

Naar een kleinere CO₂-voetafdruk van een medisch microbiologisch laboratorium

Erlangga Yusuf

Samenvatting

De Nederlandse gezondheidszorgsector draagt 7 procent bij aan de CO₂-uitstoot van het land. Welk aandeel medisch microbiologische laboratoria hierin hebben, is tot nu toe niet bekend. In dit artikel beschrijven we de CO₂-uitstoot die geassocieerd is met het elektriciteitsverbruik van instrumenten, plastic gebruiksartikelen, verpakkingen en afval in een medisch microbiologisch laboratorium van een universitair ziekenhuis dat rond 500.000 bacteriologie-, 24.000 serologie-, 15.000 mycologie- en 96.000 moleculaire microbiologiebepalingen per jaar verricht. Ook de mogelijke initiatieven om deze CO₂-voetafdruk te verkleinen, worden in dit artikel beschreven.

Abstract

The Dutch healthcare sector contribution to the country's CO₂ emissions is about 7%. The share of medical-microbiological laboratories in this is however, not yet known. In this article, we describe the CO₂ emissions associated with the electricity consumption of instruments, plastic consumables, packaging, and waste in a clinical microbiology laboratory of a university hospital that performs around 500,000 bacteriology, 24,000 serology, 15,000 mycology, and 96,000 molecular microbiology procedures per year. This article also discusses possible initiatives to reduce this carbon footprint.

Inleiding

De stijging van de gemiddelde temperatuur op aarde in de laatste eeuw wordt mede veroorzaakt door menselijke activiteiten, zoals de uitstoot van broeikasgassen (koolstofdioxide (CO₂), lachgas (N₂O) en methaan (CH₄)). De opwarming van de aarde heeft gevolgen voor de gezondheid en welvaart van de

mensen [1]. Natuurrampen, zoals overstromingen en droogte, komen hierdoor vaker voor. Deze gaan vaak gepaard met een uitbraak van infectieziekten. Door de verplaatsing van vectoren nemen de vectorovergedragen infectieziekten ook toe. Naast het risico van infectieziekten is er een grotere kans op het ontwikkelen van respiratoire problemen [2]. Door natuurrampen kunnen bovendien (gewapende) conflicten plaatsvinden, wat weer zou kunnen leiden tot meer klimaatvluchtelingen uit landen met lage inkomens. Het merendeel van de broeikasgassen in Nederland wordt uitgestoten door de industrie (32 procent) en de mobiliteitssector (19 procent) [3]. Hoewel de gezondheidszorgsector bijdraagt aan het welzijn van de mensen, draagt ze ook bij aan de uitstoot van broeikasgassen. In Nederland wordt deze bijdrage geschat op 7 procent van de totale CO₂-productie [3]. Het aandeel van medisch microbiologische laboratoria hierin is tot op heden onbekend. Dat is bijzonder voor een vak dat bekend staat om het bijhouden van epidemiologie en surveillance. Als bekend zou zijn hoeveel en welke onderdelen van een medisch microbiologisch laboratorium de meeste CO₂ uitstoten, kan men gerichte acties uitzetten om deze uitstoot te verminderen en het effect van deze acties te meten. In dit artikel wordt de inschatting beschreven van de hoeveelheid CO₂-uitstoot van ons laboratorium. Verder worden de initiatieven besproken die genomen kunnen worden om deze uitstoot te verminderen. Een deel van de resultaten uit dit artikel is eerder beschreven in *Clinical Microbiology and Infection* [4].

Erasmus Medisch Centrum, Rotterdam, afdeling Medische Microbiologie en Infectieziekten, dr. E. Yusuf, arts-microbioloog.
Correspondentieadres: e.yusuf@erasmusmc.nl.

Het meten van impact van het laboratorium op het milieu

Er zijn complexe methoden om de impact van een sector op het milieu te meten [5]. De ecologische impact wordt bijvoorbeeld gemeten met de life cycle analysis (LCA). LCA analyseert de CO₂-uitstoot van een product door de hele cyclus heen, vanaf de winning van grondstoffen tot productie, verpakking en vervoer van afval en hergebruik van materiaal. Er wordt niet alleen gekeken naar de CO₂-productie maar ook naar het waterverbruik en landgebruik. Een andere benadering is de material flow analysis (MFA). MFA richt zich op de stroom van de materialen in een systeem, terwijl LCA de levenscyclus van een product in kaart brengt. Eerder is een studie gepubliceerd over de stroom voor het gebruik van materialen zoals infuuszaken en handschoenen die gebruikt worden op onze intensivecare (IC)-afdeling [5].

Deze benaderingen zijn ingewikkeld, tijdrovend en vergen expertise van externe partijen, hetgeen kosten met zich meebrengt. Hoewel duurzaamheid een steeds prominenter plek krijgt in de missie en visie van de Nederlandse zorgsector, wordt het op dit moment nog steeds als een vrijwillige aangelegenheid beschouwd. Voor onze studie hebben we gekozen om pragmatisch te werk te gaan, door de mogelijke bronnen van CO₂-uitstoot onder te verdelen in instrumenten, gebruiksartikelen, ondersteuning, personeel en overige bronnen.

Setting

Het medisch microbiologisch laboratorium van het Erasmus Medisch Centrum (Erasmus MC) is een ISO15189-geaccrediteerd laboratorium met circa 500.000 bacteriologie-, 24.000 serologie-, 15.000 mycologie- en 96.000 moleculaire verrichtingen per jaar. In het Erasmus MC werken circa 50 analisten en 10 artsen-microbioloog. Het diagnostisch laboratorium is doordeweeks open tussen 07.30 en 17.00 uur en in het weekend tussen 08.30 en 12.00 uur. Het ziekenhuis heeft 1320 bedden.

Instrumenten

Het elektriciteitsverbruik per instrument per jaar berekenen was voor ons een pragmatische manier om de CO₂-uitstoot van instrumenten uit ons laboratorium te meten. Door als eenheid 'jaar' te kiezen, konden we instrumenten vergelijken. De elektriciteitsconsumptie (kilowattuur) van de instrumenten is vaak te vinden op de website van de fabrikanten. Aangezien er CO₂ wordt uitgestoten bij de productie van elektriciteit, wordt een omrekenfactor gebruikt om de hoeveelheid CO₂ die vrijkomt, te berekenen (dat wil zeggen, van kilowattuur naar kilogram CO₂). De conversiefactor om CO₂-uitstoot te berekenen, verschilt per land. In Nederland is de omrekenfactor 0,435 kg/kilowattuur [6]. Voor het berekenen van de CO₂-uitstoot van onze instrumenten hebben we een onderscheid gemaakt tussen elektriciteitsverbruik in twee standen, namelijk

Instrument	Energieverbruik tijdens gebruik (watt per uur)	CO ₂ -uitstoot per jaar (kilogram)*
Geautomatiseerd bloedkweekstelsel (BD BACTEX FX)	650	2.482
Geautomatiseerd kweekstelsel voor mycobacteriën (BACTEC MGIT)	1.000	3.796
MALDI-TOF (Bruker)	1.138**	4.344
Geautomatiseerde gevoeligheidstest (VITEK2)	600	2.263
Broth microdilution system (Sensititre Vizion)	600	33
Weefselhomogenizer (gentleMACS Dissociator)	320	1.205
Moleculair-diagnostische 'point of care'-test (Cepheid Gene Xpert 16 modules)	270	1.022
Volgautomatiseerd realtime PCR-systeem (Roche Cobas)	3.500	13.323
Serologietest d.m.v. CLIA (DiaSorin LIAISON XL)	550	2.081
Totaal		30.549

Tabel 1. *Inschatting van CO₂-uitstoot van de meest gebruikte instrumenten*

* Berekend op basis van 8 uur in werking en 16 uur in stand-by modus en op basis van 24 uur voor instrumenten die 24 uur aanstaan.

** Inbegrepen het gebruik van computer en beeldscherm.

wanneer de instrumenten 'aan' respectievelijk in 'stand-by'-modus staan. Dit geldt alleen voor instrumenten die niet 24 uur per dag in werking zijn, zoals malditof of VITEK2. In *tabel 1* presenteren we de resultaten van CO₂-productie per jaar van instrumenten die in ons laboratorium veel worden gebruikt. Uit deze tabel blijkt dat we voor het uitvoeren van testen in ons laboratorium met deze genoemde instrumenten alleen al ongeveer 30.549 kg CO₂ uitstoten.

Gebruiksartikelen

Om de CO₂-uitstoot van gebruiksartikelen te berekenen, hebben we ervoor gekozen om alleen het gewicht van onze gebruiksartikelen en de verpakkingen daarvan te wegen. De meeste artikelen zijn van plastic gemaakt en verpakt in dozen van karton. Om 1 kg plastic en 1 kg karton te produceren, wordt respectievelijk 2,5 kg CO₂ [7] en 4 kg CO₂ uitgestoten [8,9].

We gebruiken ongeveer 385.000 agarplaten per jaar, met een totaalgewicht van 5.390 kg. Deze agarplaten zijn verpakt in 963 kartonnen dozen, met een totaalgewicht van 623 kg. Voor het produceren van het plastic voor agarplaten (en de verpakking ervan) wordt in totaal 13.790 kg CO₂ uitgestoten. We hebben dezelfde berekeningen gedaan voor andere materialen die we in het laboratorium veel gebruiken voor serologie en moleculaire testen (bijvoorbeeld pipetpuntjes, PCR-platen) (zie *tabel 2*). Voor de laatstgenoemde testen wordt er voor gebruiksartikelen 21.019 kg CO₂ uitgestoten. De afvalverwerking ervan gaat ook gepaard met veel CO₂-productie. Per jaar gebruiken we ongeveer 9.600 afvaltonnen; voor de productie van deze tonnen is 31.680 kg CO₂ nodig. In totaal is er per jaar grofweg 52.699 kg CO₂ gemoeid met productie en afval van gebruiksartikelen die we in ons laboratorium nodig hebben.

Informatica en personeel

We schatten dat het energieverbruik van 20 personal computers in het laboratorium goed is voor een CO₂-uitstoot van 1.760 kg per jaar. Zoals in veel laboratoria in Nederland worden de meeste uitslagen elektronisch uitgegeven en niet meer op papier. We hebben daarom de CO₂ die wordt uitgestoten door het printen van laboratoriumuitslagen op papier niet berekend. In de literatuur wordt transport en mobiliteit als een

Tabel 2. *Inschatting van CO₂-uitstoot per jaar van gebruiksartikelen (consumables).*

Consumables	CO ₂ -uitstoot per jaar (kilogram)*
Bacteriologietesten	16.590
Serologietesten	1.177
Moleculaire testen	3.252
Afvaltonnen	31.680
Totaal	52.699

aparte categorie berekend. In Nederland draagt deze categorie bij aan ongeveer 13 procent van alle CO₂-uitstoot. We hebben ook de CO₂-uitstoot berekend die te maken heeft met transport en mobiliteit van onze laboratoriummedewerkers, maar deze niet meegenomen in de totale berekening om deze activiteiten in het perspectief te zetten van laboratoriumtesten. Op onze afdeling werken circa 150 medewerkers. Als we aannemen dat dertig van hen 20 km per dag rijden om naar het werk te komen, komen we uit op ongeveer 72 kg CO₂ per dag (per 10 km wordt ongeveer 1,2 kg CO₂ uitgestoten). Bij 300 werkdagen per jaar komen we op een uitstoot van ongeveer 21.600 kg CO₂. Een andere interessante CO₂-bijdrage om te meten voor medisch microbiologische laboratoria is het bezoeken van congressen. Een retourvlucht voor het bezoek van bijvoorbeeld ECCMID in Barcelona staat gelijk aan een CO₂-uitstoot van 217 kg CO₂ per persoon [10]. Als acht artsen-microbioloog naar de ECCMID gaan, is dit geassocieerd met 1.736 kg CO₂.

Hoeveel is onze totale CO₂-uitstoot? Hoe schadelijk is dit?

We hebben berekend dat de combinatie van instrumenten, consumables en computers van ons medisch microbiologisch laboratorium per jaar geassocieerd is met 85.008 kg CO₂-uitstoot. Om pragmatische redenen hebben we in deze berekening de CO₂-uitstoot die geassocieerd is met incubatoren, diepvriezers en koelkasten niet meegenomen. Sommige van deze apparaten worden gedeeld met het onderzoekslaboratorium. De CO₂-productie geassocieerd met verlichting en de verwarming van het gebouw is ook niet meegenomen in deze berekening.

Net zoals mobiliteit en transport worden deze posten apart berekend en meegenomen bij de berekening van het energieverbruik van ziekenhuisgebouwen [3]. In Nederland draagt de energie die nodig is voor het verwarmen en verlichten van de ziekenhuisgebouwen voor 38 procent bij aan de totale CO₂-voetafdruk van de gezondheidszorgsector [3].

Hoe kunnen we dit getal plaatsen? In Nederland stoten we samen 168 megaton CO₂ per jaar uit, 7 procent (11,8 megaton) hiervan komt uit de gezondheidszorg. De CO₂-uitstoot van ons medisch microbiologisch laboratorium vormt 0,000073 procent van de CO₂-uitstoot van de Nederlandse gezondheidszorg. Om dit getal in perspectief te zien, vergelijken we het met de uitstoot van andere specialismen. Onze CO₂-uitstoot is bijvoorbeeld hoger dan die van een Amerikaanse intensive-careafdeling in St. Louis met 34 bedden (64.970 kg CO₂-uitstoot per jaar) [11]. Hier gaat het natuurlijk om een zeer grove vergelijking, waarbij ook rekening gehouden moet worden met verschillende methoden van meten. Er is weinig literatuur over de CO₂-voetafdruk van andere klinische laboratoria. Een studie uit Australië meet de hoeveelheid CO₂-uitstoot per test. De bepaling van CRP gaat bijvoorbeeld gepaard gaat met 49 gram CO₂-uitstoot per test [12]. Het laboratorium van het Erasmus MC is niet volledig geautomatiseerd. Het zou interessant zijn om de CO₂-voetafdruk uit deze studie te vergelijken met die van een (volledig) geautomatiseerd laboratorium.

Om een voorstelling te kunnen maken van de betekenis van de CO₂-uitstoot, heeft de auteur ChatGPT gevraagd om 85.008 kg CO₂ in perspectief te zetten. De chatbot meldt dat dit het equivalent is van ongeveer 39.000 km autorijden. Dit is 12 keer van Rotterdam naar Rome en terug. De uitstoot staat ook gelijk aan 77 jaar energiegebruik in het huishouden van een alleenstaande. Helaas heeft de chatbot geen antwoord op de vraag hoeveel oppervlakte aan ijskap verloren gaat als gevolg van deze hoeveelheid CO₂-uitstoot.

Wat kunnen we doen om het laboratorium te verduurzamen?

Het is duidelijk dat we als medisch microbiologische laboratoria bijdragen aan de CO₂-uitstoot. Onze studie laat zien dat gebruiksartikelen en afvalverwerking de meeste CO₂ uitstoten, gevolgd door energieverbruik door instrumenten. Initiatieven om uitstoot te ver-

minderen kunnen plaatsvinden op uitvoerings- en beleidsniveau. Op de afdeling Medische Microbiologie van het Erasmus MC wordt bijvoorbeeld hard plastic-van zacht plasticafval gescheiden. Over het algemeen is hard plastic 'gemakkelijker' te recyclen dan zacht plastic. Dit initiatief is gestart door analisten van de afdeling. Een ander initiatief dat ook al in meerdere laboratoria is gedaan, is de temperatuur van de vriezer omhoog te brengen van -80°C naar -68°C. Dit zijn een paar concrete voorbeelden van laaghangend fruit waarmee de CO₂-voetafdruk omlaag gebracht kan worden.

Er zijn nog andere concrete voorbeelden op uitvoeringsniveau, zoals testen in batch en een goede planning voor het bestellen van gebruiksartikelen. Een goede planning voorkomt het onnodig weggooien van ongebruikte testen. Op beleidsniveau kan men bijvoorbeeld kiezen voor de aanschaf van instrumenten met een kleine voetafdruk. Men kan ook samenwerken met de fabrikanten en leveranciers die in hun laboratoriummaterialen weinig plastic gebruiken. Het stimuleren van verantwoord gebruik van medische microbiologietesten – alleen testen inzetten die daadwerkelijk bijdragen aan de beslissing om een patiënt te behandelen (diagnostic stewardship) – zou ook kunnen bijdragen aan minder materialenverbruik in het laboratorium.

Ook op andere afdelingen zijn er initiatieven die wellicht als inspiratie kunnen dienen. De IC-afdeling van het Erasmus MC heeft bijvoorbeeld het ambitieuze doel om de IC tot een 100 procent circulaire IC zonder afval te maken [13]. Op deze IC-afdeling wordt veel gewerkt met producten die de grootste impact hebben het milieu, zoals verpakkingen van vloeibare stoffen, infusen, handschoenen, schorten, spuiten en mondkapjes. Op ziekenhuisniveau worden bedden-goed, dienstkleding en handdoeken met relatief schone vrachtwagens van Rotterdam naar de industriële wasserij in Tiel gereden. De beddenwasstraat, waarin jaarlijks 50.000 bedden en matrassen geautomatiseerd worden gereinigd, behoeft slechts 2 liter water per bed (waar vroeger 30 liter water nodig was).

Recent is binnen de NVMM een werkgroep Duurzaamheid gestart (zie elders in deze editie). Met deze werkgroep hoopt men initiatieven, kennis en best practices rondom duurzaamheid in de medische microbiologie te verzamelen en te delen. Het duurzaamheidsthema leeft onder artsen-microbioloog.

Bij navraag onder NVMM-leden gaven 22 leden aan dat ze in hun laboratoria al duurzaamheidsinitiatieven hebben ontwikkeld.

Ten slotte

In dit artikel hebben we de CO₂-uitstoot ingeschat die is geassocieerd met de activiteiten van ons medisch-microbiologisch laboratorium, en hebben we een aantal (concrete) voorstellen gedaan hoe deze CO₂-uitstoot op laboratoriumniveau verminderd kan worden. Medische microbiologielaboratoria zijn echter te klein om echte impact te hebben en daarom is het nodig om een gezamenlijke front te vormen met bijvoorbeeld klinische chemie- en pathologie-laboratoria. Een gezamenlijke aanpak met andere ziekenhuisafdelingen is ook nodig, zoals het aanvragen van gerichte testen. Verder geldt dat voor elke gedragsverandering bewustwording de eerste stap is.

Dankwoord

De auteur wil graag Ad Luijendijk (manager), Ger Roedelof (logistiek medewerker) en Jeffrey Lankhaar (medisch analist) bedanken voor hun hulp bij het wegen en meten van de materialen die worden gebruikt in het medisch microbiologisch laboratorium van het Erasmus MC. Voor het praktische werk is de auteur de volgende oprichters en leden van het greenteam van de afdeling Medische Microbiologie en Infectieziekten van het Erasmus MC zeer erkentelijk: Aart van der Meijden (oud-researchanalist) en Marloes Forster (oud-medisch analist) en van de huidige team: Saskia Mudde (PhD-student en AIOS medische microbiologie), Hans Luijendijk (medisch analist), Mickey Konings (PhD-student), Saskia Hartog (adviseur bedrijfsvoering) en Amber Jansma (kwaliteitsfunctionaris).

Referenties

1. Lenzen M, Malik A, Li M, et al. The environmental footprint of health care: a global assessment. *Lancet Planet Heal* [Internet]. 2020 Jul 1 [cited 2021 Aug 24];4(7):e271-9.
2. Rocque RJ, Beaudoin C, Ndjaboue R, et al. Health effects of climate change: an overview of systematic reviews. *BMJ Open* [Internet]. 2021 [cited 2023 Jan 31];11:46333.
3. De Bruin J, Houwert T, Merkus K. Een stuur voor de transitie naar duurzame gezondheidszorg: Kwantificering van de CO₂-uitstoot en maatregelen voor verduurzaming. *Gupta Strategists*: Mei 2019.
4. Yusuf E, Luijendijk A, Roo-Brand G, Friedrich AW. The unintended contribution of clinical microbiology laboratories to climate change and mitigation strategies: a combination of descriptive study, short survey,

literature review and opinion. *Clin Microbiol Infect*. 2022;9:1245-50.

5. Hunfeld N, Diehl JC, Timmermann M, et al. Circular material flow in the intensive care unit-environmental effects and identification of hotspots. *Intensive Care Med* [Internet]. 2023 [cited 2023 Feb 1];49:65-74.

6. Zijlema PJ. The Netherlands: list of fuels and standard CO₂ emission factors version of January 2020. Netherlands Enterprise Agency: January 2020. <https://english.rvo.nl/sites/default/files/2020/03/The-Netherlands-list-of-fuels-version-January-2020.pdf>

7. <https://www.worldcentric.com/our-impact/zero-waste-solutions/energy-efficiency/> Geraadpleegd op 26 april 2023.

8. <https://climact.com/en/climate-neutrality-roadmap-for-the-corrugated-cardboard-industry/> Geraadpleegd op 26 april 2023.

9. Cartons and Carbon Footprint Cartonboard packaging's approach to fossil and biogenic carbon Association of European Cartonboard and Carton Manufacturers. www.procarton.com. Geraadpleegd op 26 april 2023.

10. KLM. CO₂ Emission and compensation price per destination. https://www.klm.com/travel/nl_nl/images/KLM-netwerk-CO2data--jan2018--2_tcm541-995022.pdf. Geraadpleegd op 26 april 2023.

11. McGain F, Burnham JP, Lau R, Aye L, Kollef MH, McAlister S. The carbon footprint of treating patients with septic shock in the intensive care unit. *Crit Care Resusc*. 2018;20(4):304-12.

12. McAlister S, Barratt AL, Bell KJL, McGain F. The carbon footprint of pathology testing. *Med J Aust*. 2020;212(8):377-82.

13. Een doos handschoenen en 8 incontinentiematjes per patiënt per dag: het ziekenhuis gaat zijn afvalberg te lijf. Available from: <https://www.volkskrant.nl/wetenschap/een-dooos-handschoenen-en-8-incontinentiematjes-per-patiënt-per-dag-het-ziekenhuis-gaat-zijn-afvalberg-te-lijf-b59d5b5d/>. Geraadpleegd op 2 februari 2023.