. <https://doi.org/10.1007/s11367-021-01959-1>
15. Gordon IO, Sherman JD, Leapman M, Overcash M, Thiel CL. Life Cycle Greenhouse Gas Emissions of Gastrointestinal Biopsies in a Surgical Pathology Laboratory. *Am J Clin Pathol.* 2021 Sep 8;156(4):540-549. doi: 10.1093/ajcp/aqab021. PMID: 33822876.
16. Gammie, AJ., Lopez, JB. and Scott, S. Imperative: reducing the environmental impact of clinical laboratories. *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (CCLM)*, vol. 61, no. 4, 2023, pp. 634-637. <https://doi.org/10.1515/cclm-2022-1052>
17. Farley, M., McTeir, B., Arnott, A. and Evans. A. (2015) Efficient ULT Freezer Storage An Investigation of ULT Freezer Energy and Temperature Dynamics, available: <https://www.ed.ac.uk/files/atoms/files/efficient-ult-freezer-storage.pdf>
18. Hang A, McDowell A, Balasubramaniam S, Devanapalli B, Tolun A. A multidisciplinary approach to a greener and more sustainable biochemical genetics laboratory. *Twin Research and Human Genetics* (2023), 26, 99-100 doi:10.1017/thg.2023.7
19. Glover RT, Booth GS, Wiencek JR. Opportunities for recycling in an automated clinical chemistry laboratory produced by the comprehensive metabolic panel. *Am J Clin Pathol.* 2023 Aug 1;160(2):119-123. doi: 10.1093/ajcp/aqad031. PMID: 37029539.
20. Jackson D. Environmental Laboratory Facilities management. *Symposium Abstracts Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (CCLM)*, vol. 52, no. Supplement, 2014, pp. S59 <https://doi.org/10.1515/cclm-2014-4001>
21. Timothy F Lang, Inappropriate Laboratory Testing: The Hidden Cost to the Environment—Time for a Database of Associated Costs, *The Journal of Applied Laboratory Medicine*, Volume 9, Issue 5, September 2024, Pages 1070–1072, <https://doi.org/10.1093/jalm/jfae043>
22. Spoyalo K, Lalande A, Rizan C, Park S, Simons J, Dawe P, et al. Patient, hospital and environmental costs of unnecessary bloodwork: capturing the triple bottom line of inappropriate care in general surgery patients. *BMJ Open Qual* 2023;12:e002316
23. O Moses, A V Robinson, J A Bass, V Pegna, 793 Environmental Impacts of Excess Perioperative Testing: A Carbon Footprint Analysis of the Group and Save and Characterisation of Transfusion Rates in Common Surgical Procedures, *British Journal of Surgery*, Volume 111, Issue Supplement_6, July 2024, znae163.658, <https://doi.org/10.1093/bjs/znae163.658>
24. Breth-Petersen M, Bell K, Pickles K, et al. Health, financial and environmental impacts of unnecessary vitamin D testing: a triple bottom line assessment adapted for healthcare. *BMJ Open* 2022;12:e056997. doi:10.1136/bmjopen-2021-056997
25. Chisholm C, Hayford K, Stewart M. Dermatopathology Laboratory Green Initiatives. *Am J Clin Pathol.* 2022 Sep 2;158(3):372-377. doi: 10.1093/ajcp/aqac062. Erratum in: *Am J Clin Pathol.* 2022 Nov 3;158(5):666. doi: 10.1093/ajcp/aqac112. PMID: 35730355.



Dedicated to Discovery

**Veolia
Water Tech**

Veolia Water Technologies Sp. z o.o.
Al. Jerozolimskie 146 A • 02-305
Warszawa Tel. +48 22 506 57 00

Oddział w Tychach:
ul. Metalowa 3 • 43-100 Tychy
Tel. +48 32 506 50 20

info.poland@veolia.com
www.veoliawatertechnologies.pl