

# **ODSLUŽENI PRALNI STROJI: VREDNOST, KI JE NE SMEMO ZAVREČI**

**PODROČJE – interdisciplinarno: ekologija z varstvom okolja, ekonomija**

**Raziskovalna naloga**

Avtor: Anej Žalar

Mentorica: Mateja Epšek, prof. biol.

Ormož, 2025

## ZAHVALA

Rad bi izrekel zahvalo vsem, ki so prispevali k uspehu te raziskovalne naloge. Najprej bi se rad iskreno zahvalil svoji mentorici, profesorici biologije Mateji Epšek, za njeno nenehno vzpodbujanje, pomoč pri raziskovanju in razvijanju ideje. Njeno strokovno znanje in podpora sta bila neprecenljiva skozi celoten proces raziskovanja. Prav tako gre velika zahvala vsem anketirancem, ki so si vzeli čas za reševanje ankete in delili svoje dragocene izkušnje ter mnenja, saj so njihovi odgovori bistvenega pomena za razumevanje trenutnih praks in izzivov na področju reciklaže pralnih strojev v Sloveniji.

## KAZALO VSEBINE

<b>1</b>	<b>UVOD .....</b>	<b>1</b>
1.1	HIPOTEZE.....	3
<b>2</b>	<b>TEORETIČNI DEL.....</b>	<b>4</b>
2.1	RECIKLAŽA PRALNIH STROJEV .....	4
2.1.1	<i>Definicija in pomen reciklaže pralnih strojev .....</i>	<i>4</i>
2.1.2	<i>Pravna ureditev in smernice v Sloveniji in EU.....</i>	<i>5</i>
2.1.3	<i>Pregled trenutnih praks reciklaže v Sloveniji.....</i>	<i>6</i>
2.2	SESTAVA PRALNIH STROJEV.....	7
2.2.1	<i>Glavne komponente pralnega stroja .....</i>	<i>7</i>
2.2.2	<i>Uporabljeni materiali in njihova primernost za reciklažo .....</i>	<i>8</i>
2.3	EKOLOŠKI IN EKONOMSKI VIDIKI RECIKLAŽE .....	10
2.3.1	<i>Okoljski vplivi odsluženih pralnih strojev .....</i>	<i>10</i>
2.3.2	<i>Ekonomski vidiki reciklaže in potencial za ustvarjanje novih delovnih mest.....</i>	<i>12</i>
<b>3</b>	<b>RAZISKOVALNI DEL .....</b>	<b>15</b>
3.1	METODE DELA .....	15
3.1.1	<i>Preučevanje literature.....</i>	<i>15</i>
3.1.2	<i>Tržna raziskava .....</i>	<i>15</i>
<b>4</b>	<b>REZULTATI IN RAZPRAVA.....</b>	<b>16</b>
<b>5</b>	<b>ZAKLJUČEK.....</b>	<b>20</b>
<b>6</b>	<b>VIRI IN LITERATURA.....</b>	<b>21</b>
<b>7</b>	<b>PRILOGE.....</b>	<b>25</b>

## KAZALO SLIK

SLIKA 1: ODPAD PRALNIH STROJEV (VIR: <a href="https://www.endless.co.nz/white-ware-disposal/">HTTPS://WWW.ENDLESS.CO.NZ/WHITEWARE-DISPOSAL/</a> ).....	2
SLIKA 2: DELI IZ RECIKLIRANIH PRALNIH STROJEV, KI JIH UPORABLJAJO SLOVENSKA PODJETJA .....	16
SLIKA 3: OCENA KAKOVOSTI RECIKLIRANIH DELOV V PRIMERJAVI Z NOVIMI DELI .....	17
SLIKA 4: OKVARE PRI UPORABI RECIKLIRANIH DELOV .....	17
SLIKA 5: FINANČNA UGODNOST RECIKLIRANIH DELOV ZA PODJETJE.....	18
SLIKA 6: ZMANJŠANJE OKOLJSKEGA VPLIVA PODJETIJ Z UPORABO RECIKLIRANIH DELOV .....	18

## IZVLEČEK

Odsluženi pralni stroji predstavljajo okoljski in ekonomski izziv. Ta raziskovalna naloga raziskuje možnosti reciklaže pralnih strojev v Sloveniji ter povezovanje okoljskih in ekonomskih vidikov trajnostnega ravnanja z odpadno elektronsko opremo. Cilji so analizirati sestavo pralnih strojev, oceniti finančni potencial reciklaže ter raziskati prakse in izzive pri reciklaži pralnih strojev v Sloveniji. Raziskava temelji na teoretičnem in empiričnem delu, vključno z anketo med podjetji. Ugotovitve poudarjajo pomen reciklaže za zmanjšanje okoljskih obremenitev, ohranjanje virov in spodbujanje krožnega gospodarstva.

**KLJUČNE BESEDE:** reciklaža pralnih strojev – elektronski odpadki – trajnostni razvoj – krožno gospodarstvo – ekološki vpliv

## **ABSTRACT**

Discarded washing machines represent an environmental and economic challenge. This research paper explores the possibilities of recycling washing machines in Slovenia, linking environmental and economic aspects of sustainable electronic waste management. Objectives include analyzing the composition of washing machines, assessing the financial potential of recycling, and examining practices and challenges in washing machine recycling in Slovenia. The research combines theoretical and empirical work, including a survey among companies. Findings highlight the importance of recycling in reducing environmental burdens, conserving resources, and promoting a circular economy.

**KEYWORDS:** washing machine recycling – Electronic waste – Sustainable development – Circular economy – Environmental impact

# 1 UVOD

S hitro rastjo uporabe gospodinjskih aparatov, kot so pralni stroji, se povečuje tudi količina odpadne elektronske opreme, ki predstavlja resen okoljski problem. Po podatkih iz raziskave Global E-waste Monitor 2020 je bilo leta 2019 po vsem svetu ustvarjenih 53,6 milijonov ton elektronskih odpadkov, od katerih je bilo recikliranih le 17,4% (Forti V. in sod., 2020). Recikliranje e-odpadkov je dragocen vir surovin, saj obsega široko paleto materialov, kot so kovine, steklo in plastika. Veliki gospodinjski predmeti največ prispevajo k e-odpadkom (42,1 %), sledijo pa IT in telekomunikacije (33,9 %), potrošniške naprave (13,7 %) in majhna gospodinjska oprema (4,7 %) (Shahabuddin M, in sod., 2023). Nepravilno ravnanje s tovrstnimi odpadki lahko povzroči onesnaževanje tal, vode in zraka ter ogroža zdravje ljudi in ekosistemov. V Sloveniji se problem elektronskih odpadkov še naprej povečuje, saj se število odsluženih pralnih strojev letno povečuje. Kljub nekaterim obstoječim programom in smernicam za reciklažo je učinkovitost teh ukrepov pogosto nezadostna. Zato je raziskovanje možnosti za izboljšanje reciklaže pralnih strojev ključno za trajnostno upravljanje z odpadno elektronsko opremo. Reciklaža pralnih strojev predstavlja pomembno priložnost za zmanjšanje okoljskih obremenitev in izkoriščanje ekonomskih priložnosti. Pralni stroji so sestavljeni iz različnih materialov, kot so kovine, plastika in elektronika, ki jih je mogoče ponovno uporabiti ali reciklirati. Učinkovito recikliranje teh materialov pripomore k zmanjšanju izpustov toplogrednih plinov, varčevanju z viri in zmanjšanju količine odpadkov, ki končajo na odlagališčih. Glavni cilj te raziskovalne naloge je preučiti možnosti reciklaže odsluženih pralnih strojev v Sloveniji, z namenom povezovanja okoljskih in ekonomskih vidikov trajnostnega ravnanja z odpadno elektronsko opremo. Natančneje, v raziskovalni nalogi naloga bom:

1. Analiziral sestavo pralnega stroja in ugotovil, kateri materiali in komponente so primerni za reciklažo ali nadaljnjo prodajo.
2. Ocenil finančni potencial razstavljanja pralnih strojev in prodaje recikliranih materialov.

3. Raziskal trenutne prakse in izzive pri reciklaži pralnih strojev v Sloveniji ter identificiral možnosti za izboljšanje.
4. Preučil ekološke in ekonomske koristi reciklaže pralnih strojev za podjetja in širšo skupnost.

Ta raziskava bo temeljila na kombinaciji teoretičnega in empiričnega dela, vključno z izvedbo ankete med podjetji, ki uporabljajo reciklirane dele. Slika 1 prikazuje odpad pralnih strojev in s tem nazoren prikaz okoljskega problema.



Slika 1: Odpad pralnih strojev (vir: <https://www.endless.co.nz/whiteware-disposal/>)

Pred raziskovanjem sem si zastavil naslednja raziskovalna vprašanja:

V1: Ali je kakovost recikliranih delov enaka v primerjavi z novimi deli?

V2: Katere dele iz recikliranih pralnih strojev slovenska podjetja največ uporabljajo?

V3: Ali je uporaba recikliranih delov finančno bolj ugodna za podjetja?

V4: Ali uporaba recikliranih delov prispeva k zmanjšanju okoljskega odtisa slovenskih podjetij?

## 1.1 HIPOTEZE

H1: Večina slovenskih podjetij, ki uporablja reciklirane materiale meni, da so reciklirani deli iz pralnih strojev enako kakovostni kot novi deli.

H2: Največ slovenskih podjetij, ki uporablja reciklirane dele, uporablja reciklirane kovine.

H3: Večina slovenskih podjetij, ki uporablja reciklirane materiale pralnih strojev, meni, da je uporaba recikliranih delov finančno bolj ugodna za njihovo podjetje.

H4: Večina slovenskih podjetij, ki uporablja reciklirane materiale meni, da uporaba recikliranih delov prispeva k zmanjšanju okoljskega odtisa.

## 2 TEORETIČNI DEL

### 2.1 RECIKLAŽA PRALNIH STROJEV

#### 2.1.1 Definicija in pomen reciklaže pralnih strojev

Reciklaža pralnih strojev je proces, pri katerem se iz odsluženih pralnih strojev pridobijo uporabni materiali in komponente, ki se jih nato ponovno uporabi ali predela za izdelavo novih izdelkov (Forti V. in sod., 2020). Ta postopek vključuje razstavljanje pralnih strojev, ločevanje različnih materialov (kot so kovine, plastika in elektronika), njihovo obdelavo in predelavo v surovine, ki se lahko ponovno uporabijo (Kar U. in sod., 2025).

Pomen reciklaže pralnih strojev je večplasten, meni Gill G. N. (2024):

1. Reciklaža pomaga zmanjšati količino odpadne elektronske opreme, ki se kopiči na odlagališčih. Elektronski odpadki lahko vsebujejo nevarne snovi, kot so težke kovine in kemikalije, ki lahko onesnažijo okolje in ogrozijo zdravje ljudi. S reciklažo pralnih strojev se te snovi varno odstranijo in ponovno uporabijo, kar zmanjšuje tveganje za okolje in zdravje.
2. Reciklaža pralnih strojev prispeva k ohranjanju naravnih virov. Pralni stroji vsebujejo kovine, plastiko in druge materiale, katerih proizvodnja zahteva izkopavanje surovin in porabo energije. Reciklaža teh materialov zmanjšuje potrebo po novih surovinah in s tem zmanjšuje pritisk na naravne vire ter zmanjšuje energijsko porabo in izpuste toplogrednih plinov, povezane s proizvodnjo.
3. Reciklaža pralnih strojev ustvarja ekonomske priložnosti. Proces reciklaže lahko ustvari delovna mesta in spodbudi razvoj podjetij, ki se ukvarjajo z zbiranjem, razstavljanjem in predelavo odsluženih aparatov. Prav tako lahko reciklirani materiali in komponente postanejo dragocena surovina za proizvodnjo novih izdelkov, kar spodbuja krožno gospodarstvo in trajnostni razvoj.
4. Reciklaža pralnih strojev ima pomembno vlogo pri izpolnjevanju okoljskih ciljev in standardov, ki jih določajo nacionalne in mednarodne zakonodaje. Spodbujanje učinkovitih praks reciklaže pomaga državam izpolnjevati zaveze glede zmanjšanja odpadkov, zmanjšanja ogljičnega odtisa in varovanja okolja za prihodnje generacije.

## 2.1.2 Pravna ureditev in smernice v Sloveniji in EU

Pravna ureditev in smernice za reciklažo pralnih strojev v Sloveniji in Evropski uniji so ključnega pomena za zagotavljanje trajnostnega ravnanja z odpadno elektronsko opremo. V Sloveniji je reciklaža pralnih strojev urejena z različnimi predpisi in smernicami, ki jih določa država, medtem ko Evropska unija določa skupne standarde in zahteve za vse države članice.

V Sloveniji je reciklaža pralnih strojev urejena z Uredbo o zelenem javnem naročanju (Uradni list RS, št. 51/17), ki določa okoljske zahteve in merila za javna naročila gospodinjskih aparatov, vključno s pralnimi stroji. Ta uredba zahteva, da naročniki upoštevajo okoljske vidike pri naročanju pralnih strojev, kar vključuje zahteve glede energetske učinkovitosti, porabe vode in uporabe okolju prijaznih materialov.

Poleg tega Slovenija sledi smernicam Evropske unije glede ravnanja z odpadno elektronsko opremo, ki jih določa Direktiva 2012/19/EU o odpadni električni in elektronski opremi (OEEO). Ta direktiva določa minimalne zahteve za zbiranje, obdelavo in reciklažo odpadne elektronske opreme ter spodbuja ponovno uporabo in reciklažo materialov.

Evropska unija je sprejela več predpisov in smernic za spodbujanje reciklaže elektronske opreme, vključno s pralnimi stroji. Med najpomembnejšimi so:

**Direktiva 2012/19/EU o odpadni električni in elektronski opremi (OEEO):** Ta direktiva določa cilje za zbiranje in reciklažo odpadne elektronske opreme ter zahteva, da države članice vzpostavijo sisteme za zbiranje in obdelavo OEEO.

**Uredba (EU) 2019/2023 o okoljsko primerni zasnovi gospodinjskih pralnih in pralno-sušilnih strojev:** Ta uredba določa zahteve za okoljsko primerno zasnovano in označevanje z energijskimi nalepkami za gospodinjske pralne in pralno-sušilne stroje. Namen uredbe je povečati energetske učinkovitosti in zmanjšati okoljski vpliv teh naprav.

**Direktiva 2011/65/EU o omejevanju uporabe nekaterih nevarnih snovi v električni in elektronski opremi (RoHS):** Ta direktiva omejuje uporabo nevarnih snovi, kot so svinec, živo srebro in kadmij, v električni in elektronski opremi, kar prispeva k varnejši reciklaži in zmanjšanju okoljskega vpliva.

Te pravne ureditve in smernice so ključne za spodbujanje trajnostnega ravnanja z odpadno elektronsko opremo ter zagotavljanje varstva okolja in zdravja ljudi.

### 2.1.3 Pregled trenutnih praks reciklaže v Sloveniji

V Sloveniji se reciklaža pralnih strojev izvaja v okviru širših prizadevanj za prehod v krožno gospodarstvo. Slovenija je v zadnjih letih naredila pomembne korake k izboljšanju praks reciklaže in zmanjšanju količine odpadkov, ki končajo na odlagališčih. Ena izmed ključnih pobud je vzpostavitev centrov za reciklažo in sistemov za ločeno zbiranje odpadkov, kar je pripomoglo k povečanju stopnje reciklaže in zmanjšanju količine odloženih odpadkov.

Slovenija do leta 20216 ni imela ustreznega reciklažnega postopka in opreme, da bi e-odpadke na okolju varen način reciklirala. Nosilci skupinskih shem za zbiranje, obdelavo in predelavo e-odpadkov večino e-odpadkov ločeno sortirajo in delno razstavijo ter izvozijo v tujino (predvsem v sosednjo državo, Avstrijo) (Rožnik, A., Meško, G., 2016).

Ljubljana, glavno mesto Slovenije, je postala prvo mesto brez odpadkov v Evropi in je bila leta 2016 razglašena za zeleno prestolnico Evrope. To je rezultat učinkovitih ukrepov za zmanjšanje odpadkov in reciklažo, ki vključujejo ločeno zbiranje odpadkov, spodbujanje ponovne uporabe in reciklaže ter ozaveščanje prebivalcev o pomenu trajnostnega ravnanja z odpadki (Ljubljana.si, 2024)

Slovenija je tudi sprejela več strateških dokumentov in akcijskih načrtov za spodbujanje krožnega gospodarstva. Med njimi je Okvirni program za prehod v zeleno gospodarstvo, ki je bil sprejet leta 2015, ter Načrt za krožno gospodarstvo, ki je bil razvit leta 2018. Ti dokumenti določajo cilje in ukrepe za spodbujanje reciklaže, zmanjšanje odpadkov in učinkovito rabo virov (Krožno gospodarstvo, 2022).

Poleg tega Slovenija sledi smernicam Evropske unije glede ravnanja z odpadno elektronsko opremo, ki jih določa Direktiva 2012/19/EU o odpadni električni in elektronski opremi (OEEO). Ta direktiva določa minimalne zahteve za zbiranje, obdelavo in reciklažo odpadne elektronske opreme ter spodbuja ponovno uporabo in reciklažo materialov.

V Sloveniji deluje več podjetij in organizacij, ki se ukvarjajo z reciklažo pralnih strojev in druge elektronske opreme. Ta podjetja zbirajo odslužene aparate, jih razstavijo in ločijo posamezne komponente ter materiale, ki jih nato predelajo in ponovno uporabijo. S tem prispevajo k zmanjšanju okoljskega vpliva odpadne elektronske opreme ter spodbujajo trajnostno ravnanje z viri (Lavtižar in sod., 2021).

## 2.2 SESTAVA PRALNIH STROJEV

### 2.2.1 Glavne komponente pralnega stroja

Pralni stroji so sestavljeni iz različnih komponent in materialov, ki skupaj omogočajo učinkovito pranje perila. Sestava pralnega stroja je zasnovana tako, da zagotavlja trajnost, funkcionalnost in energetsko učinkovitost. Razumevanje posameznih delov pralnega stroja je ključno za učinkovito reciklažo in ponovno uporabo materialov.

Glavne komponente pralnega stroja vključujejo:

**Ohišje:** Ohišje pralnega stroja je običajno izdelano iz kovine ali visoko kakovostne plastike, ki zagotavlja trdnost in stabilnost naprave. Ohišje ščiti notranje komponente pralnega stroja pred poškodbami in zunanjimi vplivi.

**Boben:** Boben je del pralnega stroja, kjer se perilo dejansko pere. Izdelan je iz nerjavnega jekla ali plastike in je zasnovan tako, da omogoča enakomerno porazdelitev vode in detergenta ter učinkovito pranje perila.

**Motor:** Motor poganja boben in omogoča vrtenje perila med pranjem. Obstajajo različne vrste motorjev, vključno z univerzalnimi motorji, asinhronimi motorji in motorji z neposrednim pogonom, ki se razlikujejo po učinkovitosti in zanesljivosti.

**Grelni element:** Grelni element segreva vodo na želena temperaturo za pranje perila. Večina pralnih strojev ima električni grelni element, ki je običajno nameščen na dnu bobna.

**Elektronika in krmilni sistem:** Elektronski krmilni sistem nadzoruje delovanje pralnega stroja, vključno z izbiro programa pranja, nastavitvijo temperature in časa pranja. Krmilni sistem vključuje tiskana vezja, senzorje in druge elektronske komponente.

**Črpalka:** Črpalka je odgovorna za odvajanje vode iz pralnega stroja po končanem pranju. Črpalke so običajno nameščene na spodnjem delu pralnega stroja in delujejo v povezavi z drenažnim sistemom.

**Dovodna in izhodna cev:** Dovodna cev dovaja vodo v pralni stroj, medtem ko izhodna cev odvaja odpadno vodo po končanem pranju. Cevovodi so običajno izdelani iz fleksibilne plastike ali gume.

**Tesnila in amortizerji:** Tesnila preprečujejo puščanje vode iz pralnega stroja, amortizerji pa zmanjšujejo vibracije in hrup med delovanjem naprave. Tesnila so običajno izdelana iz gume, medtem ko so amortizerji lahko kovinski ali plastični.

Razumevanje teh komponent in njihovih funkcij je bistveno za reciklažo pralnih strojev, saj omogoča učinkovito ločevanje materialov in ponovno uporabo komponent v novih izdelkih (Iz katerih delov je sestavljen pralni stroj, 2019).

## 2.2.2 Uporabljeni materiali in njihova primernost za reciklažo

Pri reciklaži pralnih strojev je ključnega pomena razumevanje materialov, ki sestavljajo posamezne komponente, in njihove primernosti za ponovno uporabo. Hierarhija ravnanja z e-odpadki spodbuja najprej ponovno uporabo celotne opreme, predelavo, nato predelavo materialov s tehnikami recikliranja in kot zadnjo možnost odstranjevanje s sežiganjem in odlaganjem na odlagališčih. Recikliranje e-odpadkov lahko na splošno razdelimo na tri glavne korake – selektivno razstavljanje, ciljanje in izločanje nevarnih ali dragocenih komponent za posebno obdelavo; mehanska in metalurška obdelava za nadgradnjo želenih vsebin materialov; in rafiniranje predelanih materialov, ki so ponovno obdelani ali prečiščeni s kemično (metalurško) obdelavo, tako da so sprejemljivi za nadaljnjo uporabo pri njihovi prvotni uporabi (Cui, J., & Roven, H. J., 2011). Opisani so glavni deli pralnega stroja in njihova primernost za reciklažo:

## **Ohišje**

Ohišje pralnega stroja je običajno izdelano iz jekla, aluminija ali visoko kakovostne plastike. Kovinski deli, kot so jeklo in aluminij, so zelo primerni za reciklažo, saj jih je mogoče enostavno predelati in ponovno uporabiti v novih izdelkih. Plastični deli se lahko reciklirajo, odvisno od vrste plastike in čistosti materiala.

## **Boben**

Boben je običajno izdelan iz nerjavnega jekla ali plastike. Nerjavno jeklo je zelo primerno za reciklažo, saj se lahko ponovno uporabi brez izgube kakovosti. Plastični bobni so prav tako primerni za reciklažo, če so izdelani iz reciklabilnih vrst plastike, kot so polipropilen (PP) ali polietilen (PE).

## **Motor**

Motorji pralnih strojev so sestavljeni iz kovinskih delov (železo, baker, aluminij) in plastičnih komponent. Kovinski deli motorjev so zelo primerni za reciklažo, zlasti baker in aluminij, ki imata visoko vrednost na trgu recikliranja. Plastični deli so lahko reciklirani, če so pravilno ločeni in očiščeni.

## **Grelni element**

Grelni elementi so običajno izdelani iz kovin, kot so jeklo in nikljeva zlitina. Grelne elemente je mogoče reciklirati, saj so kovinski deli primerni za ponovno predelavo in uporabo v novih izdelkih.

## **Elektronika in krmilni sistem**

Elektronski deli vsebujejo tiskana vezja, plastične ohišja, kovinske priključke in druge komponente. Elektronske komponente so lahko zahtevne za reciklažo zaradi mešanice materialov, vendar jih je mogoče razstaviti in ločiti. Zlasti kovinske in plastične komponente se lahko reciklirajo, čeprav je potrebno posebno ravnanje zaradi vsebnosti nevarnih snovi.

## **Črpalka**

Črpalke so običajno izdelane iz kombinacije kovin in plastike. Kovinske komponente črpalk so zelo primerne za reciklažo, medtem ko se plastične komponente lahko reciklirajo, če so pravilno ločene in očiščene.

## **Dovodna in izhodna cev**

Cevi so običajno izdelane iz fleksibilne plastike ali gume. Plastične cevi se lahko reciklirajo, odvisno od vrste plastike. Guma je prav tako primerna za reciklažo, čeprav zahteva posebne postopke predelave.

## **Tesnila in amortizerji**

Tesnila so običajno izdelana iz gume, medtem ko so amortizerji lahko kovinski ali plastični. Gumijasta tesnila in amortizerji se lahko reciklirajo, čeprav je proces bolj zahteven kot pri kovinskih delih. Kovinski amortizerji so primernejši za reciklažo.

Razumevanje teh materialov in njihove primernosti za reciklažo je ključno za izboljšanje praks reciklaže pralnih strojev in učinkovito izkoriščanje virov (Types of Common Materials Used in Washing Machines, 2024).

## **2.3 EKOLOŠKI IN EKONOMSKI VIDIKI RECIKLAŽE**

### **2.3.1 Okoljski vplivi odsluženih pralnih strojev**

Odsluženi pralni stroji predstavljajo pomemben okoljski problem zaradi svoje sestave, ki vključuje različne materiale in komponente, ki lahko ob nepravilnem ravnanju povzročijo onesnaževanje okolja (Gill G. N., 2024). V nadaljevanju so predstavljeni glavni okoljski vplivi odsluženih pralnih strojev:

#### **Nevarne snovi**

Pralni stroji lahko vsebujejo nevarne snovi, kot so težke kovine (npr. svinec, živo srebro, kadmij), kemikalije in različni strupi, ki se uporabljajo v elektronskih komponentah in drugih delih naprave. Ob nepravilnem ravnanju ali odlaganju teh naprav lahko te snovi proniknejo v tla, vodo in zrak, kar ogroža zdravje ljudi in ekosistemov. Po podatkih Evropske agencije za okolje so elektronski odpadki eden glavnih virov onesnaženja s težkimi kovinami (European Commission, 2025).

### **Onesnaževanje tal in vode**

Ko odsluženi pralni stroji končajo na odlagališčih, se lahko iz njih izločajo nevarne snovi, ki proniknejo v tla in podtalnico. To povzroča onesnaženje tal in vode, kar lahko negativno vpliva na kmetijske površine, pitno vodo in lokalne ekosisteme. Po podatkih Agencije za varstvo okolja ZDA (Environmental Protection Agency, EPA) lahko elektronski odpadki prispevajo k onesnaženju vode s težkimi kovinami in drugimi strupenimi snovmi (Cleaning Up Electronic Waste (E-Waste), 2024).

### **Izpusti toplogrednih plinov**

Proizvodnja novih pralnih strojev zahteva veliko energije in surovin, kar prispeva k izpustom toplogrednih plinov in poslabšuje podnebne spremembe. Poleg tega se ob nepravilnem ravnanju z odsluženi pralnimi stroji lahko sproščajo toplogredni plini, kot je freon, ki se uporablja v hladilnih sistemih. Reciklaža teh naprav lahko prispeva k zmanjšanju izpustov toplogrednih plinov z zmanjšanjem potrebe po novih surovinah in energetsko intenzivni proizvodnji (United Nations Environment Programme, 2024).

### **Izguba virov**

Pralni stroji vsebujejo dragocene materiale, kot so kovine (železo, aluminij, baker), plastika in elektronika, ki jih je mogoče ponovno uporabiti in reciklirati. Ko te naprave končajo na odlagališčih brez reciklaže, se izgubi dragocene vire, kar povečuje potrebo po novih surovinah in dodatno obremenjuje okolje. Krožno gospodarstvo, ki temelji na reciklaži in ponovni uporabi materialov, je ključnega pomena za trajnostno ravnanje z viri (Ellen MacArthur Foundation, 2019).

## **Vizualno in estetsko onesnaževanje**

Odlaganje odsluženi pralnih strojev na odlagališčih ali neurejenih območjih povzroča vizualno in estetsko onesnaževanje, kar negativno vpliva na krajinsko podobo in kakovost življenja lokalnih skupnosti. Pravilno ravnanje z odpadno elektronsko opremo in reciklaža pripomorejo k ohranjanju čistega in urejenega okolja.

Pravilno ravnanje z odsluženi pralnimi stroji in njihova reciklaža sta ključna za zmanjšanje okoljskih vplivov ter varstvo zdravja ljudi in ekosistemov (Cleaning Up Electronic Waste (E-Waste), 13. 11. 2024).

### **2.3.2 Ekonomski vidiki reciklaže in potencial za ustvarjanje novih delovnih mest**

Reciklaža pralnih strojev ne prinaša samo ekoloških koristi, temveč tudi pomembne ekonomske priložnosti. Učinkovita reciklaža elektronske opreme lahko vodi do ustvarjanja novih delovnih mest, povečuje gospodarsko učinkovitost in spodbuja inovacije v sektorju ravnanja z odpadki, kot je opisano v poročilu Evropske komisije (European Commission, 2025):

#### **Ustvarjanje delovnih mest**

Proces reciklaže pralnih strojev vključuje več faz, kot so zbiranje, prevoz, razstavljanje, sortiranje, obdelava in predelava materialov. Vsaka od teh faz zahteva delovno silo, kar pomeni, da reciklaža ustvarja delovna mesta na različnih ravneh, od nizko kvalificiranih delovnih mest do visokotehnoloških in raziskovalnih pozicij. Po podatkih Evropske komisije naj bi prehod na krožno gospodarstvo v EU do leta 2030 ustvaril približno 700.000 novih delovnih mest.

#### **Povečanje gospodarske učinkovitosti**

Reciklaža pralnih strojev omogoča ponovno uporabo dragocenih materialov, kot so kovine (železo, aluminij, baker), plastika in elektronika. Ponovna uporaba teh materialov zmanjšuje

stroške proizvodnje novih izdelkov, saj zmanjšuje potrebo po pridobivanju in predelavi surovin. To prispeva k večji gospodarski učinkovitosti in konkurenčnosti podjetij, ki uporabljajo reciklirane materiale.

### **Spodbujanje inovacij in tehnološkega razvoja**

Reciklaža zahteva napredne tehnologije in inovativne rešitve za učinkovito zbiranje, razstavljanje in predelavo odpadne elektronske opreme. To spodbuja razvoj novih tehnologij in inovacij, ki lahko izboljšajo učinkovitost reciklaže ter zmanjšajo stroške in okoljski vpliv procesa. Podjetja, ki vlagajo v raziskave in razvoj na področju reciklaže, lahko pridobijo konkurenčno prednost na trgu.

### **Razvoj trga recikliranih materialov**

Trg recikliranih materialov se stalno širi, saj narašča povpraševanje po trajnostnih rešitvah in krožnem gospodarstvu. Kovine, plastika in elektronika, pridobljene iz recikliranih pralnih strojev, imajo visoko tržno vrednost in so iskane surovine za proizvodnjo novih izdelkov. To ustvarja priložnosti za podjetja, ki se ukvarjajo z zbiranjem in predelavo recikliranih materialov.

### **Zmanjšanje stroškov ravnanja z odpadki**

Učinkovita reciklaža zmanjšuje količino odpadkov, ki končajo na odlagališčih, kar znižuje stroške ravnanja z odpadki. Manj odpadkov na odlagališčih pomeni manjše obremenitve za lokalne skupnosti in manjšo potrebo po novih odlagališčih, kar prispeva k zmanjšanju stroškov, povezanih z vzdrževanjem in upravljanjem odlagališč.

### **Krožno gospodarstvo in trajnostni razvoj**

Reciklaža pralnih strojev je bistveni del krožnega gospodarstva, ki temelji na ponovni uporabi, popraviljanju in recikliranju izdelkov in materialov čim dlje. Krožno gospodarstvo prispeva k zmanjšanju odpadkov, varčevanju z viri in ustvarjanju trajnostnih ekonomskih modelov. To omogoča dolgoročno gospodarsko rast, ki temelji na trajnostnih praksah in zmanjšanju okoljskega odtisa.

Ekonomija reciklaže pralnih strojev prinaša pomembne koristi, ki prispevajo k trajnostnemu razvoju, ustvarjanju delovnih mest in večji gospodarski učinkovitosti.

## 3 RAZISKOVALNI DEL

### 3.1 METODE DELA

#### 3.1.1 Preučevanje literature

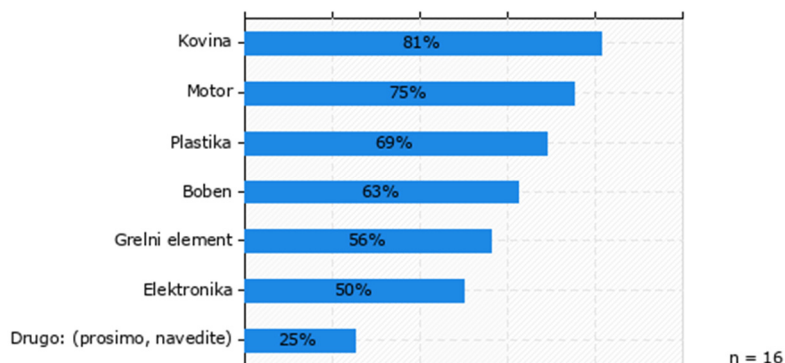
Literatura je bila proučevana na spletu. Tako je bil pridobljen celovit pregled nad trenutnimi praksami, izzivi in priložnostmi pri reciklaži pralnih strojev. To vključuje razumevanje različnih metodologij in pristopov, ki se uporabljajo v raziskavah in praksi, ter ugotavljanje najboljših praks za učinkovito reciklažo. Spletna literatura ponuja dostop do znanstvenih člankov, poročil, študij primerov in smernic, ki zagotavljajo dragocene informacije in vpogled v področje reciklaže elektronskih odpadkov. Na podlagi teh virov so bila oblikovana raziskovalna vprašanja, hipoteze in metode dela, ki so uporabljena v tej raziskovalni nalogi.

#### 3.1.2 Tržna raziskava

Za tržno raziskavo so bila preko spletnega anketnega vprašalnika 1ka povprašana in anketirana slovenska podjetja, ki uporabljajo reciklirane dele pralnih strojev. Tržna raziskava (glej Prilogo A) je vsebovala pet glavnih vprašanj, poslana pa je bila 20 slovenskim podjetjem, ki uporabljajo reciklirane materiale, ki jih lahko pridobimo iz pralnih strojev. Sledila je obdelava podatkov s programskimi orodji. Anketa je bila anonimna in zaupna, zato se seznam podjetij, katerim je bila anketa poslana, nahaja pri avtorju naloge.

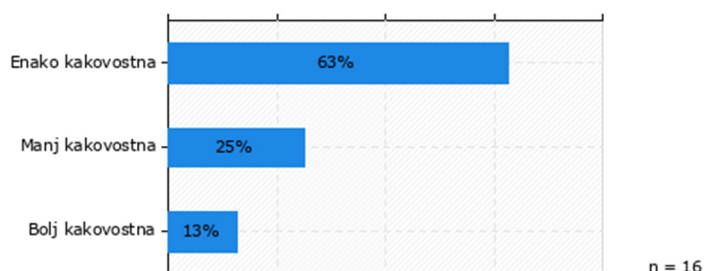
## 4 REZULTATI IN RAZPRAVA

Tržno raziskavo je izpolnilo 16 podjetij.



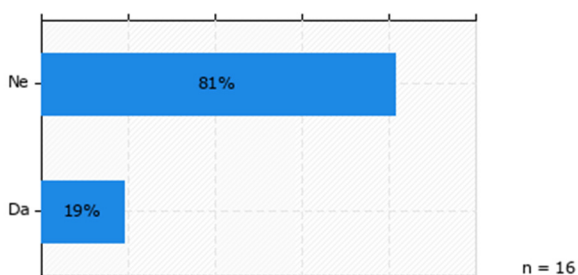
Slika 2: Deli iz recikliranih pralnih strojev, ki jih uporabljajo slovenska podjetja

Iz slike 2 je razvidno, da kar 81% anketiranih podjetij uporablja reciklirane kovine, 75 % motorje, 69 % plastiko, 63 % bobne, 56 % grelne elemente, 50 % elektroniko ter 25 % druge dele. Nerjavno jeklo je zelo primerno za reciklažo, saj se lahko ponovno uporabi brez izgube kakovosti, kar so potrdili v mnogih raziskavah, tudi v Ellen MacArthur Foundation. 2019. Svojo drugo hipotezo (H2), mi pravi, da največ slovenskih podjetij, ki uporablja reciklirane dele, lahko s tem rezultatom potrdim.



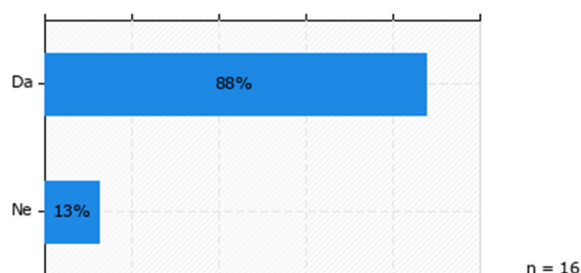
Slika 3: Ocena kakovosti recikliranih delov v primerjavi z novimi deli

Iz slike 3 lahko razberemo, da 63 % anketiranih podjetij meni, da so reciklirani deli enake kakovosti, 25 %, da so manj kakovostni ter 13 %, da so bolj kakovostni. S to trditvijo se v svoji raziskavi strinjajo tudi Kar U. in sod., 2025. V hipotezi 1 (H1) sem trdil, da večina slovenskih podjetij, ki uporablja reciklirane materiale, meni, da so reciklirani deli iz pralnih strojev enako kakovostni kot novi deli. S tem rezultatom lahko potrdim postavljeno hipotezo.



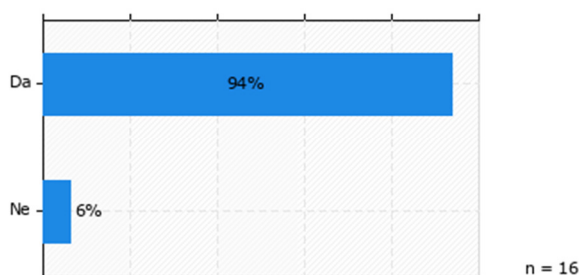
Slika 4: Okvare pri uporabi recikliranih delov

Iz slike 4 je razvidno, da se 81% anketirancev še ni srečalo z okvarami pri uporabi recikliranih delov. Le 19% anketiranih podjetij je imelo težave zaradi recikliranih delov. Rezultat glede na oceno kakovosti, o kateri sem spraševal podjetja v drugem vprašanju, ni presenetljiv, saj se sklada z njihovim mnenjem.



Slika 5: Finančna ugodnost recikliranih delov za podjetje

Zanimalo ali večina slovenskih podjetij, ki uporablja reciklirane materiale pralnih strojev, meni, da je uporaba recikliranih delov finančno ugodnejša za njihovo podjetje. Rezultati ankete (Slika 5) kažejo, da 14 od 16 podjetij (88 %) meni, da je uporaba recikliranih delov finančno bolj ugodna za njihovo podjetje. Zato hipotezo 3 (H3) lahko potrdim. Do enakih zaključkov so prišli tudi Forti V. in sod., 2020.



Slika 6: Zmanjšanje okoljskega vpliva podjetij z uporabo recikliranih delov

Iz slike 6 je razvidno, da 94 % podjetij meni, da uporaba recikliranih delov prispeva k zmanjšanju okoljskega vpliva. Kljub temu 6 % anketirancev (kar je v mojem vzorcu pomenilo le eno podjetje) meni, da uporaba recikliranih delov ne prispeva k zmanjšanju okoljskega vpliva. V hipotezi 4 (H4) sem predvideval, da večina slovenskih podjetij, ki uporablja

reciklirane materiale, meni, da uporaba recikliranih delov prispeva k zmanjšanju okoljskega vpliva. Z rezultati moje ankete lahko to hipotezo potrdim.

Na podlagi teh rezultatov lahko sklenem, da večina slovenskih podjetij, ki uporabljajo reciklirane dele iz pralnih strojev, ocenjuje uporabo recikliranih materialov kot finančno ugodno in okoljsko koristno. Kljub temu pa rezultati moje raziskave kažejo, da bi bilo potrebno podrobneje raziskati mnenja podjetij o kakovosti recikliranih delov. Te raziskave bi bilo smiselno nadgraditi še z laboratorijskimi preizkusi posameznih recikliranih materialov v kontroliranih pogojih ter v praktični uporabi v daljšem obdobju.

## 5 ZAKLJUČEK

V raziskovalni nalogi "Odsluženi pralni stroji: Vrednost, ki je ne smemo zavreči" sem raziskal možnosti reciklaže pralnih strojev v Sloveniji z namenom ozaveščanja o trajnostnem ravnanju z odpadno elektronsko opremo. Osredotočil sem se na analizo sestave pralnih strojev, ocenil finančne in okoljske vidike uporabe recikliranih delov ter preučil trenutne prakse in izzive na tem področju.

Ugotovil sem, da reciklaža pralnih strojev prinaša številne ekološke in ekonomske koristi. Podjetja, ki uporabljajo reciklirane dele, zaznavajo zmanjšanje stroškov in okoljsko korist, kar jim predstavlja prednost pred konkurenco. Kljub temu obstajajo izzivi, kot so zagotavljanje kakovosti recikliranih materialov in izboljšanje učinkovitosti reciklažnih procesov, kar bi bilo potrebno podrobneje preučiti.

Raziskava poudarja pomen reciklaže za zmanjšanje okoljskih obremenitev, ohranjanje naravnih virov ter spodbujanje krožnega gospodarstva. Pridobljeni rezultati bodo služili kot temelj za oblikovanje strategij in smernic za učinkovitejše ravnanje z odpadnimi pralnimi stroji ter spodbujanje trajnostnega razvoja v Sloveniji.

## 6 VIRI IN LITERATURA

Cui, J., & Roven, H. J. (2011). Electronic waste. In Waste (pp. 281-296). Academic Press. Pridobljeno 8. 1. 2025 s <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780123814753100208>

European Commission, 2025. Pridobljeno 2. 1. 2025 s <https://eur-lex.europa.eu/SL/legal-content/summary/ecodesign-and-energy-labelling-requirements-washing-machines-and-household-washer-dryers.html>

Cleaning Up Electronic Waste (E-Waste), 13. 11. 2024. Pridobljeno 11. 1. 2025 s <https://www.epa.gov/international-cooperation/cleaning-electronic-waste-e-waste>

Direktiva 2011/65/EU o omejevanju uporabe nekaterih nevarnih snovi v električni in elektronski opremi (RoHS). Pridobljeno 20. 1. 2025 s <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SL/TXT/?uri=CELEX:32011L0065>

Direktiva 2012/19/EU o odpadni električni in elektronski opremi (OEEO), pridobljeno 11. 1. 2025 s <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SL/TXT/?uri=CELEX:32012L0019>

Ekošola. 2025. Pridobljeno 22. 12. 2024 s [https://ekosola.si/wp-content/uploads/2024/10/Energija-prihodnosti-Gradivo-za-ekokviz-za-srednje-%C5%A1ole-2024-25\\_manj%C5%A1i.pdf](https://ekosola.si/wp-content/uploads/2024/10/Energija-prihodnosti-Gradivo-za-ekokviz-za-srednje-%C5%A1ole-2024-25_manj%C5%A1i.pdf)

Ellen MacArthur Foundation. 2019. Completing the picture: How the circular economy tackles climate change. Pridobljeno 17. 1. 2025 s <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/completing-the-picture>

European Commission, januar 2025. Green City Accord, Clean and Healthy Cities for Europe, 1st Report 2020-2023. Pridobljeno 20. 1. 2025 s [https://environment.ec.europa.eu/document/download/8e51dd0c-8380-4048-bf5c-d750a9f72588\\_en?filename=GCA\\_2020-2023\\_Report\\_Final\\_clean.pdf](https://environment.ec.europa.eu/document/download/8e51dd0c-8380-4048-bf5c-d750a9f72588_en?filename=GCA_2020-2023_Report_Final_clean.pdf)

Forti V., Baldé C.P., Kuehr R., Bel G. (2020). The Global E-waste Monitor: Quantities, flows and the circular economy potential. United Nations University (UNU)/United Nations Institute for Training and Research (UNITAR) – co-hosted SCYCLE Programme, International Telecommunication Union (ITU) & International Solid Waste Association (ISWA), Bonn/Geneva/Rotterdam. Pridobljeno 20. 12. 2024 s [https://collections.unu.edu/eserv/UNU:7737/GEM\\_2020\\_def\\_july1.pdf](https://collections.unu.edu/eserv/UNU:7737/GEM_2020_def_july1.pdf)

Gill G.N. (2024). Electronic waste. Encyclopedia Britannica. Pridobljeno 24. 12. 2024 s <https://www.britannica.com/technology/electronic-waste>

Iz katerih delov je sestavljen pralni stroj, 31. 10. 2019. Pridobljeno 11. 1. 2025 s <https://si.top-heaterchina.com/info/what-parts-does-the-washing-machine-consist-of-40269947.html>

JANEŽIČ, Lea (2014) Energija na zalogo [Elektronski vir]: gradivo za tekmovanje iz ekoznanja za srednje šole: ekokviz 2014/2015 / Portorož : Društvo DOVES - FEE Slovenia, 2014. Pridobljeno 8. 1. 2025 s <https://arhiv.ekosola.si/uploads/2010-08/Ekokviz2015-SS-Energija-na-zalogo.pdf>

Kar U., Nili S., Mends E., Vahidi E., Chu P. (2025). A review and environmental impact analysis on the current state of froth flotation on recycling of e-wastes, Resources, Conservation and Recycling, Volume 212. Pridobljeno 8. 2. 2025 s <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0921344924005585>

Krožno gospodarstvo, 25. 6. 2022. Pridobljeno 8. 1. 2025 s <https://zssszaupnikvzd.si/baza-znanja/podnebne-spremembe/krozno-gospodarstvo/krozno-gospodarstvo/?utm.com>

Lavtižar V., Kos I., Trebse P., Godina Kosir T., Bavcon Kralj M. (2021). A Transition Towards the Circular Economy in Slovenia. In *Circular Economy: Recent Trends in Global Perspective*, Springer Nature. Pridobljeno 8. 1. 2025 s <https://www.iges.or.jp/en/pub/circular-economy-slovenia/en>

Ljubljana.si, 30. 3. 2024. Pridobljeno 5. 1. 2025 s <https://www.ljubljana.si/en/news/international-zero-waste-day/>

Rožnik, A., Meško, G. (2016). Električni in elektronski odpadki-grožnja in izziv za človeka. *Varstvoslovje: Journal of Criminal Justice & Security*, 18(3).

Shahabuddin, M., Uddin, M. N., Chowdhury, J. I., Ahmed, S. F., Uddin, M. N., Mofijur, M., & Uddin, M. A. (2023). A review of the recent development, challenges, and opportunities of electronic waste (e-waste). *International Journal of Environmental Science and Technology*, 20(4), 4513-4520. Pridobljeno 8. 1. 2025 s <https://link.springer.com/article/10.1007/s13762-022-04274-w>

Types of Common Materials Used in Washing Machines, 16. 11 2024. Pridobljeno 11. 1. 2025 s <https://intactlaundry.com/common-materials-and-application-scope-of-washing-machines/>

United Nations Environment Programme. 2024. A Decade of Ecosystem-based Adaptation: Lessons from the United Nations Environment Programme - Policy Brief. Pridobljeno 14. 1. 2025 s <https://wedocs.unep.org/20.500.11822/45028>.

Uredba (EU) 2019/2023 o okoljsko primerni zasnovi gospodinjskih pralnih in pralno-sušilnih strojev. Pridobljeno 11. 1. 2025 s <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SL/TXT/?uri=celex:32019R2023>

Uredba o zelenem javnem naročanju. Uradni list RS, št. 51/17. Pridobljeno 14. 1. 2025 s <https://pisrs.si/pregledPredpisa?id=URED7202>

## 7 PRILOGE

### PRILOGA A: Tržna raziskava



#### Odsluženi pralni stroji: Vrednost, ki je

Pozdravljeni, sem Anej Žalar, dijak 3. letnika Gimnazije Ormož. V okviru raziskovalne naloge z naslovom "Odsluženi pralni stroji: Vrednost, ki je ne smemo zavreči" raziskujem možnosti reciklaže pralnih strojev v Sloveniji. Namen ankete je pridobiti vpogled v trenutne prakse in izzive pri uporabi recikliranih delov iz pralnih strojev. Prosim, da na vsako vprašanje odgovorite čim bolj natančno in po resnici. Vaši odgovori bodo obravnavani zaupno in anonimno ter uporabljeni izključno za namene te raziskave. Izpolnjevanje ankete vam bo vzelo približno 3 minute. Iskreno se vam zahvaljujem za vaš čas in sodelovanje. Prosim, če si vzamete nekaj minut in s klikom na Naslednja stran pričnete z izpolnjevanjem ankete.

Katere dele iz recikliranih pralnih strojev uporabljate? (označite vse, ki veljajo)

Možnih je več odgovorov

- Motor
- Boben
- Grelni element
- Elektronika
- Plastika
- Kovina
- Drugo: (prosimo, navedite)

Kakšna je vaša ocena kakovosti recikliranih delov v primerjavi z novimi deli?

Možnih je več odgovorov

- Enako kakovostna
- Manj kakovostna
- Bolj kakovostna

**Ali ste se že srečali s kakršnimi koli težavami ali okvarami pri uporabi recikliranih delov?**

Možnih je več odgovorov

Da

Ne

---

**Ali menite, da je uporaba recikliranih delov finančno bolj ugodna za vaše podjetje?**

Možnih je več odgovorov

Da

Ne

---

**Ali uporaba recikliranih delov prispeva k zmanjšanju okoljskega vpliva vašega podjetja?**

Možnih je več odgovorov

Da

Ne

---