



Fakulteta za zdravstvo **Angele Boškin**
Angela Boškin Faculty of Health Care

Diplomsko delo
visokošolskega strokovnega študijskega programa prve stopnje
ZDRAVSTVENA NEGA

OKOLJSKA OBREMENITEV DELA V OPERATIVNEM BLOKU – PREGLED LITERATURE

ENVIROMENTAL BURDEN OF WORK AT THE SURGICAL WING – A LITERATURE REVIEW

Mentor: mag. Miran Rems, viš. pred.

Kandidatka: Danaja Lavtižar

Jesenice, julij, 2025

ZAHVALA

Posebno se zahvaljujem mentorju mag. Miranu Remsu, viš. pred., za vso prejeto pomoč, potrpežljivost, spodbudo in predvsem usmeritve ter nasvete, ki so pomagali pri izdelavi diplomskega dela.

Prav tako se zahvaljujem recenzentki dr. Marjeti Logar Čuček, pred., za pregled diplomskega dela.

Zahvaljujem se tudi lektorici Manji Belina, mag. prof. slov. in mag. prof. špan., za jezikovni pregled diplomskega dela.

Zahvala gre pa tudi mojemu partnerju, družini, prijateljem in sodelavcem za podporo pri pisanju diplomskega dela.

POVZETEK

Teoretična izhodišča: Zdravstveni sektor je eden izmed največjih povzročiteljev toplogrednih plinov po svetu in s tem prispeva k podnebnim spremembam. Vsi zaposleni v zdravstvenem sektorju imajo vpliv na okolje, saj se odraža njihovo rokovanje z odpadki v njihovem delovanju. Namen diplomskega dela je poiskati vplive na okolje, ki jih povzroči dejavnost v operativnem bloku.

Cilj: Glavni cilj diplomskega dela je bil preučiti vpliv dejavnosti v operativnem bloku na okolje ter raziskati ukrepe, ki prispevajo k zmanjšanju tega vpliva.

Metoda: Diplomsko delo temelji na pregledu literature. Za pripravo diplomskega dela smo pregledali strokovno in znanstveno literaturo. Literaturo smo iskali v podatkovnih bazah: CINAHL, PubMed, Cobiss, Medline, ProQuest, Wiley Online Library in ScienceDirect in s spletnim brskalnikom Google Učenjak. Uporabili smo literaturo, ki ni starejša od 10 let. Podatke smo pridobili iz slovenske in angleške strokovne in znanstvene literature s pomočjo besednih zvez: »Okoljske obremenitve IN operativni blok« in »Okolju prijazen operativni blok« oziroma »Environmental impact AND operative theatre« in »Green operating theatre«.

Rezultati: V diplomsko delo smo vključili 10 virov. Identificirali smo 25 kod, ki smo jih razvrstili v tri kategorije. Kategorija 1 se glasi »Plastika in drugi nefarmakološki odpadki ter njihov ogljični odtis«, kategorija 2 se glasi »Odpadna intravenozna zdravila pri anesteziji« in kategorija 3 se glasi »Odpadni anestezijski plini«.

Razprava: Ugotovili smo, da ima zdravstveni sistem velik vliv na podnebne spremembe, saj predstavlja 5,4 % emisij toplogrednih plinov. Operacijske dvorane so velik proizvajalec odpadkov zaradi materialov za enkratno uporabo. Odpadke in odpadna zdravila je treba pravilno zavreči, saj s tem pripomoremo k manjši onesnaženosti okolja.

Ključne besede: plastika, anestezijski plini, ogljični odtis, toplogredni plini, zdravstvo

SUMMARY

Theoretical background: The healthcare sector is one of the largest contributors to greenhouse gas emissions globally and thus plays a role in climate change. All healthcare workers have an impact on the environment, as their handling of waste is reflected in their daily practices. The purpose of this thesis was to identify the environmental impacts caused by activities in the operating theatre.

Goals: The main objective of the thesis was to investigate the environmental impacts of activities in the operating theatre and to explore measures that help reduce the environmental impact of these activities.

Methods: The thesis is based on a literature review. Professional and scientific literature in English and Slovenian was reviewed for the theoretical part of the thesis. The following databases were searched: CINAHL, PubMed, Cobiss, Medline, ProQuest, Wiley Online Library, ScienceDirect, and the browser Google Scholar. Sources no older than 10 years were considered. The following keywords were searched in Slovenian: “okoljske obremenitve in operativni blok”, and “okolju prijazen operativni blok”; and in English: “environmental impact and operative theatre”, and “green operating theatre”.

Results: A total of 10 full-text articles were included in the thesis. We identified 25 codes which were categorized into three categories: 1) plastics and other non-pharmacological waste and their carbon footprint; 2) waste intravenous drugs used in anesthesia; and 3) waste anesthetic gases.

Discussion: We found that the healthcare system has a significant impact on climate change, accounting for 5.4% of greenhouse gas emissions. Operating rooms are major contributors to waste due to the use of single-use materials. Waste and unused medications must be disposed of properly, as this helps reduce environmental pollution.

Key words: plastics, anesthetic gases, carbon footprint, greenhouse gases, health system

KAZALO

1 UVOD	1
1.1 ZAKONODAJA O LOČEVANJU ODPADKOV	4
1.2 MATERIALI, KI SE UPORABLJAJO V OPERACIJSKI DVORANI	8
1.2.1 Plastika	8
1.2.2 Kovinske zlitine	10
1.2.3 Bombažni materiali	10
1.3 ANESTEZIJSKI PLINI	10
2 EMPIRIČNI DEL	14
2.1 NAMEN IN CILJI RAZISKOVANJA	14
2.2 RAZISKOVALNA VPRAŠANJA	14
2.3 RAZISKOVALNA METODOLOGIJA	14
2.3.1 Metode pregleda literature	14
2.3.2 Strategija pregleda zadetkov	15
2.3.3 Opis obdelave podatkov pregleda literature	16
2.3.4 Ocena kakovosti pregleda literature	16
2.4 REZULTATI	17
2.4.1 PRISMA diagram	17
2.4.2 Prikaz rezultatov po kodah in kategorijah	18
2.5 RAZPRAVA	23
2.5.1 Omejitve raziskave	27
2.5.2 Doprinos za stroko in priložnosti za nadaljnje raziskovalno delo	27
3 ZAKLJUČEK	29
4 LITERATURA	31

KAZALO SLIK

Slika 1: PRISMA diagram.....	17
------------------------------	----

KAZALO TABEL

Tabela 1: Seznam odpadkov iz zdravstva iz kvalifikacijskega seznama	6
Tabela 2: Rezultati pregleda literature	15
Tabela 3: Osemstopenjska hierarhija dokazov	16
Tabela 4: Tabelarični prikaz rezultatov.....	18
Tabela 5: Razporeditev kod po kategorijah.....	23

SEZNAM KRAJŠAV

CO ₂ eq	ekvivalent ogljikovega dioksida
GSP	globalni segrevalni potencial
N ₂ O	dušikov oksidul
RS	Republika Slovenija
WHO	World Health Organization (Svetovna zdravstvena organizacija)

1 UVOD

Svetovna zdravstvena organizacija (angl. World Health Organization, WHO) je leta 1999 prvič definirala odpadke iz zdravstvene aktivnosti kot vse odpadke, ki nastajajo pri izvajanju dela v zdravstveni dejavnosti tako v raziskovalnih in zdravstvenih ustanovah kot tudi v laboratorijih. V zdravstvu se odpadki delijo po specifičnih lastnostih. Delimo jih na osem skupin (Chartier, et al., 2014):

- infektivni odpadki,
- ostri predmeti,
- farmacevtski odpadki,
- odpadki patološkega izvora,
- kemični odpadki,
- radioaktivni odpadki,
- genotoksični odpadki,
- nevarni komunalni odpadki.

Po oceni WHO je v zdravstveni dejavnosti pridelanih odpadkov, ki nimajo nevarnih lastnosti, okoli 85 %. Nevarnih odpadkov, pod katere štejemo infektivne, toksične in druge odpadke, s katerimi je treba ravnati na poseben način, je le okoli 15 % (World Health Organization (WHO), 2015).

Velik odstotek tveganja pri rokovanju z odpadki se pojavlja pri neustreznem rokovanju z ostrimi predmeti in infektivnimi odpadki, ki predstavljajo grožnjo tako pacientu kot tudi zaposlenim v zdravstveni dejavnosti. Ogroženo je tudi okolje zaradi mikroorganizmov, ki razvijejo večkratno odpornost. Dokazana so tudi ostala tveganja, ki povzročajo zdravstvene težave zaradi neustreznega rokovanja z odpadki v celostnem procesu, od nastanka do končne uporabe. Tveganja se delijo glede na skupine odpadkov (WHO, 2018):

- opekline, povzročene z radioaktivnimi odpadki,
- poškodbe z ostrimi predmeti,
- zastrupitve in onesnaževanje kot posledica izpustov farmacevtskih odpadkov v okolje, predvsem so to antibiotična in citotoksična zdravila,

- onesnaževanje okolja zaradi izpusta onesnažene vode in zraka v okolje, kjer nastajajo toksični stranski produkti elementov in spojin; ob sežigu odpadkov, nastalih v zdravstveni dejavnosti, nastajajo svinec, žveplo, kadmij, furani in dioksini.

Znotraj zdravstvene dejavnosti predstavlja delo v operacijski dvorani eno izmed največjih okoljskih obremenitev in je zaradi tega pomemben dejavnik globalnega segrevanja in podnebnih sprememb. Operacijska dvorana je prostor z veliko porabo energije (razsvetljava, ogrevanje, prezračevanje, delovanje kirurških in anestezijskih naprav, računalnikov) in materialnih virov (vode, razkužil, zaščitne in kirurške opreme za enkratno uporabo, zdravil). Operacijska dvorana poleg tega povzroča okoljsko obremenitev z emisijami plinov, ki jih uporabljajo za anestezijo. Na podnebni konferenci Združenih narodov v Dubaju so sprožili pobudo »Okolju prijazne operacijske dvorane« (Helmy & Ali, 2022).

Zaradi velikega ogljičnega odtisa zdravstveni sektor veliko prispeva k podnebnim spremembam, saj so bolnišnice zelo potratne v porabi energije in virov. Operacijske dvorane prispevajo k emisijam zaradi anestezijskih plinov, odpadkov in energetske intenzivne opreme. Za spremembe, ki bi ublažile podnebni odtis bolnišnice, pa so ključni tudi zdravstveni delavci, saj morajo spremeniti svoje osebno in poklicno vedenje, vendar s tem ne smejo ogroziti kakovostne oskrbe pacienta. Priporočila za ravnanje z viri in sredstvi v operacijski dvorani in drugod v bolnišnici lahko povzamemo s kratico 5R, kar v angleščini pomeni (Beloeil & Albaladejo, 2021):

- Reduce/zmanjšaj: zmanjšanje porabe sredstev, predvsem tistih za enkratno uporabo (papirnate brisačke, zmanjšanje porabe vode z uporabo razkužil za roke, uporaba vsebnikov za tekočine z večjim volumnom namesto z manjšim).
- Reuse/znova uporabi: izbira sredstev za večkratno uporabo, kot so pralne obleke, pralne brisače, instrumenti, ki se lahko očistijo in sterilizirajo, saj se na ta način zmanjšajo poraba energije, vode in izpusti toplogrednih plinov. Glede na raziskavo, ki je bila opravljena leta 2018, je pri uporabi kirurških plaščev za večkratno uporabo dokazano manjša poraba energije za 28 %, poraba vode za

- 50 % in manjši izpusti toplogrednih plinov za 30 % v primerjavi z uporabo plaščev za enkratno uporabo.
- Recycle/zloži za reciklažo: tako kot gospodinjske odpadke je tudi odpadke v operacijski dvorani mogoče ločeno zbirati in reciklirati. Za odpadke, kot so papir, karton in baterije, je sistem ločenega zbiranja že povsod vzpostavljen. Pri recikliranju plastike in kovin je treba vzpostaviti sistem zbiranja in reprocesiranja v navezi z lokalnimi podjetji za reciklažo. Težavnejša je reciklaža medicinskega stekla, saj ga ni mogoče reciklirati skupaj z odpadnim steklom iz gospodinjstev, izvajalcev pa je malo.
 - Rethink/znova razmisli: treba je premisliti in po potrebi zavrniti nakup sredstev, ki so zavita v nepotrebno plastiko in so namenjena enkratni uporabi, kot so na primer manšete za merjenje krvnega tlaka.
 - Research/razišči: raziskati je treba še vedno redke podatke o okoljskih vplivih različnih zdravstvenih sistemov, organiziranosti operacijskih dvoran, novih naprav in tehnologij.

Ves zdravstveni sektor se sooča s paradoksom, saj je treba po eni strani poskrbeti za ljudi z zdravstvenimi težavami, ki so posledica podnebnih sprememb, po drugi strani pa isti zdravstveni sektor s svojo dejavnostjo bistveno prispeva k podnebnim spremembam. V razvitih državah bolnišnice letno ustvarijo 1 % trdnih odpadkov in 2,1 % emisij toplogrednih plinov. En kilogram kliničnih odpadkov pri sežigu proizvede tri kilograme ogljikovega dioksida (Beloeil & Albaladejo, 2021).

V Združenih državah Amerike vsako leto proizvedejo okoli 3,6 milijarde ton medicinskih odpadkov, kar se v zadnjih letih povečuje. V operacijski dvorani je velik delež odpadkov posledica odprtih, neuporabljenih zalog in nepravilnega razvrščanja materialov, ki jih je mogoče reciklirati. Poleg vpliva, ki ga imajo odpadki na okolje, predstavljajo zdravstvenim sistemom tudi velik strošek. Odstranjevanje odpadkov vključuje odlaganje na odlagališča, sežig, avtoklaviranje in sterilizacijo. Od skupnih stroškov, ki nastanejo zaradi kirurškega materiala, jih lahko 20 % pripišemo neuporabljenemu materialu (Braschi, et al., 2022).

Delež uspešno recikliranih odpadkov se je v Združenih državah Amerike povečal s 16 % leta 1990 na 28,5 % leta 2000 in dalje na 34,7 % vseh odpadkov v letu 2011. Neonesnažene odpadke iz operacijske dvorane je možno reciklirati, vendar jih osebe pogosto nepravilno odvrže med onesnažene ali nevarne odpadke. S tem se kažeta neizobraženost in nezainteresiranost osebja glede ločevanja odpadkov. V Združenih državah Amerike ob daljših kirurških posegih nastane do 23 kilogramov odpadkov, ob ortopedskih in kardioloških posegih pa lahko tudi več kot 45–90 kilogramov odpadkov. Uvedli so že več predpisov glede varnega odstranjevanja bolnišničnih odpadkov prav zaradi ozaveščanja o nalezljivih boleznih, zlasti o hepatitisu in AIDS (Guetter, et al., 2018).

Odstranjevanje medicinskih odpadkov ima tako zdravstvene kot tudi okoljske posledice, ki pa so odvisne od vrste materialov in načina zbiranja, odstranjevanja ter predelave. Odlagališče odpadkov predstavlja glavni vir emisij metana. Metan je toplogredni plin, ki je za 25-krat močnejši od ogljikovega dioksida in predstavlja enega izmed pomembnih dejavnikov podnebnih sprememb. Odlagališča so pogosto locirana na območju z večjim deležem revnejšega prebivalstva, kar povečuje tveganje za nastanek zdravstvenih težav. Navadni medicinski odpadki, ki jih je pogosto treba obdelati s sežiganjem, sproščajo zdravju škodljive kemikalije, povezane z nevrološkim in reproduktivnim poškodbami. Mikroplastika nastaja pri razgradnji plastičnih odpadkov, prav tako pa predstavlja potencialno tveganje za zdravje. Zaradi svoje vzdržljivosti in majhnosti lahko mikroplastični delci onesnažijo vodne, talne in zračne ekosisteme, s tem pa vstopajo v prehransko verigo in jih ljudje zaužijemo. Čeprav mikroplastika še ni dobro raziskana, nekatere raziskave poročajo, da lahko ti delci sprožijo vnetne reakcije, poškodujejo celice in s tem motijo naš imunski sistem (Asfaw, et al., 2021).

1.1 ZAKONODAJA O LOČEVANJU ODPADKOV

Na seji dne 16. marca 2022 je Državni zbor Republike Slovenije sprejel Zakon o varstvu okolja (ZVO-2). V 22. členu je predstavljena odgovornost v zvezi z ravnanjem z odpadki. Vse osebe, ki odpadke proizvajajo, morajo ravnati z njimi v skladu z načeli trajnostnega

razvoja in zaščite okolja. Pomembno je, da se z odpadki ravna zlasti tako, da to (Zakon o varstvu okolja, 2022):

- ne predstavlja tveganja za vodo, zrak, tla in rastline,
- ne povzroča neprijetnega vonja in hrupa,
- ne povzroča škodljivih vplivov na območju, kjer je določen status s predpisi o ohranjanju narave ali na vodovarstvenem območju,
- ne povzroča škodljivih vplivov na območjih, kjer je predpisan poseben režim, ki ureja varstvo kulture dediščine.

V 23. členu je predstavljeno, da država spodbuja uporabo hierarhije ravnanja z odpadki z različnimi ekonomskimi in finančnimi instrumenti ter ukrepi, kot so davčni ukrepi, javna naročila, spodbujanje raziskav in inovacij ter digitalno usklajevanje med pristojnimi organi. Vse te prakse so zasnovane tako, da podpirajo boljše ravnanje z odpadki. Hierarhija ravnanja z odpadki je (Zakon o varstvu okolja, 2022):

- preprečevanje nastajanja odpadkov: najpomembneje je preprečiti nastajanje odpadkov, kar vključuje sprejemanje ukrepov že v fazi proizvodnje, da do njihovega nastanka sploh ne pride,
- priprava odpadkov za ponovno uporabo: sledi preventivi in vključuje ukrepe, ki omogočajo ponovno uporabo odpadkov, namesto da bi jih zavrgli,
- recikliranje odpadkov: odpadki, ki niso primerni za ponovno uporabo, morajo biti reciklirani, da se pridobijo surovine za ponovno uporabo v proizvodnem procesu,
- drugi postopki predelave odpadkov: to vključuje postopke, kot je energetska predelava, kjer se odpadki obdelujejo za pridobivanje energije,
- odstranjevanje odpadkov: zadnji korak, ki vključuje sežiganje ali odlaganje na odlagališčih, če druge možnosti ravnanja niso mogoče ali ekonomsko smiselne.

Sprejet je tudi Pravilnik o ravnanju z odpadki, ki nastanejo pri opravljanju zdravstvene dejavnosti in z njo povezanih raziskavah, izdan dne 30. 4. 2004 v Uradnem listu RS, št. 47/2004. V 4. členu so predstavljene naloge povzročitelja odpadkov, ki mora s tem zagotoviti (Pravilnik o ravnanju z odpadki, ki nastanejo pri opravljanju zdravstvene dejavnosti in z njo povezanih raziskavah, 2004):

- da se odpadki iz zdravstva odlagajo v posode ali vreče, ki služijo shranjevanju odpadkov, ločeno po vrstah iz seznama odpadkov,
- da se embalaža loči od odpadkov iz zdravstva,
- da se odpadki začasno shranjujejo in skladiščijo v posodah ali vrečah z vidno oznako o vrsti odpadka,
- da se ne mešajo z drugimi odpadki oziroma med seboj, če so druge vrste odpadkov,
- da se redno oddajajo zbiratelju v posodah ali vrečah, na katerih mora biti zabeleženo mesto nastanka, čas nastanka, vrsta po klasifikacijski številki in količini odpadkov,
- da se vodi evidenca odpadkov.

Prav tako morajo imeti povzročitelji odpadkov načrt gospodarjenja z odpadki iz zdravstva. Načrt se pripravi za obdobje štirih let, vendar ga je treba vsako leto preverjati. Načrt gospodarjenja z odpadki iz zdravstva mora biti v skladu s predpisi, kot jih opisuje 10. člen pravilnika.. Vodja zdravstvene ustanove je odgovoren za pripravo in izvedbo načrta. Pomembno je zagotoviti, da so predpisi in operativni programi za ravnanje z odpadki usklajeni z zakonodajo, ki ureja operativne programe varstva okolja (Pravilnik o ravnanju z odpadki, ki nastanejo pri opravljanju zdravstvene dejavnosti in z njo povezanih raziskavah, 2004).

V tabeli 1 so predstavljene kvalifikacijske številke odpadkov iz Pravilnika o ravnanju z odpadki, ki nastanejo pri opravljanju zdravstvene dejavnosti in z njo povezanih raziskavah (2004).

Tabela 1: Seznam odpadkov iz zdravstva iz kvalifikacijskega seznama

Klasifikacijska številka odpadkov	Opis odpadkov	Opis posod in vreč za začasno hranjenje in začasno skladiščenje	Način odstranjevanja odpadkov
18 01 01	Ostri predmeti (razen 18 01 03).	Zbiralnik za ostre predmete.	Odlaganje obdelanih odpadkov, sežiganje z odlaganjem ostanka sežiga.
18 010 03 (nevarni odpadki)	Opadki, ki z vidika preventive pred	Plastične posode za enkratno uporabo.	Odlaganje obdelanih odpadkov (če
	infekcijo zahtevajo posebno ravnanje pri		izpolnjujejo zahteve za odpadke z visoko

Klasifikacijska številka odpadkov	Opis odpadkov	Opis posod in vreč za začasno hranjenje in začasno skladiščenje	Način odstranjevanja odpadkov
	zbiranju in odstranitvi.		vsebnostjo biološko razgradljivih snovi), sežiganje in odlaganje ostanka sežiga.
18 01 04	Odpadki z vidika preventive pred infekcijo in ne zahtevajo posebnega ravnanja (perilo, plenice, mavčni povoji).	Plastične vreče, posode za zbiranje in transport.	Odlaganje, sežiganje z odlaganjem ostanka sežiga.
18 01 06 (nevarni odpadki)	Kemikalije, ki vsebujejo nevarne snovi.	Plastične posode za enkratno uporabo.	Sežiganje z odlaganjem ostankov sežiga.
18 01 07	Kemikalije, ki niso zajete v 18 01 06.	Plastične posode za enkratno uporabo.	Sežiganje z odlaganjem ostankov sežiga.
18 01 08 (nevarni odpadki)	Citotoksična in citostatična zdravila.	Plastične posode za enkratno uporabo.	Sežiganje z odlaganjem ostankov sežiga.
18 01 09	Zdravila, ki niso zajeta v 18 01 08	Plastične posode za enkratno uporabo.	Sežiganje z odlaganjem ostankov sežiga.

(Pravilnik o ravnanju z odpadki, ki nastanejo pri opravljanju zdravstvene dejavnosti in z njo povezanih raziskavah, 2004)

V Sloveniji je bila leta 2008 sprejeta Uredba o ravnanju z odpadnimi zdravili (Uredba, Uradni list RS, št. 105/2008), ki določa jasna pravila in pogoje za skladiščenje, zbiranje, prevoz in odstranjevanje neuporabnih zdravil ter ostankov zdravil, ki nastanejo pri končnem uporabniku ali v prometu z zdravili. Namen je zagotoviti varno okolje in okolju prijazno ravnanje z zdravili, saj se s tem preprečujejo potencialni škodljivi vplivi na okolje in ljudi. Zakonodaja zahteva, da se odpadna zdravila zbirajo ločeno od drugih odpadkov, kar je ključno za preprečevanje neustreznega odlaganja odpadnih zdravil in zmanjševanje negativnih vplivov na okolje. Ureja tudi postopke za varno odstranjevanje zdravil, ki mora potekati v skladu s predpisi, ki zagotavljajo zaščito okolja in zdravja ljudi. Uredba določa obveznosti različnih subjektov, ki sodelujejo pri ravnanju z odpadnimi zdravili (Uredba o ravnanju z odpadnimi zdravili, 2008):

- proizvajalci in distributerji zdravil morajo zagotoviti informiranje uporabnikov za pravilno ravnanje z zdravili po uporabi in omogočiti zbiranje neuporabnih zdravil,
- zdravstvene in veterinarske ustanove so odgovorne za pravilno skladiščenje, zbiranje in oddajo odpadnih zdravil po veljavnih postopkih,
- končni uporabniki morajo neuporabna zdravila ali zdravila, ki so jim ostala, vračati na določena zbirna mesta.

1.2 MATERIALI, KI SE UPORABLJAJO V OPERACIJSKI DVORANI

1.2.1 Plastika

Številni medicinski izdelki iz plastike so oblikovani z namenom zagotavljanja udobja in zniževanja stroškov, medtem ko je recikliranje pogosto zanemarjeno. Plastika je zaradi svojih lastnosti postala vse bolj priljubljen material, saj posamezno zaviti medicinski pripomočki iz plastike prispevajo k izboljšani učinkovitosti in večji varnosti pri uporabi. Zdravstveni sektor je odgovoren za približno 4,6 % svetovnih emisij toplogrednih plinov. Ocenjuje se, da bodo emisije toplogrednih plinov iz plastičnih odpadkov iz zdravstva do leta 2030 dosegle 1,34 gigatone na leto, do leta 2050 pa 2,8 gigatone na leto. Zakonodaja v Evropski uniji spodbuja zmanjševanje emisij ogljika, daje večji poudarek recikliranju plastičnih izdelkov in ozavešča o škodljivih učinkih plastike na okolje. Zakonodaja za posebne medicinske odpadke daje prednost preprečevanju nastajanja plastičnih odpadkov (Ramos, et al., 2023).

Plastika predstavlja najmanj 20 % medicinskih odpadkov, ki pogosto končajo na odlagališčih namesto v reciklaži. Številne raziskave so pokazale, da je z uvedbo pobud za izboljšanje kakovosti in pravilnim ločevanjem mogoče znatno zmanjšati količino odpadkov v operacijskih dvoranih. Recikliranje predstavlja pomemben del ravnanja z odpadki v operacijski dvorani, saj se s tem znižajo tudi stroški odstranjevanja odpadkov. Kljub uvedenim ukrepom za spodbujanje recikliranja so rezultati ankete pokazali, da večina zaposlenih opaža pomanjkljivosti predvsem na področju izobraževanja in informiranja o pravih postopkih recikliranja. Ugotovili so, da je glavna ovira nejasnost glede tega, kateri materiali so reciklabilni in kako z njimi ravnati. Manj kot polovica materialov iz operacijske dvorane je primerna za recikliranje, pri čemer se reciklira samo 25 % odpadkov (Azouz, et al., 2019).

Po vsem svetu nastaja velika količina neonesnažene plastike, vendar se reciklira samo majhen del le-te. Zdravstveni sektor plastiko pretežno uporablja zaradi njene vsestranskosti, vendar se večino plastičnih odpadkov neustrezno sežge ali zavrže. Še posebej je uporaba plastike močno narasla med pandemijo covid-19, ko so se množično

uporabljali pripomočki za enkratno uporabo. Zaradi domnevne kontaminacije s telesnimi izločki se plastike iz zdravstvene dejavnosti običajno ne sme mešati z običajnimi komunalnimi odpadki, temveč jo je treba pred recikliranjem ustrezno dekontaminirati. Postopek dekontaminacije vključuje razdrobljenje plastike na manjše koščke in segrevanje na povišani temperaturi. Med običajnimi plastičnimi odpadki v zdravstvenem sistemu so tudi ovoji za sterilizacijo, ki preprečujejo kontaminacijo kirurških instrumentov ter zagotavljajo popolno odsotnost mikroorganizmov in njihovih spor. Plastika v medicinski industriji prevladuje nad kovinami, steklom in keramiko predvsem zaradi enostavnejših postopkov sterilizacije. Tradicionalni materiali, kot so keramika, steklo in kovina, zahtevajo klasične metode sterilizacije, na primer avtoklaviranje ali parno sterilizacijo. Plastiko pa je mogoče učinkovito sterilizirati tudi z novjšimi tehnologijami, kot je gama sterilizacija. V zdravstvenem sektorju mora biti plastika hemokompatibilna in biokompatibilna. Ovoji za sterilizacijo so običajno izdelani iz polipropilena. Če jih pred kirurškim posegom uspešno zberejo in ločijo od odpadkov, onesnaženih s telesnimi izločki, jih je mogoče učinkovito reciklirati. Polipropilen je snov, ki ima visoko kemijsko odpornost, prosojnost, odpornost proti bakterijam in elastičnost. Iz njega izdelujejo brizge za enkratno uporabo in prav tako neresorbilne kirurške šive. Pri recikliranju onesnažene medicinske plastike je treba nameniti pozornost preprečevanju okužb in širjenju nalezljivih bolezni, saj so ti pripomočki onesnaženi s telesnimi izločki, kot so na primer urin, blato in kri. Številni proizvajalci plastike, ki se uporablja v medicinske namene, plastiko premažejo s protimikrobnimi premazi, ki lahko odganjajo ali celo ubijejo mikroorganizme, saj se na ta način zmanjša možnost okužb in preprečuje navzkrižna kontaminacija. Plastika v medicinski industriji mora biti zasnovana tako, da se jo lahko ustrezno reciklira. Možno je uporabiti različne strategije, kot so (Blessy, et al., 2021):

- zdravstveni delavec mora razumeti vrednost in pomen recikliranja,
- materiali morajo biti ločeni in kategorizirani po viru,
- ponovna uporaba po sterilizaciji, kadar je to mogoče,
- pravilno ločevanje medicinske plastike je pomembno za učinkovito recikliranje.

1.2.2 Kovinske zlitine

V operacijski dvorani se pogosto uporabljajo inštrumenti in implantati iz kovinskih zlitin. Najpogosteje so izdelani iz nerjavečega jekla, zlitin kobalta, kroma in niklja, čistega titana ali titanovih zlitin. Za določeno specifično rabo v ortopedski, kardiovaskularni, dentalni in drugih vejah kirurgije pa so zlitinam dodane tudi plemenite kovine, kot so zlato, srebro, platina, paladij in molibden (Hanawa, 2019).

1.2.3 Bombažni materiali

Sterilne pokrivalne komprese in kirurški plašči, ki se uporabljajo za zaščito operativnega polja in osebja, so lahko izdelani iz materialov za večkratno ali za enkratno uporabo. Materiali za večkratno uporabo so običajno sestavljeni iz gosto pletenega bombaža ali drugih tkanin, ki so lahko mešani s poliestrom in/ali kemično obdelani. Tovrstni materiali morajo biti odporni na večkratno predelavo in obdelavo, ohranjati morajo primerno raven zaščite. Materiali za enkratno uporabo pa običajno niso tkani, so sintetičnega ali naravnega izvora in so lahko kemično obdelani. Mednje spadajo tudi samolepilne folije, ki so lahko prepojene z antimikrobnim sredstvom (WHO, 2018).

1.3 ANESTEZIJSKI PLINI

Anestezijski odpadki predstavljajo pomemben del zdravstvenih odpadkov, saj vključujejo velike količine neuporabljenih ali delno uporabljenih zdravil, brizg, ampul in inhalacijskih sredstev. V operacijski dvorani in tudi izven nje zdravstveni delavci uporabljajo pripomočke za enkratno uporabo, saj zagotavljajo kakovost, priročnost in sterilnost. Pogosto pride do neustreznega odlaganja zdravstvenih odpadkov v zabojnike za kužne odpadke. Zmanjšanje odpadkov, nastalih v operacijski dvorani, lahko zmanjša tako vpliv na okolje kot tudi finančno breme zdravstvenih ustanov (Warda, 2024).

Najbolj razširjeni hlapni anestetiki so dušikov oksidul (N_2O) in visoko fluorirani plini sevofluran, desfluran in izofluran. Vsi prispevajo k podnebnim spremembam s spreminjanjem fotofizičnih lastnosti ozračja. Halogenirani plini in N_2O , ki vsebujejo

brom ali klor, kot sta izofluran in halotan, tanjšajo ozon ter zmanjšujejo učinek ozonske plasti pred ultravijoličnim sevanjem. Ozonske plasti pa ne uničujejo halogenirani plini brez klora ali broma, kot sta desfluran in sevofluran. Prispevek hlapnih anestetikov k emisijam toplogrednih plinov je majhen (0,1 %), vendar je treba upoštevati dolgoročni vpliv na podnebne spremembe in slediti strategijam za zmanjšanje vnosa v okolje. Hlapni anestetiki se v telesu slabo presnavljajo in se večinoma izločijo z izdihom. Več kot 95 % N₂O, desflurana, izoflurana in sevoflurana se izdihne nespremenjeno. V operacijskih dvoranh se plini odesavajo pri izdihu pacienta, saj se tako zmanjša izpostavljenost zdravstvenih delavcev. Plini, ki jih izčrpajo, se nato sprostijo v ozračje z malo ali nič obdelave, kjer delujejo kot toplogredni plini. Raziskave so pokazale določeno tveganje za zdravje, kot so bolezni jeter, ledvic, nevrološke bolezni, spontani splavi med zdravstvenimi delavci, ki so izpostavljeni v delovnem okolju s slabim oziroma z neustreznim odstranjevanjem inhalacijskih anestetikov. Prepoznana je bila tudi možnost za nastanek genetskih poškodb in oksidativnega stresa, ki ga povzroča izpostavljenost odpadnim inhalacijskim anestetikom (Shane & Raza, 2021).

Po svetu se uporabljajo smernice, namenjene zmanjšanju obremenitev okolja, saj bi z njimi zmanjšali podnebne spremembe, kot so dvig gladine, poplave, suše, naraščanje temperature. Koncept trajnostne anestezije je v zadnjih letih pridobil vse več pozornosti, saj se povečuje zanimanje za okoljsko ozaveščenost in družbeno odgovorne prakse pri izvajanju anestezioloških postopkov. Opredeljenih je 27 smernic, vse so bile objavljene med letoma 2016 in 2024, večina je izdanih med letoma 2022 in 2024. V širšem je predstavljenih osem najpomembnejših smernic (Remels, et al., 2025):

- Načela okoljske trajnosti anestezije: globalna soglasna izjava Svetovne zveze društev anesteziologov, ki poudarja zmanjšanje okoljskega odtisa anestezije z uporabo prijaznih zdravil in opreme ter spodbuja zmanjševanje izgub zdravil.
- Premik k zeleni anesteziji, ki priporoča zmanjšanje uporabe hlapnih anestetikov.
- Okoljska in trajnostna izjava partnerjev skupine Common Issues Group, ki poudarja zmanjšanje odpadkov zaradi anestetičnih plinov in intravenskih zdravil.
- Uredba Evropskega parlamenta in Sveta o fluriraih toplogrednih plinih. Namen uredbe je zmanjšati emisije fluriranih plinov, prav tako N₂O.
- Zmanjšanje emisij fluriranih plinov in ozonu škodljive snovi.

- Glasgowska deklaracija o trajnosti anestezije, saj priporoča čim manjšo uporabo desflurana in N₂O.
- Nacionalna zelena mreža operacijskih dvoran.
- Smernice za zmanjšanje vpliva splošne anestezije na okolje, ki spodbuja anestezijo z nizkim pretokom za zmanjšanje emisij toplogrednih plinov.

Zaradi hitrega napredka novih anestetičnih zdravil, naprav in postopkov postajajo stroški anestezije veliko finančno breme za bolnišnico, predvsem se to kaže v državah v razvoju. Zaradi individualnih odzivov pacientov ter varnostnih zahtev glede sterilitete, kot so neuporabljena zdravila, odprte vialke in ampule, se določenim količinam zavrženih anestetikov ni mogoče izogniti. Odpadna anestetična zdravila se pojavljajo skozi celotno perioperativno obdobje, vendar so raziskave pokazale, da je količina odpadnih zdravil še posebej velika pri obravnavi nujnih primerov. Pogosto pride do odpadkov predvsem pri intravenskih zdravilih, saj so zdravila pakirana v določenih količinah v vialah in ampulah. Delno porabljene ampule, viala, brizgalka se po koncu postopka zavržejo. Če se predvideva, da je vsebina ampule uporabna za več pacientov, je ena izmed rešitev uporaba deljenih odmerkov, pri čemer se zdravilo razdeli v več brizgalk, s čimer se prepreči nepotrebno zavrženje zdravila. Pri uporabi deljenih odmerkov je treba paziti, da brizgalk ne napolnimo s preveliko količino zdravila, saj lahko v tem primeru zdravilo samo še zavržemo. Deljeni odmerki se uporabljajo predvsem v okolju z omejenimi viri. Znanstveni podatki sicer izpostavljajo tveganja, povezana z uporabo deljenih odmerkov, predvsem zaradi nevarnosti navzkrižne kontaminacije med pacienti in izzivov pri nadzoru okužb. Čeprav ta pristop lahko zmanjša stroške in količino zavrženih zdravil, je treba skrbno pretehtati, ali so koristi resnično upravičene glede na potencialna tveganja za varnost pacientov in farmacevtsko oskrbo. Kljub temu je preprečevanje odpadnih anestetikov ključnega pomena za povečanje učinkovitosti operacijske dvorane, znižanje stroškov in izboljšanje varnosti pacientov (Habte, et al., 2024).

Zdravstveni sektor ima pomembno vlogo pri varovanju zdravja ljudi, vendar hkrati ne smemo zanemariti njegovega vpliva na okolje. V operativnem bloku, enemu izmed najbolj obremenjujočih delov bolnišnice z vidika obremenitve okolja, zaradi narave dela ustvarjajo izjemno količino medicinskih odpadkov, porabijo velike količine energije,

vode in materialov za enkratno uporabo, poleg tega pa pogosto uporabljajo kemikalije, ki predstavljajo dodatno tveganje za okolje in zdravje ljudi. S pregledom strokovne in znanstvene literature želimo opozoriti na nujno uvajanje trajnostnih praks, saj obstajajo rešitve, ki lahko bistveno zmanjšajo okoljski odtis. Poudariti želimo pomen ravnotežja med kakovostno zdravstveno oskrbo in odgovornim odnosom do okolja, saj s tem spodbudimo razmislek o dolgoročnih izboljšavah v operativnem bloku.

2 EMPIRIČNI DEL

V diplomskem delu je bila uporabljena deskriptivna metoda dela s pregledom tuje in domače znanstvene ter strokovne literature.

V diplomskem delu smo se osredotočili na vpliv odpadkov na okolje, ki so pridelani v operativnem bloku, predvsem na plastiko in anestezijske pline. Pregledali smo različne materiale, ki se uporabljajo v operativnem bloku.

2.1 NAMEN IN CILJI RAZISKOVANJA

Namen diplomskega dela je s pregledom strokovne in znanstvene literature raziskati, kako dejavnost, ki poteka v operativnem bloku, vpliva na okolje, in najti ukrepe, ki pripomorejo k zmanjšanju vpliva te dejavnosti na okolje.

Cilji diplomskega dela so:

- Raziskati vplive dejavnosti v operativnem bloku na okolje.
- Raziskati ukrepe, ki pripomorejo k zmanjševanju vpliva te dejavnosti na okolje.

2.2 RAZISKOVALNA VPRAŠANJA

Na podlagi zastavljenih ciljev smo si postavili naslednji raziskovalni vprašanja:

1. Kateri dejavniki v operativnem bloku obremenilno delujejo na okolje?
2. Kateri ukrepi zmanjšujejo obremenitev dejavnikov v operativnem bloku na okolje?

2.3 RAZISKOVALNA METODOLOGIJA

2.3.1 Metode pregleda literature

Za pripravo teoretičnega dela diplomskega dela smo pregledali strokovno in znanstveno literaturo v slovenskem in angleškem jeziku. Literaturo smo iskali v podatkovnih bazah:

CINAHL, PubMed, Cobiss, Medline, ProQuest, spletni brskalnik Google Učenjak, Wiley Online Library in ScienceDirect. Podatke smo pridobili iz slovenske in tuje strokovne literature s pomočjo besednih zvez: »Okoljske obremenitve IN operativni blok« in »Okolju prijazen operativni blok« oziroma »Environmental impact AND operative theatre« in »Green operating theatre«. Uporabili smo Boolov operator AND (IN), ki omogoča natančno in ciljno iskanje virov z okoljsko problematiko v operativnem bloku.

Za omejitev iskanja literature smo omejili na obdobje 2014–2024, saj smo s tem pridobili najnovejše rezultate. Izbirali smo vir, ki je strokovni ali znanstveni članek, ki ustreza temi diplomskega dela in je prosto dostopen v polnem besedilu. Jezik smo omejili na slovenski in angleški. S kriteriji smo zožili izbor literature in možne zadetke, ki smo jih lahko uporabili v diplomskem delu.

2.3.2 Strategija pregleda zadetkov

V diplomskem delu smo pregled izbrane literature prikazali tabelarično in shematsko. V tabelarnem pregledu (tabela 2) smo navedli uporabljene podatkovne baze, ključne besede, število zadetkov in število izbranih zadetkov za pregled v polnem pomenu. Za shematski prikaz smo uporabili PRISMA diagram, ki se nahaja v poglavju rezultati (Page, et al., 2021). V podatkovnih bazah, kjer smo iskali literaturo, smo našli 3.002 zadetkov in dva druga vira. S pregledom naslovov smo izključili 2.748 zadetkov. Po pregledu povzetkov vsebine smo izključili še 156 zadetkov, po še natančnejšem pregledu smo izključili še 88 zadetkov. V končno analizo smo vključili 10 člankov.

Tabela 2: Rezultati pregleda literature

Podatkovna baza	Ključne besede	Število zadetkov	Izbrani zadetki za pregled v polnem besedilu
CINAHL	»Environmental impact AND operative theatre« »Green operating theatre«	110	0
ProQuest	»Environmental impact AND operative theatre« »Green operating theatre«	387	0

Podatkovna baza	Ključne besede	Število zadetkov	Izbrani zadetki za pregled v polnem besedilu
Google Scholar/Google Učenjak	»Environmental impact AND operative theatre« »Green operating theatre«	876	3
PubMed	»Environmental impact AND operative theatre« »Green operating theatre«	657	1
Medline	»Environmental impact AND operative theatre« »Green operating theatre«	312	0
COBISS	»Environmental impact AND operative theatre« »Green operating theatre«	244	0
Wiley Online Library	»Environmental impact AND operative theatre« »Green operating theatre«	363	1
ScienceDirect	»Environmental impact AND operative theatre« »Green operating theatre«	83	5
SKUPAJ		3.002	10

2.3.3 Opis obdelave podatkov pregleda literature

Po večkratnem prebiranju vseh izbranih virov je sledilo odprto kodiranje rezultatov in razprave izbranih virov, ki je služilo oblikovanju kod iz besedila. Nato smo kode ponovno pregledali in vsebinsko podobne kode združevali v kategorije (Aveyard, 2018).

2.3.4 Ocena kakovosti pregleda literature

Pri ocenjevanju kakovosti pregleda literature smo uporabili osemstopenjsko hierarhijo dokazov (tabela 3), kot sta jo opredelila Polit in Beck (2021).

Tabela 3: Osemstopenjska hierarhija dokazov

Nivo	Hierarhija dokazov	Število vključenih virov
Nivo 1	Sistematični pregled / metaanalize randomiziranih kliničnih raziskav	Ghali, et al., 2023.
Nivo 2	Posamezne randomizirane klinične raziskave	Windler, et al., 2024.
Nivo 3	Nerandomizirane klinične raziskave (kvazi eksperimenti)	Gordon, 2020.

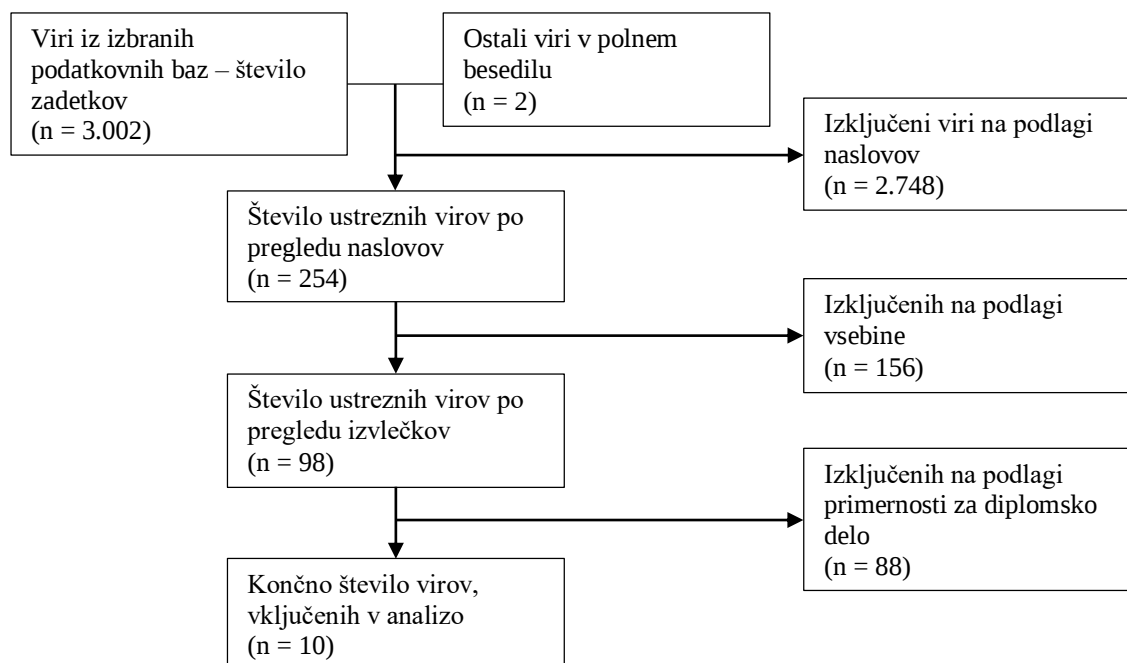
Nivo	Hierarhija dokazov	Število vključenih virov
Nivo 4	Sistematični pregledi neeksperimentalnih (opazovalnih) raziskav	MacNeill, et al., 2017; Perry, et al., 2023.
Nivo 5	Neeksperimentalne/opazovalne raziskave	Vollmer, et al., 2015; Barbario, et al., 2021; Cho, et al., 2024.
Nivo 6	Sistematični pregledi/metasinteze kvalitativnih raziskav	/
Nivo 7	Kvalitativne/opisne raziskave	Geethika & Bhooma, 2022.
Nivo 8	Neraziskovalni viri (mnenja...)	Struy & Eckelman, 2021.

V pregledu literature smo uporabili en sistematični pregled, eno randomizirano klinično raziskavo, eno nerandomizirano klinično preiskavo, dva sistematična pregleda opazovalnih raziskav, tri opazovalne raziskave, eno kvalitativno/opisno raziskavo in en neraziskovalni vir.

2.4 REZULTATI

V nadaljevanju sledi shematski in vsebinski prikaz rezultatov.

2.4.1 PRISMA diagram



Slika 1: PRISMA diagram
(Moher, et al., 2015)

PRISMA diagram prikazuje slika 1. Prikazan je potek pridobivanja končnega števila zadetkov (Page, et al., 2021). Pridobili smo 3.004 virov v polnem besedilu. Izključili smo 2.748 virov na podlagi naslovov, v nadaljnji pregled smo uvrstili 254 virov. Na podlagi pregleda vsebine smo izključili 156 virov. Po pregledu izvlečkov je bilo 98 virov primernih, iz tega smo izključili 88 virov, ki niso bili primerni za diplomsko delo. Po podrobnem pregledu virov vsebinsko je bilo v končno analizo uvrščenih 10 virov.

2.4.2 Prikaz rezultatov po kodah in kategorijah

Tabela 4: Tabelarni prikaz rezultatov

Avtor	Leto objave	Uporabljena metodologija	Vzorec (velikost in država)	Ključna spoznanja
Perry, et al.	2023	Sistematični pregled	n = 34, ZDA	Podnebne spremembe globalnemu zdravju predstavljajo grožnjo, saj zdravstveni sektor prispeva k podnebnim spremembam in svetovnim emisijam. 5,4 % ogljičnega odtisa predstavlja nacionalna zdravstvena služba. Operacijske dvorane zahtevajo velike količine energije tako za ogrevanje kot tudi za prezračevanje. Sistematični pregled ogljičnega odtisa v kirurgiji predstavlja, da zapletena večja operacija povzroči do 814 kg CO ₂ eq. Na ogljični odtis pri istih operacijah vpliva prav tako tudi geografska razlika, na primer operacija sive mreže predstavlja od 6 kg CO ₂ eq v Indiji do 182 kg CO ₂ eq v Združenem kraljestvu. Na okolje vpliva tudi nakup materiala v operativnem bloku, saj 30 % odpadkov nastane pri kirurški oskrbi, velik del tega je plastična embalaža in material za enkratno uporabo.
Cho, et al.	2024	Opazovalna raziskava	n = 2 operacijski sobi, 3 vrste posega, Južna Koreja	Plastika je del sodobnega življenja, saj je postala glavno svetovno blago, od leta 1950 se je njena proizvodnja drastično povečala. Povečalo se je tudi onesnaževanje s plastiko, ki je posledica nepravilnega odlaganja plastike. Raziskave za uporabo ocene življenjskega cikla so izpostavile pomembne vplive na

Avtor	Leto objave	Uporabljena metodologija	Vzorec (velikost in država)	Ključna spoznanja
				okolje, povezane z ravnanjem z odpadki. Ena od raziskav, ki je bila izvedena v Indiji, je pokazala, da je mogoče z vključevanjem metod kompostiranja, recikliranja in s sanitetnimi odlagališči zmanjšati okoljske obremenitve, kot sta globalno segrevanje in zakisovanje okolja. V raziskavi so ugotovili, da lahko prehod s sežiganja nevarnih odpadkov na
				splošno ravnanje z odpadki in strategije recikliranja plastike povzročijo zmanjšanje vpliva na okolje. Splošno odlaganje odpadkov zmanjša vpliv globalnega segrevanja do 79,7 %, recikliranje plastike pa zmanjša globalno segrevanje za še dodatnih 11,8 %. Zdravstvene ustanove bi tako s svojimi protokoli zmanjšale svoj ogljični odtis in tudi ublažile širše vplive na okolje, kot je onesnaževanje vode in zraka.
Geethika, & Bhooma	2022	Kvalitativna / opazovalna raziskava	n = 80 članov, 200 zaposlenih v fokusnih skupinah, Indija	V raziskavi so opazili, da ima ob najnižji stopnji zasedenosti bolnišnica prav tako velik vpliv na okolje. Vsaka zdravstvena ustanova ima kazalnike kakovosti, saj bi bilo v bolnišnici treba izobraziti zaposlene o ravnanju z odpadki. Tako bi dosegli trajnostne cilje oziroma spremembe. Ugotovili so tudi, da uporaba zelenih trajnostnih rešitev zmanjša stroške, ki nastanejo pri operaciji, za 30 %.
Ghali, et al.	2023	Sistematični pregled	n = 19, Tunizija	Neustrezno ravnanje z bolnišničnimi odpadki je težava v mnogih razvitih državah. Neustrezno ravnanje z bolnišničnimi odpadki lahko povzroči poškodbe zaradi kemikalij, fizične poškodbe ter prenašanje okužb. Zdravstveni delavci so zaradi neustreznega ravnanja z odpadki izpostavljeni tveganju za okužbe, kot so hepatitis B in C, HIV ter druge nalezljive bolezni.
Windler, et al.	2024	Randomizirana preiskava	n = 331, Nemčija	V nekaterih ustanovah propofol predstavlja 45 % odpadnih zdravil v operacijski dvorani. Pri totalni intravenski anesteziji se indukcija

Avtor	Leto objave	Uporabljena metodologija	Vzorec (velikost in država)	Ključna spoznanja
				in vzdrževanje anestezije izvajata z uporabo propofola. Za vzdrževanje anestezije se uporabljajo avtomatske črpalke na brizgo, za indukcijo pa ni določene metode, ampak si jo izbere anesteziolog. V raziskavi so ugotovili, da je z uporabo črpalke na brizgo 32,8 % manjši odpad propofola, to se je najbolj
Gordon	2020	Sistematični pregled	n = 40, ZDA	izkazalo pri posegih, ki so trajali 20–60 minut in 80–120 minut. Neizogibna posledica aplikacije zdravil med anestezijsko oskrbo so odpadna zdravila. Največ se zavrže zdravila propofol po volumnu, zdravila za nujne primere, kot so atropin, fenilefrin, epinefrin in suksinilholin, pa imajo največji delež odpadka. To predstavlja odstotek zdravila, ki je odprt in ga je treba zavreči. Najboljši način za zmanjšanje odpadnih zdravil je omejitev priprave zdravil, saj skoraj vsa zdravila iz vial končajo v okolju v določeni obliki. Odstranjevanje neporabljenih zdravil se razlikuje glede na politiko bolnišnice in države. Vsi narkotiki, benzodiazepini, ketamin in ponekod tudi propofol se odlagajo v kanalizacijski sistem (na primer v umivalnik ali stranišče). S sežigom zdravil se prepreči morebitni izpust v podtalnico, do katerega pride, ko zdravila uhajajo skozi odlagališča. Odlagališča in naprave za čiščenje odpadnih voda ne morejo preprečiti vstopa farmacevtskih izdelkov v okolje. Zdravila, povezana z anestezijo, predstavljajo majhen delež odpadnih zdravil, saj se v okolju večinoma najdejo najpogostejša uporabljena zdravila (antibiotiki, analgetiki, antihipertenzivi, stabilizatorji razpoloženja, oralna kontracepcija). Dve strategiji za zmanjševanje odpadnih zdravil bi bili napolnjene injekcijske brizge in razdelitev vial, zlasti pri pediatričnih pacientih.

Avtor	Leto objave	Uporabljena metodologija	Vzorec (velikost in država)	Ključna spoznanja
Barbariol, et al.	2021	Opazovalna raziskava	n = 12 bolnišnic, Italija	Farmakološko zdravljenje pri ogrožajočih stanjih je treba začeti čim prej, zato se nujna zdravila pripravijo vnaprej, vendar se posledično 20–50 % pripravljenih zdravil zavrže. Glavna točka raziskave je bila merjenje dejanske količine izgubljenih zdravil v operacijskih dvoranah in enoti intenzivne terapije. Zbiranje
				s podatkov je potekalo marca 2018. Podatki so bili zbrani pri vseh prejetih pacientih, neodvisno od vrste primera in tega, ali je operacija načrtovana ali ne. Rezultati so pokazali skupno 13.078 pripravljenih injekcijskih brizg z zdravili, ki jih niso porabili. Izguba se je gibala od 7,8 % do 85,7 % vnaprej pripravljenih brizg. Povprečna izguba skupaj je bila 38 %. Ocenjeni letni odpadki so bili 139.531 brizg, zavrženih po nepotrebnem, kar predstavlja 78.060 EUR stroškov na leto. Vsi prešteti medicinski odpadki so tehtali 4968 kg.
MacNeill, et al.	2017	Opazovalna raziskava	n = 3 bolnišnice z operacijskim blokom, Kanada, ZDA, Združeno kraljestvo	Vse industrije morajo razviti strategije, ki bodo zmanjšale emisije toplogrednih plinov in se s tem izognile dvigu globalne temperature nad 2 stopinji Celzija in podnebnim motnjam. V enoletnem obdobju od 1. 1. do 31. 12. 2011 je bila izvedena ocena toplogrednih plinov, ki nastanejo v treh akademskih bolnišnicah. Hlapni anestetiki so v dveh severnoameriških bolnišnicah povzročili 2.034.277 kg CO ₂ eq/leto v Splošni bolnišnici Vancouver in 2.129.841 kg CO ₂ eq/leto v Medicinskem centru Univerze v Minnesoti. V Združenem kraljestvu je bil medtem ogljični odtis samo 21.212 kg CO ₂ eq/leto kljub večjemu obsegu primerov na leto. Razliko v intenzivnosti ogljika je mogoče pojasniti z različno uporabo desflurana. Uporaba N ₂ O je v vseh mestih zanemarljiva.

Avtor	Leto objave	Uporabljena metodologija	Vzorec (velikost in država)	Ključna spoznanja
Vollmer, et al.	2015	Opazovalna raziskava	n = 4, Antarktika, Švica	Flurani so postali izbrani inhalacijski anestetiki v zadnjem desetletju, čeprav se še vedno uporabljata N ₂ O in halotan. Inhalacijski anestetiki se dovajajo pacientu preko pripomočka, kot sta I-gel ali endotrahealni tubus, z uporabo anestezijske naprave, ki deluje kot pol zaprti sistem. Vsi odpadni anestetiki gredo v ozračje, zato je za zaščito osebja v operacijski dvorani treba odvajati pline s prezračevanjem. Ugotavljajo, da so se globalne emisije halotana v povprečju iz 490 ton letno v 2000/2001 znižale na 250 ton letno v letu 2014. Emisije flurana so se povečale s 440 na 880 ton letno, desflurana pa s 150 na 960 ton letno. Emisije sevoflurana so leta 2004 znašale 1100 ton letno, leta 2014 pa 1200 ton letno. Vsi flurani se spuščajo v ozračje v približno enakih količinah. Defluran prevladuje v količinah CO ₂ eq in ima največji potencial globalnega segrevanja. Skupne emisije naštetih anestetikov so 3,1 ± 0,6 milijona ton CO ₂ eq.
Struys & Eckelman	2021	Sistematični pregled	n = 10, ZDA	Halogenirani etri skupaj z N ₂ O so toplogredni plini z velikim potencialom za globalno segrevanje. Njihove skupne emisije so odgovorne za približno 3 % podnebnega odtisa in lahko predstavljajo več kot 50 % emisij toplogrednih plinov iz perioperativne verige. Da bi se emisije zmanjšale, je treba upoštevati priporočila, kot sta uporaba nizkih pretokov svežih plinov in izogibanje inhalacijskim anestetikom (npr. N ₂ O, dusfluran), razmisliti je treba o intravenskem in regionalnem pristopu ter vlagati v tehnologijo, ki omogoča boljše zajemanje ali uničevanje odpadnih anestetičnih plinov. Izvedena je bila raziskava na podlagi primerjanja ogljičnega odtisa splošne, regionalne in kombinirane anestezije pri totalni endoprotezi kolena. Povprečne vrednosti ogljičnega odtisa so

Avtor	Leto objave	Uporabljena metodologija	Vzorec (velikost in država)	Ključna spoznanja
				podobne pri splošni, regionalni in kombinirani anesteziji. Sevofluran je v povprečju prispeval 4,7 kg CO ₂ eq (razpon je od 2,7 do 8,6 kg), kar predstavlja 35 % celotnega ogljičnega odtisa. Pri popolni intravenski anesteziji je nižji ogljični odtis kot pri splošni anesteziji. Pri spinalni anesteziji
				je ogljični odtis izničen zaradi večjih emisij, povezanih s pranjem in sterilizacijo kirurških instrumentov (4,5 kg CO ₂ eq) ter proizvodnjo kisika (2,8 kg CO ₂ eq) za dovajanje preko nosne kanile.

Identificirali smo 25 kod med pregledovanjem člankov, ki so predstavljeni v tabeli 4.

Kode smo v tabeli 5 združili glede na skupne lastnosti v tri kategorije.

Tabela 5: Razporeditev kod po kategorijah

Kategorija	Kode	Avtorji
Kategorija 1: Plastika in drugi nefarmakološki odpadki ter njihov ogljični odtis	Plastika – bolnišnični odpadki – ogljični odtis – emisije toplogrednih plinov – vpliv na okolje – ravnanje z odpadki – izobrazba zaposlenih – sežig odpadkov – možnost okužbe.	Perry, et al., 2023; Cho, et al., 2024; Geethika & Bhooma, 2022; Ghali, et al., 2023.
Kategorija 2: Odpadna intravenozna zdravila pri anesteziji	Odpadna zdravila – metode izbire anestezije – črpalka na brizgo – propofol – odstranjevanje neporabljenih zdravil – zdravila, potrebna za nujne primere.	Windler, et al., 2024; Gordon, 2020; Barbariol, et al., 2021.
Kategorija 3: Odpadni anestezijski plini	Hlapni anestetiki – flurani – halogenirani etri – emisije felurana – defluran – toplogredni plini – dušikov oksidul – sevofluran.	MacNeill, et al., 2017; Vollmer, et al., 2015; Struys & Eckelman., 2021.

2.5 RAZPRAVA

Z diplomskim delom, ki temelji na pregledu znanstvene in strokovne literature, smo odgovorili na raziskovalna vprašanja ter dosegli zastavljeni cilj. Namen je bil preučiti

vpliv dejavnosti v operativnem bloku na okolje ter opredeliti ukrepe, ki prispevajo k zmanjševanju tega vpliva.

Pri prvem raziskovalnem vprašanju smo preučevali vpliv dejavnosti v operativnem bloku na okolje. Mnoge raziskave so pokazale, da ta vpliv zajema več različnih vidikov, zato smo načine vplivanja na okolje razdelili v tri glavne kategorije.

Prvo kategorijo smo poimenovali »Plastika in drugi nefarmakološki odpadki ter njihov ogljični odtis«. Pri sistematičnem pregledu so Perry, et al. (2023) ugotovili, da nacionalni zdravstveni sektor predstavlja 5,4 % ogljičnega odtisa. V 21. stoletju so podnebne spremembe največja grožnja zdravstvenega sistema. Med operacijami nastane veliko odpadkov, predvsem plastične embalaže in materialov za enkratno uporabo. Velik del opreme v operativnem bloku predstavlja material za enkratno uporabo. Raziskave kažejo, da predmeti za večkratno uporabo znatno zmanjšajo količino odpadkov za 70 %. S sežigom odpadkov za enkratno uporabo se namreč tvorijo kancerogene spojine. Prepoznali so več ukrepov za povečanje trajnosti v perioperativnem okolju in izpostavili, da tudi manjše spremembe lahko pomembno prispevajo k izboljšavam.

V raziskavi Cho, et al. (2024) so ugotovili, da v Južni Koreji medicinski odpadki sodijo med neodvisne obdelane vrste nevarnih odpadkov, 90 % pa se jih sežge. Pomembno je razumeti, da se zdravstveni sektor sooča z izzivi, povezani s sanitarnimi in varnostnimi zahtevami. Eden največjih izzivov je globalno segrevanje, pri čemer že samo pravilno ločevanje odpadne embalaže medicinskih pripomočkov prispeva k znatnemu zmanjšanju emisij toplogrednih plinov. Zmanjšanje emisij je prav tako posledica manjše porabe primarne plastike, ki je eden največjih virov intenzivnih emisij toplogrednih plinov v življenjskem ciklu plastičnih materialov. Odpadna plastika predstavlja 9,12 % vseh nastalih odpadkov, zato pobude za ločevanje in recikliranje odpadkov ponujajo velik potencial za zmanjšanje okoljskega vpliva.

Članek avtoric Geethika in Bhoom (2022) izpostavlja potrebo po celostnem trajnostnem pristopu v zdravstvenih ustanovah, pri čemer poudarja tri ključna področja: okoljski, družbeni in ekonomski vliv. Bolnišnice kot energetske intenzivne ustanove z velikim

obsegom odpadkov in porabe vode ter energije predstavljajo izziv z vidika trajnosti. Z uvajanjem zelenih praks bi bolnišnica zmanjšala svoj ogljični odtis in tudi dobrobit pacientov. Trajnostni razvoj zdravstvenega sektorja je mogoče doseči le s celostnim procesom, ki vključuje zaposlene in tudi procese.

Ghali, et al. (2023) izpostavljajo, da neustrezno ravnanje z bolnišničnimi odpadki predstavlja resno grožnjo za zdravje ljudi in za okolje. Do širjenja nalezljivih bolezni lahko pride zaradi pomanjkanja ustreznih postopkov za zbiranje, odstranjevanje in obdelavo odpadkov. Neustrezno odstranjevanje bolnišničnih odpadkov, kot sta odlaganje v odprte jame ali sežiganje brez nadzora, vodi do emisij strupenih plinov, kot so dioksini in težke kovine. Vse to povzroča onesnaževanje zraka, tal in podtalnice.

V drugi kategoriji smo preučevali odpadna intravenozna zdravila, uporabljena pri anesteziji, pri čemer smo ugotovili, da je največ zavrženega zdravila propofol. Raziskava Windler, et al. (2024) primerja uporabo črpalke na brizgo in ročno aplikacijo propofola pri totalni venski anesteziji. Uporaba črpalke je znatno zmanjšala količino odpadnega propofola, pri čemer je bila največja učinkovitost opazna pri operacijah, ki trajajo med 20 in 120 minutami, z zmanjšano porabo tudi do 48,8 %. Zmanjšanje odpadkov ni bilo odvisno od demografskih značilnosti pacientov. Pacienti z anamnezo zlorabe substanc so pri ročni indukciji ustvarili več odpadka. Ta ugotovitev je pomembna za trajnostno upravljanje zdravil v anesteziji, saj zmanjšanje odpadkov ne prispeva le k nižjim stroškom za bolnišnico, ampak tudi zmanjšuje vpliv na okolje. Glede na visoko porabo propofola bi bila smiselna uporaba črpalk, saj bi s tem prispevali k trajnostnemu delovanju zdravstvenih ustanov.

Tudi avtorica Gordon (2020) v članku poudarja pomembnost uvedbe trajnostnih praks v operacijskih dvoranh zaradi znatnega okoljskega odtisa zdravstvenega sistema. Zmanjšanje porabe zdravil z uporabo prenapolnjenih brizg in pravilno odmerjanje zdravil bi pripomogla k zmanjšanju odpadkov. Pomembno je tudi, da se neuporabljena zdravila pravilno zavržejo, saj se tako prepreči nepotrebno onesnaževanje okolja. V Sloveniji bi z zavezanostjo trajnostnemu razvoju lahko sprejeli številne ukrepe. Uvajanje trajnostnih

praks v operacijske dvorane ne pripomore samo k varovanju okolja, ampak tudi k zmanjšanju stroškov zdravstvenega sistema.

Raziskava Barbariol, et al. (2021) preučuje obseg in vpliv odpadkov zdravil v operacijskih dvoranh in enotah intenzivne nege. Ugotovili so, da je v povprečju zavrženih 38 % pripravljenih brizg, pri čemer so imela nekatera zdravila, kot sta atropin in epinefrin, stopnjo odpadkov do 86 %. Letno je bilo zavrženih 139.531 brizg. Priporočajo uvedbo strategij, kot sta uporaba prednapolnjenih brizg za zdravila, ki se uporabljajo redko, in izobraževanje osebja o vplivu odpadkov.

Tretjo kategorijo smo poimenovali »Odpadni anestezijski plini«. Vanjo smo uvrstili članke, ki obravnavajo odpadne anestezijske pline ter njihov vpliv na globalno segrevanje in tanjšanje ozonskega plašča. Raziskava MacNeill, et al. (2017) je prva raziskava, ki ocenjuje ogljični odtis v operacijskih dvoranh. Ugotovili so, da so operacijske dvorane pomemben vir emisij toplogrednih plinov, v njih nastaja največ desflurana. Letni ogljični odtis je znašal približno 9,7 milijona ton CO₂ eq, kar ustreza emisijam, ki jih povzroči približno 2 milijona osebnih vozil. Priporoča se uvedba strategij za zmanjšanje emisij, kot je izogibanje uporabi desflurana, saj ima desfluran globalno segrevalno moč, ki je do 2.500-krat večja od CO₂ in ostane v ozračju 14 let. Avtorji MacNeill, et al. (2017) so ugotovili, da je sevofluran okolju bistveno bolj prijazen, njegova uporaba pa je okolju manj škodljiva. Z zamenjavo desflurana s sevofluranom bi tako zmanjšali emisije v operacijskih dvoranh.

Vollmer, et al. (2015) v raziskavi proučujejo vpliv inhalacijskih anestetikov, kot so desfluran, sevofluran in izofluran. Ugotavljajo, da so ti plini močni toplogredni plini z dolgo življenjsko dobo v atmosferi, kar pomeni, da že majhne količine prispevajo k segrevanju ozračja. Desfluran ima izredno visok globalno segrevalni potencial (GSP) in dolgo razpolovno dobo (14 let). Izofluran in sevofluran sta bistveno manj škodljiva, vendar kljub temu pripomoreta k emisijam toplogrednih plinov. Priporoča se omejitev uporabe anestezijskih plinov, predvsem desflurana. Kot popolno alternativo pa svetujejo uporabo totalne intravenske anestezije, ki ne vključuje uporabe plinov in tako bistveno zmanjša okoljski odtis.

Raziskava Struys in Eckelman (2021) opozarja, da je okoljski odtis anestezije širši od zgoj emisij inhalacijskih anestetikov. Plini, kot sta desfluran in N₂O, so znani po svojem visokem GSP, na primer desfluran ima 2.500 GSP, sledi mu izofluran s 510 GSP in sevofluran, ki je manj škodljiv, ima 130 GSP. N₂O ima zelo dolgo atmosfersko življenjsko dobo, več kot 100 let, in predstavlja pomemben vir emisij zaradi velike uporabe.

2.5.1 Omejitve raziskave

Ena izmed omejitev je omejeno število novejših virov v slovenskem jeziku; večina najdenih virov je bila starejša od deset let, nekateri pa niso bili dostopni v polnem besedilu. To omejuje možnosti za poglobljeno raziskovanje domačega področja in vpogled v slovenski zdravstveni sistem. Pomembno je, da se tega zavedamo, saj bi večja dostopnost literature v slovenskem jeziku pripomogla k širjenju rezultatov raziskav, opravljenih v Sloveniji.

Omejitev je bila prav tako težko dostopna literatura v angleškem jeziku, saj veliko znanstvene in strokovne literature ni dostopne v polnem besedilu. Večja dostopnost literature bi omogočila širši spekter raziskovalnih ugotovitev. Veliko raziskav o odpadkih se osredotoča na celotno bolnišnico ali kliniko, medtem ko je malo študij, ki bi bile posebej usmerjene na operativni blok.

2.5.2 Doprinos za stroko in priložnosti za nadaljnje raziskovalno delo

Podnebne spremembe nas spremljajo v vsakodnevnem življenju in pomembno je, da se jih kot ljudje zavedamo, saj vse pogosteje vplivajo na družbo, zdravje in okolje. Njihove posledice se kažejo v ekstremnih vremenskih pojavih, spremembah ekosistemov ter nazadnje tudi v obremenitvah zdravstvenih sistemov. Diplomsko delo osvetljuje vpliv zdravstvenega sistema na globalno segrevanje ter poudarja pomembnost pravilnega in odgovornega ravnanja z odpadki. Hkrati spodbuja iskanje učinkovitejših metod za ohranjanje narave in kakovosti ozračja. Na podlagi obstoječih raziskav lahko v Sloveniji uvedemo različne smernice in priporočila za okoljsko trajnost operacijskih dvoran. Tuja

strokovna literatura in predstavljena orodja, podprta s praktičnimi primeri, so nam v veliko pomoč. Slovensko področje ponuja še številne priložnosti za nadaljnje raziskave, ki bodo omogočile podrobnejšo analizo tako odpadkov kot tudi anestezijskih plinov v ozračju ter prispevale k iskanju učinkovitih rešitev.

3 ZAKLJUČEK

V diplomskem delu smo na podlagi pregleda literature raziskovali problematiko vpliva operativne dejavnosti na okolje. Osredotočili smo se predvsem na odpadno plastiko in odpadna anestezijska intravenozna zdravila ter pline, kot so sevofluran, izofluran in desfluran. Analiza pregleda literature je pokazala, da obstajajo možnosti za izboljšanje na naštetih ravneh. Zaposleni imajo ključno vlogo pri zmanjševanju okoljskih obremenitev, saj z ozaveščanjem in uporabo trajnostnih praks prispevajo k zmanjševanju odpadkov ter emisij toplogrednih plinov. Čeprav trajnostne prakse predstavljajo velik izziv, so v zdravstvenem sektorju nujno potrebne. Z njihovo uvedbo in stalnim izobraževanjem zaposlenih lahko bolnišnice postanejo bolj okolju prijazne, hkrati pa še naprej zagotavljajo kakovostno in varno oskrbo.

Operacijska dejavnost je velik porabnik energije, saj vključuje uporabo električnih inštrumentov, klimatizacijo prostorov, ogrevanje vode, osvetlitev ter posredno tudi uporabo materialov, katerih proizvodnja je energetsko potratna. Zaradi široke uporabe izdelkov za enkratno uporabo je operacijska dejavnost hkrati pomemben vir odpadkov, predvsem plastičnih. Poleg tega lahko nepravilno ravnanje z odpadki iz operacijskega bloka predstavlja tveganje za prenos infekcij.

Glede na raziskave zdravstveni sektor predstavlja približno 5,4 % svetovnih emisij toplogrednih plinov, kar kaže na njegov pomemben okoljski odtis. K nastanku toplogrednih plinov pomembno prispeva uporaba izdelkov za enkratno uporabo, kar pa je v zdravstveni dejavnosti pogosto neizogibno. Raziskave so pokazale, da lahko pri veliki kompleksni operaciji nastane preko 800 kg CO₂ eq. Prav tako je tudi plin metan eden izmed toplogrednih plinov, ki prispeva k segrevanju ozračja. Metan nastaja zlasti pri dolgotrajni izpostavljenosti plastičnega materiala soncu.

Ker je vse več novejših anestetičnih zdravil, to predstavlja veliko finančno breme bolnišnicam. Poseben odpadek zaradi dejavnosti v operativnem bloku so zdravila. 20–50 % vnaprej pripravljenih zdravil se zavrže. Odpadna zdravila je treba sežgati, saj se na ta način prepreči njihov izpust v podtalnico. Skoraj polovico odpadnih anestetikov

predstavlja propofol, pri čemer lahko uporaba črpalke na brizgo zmanjša njegov odpad za približno tretjino. Odpadni anestezijski plini neposredno prispevajo k učinku tople grede, pri čemer ima desfluran še posebej visok globalni segrevalni potencial (GSP). Alternativa splošni anesteziji z uporabo plinov je popolnoma venska anestezija, ki ima manjši ogljični odtis. Zmanjševanje okoljskega vpliva odpadnih anestetikov zahteva kombinacijo sprememb v organizaciji dela, ozaveščanja zaposlenih ter uvedbe tehničnih rešitev. V Sloveniji zaenkrat še ne obstajajo obvezni okoljski standardi za ravnanje z odpadnimi anestetiki.

4 LITERATURA

Asfaw, S.H., Galway, U., Hata, T., Moyle, J. & Gordon, I.O., 2021. Surgery, anesthesia, and pathology: A practical primer on greening the delivery of surgical care. *The Journal of Climate Change and Health*, 4(1), pp. 2-5. 10.1016/j.joclim.2021.100076.

Aveyard, H., 2018. *Doing a literature review in health and social care*. 4th ed. New York: McGraw-Hill Education, Open University Press.

Azouz, S., Boyll, P., Swanson, M., Castel, N., Maffi, T. & Rebecca, A.M., 2019. Managing barriers to recycling in the operating room. *The American Journal of Surgery*, 217(4), pp. 634-638. 10.1016/j.amjsurg.2018.06.020.

Barbariol, F., Deana, C., Lucchese, F., Cataldi, G., Bassi, F., Bove, T., Vetrugno, L. & De Monte, A., 2021. Evaluation of Drug Wastage in the Operating Rooms and Intensive Care Units of a Regional Health Service. *Anesthesia & Analgesia*, 132(5), pp. 1450-1456. 10.1213/ANE.00000000000005457.

Beloel, H. & Albaladejo, P., 2021. Initiatives to broaden safety concerns in anaesthetic practice: The green Operating Room. *Best Practice & Research Clinical Anaesthesiology*, 35(1), pp. 83-91. 10.1016/j.bpa.2020.07.010.

Blessy, J., James, J., Kalarikkal, N. & Thomas, S, 2021. *Recycling of medical plastics*. [pdf] Advanced Industrial and Engineering Polymer Research. Available at: file:///C:/Users/Uporabnik/AppData/Local/Temp/c2c7d972-afb3-4693-b941-da851bfb1d72_ScienceDirect_articles_15Feb2025_12-55-06.102.zip.d72/Recycling-of-medical-plast_2021_Advanced-Industrial-and-Engineering-Polymer-.pdf. [Accessed 14 July 2024].

Braschi, C., Tung, C. & Chen, K.T., 2022. The impact of waste reduction in general surgery operating rooms. *The American Journal of Surgery*, 224(6), pp. 1370-1373. 10.1016/j.amjsurg.2002.10.033.

Chartier, Y., Emmanuel, J., Pieper, U., Annette Pruss, A., Rushbrook, P. & Ruth Stringer, R., 2014. *Safe management of wastes from health-care activities*. [pdf] Geneva World Health Organization. Available at: https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/85349/9789241548564_eng.pdf?sequence=1 [Accessed 15 March 2024].

Cho, Y., Withana, P.A., Rhee, J.H., Lim, S.T., Lim, J.Y., Park, S.W. & Ok, S.Y., 2024. Achieving the sustainable waste management of medical plastic packaging using a life cycle assessment approach. *Heliyon*, 10(19), pp. 1-9. 10.1016/j.heliyon.2024.e38185.

Geethika, K. & Bhooma, D., 2022. A Sustainable Approach On Socio-Ecological And Socio-Economical Impact Of Hospitals. *Journal of Pharmaceutical Negative Results*, 13(9), pp. 3130-3141. 10.47750/pnr.2022.13.S09.389.

Ghali, H., Cheikh, A.B., Bhiri, S., Bouzgarrou, L., Rejeb, M.B., Gargouri, I. & Latiri, H.S., 2023. Health and Environmental Impact of Hospital Wastes: Systematic Review. *Dubai Medical Journal*, 6(2), pp. 1-14. 10.1159/000529432.

Gordon, D., 2020. Sustainability in the Operating Room: Reducing Our Impact on the Planet. *Anesthesiology Clinics*, 38(3), pp. 679-692. 10.1016/j.anclin.2020.06.006.

Guetter, C.R., Williams, B.J., Slama E., Arrington, A., Henry, M.C., Möller, M.G., Tuttle-Newhall, J.E., Stein, S. & Crandall, M., 2018. Greening the operating room. *The American Journal of Surgery*, 216(4), pp. 683-688. 10.1016/j.amjsurg.2018.07.021.

Habte, M.F., Tegegne, B.A. & Alemayehu, T.Y., 2024. *Anesthetics drug wastage and preventive strategies: Systematic review*. [online] Available at: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0306933> [Accessed 5 June 2025].

Hanawa, T., 2019. Overview of metals and applications. In: M. Niinomi, ed. *Metals for Biomedical Devices*, Second Edition. Duxford: Elsevier, pp. 3-7.

Helmy, Y. & Ali, T., 2022. Environmentally Friendly Operative Room (Green Operative Theater) Initiative. *Al-Azhar International Medical Journal*, 3(3), pp. 165-167.

MacNeill, A.J., Lillywhite, R. & Brown, C.J., 2017. The impact of surgery on global climate: a carbon footprinting study of operating theatres in three health systems. *The Lancet Planetary Health*, 1(9), pp. 381-388. 10.1016/S2542-5196(17)30162-6.

Moher, D., Shamseer, L., Clarke, M., Ghersi, D., Liberati, A., Petticrew, M., Shekelle P. & Stewart, L.A., 2015. Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015 statement. *Systematic Reviews*, 4(1), pp. 1-9.

Page, M.J., McKenzie, J.E., Bossuyt, P.M., Boutron, I., Hoffmann, T.C., Mulrow, C.D., Shamseer, L., Tetzlaff, J.M., Akl, E.A., Brennan, S.E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J.M., Hróbjartsson, A., Lalu, M.M., Li, T., Loder, E.W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., McGuinness, L.A., Stewart, L.A., Thomas, J., Tricco, A.C., Welch, V.A., Whiting, P. & Moher, D., 2021. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews, *British Medical Journal*, 372, pp. 1-9. 10.1136/bmj.n71.

Perry, H., Reeves, N., Ansell, J., Cornich, J., Torkington, J., Morris, D.S., Brennan, F. & Horwood, J., 2023. Innovations towards achieving environmentally sustainable operating theatres: A systematic review. *The Surgeon*, 21(3), pp. 141-151. 10.1016/j.surge.2022.04.012.

Polit, D.F. & Beck, C.T., 2021. *Resource manual for Nursing research: generating and assessing evidence for nursing practice*. 11th ed. Philadelphia: Wolters Kluwer.

Pravilnik o ravnanju z odpadki, ki nastanejo pri opravljanju zdravstvene dejavnosti in z njo povezanih raziskavah, 2004. Uradni list Republike Slovenije št. 47.

Ramos, T., Christensen, T.B., Oturai, N. & Syberg, K., 2023. Reducing plastic in the operating theatre: Towards a more circular economy for medical products and packaging. *Journal of Cleaner Production*, 383(1), p. 135379. 10.1016/j.jclepro.2022.135379.

Remels, I., Rex, S. & Dewinter, G., 2025. Differences in national guidelines on sustainable anaesthesia. *Best Practice & Research Clinical Anaesthesiology*, 38(4), pp. 386-399. 10.1016/j.bpa.2025.01.002

Shane, V. & Raza, A., 2021. Environmental and Occupational Considerations of Anesthesia: A Narrative Review and Update. *Anesthesia & Analgesia*, 133(4), pp. 826-835. 10.1213/ANE.0000000000005504.

Struys, M.M.R.F. & Eckelman, M.J., 2021. Environmental Footprint of Anesthesia: More than Inhaled Anesthetics! *Anesthesiology*, 135(6), pp. 937-939. 10.1097/ALN.0000000000004050.

Uredba o ravnanju z odpadnimi zdravili, 2008. Uradni list Republike Slovenije, št. 105.

Vollmer, M.K., Rhee, T.S., Rigby, M., Hofstetter, D., Hill, M., Schönenberger, F. & Reimann, S., 2015. Modern inhalation anesthetics: Potent greenhouse gases in the global atmosphere. *Geophysical Research Letters*, 42(5), pp. 1606-1611. 10.1002/2014GL062785.

Windler, F., Coburn, M., Bette, B., Fingerhut, D., Jacobi, A. & Kruse, P., 2024. Effects of manual and syringe pump induction of total intravenous anaesthesia on propofol waste: a single-centre retrospective analysis. *British Journal of Anaesthesia*, 133(6), pp. 1459-1464. 10.1016/j.bja.2024.10.002.

World Health Organization (WHO), 2015. *Health care waste*. [online] Available at: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/health-care-waste> [Accessed 21 February 2024].

World Health Organization (WHO), 2018. *Summary of systematic review on drapes and gowns*. [pdf] Global Guidelines for the Prevention of Surgical Site Infection. Available at: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK536409/pdf/Bookshelf_NBK536409.pdf [Accessed 18 February 2025].

Ward, G., 2024. Anesthesia and Operating Rooms Waste Manegment. [online] Available at: <https://academic-med-surg.scholasticahq.com/article/123424-anesthesia-and-operating-room-waste-management> [Accessed 16 October 2024].

Zakon o varstvu okolja (ZVO-2), 2022. Uradni list Republike Slovenije št. 44.