



# Omdefiniera hållbarhet inom hälso- och sjukvården

En helhetssyn på  
hållbarhetsbedömning  
inom medicinteknik

# Sammanfattning

Att säkerställa hälso- och sjukvårdssystemens långsiktiga hållbarhet och motståndskraft är en gemensam prioritet i hela Europa. I takt med att sektorn står inför ökande komplexitet, resursbegränsningar och miljöutmaningar finns det ett växande behov av en mer holistisk och harmoniserad strategi för att utvärdera hållbarheten hos medicinsk teknik. Denna rapport argumenterar för att hållbarhetsbedömningar måste gå utöver snäva miljömått och istället integrera miljömässiga, mänskliga och ekonomiska effekter över hela livscykeln för medicinsk teknik och patientförlopp.

Nuvarande utvärderingsmetoder är fragmenterade och förlitar sig ofta på ofullständig data eller data av dålig kvalitet, vilket begränsar vårdgivares och beslutsfattares förmåga att fatta välgrundade, evidensbaserade beslut. I synnerhet kan en övertro på livscykelanalyser som enbart fokuserar på utsläpp av växthusgaser leda till oavsiktliga konsekvenser, inklusive risker för patient- och personalsäkerhet, ökad belastning på vårdpersonal samt förbisedda ekonomiska kostnader.

Denna rapport efterlyser utveckling av ett gemensamt europeiskt ramverk för hållbarhetsbedömning som stöder konsekvent, transparent och datadrivet beslutsfattande. Den beskriver grundläggande element för ett sådant ramverk, inklusive behovet av förbättrad datadelning, samarbetsmekanismer, kapacitetsuppbyggnad för upphandlingspersonal och integrering av hållbarhet i värdebaserade hälsovårdsmodeller. Genom att anta en helhetssyn kan intressenter säkerställa att hållbarhetsinsatser förbättrar patientresultat, arbetskraftens välbefinnande samt hälsovårdssystemens motståndskraft.



# 1. Introduktion

En övergripande prioritet för att förbättra hälso- och sjukvårdssystemen är behovet av att göra dem mer hållbara och framtidssäkra samtidigt som patienters tillgång till innovation främjas. I detta sammanhang bör de tre hållbarhetspelarna – miljömässig, mänsklig och ekonomisk – fungera som vägledande principer i arbetet med att förbättra patientrelaterad vård, hantera nya hälsohot och åtgärda bristen på vårdpersonal, samtidigt som sektorns miljöavtryck minskas.

Medan kraven på vårdgivare har blivit alltmer komplexa och resurskrävande de senaste åren, ökar också möjligheterna att stärka hälso- och sjukvårdssystemen och deras motståndskraft. Med utvecklingen av Europeiska hälsounionen och gemensamma åtgärder inom områden som sträcker sig från digitalisering av hälso- och sjukvården till att bekämpa cancer och förbereda sig för framtida hot, erkänns en gemensam europeisk strategi och bättre samordning på EU-nivå i allt högre grad som avgörande för att möta de hälso- och sjukvårdsbehov som européer står inför<sup>1</sup>. Trots denna växande konvergens på EU-nivå finns det dock fortfarande utrymme för förbättringar – särskilt inom kritiska områden som hållbarhetsbedömning, där metoderna fortfarande är fragmenterade och ojämna mellan medlemsstaterna.

En enhetlig strategi för att bedöma hållbarhet bör uttryckligen inkludera medicinsk teknik, eftersom dessa lösningar kan stödja vårdpersonal i att leverera högkvalitativ vård, förbättra patientresultaten och bidra till hälso- och sjukvårdssystemens motståndskraft. Att säkerställa tillgång till sådana innovationer främjar också utvecklingen av en dynamisk, patientorienterad medicinsk industri, bättre rustad att möta föränderliga hälso- och sjukvårdsbehov.

I avsaknad av harmoniserade ramverk för att bedöma de övergripande miljömässiga, mänskliga och ekonomiska effekterna har vårdgivare begränsade alternativ och förlitar sig ofta på inkonsekventa utvärderingsverktyg med ofullständiga och dåliga data.

Fokus i denna artikel – hållbarhetsutvärdering av medicinteknik – är ett exempel på detta, som belyser hur ett överdrivet beroende av en enda uppsättning överväganden och mätvärden, i kombination med avsaknaden av ett helhetsperspektiv och ett gemensamt perspektiv, kan hindra evidensbaserat beslutsfattande och potentiellt leda till oavsiktliga eller till och med negativa resultat.

Vägen mot att förbättra hållbarheten inom hälso- och sjukvården ur ett miljöperspektiv har till stor del definierats av EU:s mål att nå nettonollutsläpp senast 2050, drivet av Green Deal<sup>2</sup>, vilket innebär både möjligheter och utmaningar för hälso- och sjukvårdssektorn. Initiativ som handlingsplanen för den cirkulära ekonomin har lett till att vårdgivare har omprövat sina hållbarhetsmetoder inom olika områden, från avfallshantering och hantering av farliga material till upphandlingskriterier och användning av medicintekniska produkter.

Även om dessa insatser har främjat hållbarhet och cirkularitet inom vissa områden inom hälso- och sjukvården, har de också lett till beslutsfattande trender som saknar tillräckliga bevis inom andra områden.

För närvarande är metoderna för att utvärdera hållbarhet inom medicinteknik fragmenterade över hela Europa. I takt med att vårdgivare står inför ett ökande tryck att minska utsläppen av växthusgaser och avfall, förlitar de sig ofta på livscykelanalyser för att vägleda beslut för att minimera sitt miljöavtryck. Dessa bedömningar baseras dock ofta på otillräckliga bevis och förlitar sig på antaganden och genomsnittliga data som inte tar hänsyn till särdragen hos medicinteknik och vårdmiljön<sup>3,4</sup>. De fokuserar främst på utsläppen av växthusgaser från enskilda produkter och förbiser bredare överväganden genom hela livscykeln för medicinteknik och patientförlopp.

Dessa luckor kan ses i flera publicerade livscykelanalyser<sup>5,6,7</sup>, som inte tar hänsyn till all relevanta miljöpåverkan. Dessa effekter inkluderar vatten- och kemikalieanvändning, föroreningar och avloppsvattenkontaminering i samband med medicintekniska produkter och deras upparbetning. Dessutom förbises ofta mänskliga och ekonomiska effekter – såsom patientsäkerhetsrisker, personalens välbefinnande, underhåll av produkter och kostnader i samband med biverkningar – i de övergripande utvärderingarna<sup>8</sup>. Dessutom är befintliga bedömningar sällan jämförbara med varandra på grund av bristen på en konsekvent och tillräckligt stringent metod för att möjliggöra jämförelse.

När beslutsfattandet är fragmenterat och inte fullt ut välgrundat kan det innebära risker för patienters och vårdgivares säkerhet, samtidigt som det bidrar till nya utmaningar. Till exempel kan bristande hänsyn till sjukhusavloppsvatten bidra till utveckling av antimikrobiell resistens (AMR)<sup>9</sup>, medan en växande vattnefterfrågan i sjukhusmiljöer kan bidra till vattenbrist<sup>10</sup>.

Denna artikel argumenterar för att en holistisk, datadriven metod, stödd av ett harmoniserat ramverk, är avgörande för att bedöma hållbarhet inom medicinsk teknik. En hållbarhetsutvärdering som går utöver livscykelanalys, och som inkluderar relevanta effekter och konsekventa och strikta kriterier, skulle bidra till att driva verkliga framsteg mot hållbarhetsmål samtidigt som säkerhet och vårdkvalitet bibehålls.

Ett helhetsgrepp bör:



Integrera miljömässiga, mänskliga och ekonomiska effekter i hela värdekedjan.



Prioritera patienters och vårdgivares säkerhet och välbefinnande.

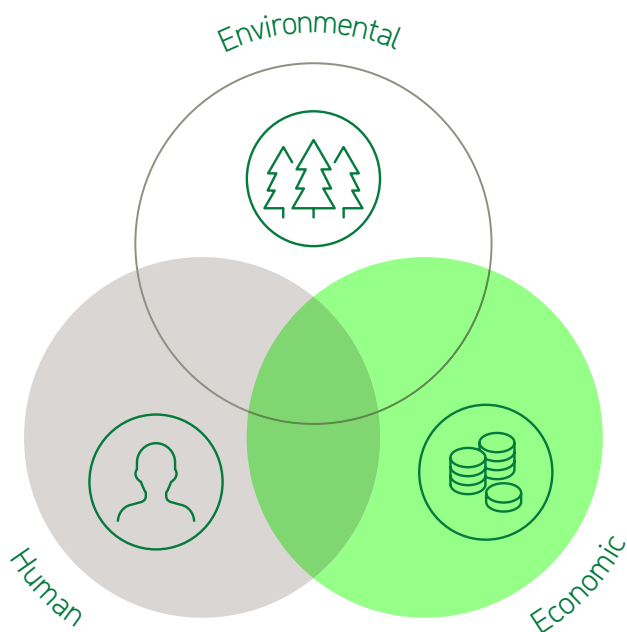


Bevara patientcentrerad vård och beakta vikten av innovation inom hälso- och sjukvården.

I följande kapitel föreslår denna artikel grundläggande element för en holistisk och evidensbaserad strategi för att bedöma hållbarhet inom hälso- och sjukvården. I syfte att vägleda diskussioner mot en gemensam förståelse av viktiga kriterier och parametrar presenterar vi aktuell forskning om miljömässiga, mänskliga och ekonomiska effekter. Artikeln avslutas med rekommendationer för beslutsfattare och intressenter som syftar till att minska fragmenteringen och gå mot ett gemensamt europeiskt ramverk för hållbarhetsutvärdering av medicinteknik.

## 2. Miljömässiga, mänskliga och ekonomiska effekter

Att främja hållbarhetsmål inom hälso- och sjukvården, samtidigt som man prioriterar patientresultat och säkerställer säkerhet, kräver en helhetssyn som beaktar alla relevanta miljömässiga, mänskliga och ekonomiska konsekvenser. Detta kapitel undersöker konsekvenser och överväganden som ofta förbises i befintliga bedömningar, vilket ger en grund för diskussioner om vad en mer omfattande, datadriven hållbarhetsutvärdering bör innebära.





## Miljöpåverkan

Detta avsnitt utforskar viktiga miljöpåverkan och belyser överväganden som är otillräckligt studerade eller inte alltid beaktas vid bedömning av miljöpåverkan av olika medicintekniska produkter.

### Utsläpp av växthusgaser

Globalt uppskattas hälso- och sjukvårdssystem bidra med cirka 4,4 % av de totala utsläppen av växthusgaser<sup>11</sup>, vilket belyser behovet av att alla intressenter – inklusive styrningsorgan, sjukhusledning och tillverkare av medicintekniska produkter – arbetar tillsammans för att förstå hela spektrumet av utsläpp inom hälso- och sjukvårdssystemet och för att mildra deras påverkan genom evidensbaserat beslutsfattande.

När det gäller utvärdering av medicinteknik fokuserar de för närvarande tillgängliga verktygen för hållbarhetsbedömning, såsom livscykelanalyser, på utsläppen från enskilda produkter medan de bortser från utsläpp från den vårdspecifika livscykeln, inklusive tillverkningsprocesser, förpackning och transport av produkter, samt re-processning av produkter<sup>12</sup>. Tillgänglig data om andelen växthusgasutsläpp i samband med hela livscykeln för medicinteknik är begränsad och kräver ytterligare forskning. Det finns dock vissa utgångspunkter gällande deras andel av utsläppen i operationssalar, vilka är de mest energiintensiva områdena på sjukhus. En ettårig studie som genomfördes på tre akademiska sjukhus i Kanada, USA och Storbritannien visade att 80–88 % av växthusgasutsläppen i operationssalar härrör från energiförbrukning och anestesigaser, medan de återstående 12–20 % är kopplade till påverkan på leveranskedjan och avfall<sup>13</sup>. Det är värt att notera att högst 4 % av utsläppen från operationssalar per kirurgiskt ingrepp var kopplade till hantering av avfallsmaterial och utrustning<sup>14</sup>.

En mer holistisk och evidensbaserad metod för hållbarhetsutvärdering bör inkludera hänsyn till utsläpp av växthusgaser under hela den vårdspecifika produktens livscykel.

### Avfall

Avfall från vårdinrättningar uppskattas utgöra 1–2 % av det totala fasta kommunala avfallet, varav 85 % består av ofarligt material såsom kartong, förpackningar och matavfall<sup>15</sup>.

För att få en korrekt bild av avfallet inom vården och för att kunna vidta åtgärder för att minska avfallsnivåerna är det viktigt att noggrant bedöma avfallet som genereras av medicinteknik – både inom och utanför operationssalen. Befintliga bedömningar tar dock sällan hänsyn till avfall som genereras utanför operationssalen, särskilt inte under återvinning av utrustning.

Avfall som genereras vid re-processning omfattar ett brett utbud av engångskomponenter, utöver transportbehållare och förpackningar. Till exempel rengöring av endoskop kräver rengöringskit som omfattar dukar, rengöringsmedel, borstar, rör etc. samt personlig skyddsutrustning (PPE) såsom hårskydd, ansiktsskydd, kläder och handskar. Dessutom behövs olika testkit och prover för omvalidering, tillsammans med material för torkning och förvaring, såsom handdukar, sprutor och etiketter<sup>16</sup>.

Hållbarhetsbedömningar bör därför beakta allt avfall som genereras under hela livscykeln för medicinsk teknik, inklusive under dess upparbetning.

## Vattenresurser

Vattenbrist drabbar 34 % av EU:s territorium och klimatförändringarna förväntas intensifiera frekvensen och svårighetsgraden av torka under de kommande åren<sup>17</sup>. Vattenbrist uppstår när vattnefterfrågan ofta överstiger den tillgängliga tillgången i flodområden eller när föroreningar minskar tillgången på rent vatten<sup>18</sup>. Torka och vattenbrist kan ha en mängd olika miljömässiga, sociala och ekonomiska konsekvenser. Dessa inkluderar försämrad luftkvalitet, skogsbränder, gröddförluster, osäker livsmedelsförsörjning, ökade risker för livsmedels-, vatten- och vektorburna sjukdomar och andra konsekvenser<sup>19</sup>. Som ett resultat erkänns hållbar vattenanvändning och vattenhantering i allt högre grad som miljöprioriteringar.

Tillgängliga uppgifter om hälso- och sjukvårdssektorns andel av vattenanvändningen i EU är begränsade. I USA står vattenanvändningen inom vårdinrättningar för 7 % av den totala vattenförbrukningen i kommersiella och institutionella anläggningar<sup>20</sup>. I Storbritannien anses National Health Service (NHS) vara en av de största vattenkonsumenterna, med mellan 40 och 50 miljarder kubikliter årligen<sup>21</sup>.

När det gäller medicinsk teknik kan vattenanvändningen variera mellan olika apparater som är utformade för samma ändamål. Till exempel tyder forskning på att utbyte av engångsmedicintekniska produkter mot flergångsprodukter ökar vattenförbrukningen avsevärt<sup>22</sup>. Ökningen tillskrivs det högre vattenbehovet som krävs för omfattande rengöringsaktiviteter och steriliseringsprocesser efter varje användning. Detta kopplas till en betydande miljöpåverkan, eftersom den ökade vattenförbrukningen sätter ytterligare press på lokala vattenresurser.

Samtidigt är vattenkvaliteten avgörande för vissa medicintekniska produkter. Otillräcklig vattenkvalitet kan leda till att upparbetningsutrustning går sönder, rengöringsmedlets effektivitet minskas och att avlagringar bildas på produkterna, vilket skadar deras passiva lager och ökar risken för mikrobiell kontaminering<sup>23</sup>. Därför bör vattenkvaliteten som används inom hälso- och sjukvården beaktas vid bedömningen av medicintekniska produkters hållbarhet i de fall där det är tillämpligt.

## Avloppsvattenföroreningar

Avloppsvatten från tätorter kan vara en av de främsta källorna till vattenföroreningar om det släpps ut i naturliga vattendrag utan tillräcklig rening för att avlägsna skadliga föroreningar, såsom bakterier, virus och kemikalier. Sedan EU:s direktiv om rening av avloppsvatten från tätorter antogs 1991 har stora förbättringar uppnåtts när det gäller insamling och rening av avloppsvatten från tätorter, vilket avsevärt minskar utsläppen av skadliga föroreningar<sup>24</sup>.

Trots betydande framsteg kvarstår utmaningar, bland annat inom hanteringen av avloppsvatten från sjukhus. Den senaste revideringen av EU:s direktiv om rening av avloppsvatten från tätbebyggelse belyser den begränsade förståelsen av vattenföroreningar från icke-hushållsanläggningar, såsom "sjukhus och andra medicinska anläggningar" och deras inverkan på försämringen av reningsprocessen, förorening av recipientvatten och återanvändning av renat avloppsvatten. Detta beror, åtminstone delvis, på förekomsten av föroreningar i sådant avloppsvatten som faller utanför direktivets tillämpningsområde<sup>25</sup>.

Avloppsvatten från sjukhus kan innehålla betydligt högre halter av giftiga föreningar jämfört med kommunalt avloppsvatten, inklusive läkemedel och deras metaboliter, steriliseringsprodukter, specialiserade rengöringsmedel för medicintekniska produkter och metaller som finns i diagnostiska medel<sup>26</sup>. Dessutom innehåller avloppsvatten från sjukhus högre halter av antimikrobiella resistensfaktorer jämfört med hushållsavloppsvatten<sup>27</sup>. Det behandlas dock ibland i samma reningsverk som kommunalt avloppsvatten eller släpps ut utan adekvat och effektiv förbehandling<sup>28</sup>.

Medicintekniska produkter kan bidra till föroreningar i avloppsvatten. Till exempel genererar återanvändbara produkter avloppsvatten som innehåller kemikalier, rester av rengöringsmedel, biocider och patogener, vilket kan skada det naturliga ekosystemet<sup>29</sup>.

Hållbarhetsbedömningar bör beakta den inverkan som olika medicinska tekniker kan ha på avloppsvattenföroreningar, särskilt när avloppsreningsystem inte är tillräckligt anpassade för att hantera ökad toxicitet.



## Mänsklig påverkan

Mänsklig påverkan är en viktig faktor att beakta vid hållbarhetsutvärdering, inklusive patientsäkerhetsrisker, vårdpersonalens välbefinnande och inverkan på utvecklingen av antimikrobiell resistens.

### Antimikrobiell resistens

Antimikrobiell resistens har förklarats som ett av de tio största globala hoten mot folkhälsan av Världshälsoorganisationen. Läkemedelsresistenta infektioner uppskattas redan orsaka minst 700 000 dödsfall världen över varje år, ett antal som förväntas öka upp till 10 miljoner årligen fram till 2050 om nuvarande trender fortsätter<sup>30</sup>.

Att ta itu med antimikrobiell resistens kräver en omfattande strategi som innehåller robusta åtgärder för att förebygga och kontrollera infektioner, eftersom insatser för att hantera infektioner minskar behovet av antibiotika och bidrar till att bromsa utvecklingen och spridningen av resistenta antimikrobiella infektioner<sup>31</sup>. Genom att minska förekomsten av infektioner minskar förebyggande strategier också den totala efterfrågan på hälso- och sjukvårdstjänster, vilket minskar miljöpåverkan i samband med ytterligare resursanvändning.

Hälso- och sjukvårdssystem spelar en betydande roll i uppkomsten av antimikrobiell resistens (AMR), där mer än 81 % av de studerade fallen visar att sjukhusavloppsvatten innehåller högre nivåer av antimikrobiella resistensfaktorer jämfört med kommunalt avloppsvatten<sup>32</sup>. Sjukhusavloppsvatten innehåller resistenta mikroorganismer, antimikrobiella rester och andra föroreningar som förstärker selektionstrycket på lokala mikrobiella samhällen<sup>33</sup>. Med tiden kan denna process underlätta spridningen av svårbehandlade infektioner<sup>34</sup>.

Avloppsvatten är dock inte den enda relevanta bärare för överföring av antimikrobiell resistens (AMR). Nyligen genomförda studier har visat att patogener som härrör från sjukhus också kan hittas i externa tvättinrättningar, fordon och till och med hos vårdpersonal, vilket bildar ytterligare överföringsvägar till lokalsamhällen utöver direkt patientkontakt. Till exempel har kliniska tvättinrättningar som bearbetar smutsig sjukhustvätt identifierats som potentiella reservoarer för AMR-patogener såsom *Clostridium difficile*, meticillinresistenta *Staphylococcus aureus* (MRSA) och vankomycinresistenta enterokocker (VRE)<sup>35</sup>. Dessa patogener kan finnas kvar på förorenade textilier och ytor, vilket väcker oro kring infektionskontrollprotokoll inom och utanför sjukhusmiljöer<sup>36</sup>.

På liknande sätt har sjukhustransportfordon som transporterar patienter eller kontaminerat material rapporterats bära resistenta mikroorganismer, vilket ytterligare belyser behovet av robusta infektionsförebyggande åtgärder i hela hälso- och sjukvårdsekosystemet<sup>37</sup>.

Medicinsk teknik kan oavsiktligt bidra till antimikrobiell resistens (AMR) på flera sätt. Re-processning av återanvändbara medicintekniska produkter – som inkluderar rengöring, desinfektion och sterilisering – genererar en betydande mängd avloppsvatten som innehåller höga koncentrationer av patogener, antibiotikaresistensgener (ARG) och antibiotikaresistensbakterier (ARB)<sup>38</sup>. Om återvinningsprocessen av återanvändbara produkter är otillräcklig eller ineffektiv kan resistenta mikroorganismer dessutom finnas kvar på dessa produkter, vilket ökar risken för överföring inom hälso- och sjukvården<sup>39</sup>.

Som framhölls i en studie från 2020 är det avgörande att medicintekniska produkter är korrekt utformade, tillräckligt steriliserade, underhållna och förvarade för att förhindra utbrott av multiresistenta bakterier på sjukhus<sup>40</sup>.

Att beakta antimikrobiell resistens (AMR) och erkänna sambandet mellan faktorer som bidrar till dess utveckling bör vara en viktig del av hållbarhetsbedömningar.

## Vårdpersonalens välbefinnande

Hälso- och sjukvårdssystem globalt står inför ökande belastning på grund av ihållande personalbrist och ökande utbrändhet<sup>41</sup>, och nyligen genomförda rapporter uppskattar att över 50 % av vårdpersonalen upplever symtom på utbrändhet. I detta sammanhang är det viktigt att skydda vårdpersonalens hälsa och välbefinnande.

Användningen av medicintekniska produkter kan också påverka vårdpersonalens välbefinnande. Till exempel ökar den rutinmässiga återvinningen av medicintekniska produkter komplexiteten i deras arbetsbelastning på grund av de många uppgifter som ingår. Återvinningscykeln för produkterna innebär vanligtvis detaljerad rengöring, desinfektion, förpackning och sterilisering<sup>42</sup>. Dessa uppgifter kan vara fysiskt krävande och har förknippats med muskuloskeletala problem, såsom belastningsskador<sup>43</sup>. En undersökning visade att upp till 30 % av sjuksköterskorna på den centrala sterilavdelningen (CSSD)\* hade placerats i CSSD-roller som en form av funktionell omställning – men många rapporterade betydande fysiska ansträngningar i samband med dessa uppgifter<sup>44</sup>.

Utöver fysisk belastning spelar effektiviteten i operationssalen också en avgörande roll för vårdpersonalens välbefinnande<sup>45</sup>. En nyligen genomförd studie visade att förseningar i operationsomsättningen och ineffektivitet i schemaläggningen avsevärt påverkar kirurgernas stressnivåer, vilket potentiellt ökar risken för utbrändhet och försämrad prestation<sup>46</sup>. Dessa störningar kan också påverka patientresultaten negativt, inklusive en ökad sannolikhet för kirurgiska komplikationer och biverkningar<sup>47</sup>.

Dessutom spelar vårdrelaterade infektioner (VRI) en betydande roll för vårdpersonalens välbefinnande. Dessa ökar inte bara patientbelastningen och förlänger sjukhusvistelserna, utan intensifierar också belastningen på redan överbelastad personal och sjukhusresurser. Sådan press har kopplats till högre personalomsättning, vilket i sin tur är förknippat med ökad patientdödlighet, särskilt på kirurgiska och allmänmedicinska avdelningar<sup>48</sup>. Hållbarhetsbedömningar bör beakta effekterna av aktiviteter i samband med medicinsk teknik på vårdpersonalens hälsa och välbefinnande. Ytterligare forskning skulle också kunna förbättra förståelsen för hur hållbarhetsmetoder kan balanseras med denna kritiska aspekt av hälso- och sjukvårdstjänster.

## Säkerhet: Vårdrelaterade infektioner (VRI)

Vårdrelaterade infektioner (VRI) utgör en betydande utmaning för patient- och vårdpersonals säkerhet i hela Europa. Varje år drabbas fler än 4 miljoner patienter på sjukhus i EU/EES av minst en VRI under sin vårdtid, vilket leder till cirka 16 miljoner ytterligare sjukhusdagar och över 37 000 dödsfall årligen<sup>49</sup>. Infektioner på operationsområdet är bland de vanligaste VRI:na och står för cirka 20 % av alla sjukhusförvärvade infektioner<sup>50</sup>.

Kontaminerad medicinsk utrustning är en av de främsta vägarna för överföring av infektiösa patogener som orsakar vårdrelaterade infektioner<sup>51</sup>. Nyligen genomförda resultat från studien CLEaning and Enhanced disinfection (CLEEN) visade att dedikerad rengöringstid, utbildning, granskning och feedbackmekanismer på tio sjukhusavdelningar resulterade i en minskning av vårdrelaterade infektioner med 34,5 %<sup>52</sup>. En separat treårig studie i England fann att ytorna på alla 3000 undersökta reprocessade instrument innehöll kvarvarande kontaminering<sup>53</sup>.

Dessa resultat belyser det kritiska behovet för vårdinrättningar att ompröva sina infektionsförebyggande åtgärder och kontinuerligt förbättra protokoll för upparbetning, rengöring och desinfektion för att effektivt minimera risken för vårdrelaterade infektioner<sup>54,55</sup>. Hållbarhetsbedömningar bör inkludera överväganden för överföringsrisker för vårdrelaterade infektioner i samband med medicinsk teknik och åtgärder för att hantera dem.

## Säkerhet: Försämring av medicintekniska produkter

Risker för patienter och vårdgivare inkluderar nedbrytning av medicintekniska produkter, vilket ibland kan inträffa innan det förväntade antalet säkra återanvändningar uppnås på grund av upprepade re-processning.

Re-processningsprotokoll som inte tar hänsyn till potentiellt slitage kan leda till att mikroskador inte upptäcks, vilket ökar risken för kontaminering för patienter<sup>56</sup>. Patienter som genomgår kirurgi eller får intensivvård är särskilt sårbara för de risker som är förknippade med nedbrutna medicintekniska produkter. Även mindre defekter – såsom mikroskopiska sprickor eller ytnedbrytning – kan innehålla skadliga patogener, vilket ökar sannolikheten för infektioner och komplikationer efter ingreppet<sup>57</sup>. Dessutom kan nedsatt funktionalitet hos medicintekniska produkter påverka behandlingseffektiviteten, från kirurgisk precision till tillförlitligheten hos övervaknings- och diagnostikutrustning, vilket potentiellt kan leda till suboptimala patientresultat<sup>58</sup>. Med tiden kan mindre ytdefekter göra instrument svårare att rengöra eller desinficera effektivt, vilket potentiellt bidrar till patogenöverlevnad i reprocessade produkter<sup>59</sup>.

Hållbarhetsbedömningar bör beakta riskerna i samband med försämring av medicintekniska produkter och de insatser som krävs för att minska dem.

\* CSSD avser den centrala sterilavdelningen, den sjukhusenhet som ansvarar för dekontaminering, sterilisering och distribution av återanvändbara medicintekniska produkter och kirurgiska instrument.



## Ekonomiska konsekvenser

Detta avsnitt undersöker ekonomiska effekter som sällan beaktas i hållbarhetsbedömningar men som är avgörande för datadrivet beslutsfattande inom hälso- och sjukvården.

### Skadliga händelser

Globalt uppskattar WHO att de direkta kostnaderna för patientskador inom primärvård och öppenvård – såsom kostnader för ytterligare tester och behandlingar – uppgår till minst 2,5 % av de totala hälso- och sjukvårdsutgifterna. I OECD-länder leder patientskador som upplevs i dessa miljöer till mer än 6 % av sjukhusvårdsdagarna och över 7 miljoner inläggningar årligen. Dessutom uppskattas de sociala kostnaderna – som hänvisar till den bredare ekonomiska påverkan på samhället, inklusive minskad produktivitet och förlorad ekonomisk produktion – av patientskador till mellan 1 och 2 miljarder USD årligen världen över<sup>60</sup>.

Europeiska kommissionen uppskattar att 8-12 % av patienter som läggs in på sjukhus i EU upplever skadliga effekter<sup>61</sup>. Nyligen genomförda OECD-uppskattningar tyder på att cirka 12,6 % av de totala hälso- och sjukvårdsutgifterna går till att hantera konsekvenserna av osäker vård inom alla hälso- och sjukvårdsmiljöer, varav cirka 8,7 % kan tillskrivas förebyggbara skadliga händelser<sup>62</sup>. Den ekonomiska bördan är betydande, särskilt med tanke på att ungefär hälften av de skadliga händelserna är förebyggbara<sup>63</sup>.

Patientsäkerhetsrisker i samband med medicintekniska produkter inkluderar skadliga händelser som kan uppstå till följd av misslyckanden vid re-processning och ombearbetning av produkter. Till exempel kan otillräcklig rengöring eller desinfektion leda till korskontaminering<sup>64</sup>, vilket ökar risken för vårdrelaterade infektioner – en av de främsta orsakerna till biverkningar<sup>65</sup>. Detta resulterar i betydande kostnader för vårdgivare, inklusive ytterligare behandlingar, förlängd vårdtid, rättsstvister och skador på anseendet. Därför bör kostnader i samband med patientsäkerhetsrisker beaktas vid utvärdering av hållbarheten hos medicinsk teknik.

### Kostnader för inköp av produkt

Kostnader för produkter är en avgörande faktor som kräver korrekta data för att fatta välgrundade köpbeslut. För närvarande baseras kostnadsbedömningar inom hälso- och sjukvården på data från teknikleverantörer gällande det genomsnittliga antalet användningar och användningsområdena, vilket indikerar när fel sannolikt kommer att inträffa<sup>66</sup>. Det finns dock bevis som visar att reprocessade produkter kan sluta fungera i den nedre delen av intervallet och behöver bytas ut tidigare för att undvika potentiella risker<sup>67</sup>. Dessutom bidrar förseningar i operationssalen på grund av otillgängliga eller osteriliserade produkter till den totala kostnaden för återbearbetade produkter. En amerikansk studie uppskattar att sådana förseningar inträffar i ungefär ett av 100 fall, vilket resulterar i betydande merkostnader<sup>68</sup>. Följaktligen kan de totala kostnaderna underskattas när de enbart baseras på antaganden om genomsnittlig användning. Detta belyser en lucka i kostnadsbedömningspraxis och behovet av att förbättra datakvaliteten<sup>69</sup>.

### Kostnader för produktanvändning under livscykeln

När man beaktar kostnader i samband med användningen av medicinsk teknik är det viktigt att beräkna hela spektrumet av livstidskostnader. Dessa inkluderar kostnader för kapitalvaror, transport, kemikalier för rengöring och sterilisering och behandling vid slutet av livscykeln, samt arbetskraftskostnader relaterade till upparbetsningsaktiviteter, underhåll och reparation, inspektion och validering samt lagerhantering.

Studier som tyder på den ekonomiska effektiviteten hos återanvändbara medicintekniska produkter jämfört med engångsprodukter är ofta begränsade vad gäller de livstidskostnader som beaktas. När ett mer omfattande kostnadsspektrum beaktas kan konkurrerande produkter vara kostnadsjämförbara, eller så kan engångsprodukter visa sig vara mer kostnadseffektiva.

Till exempel fann en nyligen genomförd italiensk studie som jämförde engångs- och återanvändbara cystoskop att ingrepp som utfördes med engångsinstrument resulterade i kostnadsbesparingar per ingrepp på 112,27 euro när man tar hänsyn till reparations-, upparbetnings-, arbets- och miljökostnader. Förutom minskade reparations- och upparbetningskostnader rapporterade studien förbättrad organisatorisk effektivitet: efter kontinuerlig användning av engångsendoskop kunde ingrepp schemaläggas var 20:e minut istället för var 30:e minut, vilket möjliggjorde upp till 15 dagliga ingrepp inom samma skift – jämfört med 10 med återanvändbara enheter<sup>70</sup>. Detta pekar på behovet av en mer omfattande metod för att beräkna kostnaderna för enhetens användning under dess livscykel.

### 3. Fallstudie: Förbättrad effektivitet och hållbarhet genom kundanpassade set

Sjukhus över hela Europa söker ständigt efter sätt att förbättra kirurgisk effektivitet, minska miljöpåverkan och förbättra personalens välbefinnande. Studier från Royal Liverpool & Broadgreen University Hospitals NHS Trust (RLBUH) och en multicenterutvärdering i Frankrike, Sverige och Tyskland ger övertygande bevis på fördelarna med kundanpassade set (CPT). Kundenpassade set är en sammansättning av sterila medicintekniska produkter för engångsbruk, skräddarsydda för de specifika behoven vid ett kirurgiskt ingrepp.

På RLBUH ledde övergången till kundanpassade set till en ökning med 47 % av knäprotesoperationer under sex månader, drivet av minskade uppställningstider och förbättrad resurshantering<sup>71</sup>. På liknande sätt fann en storskalig studie i Frankrike, Sverige och Tyskland att kundanpassade set minskade kirurgiska förberedelsestider med 40–59 %, vilket möjliggjorde större genomströmning och förbättrad effektivitet i operationssalen<sup>72</sup>. Dessa operativa vinster leder till lägre stressnivåer för kirurgiska team och minskad fysisk belastning, eftersom personalen lägger mindre tid på att manuellt hantera individuella sterila instrument<sup>73</sup>.

Ur ett miljöperspektiv minskar kundanpassade set avsevärt avfall och resursförbrukning. RLBUH rapporterade en minskning med 90 % av förpackningsavfallet, vilket eliminerade 2,6 ton material årligen<sup>74</sup>. På liknande sätt fann den flernationella studien att kundanpassade set minskade ingreppsavfallet med 60–96 %, vilket belyser dess roll i att minimera miljöpåverkan<sup>75</sup>.

Den ekonomiska effekten är lika betydande. På RLBUH resulterade kundanpassade set i årliga kostnadsbesparingar på 175 000 GBP, till stor del tack vare minskad personaltid och förbättrad lagerhantering<sup>76</sup>. Samtidigt såg sjukhus i Frankrike och Tyskland en ökning av ingreppsvolymen med upp till 37 %, vilket gjorde det möjligt för anläggningarna att optimera resursutnyttjandet och generera ytterligare intäkter<sup>77</sup>.

Dessa resultat belyser hur effektiva engångsprodukter såsom kundanpassade set kan bidra till att minska kirurgiskt avfall och förpackningsmaterial, och därigenom stödja mer miljömässigt hållbara metoder i operationssalen.

## 4. Rekommendationer

Vi anser att beslutsfattare, vårdgivare och branschen delar ansvaret för att utforma hållbar hälso- och sjukvård som prioriterar patienters och personals välbefinnande, stärker hälso- och sjukvårdssystemens motståndskraft samt minskar den långsiktiga miljöpåverkan.

För att uppnå hållbar hälso- och sjukvård måste vi gå bortom uppdelat beslutsfattande inom utvärdering av medicinteknik och anamma ett helhetsgrepp som beaktar alla aspekter av hållbarhet.

Vi efterlyser:



### 1. Att etablera ett **gemensamt ramverk** för hållbarhetsbedömning av medicinsk teknik.

Att etablera ett harmoniserat europeiskt ramverk är ett viktigt steg för att möjliggöra en konsekvent och evidensbaserad strategi för hållbarhetsutvärdering av medicinsk teknik. För närvarande tillgängliga verktyg för hållbarhetsbedömning är osammanhängande och förlitar sig ofta på ofullständiga och dåliga data samtidigt som de förbiser hela spektrumet av hållbarhetsaspekter under hela livscykeln för medicinsk teknik och patientförlopp.

Ett gemensamt ramverk bör integrera överväganden för alla relevanta effekter – miljömässiga, mänskliga och ekonomiska – och konsekvent tillämpa harmoniserade kriterier och parametrar. Ett enhetligt ramverk skulle stödja mer välgrundat, evidensbaserat beslutsfattande och harmonisera hållbarhetsmått mellan sjukhus i Europa, vilket därigenom förbättrar kunskapsdelning, underlättar forskning och stödjer utvecklingen av bästa praxis.

Vi uppmanar Europeiska kommissionen att initiera ett pilotprojekt för att stödja evidensgenerering och datainsamling under hela produktens livscykel och lägga grunden för utvecklingen av ett gemensamt ramverk för hållbarhetsbedömning av medicinsk teknik. Detta initiativ bör sammanföra nationella myndigheter, sjukhus och vårdgivare, industrin, HTA-organ, upphandlingsmyndigheter och patientrepresentanter, och säkerställa att ramverket är samarbetsinriktat och anpassningsbart till de olika hälso- och sjukvårdssystemen och deras behov i hela Europa. Pilotprojektet skulle kunna genomföras genom ett befintligt EU-finansieringsprogram, såsom Horisont Europa, för att säkerställa omfattande datainsamling och testa ramverket i en verklig miljö.

Detta skulle lägga grunden för en praktisk och allmänt accepterad metod, vilket i slutändan skulle stödja mer transparenta, konsekventa och hållbara metoder för användningen av medicinsk teknik i hela Europa.



## 2. Utveckla samarbetsmekanismer som möjliggör och uppmuntrar intressenter att bidra med data för att säkerställa en **evidensbaserad förståelse** av de miljömässiga, sociala och ekonomiska effekterna av varje medicinsk teknik under hela dess livscykel.

Bristen på konsekventa och tillgängliga data är en central utmaning för att utforma evidensdrivna hållbarhetsmetoder inom hälso- och sjukvården. Att etablera gemensamma datadelningskanaler, tillsammans med riktlinjer för datakvalitet och transparens, skulle kunna underlätta bättre förståelse och beslutsfattande.

För att samla in och bedöma data relaterade till hållbarheten hos medicinsk teknik behöver intressenter som vårdgivare och tillverkare av medicintekniska produkter ett samarbetssystem för att underlätta datautbyte. Att ge intressenter incitament att bidra med data baserade på harmoniserade kriterier relaterade till de olika effekterna av medicinsk teknik skulle kunna vara ett viktigt steg mot att skala upp en mer holistisk strategi för hållbarhetsutvärdering i hela Europa.

Vi efterlyser inkludering av komponenter för hållbarhetsbedömning i framtida offentlig-privata forskningsinitiativ, såsom nästa program för innovativa hälsoinitiativ (IHI) inom ramen för den kommande fleråriga budgetramen. Dessa plattformar skulle kunna fungera som ett verktyg för att testa samarbetsmodeller, bygga gemensam datainfrastruktur och utveckla gemensamma indikatorer för hållbarhetsbedömning.

En mer strukturerad och incitamentsrik strategi för datadelning kommer att bidra till att fylla befintliga kunskapsluckor, förbättra kvaliteten och tillgängligheten av hållbarhetsdata och stödja utvecklingen och implementeringen av ett enhetligt ramverk för hållbarhetsbedömning av medicinsk teknik.

Dessutom kan den insamlade informationen bidra till vidare forskning där data är begränsade eller osammanhängande, fylla kunskapsluckor och bidra till utvecklingen av framtida riktlinjer och praxis.



## 3. Tillhandahålla utbildning och dela bästa praxis för att hjälpa upphandlingspersonal och sjukhuschefer att **anta holistiska utvärderingsmetoder**.

Att införa en helhetssyn på hållbarhetsutvärdering kräver lämplig utbildning och stöd för upphandlingspersonal och sjukhuschefer. Att säkerställa att de som ansvarar för att utvärdera medicinsk teknik är utrustade med rätt verktyg för att heltäckande bedöma miljömässiga, mänskliga och ekonomiska konsekvenser är avgörande för att integrera en helhetssyn på hållbarhet i hela systemet.

Skräddarsydda utbildnings- och kapacitetsuppbyggnadsprogram kan hjälpa upphandlingsteam att förstå och tillämpa holistiska hållbarhetskriterier på ett konsekvent och välgrundat sätt. Dessa bör kompletteras med möjligheter att dela praktisk kunskap och lärdomar från olika medlemsstater, vilket stöder införandet av framgångsrika modeller och praxis.

Vi efterlyser upprättande av initiativ för kapacitetsuppbyggnad, utbyte av bästa praxis och utbildning, samordnade av Europeiska kommissionen och medlemsstaterna, i samarbete med nätverk som är verksamma inom innovationsupphandling och hållbarhet och integrering med relevanta projekt.

Mot bakgrund av revideringen av EU:s upphandlingsdirektiv är det viktigt att stärka förmågan hos upphandlare inom hälso- och sjukvård att integrera holistiska hållbarhetskriterier i sina upphandlingsbeslut.

Europeiska organisationer som fokuserar på upphandling av hälso- och sjukvård ger en stabil grund för att utöka samarbetet, underlätta utbyte mellan kollegor och leverera riktade utbildningsaktiviteter. Dessutom är projekt som InnoHSupport (IHS) inriktade på att förbättra vådupphandlares förmåga att anta innovativa och hållbara lösningar genom samarbete mellan offentliga och privata aktörer.

Sådana insatser skulle främja ett mer konsekvent genomförande av hållbarhetsutvärderingsmetoder vid upphandling av hälso- och sjukvård, vilket skulle bidra till det bredare målet om motståndskraftiga, effektiva och patientcentrerade hälso- och sjukvårdssystem.



#### 4. Att erkänna vårdpersonalens **välbefinnande**, **arbetsförhållanden** och **möjligheten** att behålla personalen som grundläggande för hälso- och sjukvårdssystemens motståndskraft och främja bästa praxis för att möta deras behov.

Mot bakgrund av den växande bristen på vårdpersonal, i kombination med höga stressnivåer och risken för utbrändhet som de står inför, måste alla initiativ för hållbar hälso- och sjukvård prioritera att förbättra deras arbetsvillkor, eftersom det är avgörande för hälso- och sjukvårdssystemens motståndskraft att behålla personal i hälso- och sjukvården.

För utvärdering av hållbarhet inom medicinteknik kan aspekter av arbetskraftens välbefinnande införlivas genom att beakta hur användningen av specifik medicinteknik påverkar den dagliga arbetsbelastningen, fysisk och psykisk belastning, säkerhet och vårdpersonalens förmåga att fokusera på patientvård.

Med tanke på att arbetsförhållanden direkt påverkar både hälso- och sjukvårdssystemens kapacitet och patientresultaten är det viktigt att stödja utvecklingen och införandet av bästa praxis som förbättrar vårdpersonalens välbefinnande. Befintliga initiativ – såsom WHO Europe Nursing Workforce Project, EU:s kompetenspakt inom hälso- och sjukvårdssektorn och BeWell-projektet om grön och digital kompetensutveckling – visar vikten av sektorsövergripande samarbete för att hantera utmaningarna för sjukvårdspersonalen.

Vi uppmanar Europeiska kommissionen och medlemsstaterna att integrera indikatorer för arbetskraftens välbefinnande i hållbarhetsbedömningar av medicinteknik och att främja kunskapsutbyte genom att stödja EU-omfattande initiativ som engagerar yrkesorganisationer, sjukhuschefer och upphandlingsintressenter.



## 5. Främja övergången från traditionella prisbaserade inköps- och upphandlingsmodeller till **värdebaserad hälso- och sjukvård som en viktig möjliggörare** för hållbar hälso- och sjukvård, vilket säkerställer kliniskt lämpliga och patientcentrerade resultat.

Värdebaserad hälso- och sjukvård (VBHC) är en väletablerad metod som syftar till att förbättra hälso- och sjukvårdssystemens prestanda genom att fokusera på resultat som är viktiga för patienterna och på effektiv resursanvändning. Med stöd av Europeiska kommissionen genom initiativ som 2019 års rapport om att definiera värde i värdebaserad hälso- och sjukvård, fortsätter denna metod att tillhandahålla ett giltigt och relevant ramverk för att anpassa investeringar till långsiktigt värde.

Motbakgrundavväxandemiljö- och samhällsliga utmaningar behövs dock ett hållbarhetsorienterat perspektiv för att berika och utvidga värdebegreppet. En hållbar hälsovårdsmodell bör bygga vidare på grunderna för VBHC genom att integrera miljömässiga, mänskliga och ekonomiska effekter i värdebedömningen, vilket säkerställer att hälsovårdssystemen är utrustade för att leverera högkvalitativa resultat samtidigt som de förblir motståndskraftiga och ansvarsfulla över tid.

Det är viktigt att säkerställa att hållbarhet inte används som en genväg till kostnadsminskningar. Hållbara lösningar bör bedömas utifrån deras långsiktiga bidrag till säkerhet, vårdkvalitet och kliniskt lämpliga resultat. Som framhävs i värdebaserade ramverk är de mest lämpliga alternativen inte alltid de billigaste, utan de som ger optimala resultat för både patienter och hälso- och sjukvårdssystem över tid.

Vi uppmanar Europeiska kommissionen och medlemsstaterna att återuppliva och utöka den värdebaserade hälso- och sjukvårdsagendan genom att integrera hållbarhet i definitionen av värde. Detta bör innefatta utveckling av gemensamma kriterier och utvärderingsmetoder som återspeglar miljömässiga och samhällsliga överväganden, samtidigt som patientresultaten bibehålls i fokus. En förnyad och inkluderande dialog med vårdgivare, betalare, industrin och patientrepresentanter kommer att vara avgörande för att stödja denna utveckling.

# Källor

- 1 European Commission. The European Health Union. Available at: [https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/promoting-our-european-waylife/european-health-union\\_en](https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/promoting-our-european-waylife/european-health-union_en)
- 2 European Commission. The European Green Deal. Available at: [https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal\\_en](https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en)
- 3 ecoinvent. 'Life Cycle Assessment'. Available at: <https://ecoinvent.org/life-cycle-assessment/>.
- 4 Sharma, Bhavna, Bryan Swanton, Joseph Kuo, Kimny Sysawang, Sachi Yagyu, Aneesa Motala, Danica Tolentino, Najmedin Meshkati and Susanne Hempel. Use of Life Cycle Assessment in the Healthcare Industry: Environmental Impacts and Emissions Associated With Products, Processes and Waste. Technical Brief No. 48. Agency for Healthcare Research and Quality, November 2024. Available at: [https://effectivehealthcare.ahrq.gov/sites/default/files/related\\_files/lifecycle-assessment-tech-brief.pdf](https://effectivehealthcare.ahrq.gov/sites/default/files/related_files/lifecycle-assessment-tech-brief.pdf).
- 5 McGinnis, Sean, Camron Johnson-Privitera, Jaclyn D. Nunziato, and Sara Wohlford. 'Environmental Life Cycle Assessment in Medical Practice: A User's Guide'. Obstetrical & Gynecological Survey 76, no. 7 (July 2021): 417–28. <https://doi.org/10.1097/OGX.0000000000000906>.
- 6 Sharma, Bhavna, Bryan Swanton, Joseph Kuo, Kimny Sysawang, Sachi Yagyu, Aneesa Motala, Danica Tolentino, Najmedin Meshkati, and Susanne Hempel. Use of Life Cycle Assessment in the Healthcare Industry: Environmental Impacts and Emissions Associated With Products, Processes, and Waste. AHRQ Comparative Effectiveness Technical Briefs. Rockville (MD): Agency for Healthcare Research and Quality (US), 2024. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK610172/>.
- 7 Keil, Mattis, Tobias Viere, Kevin Helms, and Wolf Rogowski. 'The Impact of Switching from Single-Use to Reusable Healthcare Products: A Transparency Checklist and Systematic Review of Life-Cycle Assessments'. European Journal of Public Health 33, no. 1 (3 February 2023): 56–63. <https://doi.org/10.1093/eurpub/ckac174>.
- 8 McGinnis, Sean, Camron Johnson-Privitera, Jaclyn D. Nunziato, and Sara Wohlford. 'Environmental Life Cycle Assessment in Medical Practice: A User's Guide'. Obstetrical & Gynecological Survey 76, no. 7 (July 2021): 417–28. <https://doi.org/10.1097/OGX.0000000000000906>.
- 9 Hassoun-Kheir, Nasreen, Yoav Stabholz, Jan-Ulrich Kreft, Roberto De La Cruz, Jesús L. Romalde, Joseph Nesme, Søren J. Sørensen, Barth F. Smets, David Graham, and Mical Paul. 'Comparison of Antibiotic-Resistant Bacteria and Antibiotic Resistance Genes Abundance in Hospital and Community Wastewater: A Systematic Review'. Science of The Total Environment 743 (November 2020): 140804. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140804>
- 10 Keil, Mattis, Tobias Viere, Kevin Helms, and Wolf Rogowski. 'The Impact of Switching from Single-Use to Reusable Healthcare Products: A Transparency Checklist and Systematic Review of Life-Cycle Assessments'. The European Journal of Public Health 33, no. 1 (26 November 2022): 56–63. <https://doi.org/10.1093/eurpub/ckac174>.
- 11 Kouwenberg, Lisanne H.J.A., Eva S. Cohen, Wouter J.K. Hehenkamp, Lynn E. Snijder, Jasper M. Kampman, Burcu Küçükkeles, Arno Kourula, et al. 'The Carbon Footprint of Hospital Services and Care Pathways: A State-of-the-Science Review'. Environmental Health Perspectives 132, no. 12 (December 2024): 126002. <https://doi.org/10.1289/EHP14754>.
- 12 Sharma, Bhavna, Bryan Swanton, Joseph Kuo, Kimny Sysawang, Sachi Yagyu, Aneesa Motala, Danica Tolentino, Najmedin Meshkati, and Susanne Hempel. Use of Life Cycle Assessment in the Healthcare Industry: Environmental Impacts and Emissions Associated With Products, Processes, and Waste. Technical Brief No. 48. Agency for Healthcare Research and Quality, November 2024. Available at: [https://effectivehealthcare.ahrq.gov/sites/default/files/related\\_files/lifecycle-assessment-tech-brief.pdf](https://effectivehealthcare.ahrq.gov/sites/default/files/related_files/lifecycle-assessment-tech-brief.pdf).
- 13 MacNeill, Andrea J, Robert Lillywhite, and Carl J Brown. 'The Impact of Surgery on Global Climate: A Carbon Footprinting Study of Operating Theatres in Three Health Systems'. The Lancet Planetary Health 1, no. 9 (December 2017): e381–88. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(17\)30162-6](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(17)30162-6).
- 14 Drew, Jonathan, Sean D. Christie, Peter Tyedmers, Jenna Smith-Forrester, and Daniel Rainham. 'Operating in a Climate Crisis: A State-of-the-Science Review of Life Cycle Assessment within Surgical and Anesthetic Care'. Environmental Health Perspectives 129, no. 7 (July 2021): 076001. <https://doi.org/10.1289/EHP8666>.
- 15 Janik-Karpinska, Edyta, Rachele Brancaloni, Marcin Niemcewicz, Wiktor Wojtas, Maurizio Foco, Marcin Podogrocki, and Michal Bijak. 'Healthcare Waste—A Serious Problem for Global Health'. Healthcare 11, no. 2 (13 January 2023): 242. <https://doi.org/10.3390/healthcare11020242>.
- 16 Ofstead, Cori L., Mariah R. Quick, John E. Eiland, and Steven J. Adams. A Glimpse at the True Cost of Reprocessing Endoscopes: Results of a Pilot Project. Boston Scientific (May 2017). Available at: <https://www.bostonscientific.com/content/dam/bostonscientific/uro-wh/portfolio-group/LithoVue/pdfs/Sterilization-Resource-Handout.pdf>.
- 17 European Environment Agency. 'Water Scarcity Conditions in Europe', 17 January 2025. Available at: <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/indicators/use-offreshwater-resources-in-europe-1>
- 18 European Commission. 'Water Scarcity and Droughts', 19 May 2025. Available at: [https://environment.ec.europa.eu/topics/water/water-scarcity-and-droughts\\_en](https://environment.ec.europa.eu/topics/water/water-scarcity-and-droughts_en).
- 19 European Climate And Health Observatory. 'Drought and Water Scarcity', 17 March 2025. Available at: <https://climate-adapt.eea.europa.eu/en/observatory/evidence/health-effects/drought-and-water-scarcity>.
- 20 U.S. Department of Energy – Better Buildings. Healthcare Water Efficiency and Program Management Toolkit. Available at: <https://betterbuildingssolutioncenter.energy.gov/toolkits/healthcare-water-efficiency-and-program-management-toolkit>
- 21 Merriman, David. 'Efficient Water Delivery Is Vital for Healthcare Climate Resilience'. Hospital Times (blog), 20 December 2021. <https://hospitaltimes.co.uk/efficientwater-delivery-is-vital-for-healthcare-climate-resilience/>.
- 22 Keil, Mattis, Tobias Viere, Kevin Helms, and Wolf Rogowski. 'The Impact of Switching from Single-Use to Reusable Healthcare Products: A Transparency Checklist and Systematic Review of Life-Cycle Assessments'. European Journal of Public Health 33, no. 1 (3 February 2023): 56–63. <https://doi.org/10.1093/eurpub/ckac174>.
- 23 Pelletier, Andrée, Martin Kirouac, and Mélanie Fortier. Quality of Water Used in Medical Device Reprocessing. Professional Practice Guide. Translated by Alison McGain. Québec: Institut national de santé publique du Québec, March 2019. English translation published November 2023. <https://www.inspq.qc.ca/sites/default/files/2023-11/2541-quatity-water-used-medical-device-reprocessing.pdf>.
- 24 European Commission. 'Urban Wastewater', 30 April 2025. Available at: [https://environment.ec.europa.eu/topics/water/urban-wastewater\\_en](https://environment.ec.europa.eu/topics/water/urban-wastewater_en).

- 25 European Parliament and Council of the European Union. Directive (EU) 2024/3019 of the European Parliament and of the Council of 27 November 2024 Concerning Urban Wastewater Treatment (Recast). Official Journal of the European Union L 3019, 12 December 2024. Available at <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=OJ:L:202403019>.
- 26 Kumari, Astha, Nityanand Singh Maurya, and Bhagyashree Tiwari. 'Hospital Wastewater Treatment Scenario around the Globe'. In *Current Developments in Biotechnology and Bioengineering*, 549–70. Elsevier, 2020. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819722-6.00015-8>.
- 27 Hassoun-Kheir, Nasreen, Yoav Stabholz, Jan-Ulrich Kreft, Roberto De La Cruz, Jesús L. Romalde, Joseph Nesme, Søren J. Sørensen, Barth F. Smets, David Graham, and Mical Paul. 'Comparison of Antibiotic-Resistant Bacteria and Antibiotic Resistance Genes Abundance in Hospital and Community Wastewater: A Systematic Review'. *Science of The Total Environment* 743 (November 2020): 140804. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140804>.
- 28 Kumari, Astha, Nityanand Singh Maurya, and Bhagyashree Tiwari. 'Hospital Wastewater Treatment Scenario around the Globe'. In *Current Developments in Biotechnology and Bioengineering*, 549–70. Elsevier, 2020. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819722-6.00015-8>.
- 29 Jordan, Rachel, and Carla Eaton. Assessment of the Potential Health Hazards Posed by Hospital Wastewater. ESR Client Report No. FW24013. Christchurch, New Zealand: Institute of Environmental Science and Research (ESR) Science for Communities, May 2024. <https://www.esr.cri.nz/media/rcpgan4b/esr-health-risk-assessmentpotential-health-hazards-hospital-wastewater-2024.pdf>.
- 30 EClinicalMedicine. 'Antimicrobial Resistance: A Top Ten Global Public Health Threat'. *eClinicalMedicine* 41 (November 2021): 101221. <https://doi.org/10.1016/j.eclinm.2021.101221>.
- 31 World Health Organisation. 'Global Action Plan on Antimicrobial Resistance', 2015. Available at: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241509763>.
- 32 Hassoun-Kheir, Nasreen, Yoav Stabholz, Jan-Ulrich Kreft, Roberto De La Cruz, Jesús L. Romalde, Joseph Nesme, Søren J. Sørensen, Barth F. Smets, David Graham, and Mical Paul. 'Comparison of Antibiotic-Resistant Bacteria and Antibiotic Resistance Genes Abundance in Hospital and Community Wastewater: A Systematic Review'. *Science of The Total Environment* 743 (November 2020): 140804. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140804>.
- 33 Yuan, Tingting, and Yaya Pian. 'Hospital Wastewater as Hotspots for Pathogenic Microorganisms Spread into Aquatic Environment: A Review'. *Frontiers in Environmental Science* 10 (4 January 2023): 1091734. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2022.1091734>.
- 34 Ibidem
- 35 Michael, Karen, David No, Jennifer Dankoff, Kyoyi Lee, Elisabeth Lara-Crawford, and Marilyn C. Roberts. 'Clostridium Difficile Environmental Contamination within a Clinical Laundry Facility in the USA'. Edited by Johannes Kusters. *FEMS Microbiology Letters* 363, no. 21 (November 2016): fnw236. <https://doi.org/10.1093/femsle/fnw236>.
- 36 Michael, Karen E, David No, William E Daniell, Noah S Seixas, and Marilyn C Roberts. 'Assessment of Environmental Contamination with Pathogenic Bacteria at a Hospital Laundry Facility'. *Annals of Work Exposures and Health* 61, no. 9 (10 November 2017): 1087–96. <https://doi.org/10.1093/annweh/wxx082>.
- 37 Michael, Karen, David No, Jennifer Dankoff, Kyoyi Lee, Elisabeth Lara-Crawford, and Marilyn C. Roberts. 'Clostridium Difficile Environmental Contamination within a Clinical Laundry Facility in the USA'. Edited by Johannes Kusters. *FEMS Microbiology Letters* 363, no. 21 (November 2016): fnw236. <https://doi.org/10.1093/femsle/fnw236>.
- 38 Parida, Vishal Kumar, Divyanshu Sikanwar, Abhradeep Majumder, and Ashok Kumar Gupta. 'An Assessment of Hospital Wastewater and Biomedical Waste Generation, Existing Legislations, Risk Assessment, Treatment Processes, and Scenario during COVID-19'. *Journal of Environmental Management* 308 (April 2022): 114609. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.114609>.
- 39 Rowan, N.J., T. Kremer, and G. McDonnell. 'A Review of Spaulding's Classification System for Effective Cleaning, Disinfection and Sterilization of Reusable Medical Devices: Viewed through a Modern-Day Lens That Will Inform and Enable Future Sustainability'. *Science of The Total Environment* 878 (June 2023): 162976. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.162976>.
- 40 Josephs-Spaulding, Jonathan, and Om V. Singh. 'Medical Device Sterilization and Reprocessing in the Era of Multidrug-Resistant (MDR) Bacteria: Issues and Regulatory Concepts'. *Frontiers in Medical Technology* 2 (10 February 2021): 587352. <https://doi.org/10.3389/fmedt.2020.587352>.
- 41 O'Brien, J., et al. 'The Prevalence of Burnout in Healthcare Workers Presenting to Occupational Health' *Irish Medical Journal* 117, no. 10, p. 1049 (December 2024). Available at: <https://imj.ie/the-prevalence-of-burnout-in-healthcare-workers-presenting-to-occupational-health/>.
- 42 Xavier, Rosemere Saldanha, Patrícia Dos Santos Vigário, Alvaro Camilo Dias Faria, Patrícia Maria Dusek, and Agnaldo José Lopes. 'The Perception of Nursing Professionals Working in a Central Sterile Supplies Department Regarding Health Conditions, Workload, Ergonomic Risks, and Functional Readaptation'. Edited by Diego A. S. Silva. *Advances in Preventive Medicine* 2022 (13 April 2022): 1–8. <https://doi.org/10.1155/2022/1023728>.
- 43 Xavier, Rosemere Saldanha, Patrícia Dos Santos Vigário, Alvaro Camilo Dias Faria, Patrícia Maria Dusek, and Agnaldo José Lopes. 'The Perception of Nursing Professionals Working in a Central Sterile Supplies Department Regarding Health Conditions, Workload, Ergonomic Risks, and Functional Readaptation'. Edited by Diego A. S. Silva. *Advances in Preventive Medicine* 2022 (13 April 2022): 1–8. <https://doi.org/10.1155/2022/1023728>.
- 44 Ibidem
- 45 Pasquer, Arnaud, Quentin Cordier, Jean-Christophe Lifante, Gilles Poncet, Stéphanie Polazzi, and Antoine Duclos. 'Influence of a Surgeon's Exposure to Operating Room Turnover Delays on Patient Outcomes'. *BJS Open* 8, no. 5 (3 September 2024): zrae117. <https://doi.org/10.1093/bjsopen/zrae117>.
- 46 Pasquer, Arnaud, Quentin Cordier, Jean-Christophe Lifante, Gilles Poncet, Stéphanie Polazzi, and Antoine Duclos. 'Influence of a Surgeon's Exposure to Operating Room Turnover Delays on Patient Outcomes'. *BJS Open* 8, no. 5 (3 September 2024): zrae117. <https://doi.org/10.1093/bjsopen/zrae117>.
- 47 Ibidem
- 48 Mahase, Elisabeth. 'Higher Staff Turnover Is Linked to Increased Deaths in NHS Hospitals, Study Finds'. *BMJ*, 20 November 2024, q2578. <https://doi.org/10.1136/bmj.q2578>.
- 49 Maida, Ada, Fabio Pattavina, Roberto Ricciardi, Floriana D. Anna Nistico, and Giovanna Calabro. 'Burden of Healthcare-Associated Infections in Europe: A Systematic Literature Review'. *Population Medicine* 5, no. Supplement (26 April 2023). <https://doi.org/10.18332/popmed/163729>.
- 50 Bath, Mf, J Davies, R Suresh, and Mr Machesney. 'Surgical Site Infections: A Scoping Review on Current Intraoperative Prevention Measures'. *The Annals of The Royal College of Surgeons of England* 104, no. 8 (September 2022): 571–76. <https://doi.org/10.1308/rcsann.2022.0075>.

- 51 NSW Government, Agency for Clinical Innovation. 'The CLEaning and Enhanced disinfection (CLEEN) Study'. None. Agency for Clinical Innovation, 3 December 2024. Available at: <https://aci.health.nsw.gov.au/ie/projects/the-cleen-study>.
- 52 Ibidem
- 53 Hervé, R.C., J. Hedges, and C.W. Keevil. 'Improved Surveillance of Surgical Instruments Reprocessing Following the Variant Creutzfeldt-Jakob Disease Crisis in England: Findings from a Three-Year Survey'. *Journal of Hospital Infection* 110 (April 2021): 15–25. <https://doi.org/10.1016/j.jhin.2021.01.005>.
- 54 NSW Government, Agency for Clinical Innovation. 'The CLEaning and Enhanced disinfection (CLEEN) Study'. None. Agency for Clinical Innovation, 3 December 2024. Available at: <https://aci.health.nsw.gov.au/ie/projects/the-cleen-study>.
- 55 Hervé, R.C., J. Hedges, and C.W. Keevil. 'Improved Surveillance of Surgical Instruments Reprocessing Following the Variant Creutzfeldt-Jakob Disease Crisis in England: Findings from a Three-Year Survey'. *Journal of Hospital Infection* 110 (April 2021): 15–25. <https://doi.org/10.1016/j.jhin.2021.01.005>.
- 56 Xavier, Rosemere Saldanha, Patrícia Dos Santos Vigário, Alvaro Camilo Dias Faria, Patrícia Maria Dusek, and Agnaldo José Lopes. 'The Perception of Nursing Professionals Working in a Central Sterile Supplies Department Regarding Health Conditions, Workload, Ergonomic Risks, and Functional Readaptation'. Edited by Diego A. S. Silva. *Advances in Preventive Medicine* 2022 (13 April 2022): 1–8. <https://doi.org/10.1155/2022/1023728>.
- 57 The Joint Commission. 'Quick Safety Issue 64: Ensuring critical instruments and devices are appropriate for reuse' (2022). Available at: <https://www.jointcommission.orghttps://www.jointcommission.org/resources/news-and-multimedia/newsletters/newsletters/quick-safety/quick-safety-issue-64/>.
- 58 Ibidem
- 59 Yuan, Tingting, and Yaya Pian. 'Hospital Wastewater as Hotspots for Pathogenic Microorganisms Spread into Aquatic Environment: A Review'. *Frontiers in Environmental Science* 10 (4 January 2023): 1091734. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2022.1091734>.
- 60 World Health Organization. *Global Patient Safety Action Plan 2021–2030: Towards Eliminating Avoidable Harm in Health Care*, page 3 (2021). <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/343477/9789240032705-eng.pdf?sequence=1>
- 61 European Commission, Directorate-General for Research and Innovation. *Patient Safety Factsheet*, March 2020. Available at: [https://research-and-innovation.ec.europa.eu/system/files/2020-03/ec\\_rtd\\_patient\\_safety\\_factsheet.pdf](https://research-and-innovation.ec.europa.eu/system/files/2020-03/ec_rtd_patient_safety_factsheet.pdf).
- 62 Slawomirski, Luke, and Niek Klazinga. *The Economics of Patient Safety: From Analysis to Action*. OECD Health Working Paper No. 145. Paris: OECD Publishing, August 2022. <https://doi.org/10.1787/761f2da8-en>.
- 63 World Health Organisation. 'Facts in pictures: Patient safety' (2019). Available at <https://www.who.int/news-room/facts-in-pictures/detail/patient-safety>.
- 64 Browne, Katrina, Nicole White, Peta Tehan, Philip L Russo, Maham Amin, Andrew J. Stewardson, Allen C. Cheng, et al. 'A Randomised Controlled Trial Investigating the Effect of Improving the Cleaning and Disinfection of Shared Medical Equipment on Healthcare-Associated Infections: The CLEaning and Enhanced disinfection (CLEEN) Study'. *Trials* 24, no. 1 (22 February 2023): 133. <https://doi.org/10.1186/s13063-023-07144-z>.
- 65 World Health organisation. 'The Burden of Health Care-Associated Infection Worldwide'. (2010). Available at: <https://www.who.int/news-room/feature-stories/detail/the-burden-of-health-care-associated-infection-worldwide>.
- 66 Boucheron, Tiphaine, Eric Lechevallier, Bastien Gondran-Tellier, Floriane Michel, Cyrille Bastide, Nathalie Martin, and Michael Baboudjian. 'Cost and Environmental Impact of Disposable Flexible Cystoscopes Compared to Reusable Devices'. *Journal of Endourology* 36, no. 10 (1 October 2022): 1317–21. <https://doi.org/10.1089/end.2022.0201>.
- 67 Blazejewski T., Rothman R. 'Life Cycle Assessment of Elis' Reusable Hospital Gown'. University of Sheffield
- 68 Ly, Justin, William Wang, Frederic Liss, Asif Ilyas, and Chistopher Jones. 'Comparative Cost Analysis of Single-Use Sterile versus Reprocessed Distal Radius Volar Plate Sets'. *The Archives of Bone and Joint Surgery*, no. Online First (October 2021). <https://doi.org/10.22038/abjs.2021.57852.2872>.
- 69 Ly, Justin, William Wang, Frederic Liss, Asif Ilyas, and Chistopher Jones. 'Comparative Cost Analysis of Single-Use Sterile versus Reprocessed Distal Radius Volar Plate Sets'. *The Archives of Bone and Joint Surgery*, no. Online First (October 2021). <https://doi.org/10.22038/abjs.2021.57852.2872>.
- 70 Bertolo, Riccardo, Veronica Gilioli, Alessandro Vecchia, Sarah Malandra, Luca Dal Corso, Daniela Fenzi, Francesca Mazzetto, and Alessandro Antonelli. 'Institutional Micro-Cost Comparative Analysis of Reusable vs Single-Use Cystoscopes With Assessment of Environmental Footprint'. *Urology* 188 (June 2024): 70–76. <https://doi.org/10.1016/j.urology.2024.03.023>.
- 71 Royal Liverpool & Broadgreen University Hospitals: Case Study. NHS Sustainable Development Unit, 2011.
- 72 Mouarbes, Dany, Marie Dubois, Emilie Garde, Anne Raspaud, Agnès Etterlen, Durand Sarah, Herin Fabrice, and Etienne Cavaignac. 'Impact of Implementing of Custom Surgical Tray (CST) in ACLR Procedure on Sustainable Development (SD)'. *International Journal of Surgery Open* 49 (December 2022): 100574. <https://doi.org/10.1016/j.ijso.2022.100574>.
- 73 Ibidem
- 74 Shayler, Mark. *Assessing the Carbon and Waste Benefits of Moving to Procedure Packs at Royal Liverpool and Broadgreen University Hospitals NHS Trust*.
- 75 Mouarbes, Dany, Marie Dubois, Emilie Garde, Anne Raspaud, Agnès Etterlen, Durand Sarah, Herin Fabrice, and Etienne Cavaignac. 'Impact of Implementing of Custom Surgical Tray (CST) in ACLR Procedure on Sustainable Development (SD)'. *International Journal of Surgery Open* 49 (December 2022): 100574. <https://doi.org/10.1016/j.ijso.2022.100574>.
- 76 Royal Liverpool & Broadgreen University Hospitals: Case Study. NHS Sustainable Development Unit, 2011. Available at: <https://assets.publishing.service.gov.uk/media/5a79a69ee5274a18ba50dd18/3445-nhs-sustainable-dev-unit-crc-case-study.pdf>.
- 77 Mouarbes, Dany, Marie Dubois, Emilie Garde, Anne Raspaud, Agnès Etterlen, Durand Sarah, Herin Fabrice, and Etienne Cavaignac. 'Impact of Implementing of Custom Surgical Tray (CST) in ACLR Procedure on Sustainable Development (SD)'. *International Journal of Surgery Open* 49 (December 2022): 100574. <https://doi.org/10.1016/j.ijso.2022.100574>.

