

ŠOLSKI CENTER VELENJE
ELEKTRO IN RAČUNALNIŠKA ŠOLA
Trg mladosti 3, 3320 Velenje
MLADI RAZISKOVALCI ZA RAZVOJ SAŠA REGIJE

RAZISKOVALNA NALOGA
**ALI JE PONOVDNA UPORABA RAČUNALNIŠKIH KOMPONENT
SMISELNA?**

Tematsko področje: Računalništvo

Avtor:

Žan Orličnik, 3. letnik

Mentor:

Gregor Hrastnik, univ. dipl. inž.

Velenje, 2026

Raziskovalna naloga je bila opravljena na ŠC Velenje, Elektro in računalniški šoli, 2026.

Mentor: Gregor Hrastnik, univ. dipl. inž.

Datum predstavitve: marec 2026

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

- ŠD** ŠC Velenje, šolsko leto 2025/2026
- KG** Ponovna uporaba / recikliranje / računalniške komponente
- AV** ORLIČNIK, Žan
- SA** HRASTNIK, Gregor
- KZ** 3320 Velenje, SLO, Trg mladosti 3
- ZA** ŠC Velenje, Elektro in računalniška šola, 2026
- LI** 2026
- IN** **ALI JE PONOVDNA UPORABA RAČUNALNIŠKIH KOMPONENT SMISELNA?**
- TD** Raziskovalna naloga
- OP** VII, 20 str. , 8 sl. , 2 pregl. , 2 graf. , 17 vir. , pril. 1
- IJ** SL
- Jl** sl/en

AI V današnjem času se vsak dan kopiči vedno več odpadkov, ljudje pa pogosto ne razmišljamo, ali je naše stare naprave smiselno ponovno uporabljati. V okviru raziskovalne naloge sem raziskoval, ali je stare računalnike smiselno obnavljati. Namen naloge je bil ugotoviti, ali je mogoče iz nedelujočih računalnikov sestaviti nove delujoče sisteme in komu bi takšni računalniki lahko koristili. Kot konkreten primer sem iz računalnikov, pridobljenih na zbirnem centru, sestavili delujoč računalnik.

Rezultati naloge so pokazali, da sestavljeni računalnik ni bil posebej zmogljiv, vendar je bil primeren za osnovna opravila, kot so uporaba elektronske pošte in pisarniških programov (dokumenti, preglednice, predstavitve). To potrjuje hipotezo, da je z ekonomskega vidika smiselno odpadne računalnike in njihove komponente ponovno uporabiti. Prav tako sem potrdil hipotezo, da je obnavljanje in ponovna uporaba računalnikov smiselna z ekološkega vidika, saj se s tem zmanjša količina elektronskih odpadkov.

Cilj naloge je prispevati k večjemu zavedanju o pomenu ponovne uporabe računalniških komponent ter pokazati, da gre za področje, na katerem so v prihodnosti možni pomembni napredki.

KEY WORDS DOCUMENTATION

ND ŠC Velenje, school year 2025/2026

CX Reuse of computer parts / recycling / computer parts

AU ORLIČNIK, Žan

AA HRASTNIK, Gregor

PP 3320 Velenje, SLO, Trg mladosti 3

PB ŠC Velenje, Elektro in računalniška šola, 2026

PY 2026

TI **DOES REUSE OF COMPUTER COMPONENTS MAKE SENSE?**

DT Research work

NO VII, 20 p. , 8 fig. , 2 tab. , 2 graf. , 17 ref. , ann. 1

LA SL

AL sl/en

AB Nowadays, more and more waste accumulates every day, and people often do not think about whether it makes sense to reuse our old devices. As part of a research project, we investigated whether it makes sense to refurbish old computers. The purpose of the project was to determine whether it is possible to assemble new working systems from non-working computers and who such computers could be useful to. As a concrete example, we assembled a working computer from computers obtained from a collection center.

The results of the project showed that the assembled computer was not particularly powerful, but it was suitable for basic tasks, such as using email and office programs (documents, spreadsheets, presentations). This confirms the hypothesis that it makes sense from an economic point of view to reuse waste computers and their components. We also confirmed the hypothesis that refurbishing and reusing computers makes sense from an ecological point of view, as this reduces the amount of electronic waste.

The goal of the project is to contribute to greater awareness of the importance of reusing computer components and to show that this is an area in which significant advances are possible in the future.

KAZALO VSEBINE

1. UVOD	1
1.1. CILJI	1
1.2. HIPOTEZE	1
2. PREGLED STANJA	2
2.1. KAJ NA PODROČJU PONOVNE UPORABE RAČUNALNIKOV ŽE OBSTAJA	2
2.1.1. Podjetja, ki se ukvarjajo z recikliranjem elektronske opreme	2
2.1.2. Direktni ponudniki rabljenih in obnovljenih računalnikov	2
2.1.3. Posredne prodajne točke za rabljeno računalniško opremo	3
2.1.4. Servisi in organizacije, ki omogočajo obnovo in ponovno uporabo	3
2.2. PROBLEMATIKA E-ODPADKOV IN DIGITALNE VKLJUČENOSTI	4
2.2.1. Statistika o e-odpadkih (elektronskih odpadkih)	4
2.2.2. Statistika o dostopu do računalnikov v Sloveniji	5
2.2.3. Digitalna neenakost in e-odpadki kot dvojni problem	5
2.3. KDAJ POPRAVLJANJE STARIH RAČUNALNIKOV NI OPTIMALNA REŠITEV	6
3. METODOLOGIJA	8
3.1 NAČIN DELA	8
3.2. POTEK DELA	8
4. REZULTATI IN DISKUSIJA	14
4.1 HIPOTEZE	15
5. ZAKLJUČEK	16
6. POVZETEK	17
7. VIRI IN LITERATURA	18

KAZALO SLIK

Slika 1: Podatki CPU iz programa Task Manager [vir: lasten]	10
Slika 2: Matična plošča ASRock G41M-LE [13].....	10
Slika 3: RAM modul Transcend DDR2 [vir: lasten].....	11
Slika 4: Napajalnik LC420H-8 [14]	11
Slika 5: Disk WD 3200 AAKS [vir: lasten]	12
Slika 6: Sestavljen računalnik [vir: lasten].....	12
Slika 7: Rezultati benchmark testa [vir: lasten].....	13
Slika 8: Lestvica benchmark rezultatov [vir: lasten].....	14

KAZALO GRAFIKOVNOV

Grafikon 1: Prikaz povprečnih kg e-odpadkov na prebivalca [vir: lasten].....	4
Grafikon 2: Prikaz dostopa do interneta [vir: lasten]	5

KAZALO TABEL

Tabela 1: Stanje testiranih komponent [vir: lasten].....	9
Tabela 2: Poraba energije za proizvodnjo in reciklažo komponent [vir: lasten].....	15

1. UVOD

V današnjem času elektronski odpadki postajajo vedno večji problem. Kupi starih računalnikov se kopičijo na smetiščih in puščajo resne ekološke posledice. Kljub številnim reciklirnim organizacijah in programih ponovne uporabe, bi na tem področju bila možna izboljšava.

Idejo za raziskovalno nalogo sem dobil, ko sem na zbirnem centru videl kup starih računalnikov. Menil sem, da so v računalnikih definitivno delujoče komponente in da bi iz njih morda lahko sestavil delujoč računalnik.

Raziskovalna naloga, ki jo predstavljam, se osredotoča na sestavljanje računalnika iz teh odvrženih računalnikov in delov ter pomislekom, kdo bi takšne računalnike lahko uporabil in kakšen ekološki vpliv bi imelo takšno ponovno uporabljanje.

Raziskovalna naloga bo omejena na področje Slovenije.

1.1. CILJI

Izdelan računalnik bo zgrajen iz komponent, zbranih iz računalnikov pridobljenih iz zbirnega centra. Za sestavo računalnika ne bo potrebna dobava nobenega dodatnega dela. Računalnik bo dovolj zmogljiv, da opravlja vsaj osnovna opravila kot so spletna pošta in pisarniški programi (dokumenti, predstavitve, tabele).

1.2. HIPOTEZE

Hipoteza 1: Ponovna uporaba računalniških komponent je smiselna iz ekonomskega vidika.

Hipoteza 2: Ponovna uporaba računalniških komponent je smiselna iz ekološkega vidika.

2. PREGLED STANJA

2.1. KAJ NA PODROČJU PONOVNE UPORABE RAČUNALNIKOV ŽE OBSTAJA

V Sloveniji obstaja mnogo podjetji, ki se direktno ali pa indirektno ukvarja z rabljenimi računalniki, njihovo obdelavo, prodajo ali odstranjevanjem. Ta podjetja je možno razdeliti v štiri osnovne kategorije, pri katerih pa je pomembno izpostaviti, da so povsod možne izboljšave.

2.1.1. Podjetja, ki se ukvarjajo z recikliranjem elektronske opreme

Najpomembnejši predstavnik te kategorije v Sloveniji je ZEOS d.o.o., ki deluje kot nacionalna organizacija za ravnanje z električno in elektronsko opremo. Njihov glavni način dela je organizirano zbiranje elektronskih naprav ter njihovo recikliranje, ki je v skladu z zakonodajo.

Imajo zelo veliko vlogo v preprečevanju nenadzorovanega odlaganja elektronskih odpadkov, njihov glavni cilj pa je recikliranje in ne ponovna uporaba, ki bi v nekaterih primerih bila bolj primerna. Čeprav bi bili nekateri izmed računalnikov ali komponent nedvomno primerni za ponovno uporabo, so ti le reciklirani. [1]

Možne izboljšave:

Na tem področju bi bila mogoča večja usmerjenost v predhodno selekcijo delujočih ali delno delujočih računalnikov, še preden pride do recikliranja. S tem bi se lahko več naprav preusmerilo v ponovno uporabo, kar bi dodatno zmanjšalo količino e-odpadkov in okoljski vpliv.

2.1.2. Direktni ponudniki rabljenih in obnovljenih računalnikov

V Sloveniji obstaja mnogo podjetji, ki se direktno ukvarja s prodajo rabljenih ali obnovljenih računalnikov. Eno izmed takšnih podjetji je PCRefurb Scandinavia, ki je specializirana trgovina z obnovljenimi računalniki. Trgovina ima zelo visoke ocene, kar kaže, da so kupci zelo zadovoljni s produkti, ki jih ponujajo. [2]

Pomemben ponudnik je tudi Brown Bear Team d.o.o., ki velja za enega večjih prodajalcev obnovljenih računalnikov in opreme v Sloveniji. Prodajajo preizkušene rabljene osebne računalnike in prenosnike namenjene posameznikom in podjetjem. [3]

V to kategorijo uvrščamo tudi trgovine, kot so PoceniPC / OutletClick, Comstrok d.o.o. in Drugi klik d.o.o., ki prodajajo cenovno ugodne, rabljene in obnovljene računalnike ter komponente. Večinoma gre za naprave iz poslovnih odpisov ali starejše naprave, ki so še vedno primerne za vsakodnevno uporabo. [4]

Možne izboljšave:

Večina teh podjetij prodaja že obnovljene računalnike, redkeje pa izpostavlja izvor komponent ali možnost sestave računalnikov iz več nedelujočih naprav. Lahko bi ponudili računalnike, sestavljene iz komponent, ki niso več v uporabi. Dodatno bi se lahko bolj usmerili v lokalno sestavljanje računalnikov iz rabljenih delov, kar bi še dodatno zmanjšalo potrebo po uvozu opreme.

2.1.3. Posredne prodajne točke za rabljeno računalniško opremo

V Sloveniji obstajajo tudi trgovine, ki niso specializirane izključno za računalnike, vendar kljub temu prodajajo rabljeno računalniško opremo. Primeri takšnih prodajnih točk so Used Products Ljubljana, kjer se v okviru trgovine z rabljenimi artikli občasno pojavi tudi računalniška oprema, Komponentko store, ki ponuja rabljene računalniške komponente, ter R3A spletna računalniška trgovina, ki deluje večinoma preko strani bolha.com.

Te prodajne točke omogočajo, da rabljena oprema ostane v uporabi, vendar pogosto ne zagotavljajo celovite obnove ali dolgoročne garancije. [5]

Možne izboljšave:

Trgovine bi imele veliko več prometa, če bi kupcem omogočali garancije ali pa bi podajali dokumentacije o testiranju in delovanju. To bi povečalo zaupanje kupcev in spodbudilo širšo uporabo rabljenih računalnikov.

2.1.4. Servisi in organizacije, ki omogočajo obnovo in ponovno uporabo

Pomemben del ekosistema ponovne uporabe predstavljajo računalniški servisi kot so FixIT, HELP 404, PIARA ter servis Vzpon.com, ki omogočajo popravila, nadgradnje in zamenjave komponent. Čeprav ti servisi v večini ne prodajajo lastnih obnovljenih računalnikov, so ključnega pomena za podaljševanje življenske dobe obstoječe opreme.

Poseben primer, ki izstopa, je Reuse program ZEOS d.o.o., ker se delujoče naprave preusmerjajo v ponovno uporabo ter Center ponovne uporabe (CPU Slovenia), ki obnovljenjo elektronsko opremo ponovno trži. [6][7]

Možne izboljšave:

Na tem področju bi bila mogoča večja sistematičnost pri zbiranju, obnovi in distribuciji računalnikov. Povezovanje servisov z zbirnimi centri in šolami bi omogočilo bolj organizirano sestavljanje delujočih računalnikov iz odslužene opreme.

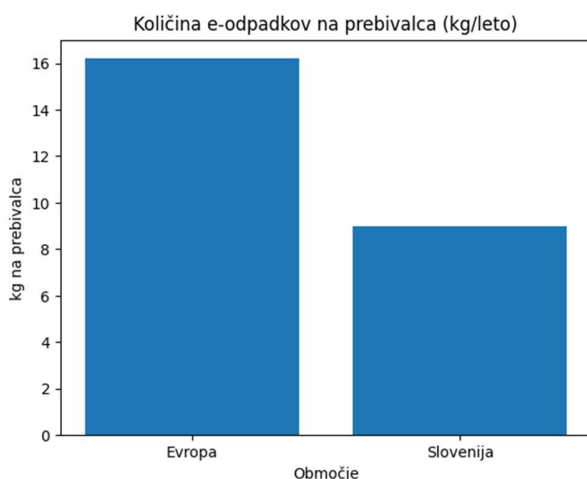
2.2. PROBLEMATIKA E-ODPADKOV IN DIGITALNE VKLJUČENOSTI

2.2.1. Statistika o e-odpadkih (elektronskih odpadkih)

Elektronski odpadki (e-odpadki) vključujejo vse vrste elektronskih in električnih naprav, med njimi tudi računalnike, prenosnike, monitorje in druge ICT naprave. Problem je naraščajoč po celem svetu, saj se življenska doba naprav krči zaradi hitrega razvoja tehnologije in količina e-odpadkov raste. Po podatkih strani monitor.si je bilo v svetu leta 2022 ustvarjenih 62 milijonov ton e-odpadkov, kar pomeni povprečno 11,2 kg e-odpadkov na osebo. Največji povzročitelj tega ogromnega povprečja je Evropa, saj po podatkih Global E Waste Monitor Evropa ustvari približno 16 kg elektronskih odpadkov na prebivalca. Če bi življensko dobo naprav podaljšali le za eno leto, bi lahko izpuste CO₂ zmanjšali za približno štiri milijone ton letno, kar je enako odstranitvi dveh milijonov avtomobilov s cest. [8][15]

Pri ravnanju z odsluženimi napravami v Evropski uniji, po podatkih iz eureporter.com, le okrog 13 % ljudi stare računalnike, prenosnike ali tablice reciklira, medtem ko jih več kot 19 % preprosto obdrži doma. [9]

V Sloveniji po podatkih svet24.si sicer proizvedemo le 8,2 kg e-odpadkov na prebivalca, kar je pod povprečjem drugih evropskih držav. A kljub dobremu sistemu ravnanja z e-odpadki e-uporabniki še vedno večino naprav obdržijo doma, ne da bi prišle do zbirnih mest. Grafikon 1 prikazuje primerjavo količine proizvedenih e-odpadkov med Evropo in Slovenijo. [10]



Grafikon 1: Prikaz povprečnih kg e-odpadkov na prebivalca [vir: lasten]

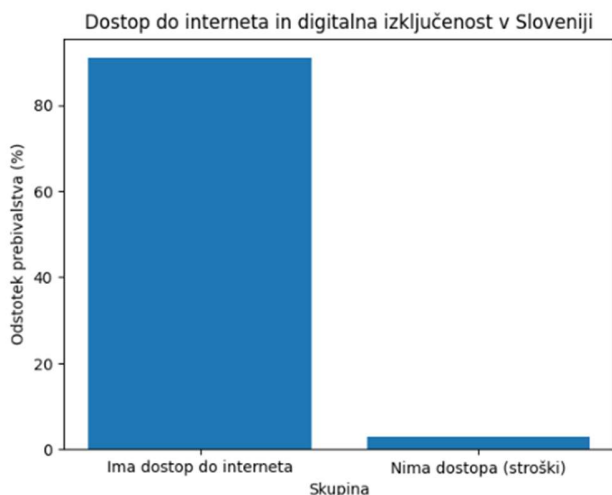
2.2.2. Statistika o dostopu do računalnikov v Sloveniji

Dostop do interneta in digitalnih naprav je največji pokazatelj digitalne vključenosti. V Sloveniji je po podatkih Statističnega urada Republike Slovenije dostop do interneta zelo razširjen – približno 91 % oseb starih med 16 in 74 let uporablja internet, kar kaže na visoko digitalno povezanost prebivalstva. [11]

Vendar pa vseeno obstajajo gospodinjstva, kjer je dostop do računalnika ali interneta omejen. Po podatkih Statističnega urada Republike Slovenije je okoli 3 % uporabnikov navedlo, da ne morejo dostopati do interneta zaradi visokih stroškov opreme ali naročnin, kar nedvomno vključuje tudi stroške nakupa računalnika. [12]

Podatki portala GOV.si pa kažejo, da imajo nekatere manjše šole in zavodi pogosto omejeno število računalnikov za šolsko uporabo, kar vpliva tudi na učence, ki ne morajo dostopati do digitalnih orodjih, ki bi jih lahko uporabili pri učenju. [11]

Grafikon 2 prikazuje razmerje dostopnosti interneta med prebivalstvom Slovenije.



Grafikon 2: Prikaz dostopa do interneta [vir: lasten]

2.2.3. Digitalna neenakost in e-odpadki kot dvojni problem

Grafikona iz prejšnjega poglavja ponazarjata dva pojavi v Sloveniji. Prvi prikazuje, da kljub visoki stopnji recikliranja Slovenija letno še vedno ustvari veliko količino elektronskih odpadkov na prebivalca, med katerimi velik del predstavljajo tudi računalniki in druga računalniška oprema. Drugi graf nam prikazuje, da kljub visoki digitalni razvitosti še vedno obstaja del prebivalstva, ki zaradi finančnih razlogov ne more dostopati do interneta in računalniške opreme.

Če primerjamo oba grafikona, ugotovimo, da se v Sloveniji pojavlja presežek neuporabljene računalniške opreme ter omejen dostop do tehnologije pri določenih skupinah prebivalstva.

Glede na te ugotovitve bi lahko sklepali, da bi sistematično zbiranje, obnova ali sestavljanje računalnikov iz starih komponent lahko predstavljalo rešitev za oba problema. To bi pripomoglo k:

- zmanjšanju količine elektronskih odpadkov in s tem okoljskega bremena,
- izboljšanju digitalne vključenosti šol, družin in posameznikov z omejenimi finančnimi sredstvi,
- znižanju stroškov nabave računalniške opreme za tiste, ki si nakupa novega računalnika ne morejo privoščiti.

Odslužena računalniška oprema, ki bi sicer končala med e-odpadki, lahko ob ustrezni obnovi ali ponovni uporabi postane dragocen vir za izobraževalne ustanove, nevladne organizacije ali gospodinjstva z nizkimi prihodki. Tako bi se hkrati zmanjševal okoljski vpliv in krepila digitalna vključenost družbe.

2.3. KDAJ POPRAVLJANJE STARIH RAČUNALNIKOV NI OPTIMALNA REŠITEV

Kljub prednostim ponovne uporabe starih računalnikov obstajajo primeri, kjer popravilo ali obnova ni smiselna:

a) Tehnična zastarelost in omejene zmogljivosti

Nekateri računalniki so zaradi svoje starosti in arhitekture tako zastareli, da novejša programska oprema in operacijski sistemi na njih ne more nemoteno teči. V takih primerih bi obnova pomenila premajhen učinek za vložen trud in stroške.

b) Stroški in razpoložljivost rezervnih delov

Če so kritične komponente pokvarjene ali nezdržljive z drugimi deli, stroški nakupa nadomestnih delov lahko hitro presežajo vrednost delujočega računalnika. V takih primerih je lahko nakup nove ali obnovljene naprave poslovno in ekonomsko bolj smiselna odločitev.

c) Varnost in zanesljivost

Starejši računalniki pogosto ne podpirajo najnovejših varnostnih posodobitev ali funkcij, kar lahko povzroči tveganja za varnost podatkov in nezdržljivost z modernimi aplikacijami, zlasti v učnih ali delovnih okoljih.

Statistični podatki kažejo, da bi lahko strategije ponovne uporabe starih računalnikov rešile dva problema hkrati: zmanjšanje kopičenja e-odpadkov in izboljšanje dostopa do tehnologije za tiste,

ki si novo opremo težje privoščijo. Vendar pa je pomembno prepoznati primere, kjer obnova ni učinkovita in oceniti, kdaj je bolj smiselno investirati v novo opremo.

Kljub temu, da v Sloveniji hkrati obstajata presežek stare računalniške opreme in določena stopnja digitalne izključenosti, se ta problem ne razreši samodejno. Glavni razlogi za to so pomanjkanje organiziranih sistemov za zbiranje in razvrščanje še uporabnih naprav, omejeno zaupanje v rabljeno računalniško opremo ter stroški in čas, potrebni za popravila. Posledično se del potencialno uporabnih računalnikov zavrže ali ostane neuporabljen, medtem ko nekateri posamezniki in ustanove še vedno nimajo ustreznega dostopa do tehnologije.

3. METODOLOGIJA

3.1 NAČIN DELA

Prvi korak je bil zbiranje računalnikov, ki so jih drugi odvrkli na zbirnem centru. Na teh računalnikih sem izvedel pregled, da sem videl, katere komponente so pri njih še delujoče in bi se lahko ponovno uporabile. Poleg tega sem izvedel tudi pregled, katere komponente pri računalnikih, ki jih drugi odvržejo, pogosto nehajo delovati. Poleg vsega tega pa sem skušal predvideti, kakšen ekološki učinek bi imela ponovna uporaba, namesto recikliranja ali drugih načinov odstranjevanja odpadkov.

V drugem koraku sem iz starih odsluženih in nedelujočih računalnikov, pobral delujoče komponente in iz njih sestavljal delujoč računalnik. Na računalniku sem izvedel benchmark test, ki mi je povedal, kakšna je njegova zmogljivost v primerjavi z novimi računalniki. Nato sem poskusil opredeliti, za katere uporabnike bi bil takšen računalnik primeren, kakšna dela bi z njim lahko opravljali, katera pa bi bila zanj preveč zahtevna.

Ko sem imel sestavljen računalnik, sem skušal cenovno primerjati komponente z novimi in ocenil končno vrednost računalnika. Nato sem to vrednost računalnika primerjal s časom, ki sem ga vložil za preverjanje komponent in sestavo. Tako sem skušal preveriti, če je obnavljanje računalnikov smiselno in vredno našega časa.

Skušal bom ugotoviti, kaj bi se z računalniki in komponentami zgodilo, če jih ne bi ponovno uporabil in kakšne ekološke prednosti bi omogočalo ponovno uporabljanje teh računalnikov in komponent.

3.2. POTEK DELA

V zbirnih centrih, kjer ljudje odlagajo med drugim tudi tehnologijo, ki je ne uporabljajo več, ta pa, če je v nekaj dneh noben ne vzame, preide v reciklirni center. Iz takšnega zbirnega centra sem dobil 10 odsluženih računalnikov. Računalniki so bili različnih velikosti, komponente v nekaterih niso bile več delujoče, zato je sledilo testiranje komponent. Za testiranje sem uporabljal računalniški sistem, v katerem so bile komponente, za katere sem vedel, da delujejo. Komponente sem eno po eno menjal s tistimi iz odsluženega računalnika in preveril, če sistem še vedno deluje. Ko sem vse komponente preveril, sem jih ločili na tiste, ki delujejo, in tiste, ki ne.

Tabela 1 prikazuje kakšno je bilo stanje komponent, ki sem jih testiral.

Tabela 1: Stanje testiranih komponent [vir: lasten]

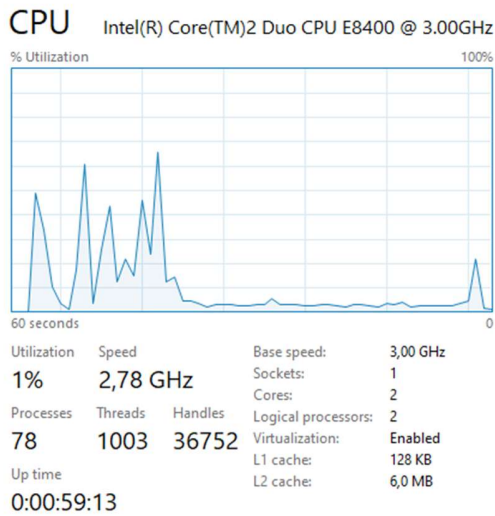
	Napajalnik	RAM	Matična plošča	CPE	GPU	Disk
Računalnik 1	Ne dela	DDR3	Dela	Ne dela	Brez	Brez
Računalnik 2	Ne dela	DDR3	Dela	Dela	Brez	Ne dela
Računalnik 3	Brez	DDR2	Dela	Dela	Ne dela	Brez
Računalnik 4	Dela	DDR3	Ne dela	Neznano	Brez	Brez
Računalnik 5	Brez	DDR2	Dela	Ne dela	Brez	Brez
Računalnik 6	Ne dela	DDR3	Dela	Ne dela	Brez	Dela
Računalnik 7	Dela	DDR3	Dela	Ne dela	Ne dela	Brez
Računalnik 8	Ne dela	DDR1	Dela	Dela	Brez	Ne dela
Računalnik 9	Dela	DDR2	Dela	Ne dela	Brez	Brez
Računalnik 10	Brez	DDR3	Ne dela	Dela	Brez	Ne dela

Ko sem pregledal in ločil komponente, sem opazil, da je v večini računalnikov, ki prenehajo delovati, glavni razlog prenehanje delovanja diska. Izmed vseh 10 računalnikov je le v enem bil delujoč disk. Na drugi strani pa v večini računalnikov ni bilo problemov z matično ploščo in RAM moduli.

Ko sem imel komponente ločene, sem z uporabo tistih, ki so bile delujoče, skušal sestaviti delujoč računalnik. Velik problem mi je povzročala kompatibilnost delov, še posebej med matično ploščo in procesorjem ali pa med matično ploščo in RAM moduli. Veliko računalnikov ni imelo trdega diska, saj ga je nekdo drug pobral pred mano.

Iz komponent sem izbral tiste, ki so bile kompatibilne, in sestavil delujoč računalnik. Izbral sem naslednje komponente:

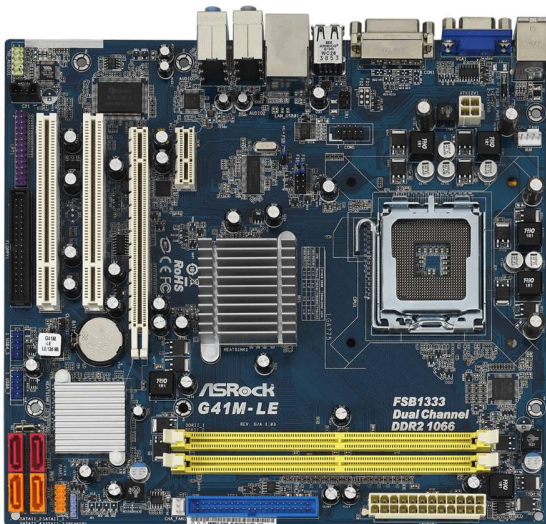
- CPE: Intel Core 2 Duo E8400 (Cena rabljenega - okrog 10€)



Slika 1: Podatki CPU iz programa Task Manager [vir: lasten]

Processor je del Intelove serije Core 2 Duo procesorjev, izšel je leta 2008. Njegova hitrost je 3.0 GHz in ima 6 MB predpomnilnika, 2 jedri in 2 niti. Uporablja podnožje LGA 775, kar je zelo pomembno, saj moram izbrati matično ploščo z enakim podnožjem. S procesorjem je prišel tudi priložen hladilnik.

- Matična plošča: ASRock G41M-LE (Cena rabljene – okrog 50€)



Slika 2: Matična plošča ASRock G41M-LE [13]

Matična plošča je del ASRockove serije G41 in je izšla leta 2008. Plošča podpira dva modula RAMa generacije DDR2. Izbral sem jo, ker je bila edina na voljo s podnožjem LGA 775, ki se ujema s procesorjem.

- RAM: 2 GB Transcend DDR2-800 RAM Single Stick (Cena rabljenega – okrog 5€)



Slika 3: RAM modul Transcend DDR2 [vir: lasten]

RAM je del Transcendove serije DDR2 modulov. Njegov spomin je 2GB, njegova hitrost je 800 MHz in njegov zamik ure je CL5. Izbral sem ga, ker je bil najbolj zmogljiv DDR2 modul, ki mi je bil na voljo.

- Napajalnik: LC420H-8 (Cena rabljenega – okrog 20€)



Slika 4: Napajalnik LC420H-8 [14]

Napajalnik je del LC Power serije 420H. Ima moč 420 vatov, kar je več kot dovolj za moj sistem.

- Disk: WD 3200 AAKS (Cena rabljenega – okrog 25€)



Slika 5: Disk WD 3200 AAKS [vir: lasten]

Disk je del Western Digital serije Caviar. Ima kapaciteto 320GB. Izbral sem ga, ker je bil edini delujoč disk izmed delujočih komponent.

Iz vseh naštetih komponent sem sestavil delujoč računalnik.



Slika 6: Sestavljen računalnik [vir: lasten]

Najprej sem izbrisal podatke diska, saj jih je nekaj ostalo od prejšnjega uporabnika. Ko sem to opravil, sem z uporabo Windows orodja za izdelavo nosilca podatkov izdelal ISO datoteko, ki sem jo naložil na USB ključek in preko njega namestil operacijski sistem Windows 10 na računalnik.

Tukaj bi izpostavil velik problem s komponentami, ki so uporabljene v ponovni rabi. Večkrat je pri kakšni komponenti nekaj narobe ali pa kakšna funkcija ne deluje. Primer tega je bil, da na moji matični plošči ni deloval skoraj noben USB port. Če mi ne bi deloval noben, bi imel težave pri nalaganju operacijskega sistema.

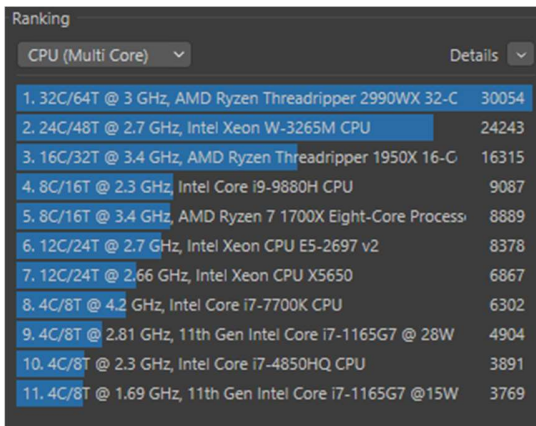
Ko se je operacijski sistem naložil, sem na USB ključek naložil še orodje Cinebench in sicer test R23, ki preverja moč procesorja. S tem orodjem sem na računalniku izvedel benchmark test, ki mi je prikazal njegovo zmogljivost. Kot pričakovano so bili rezultati precej nizki. Računalnik je na benchmark testu dosegel oceno 675 točk.



Slika 7: Rezultati benchmark testa [vir: lasten]

4. REZULTATI IN DISKUSIJA

Benchmark testi so pokazali, da je računalnik precej počasen. Moderni cenejši procesorji (npr. Intel Core I/-1165G7) dosegajo rezultate, ki presegajo 3000. Bolj zmogljivi procesorji (npr. Ryzen Thredripper 1950X) pa zlahka presežejo tudi 10000. To pomeni, da je naš procesor kar precej počasnejši.



Ranking	Processor	Score
1.	32C/64T @ 3 GHz, AMD Ryzen Threadripper 2990WX 32-C	30054
2.	24C/48T @ 2.7 GHz, Intel Xeon W-3265M CPU	24243
3.	16C/32T @ 3.4 GHz, AMD Ryzen Threadripper 1950X 16-C	16315
4.	8C/16T @ 2.3 GHz, Intel Core i9-9880H CPU	9087
5.	8C/16T @ 3.4 GHz, AMD Ryzen 7 1700X Eight-Core Process	8889
6.	12C/24T @ 2.7 GHz, Intel Xeon CPU E5-2697 v2	8378
7.	12C/24T @ 2.66 GHz, Intel Xeon CPU X5650	6867
8.	4C/8T @ 4.2 GHz, Intel Core i7-7700K CPU	6302
9.	4C/8T @ 2.81 GHz, 11th Gen Intel Core i7-1165G7 @ 28W	4904
10.	4C/8T @ 2.3 GHz, Intel Core i7-4850HQ CPU	3891
11.	4C/8T @ 1.69 GHz, 11th Gen Intel Core i7-1165G7 @15W	3769

Slika 8: Lestvica benchmark rezultatov [vir: lasten]

Kljub temu pa lahko računalnik vseeno opravlja opravila kot so branje spletne pošte in osnovni pisarniški programi (dokumenti, predstavitve, tabele), kot je tudi bil celoten namen izdelave tega računalnika. Počasno delovanje se pojavi le, ko začnemo odpirati več programov naenkrat, ali pa zaženemo kakšen zahtevnejši program.

Razstavljanje računalnikov, preverjanje delov, sortiranje in sestavo končnega produkta je skupaj vzelo okrog 5 ur dela. Če bi imel bolje vzpostavljen sistem, bi se ta čas lahko še zmanjšal.

Če bi takšen računalnik sestavil iz delov preko spletnih trgovin z rabljenimi komponentami, bi bila končna cena računalnika okrog 100€, če ne upoštevamo poštnine. Deli so bili ocenjeni glede na cene na spletnih trgovinah. V primerih, kjer ni bilo možno najti identičnega dela, se je primerjala cena komponente podobne zmogljivosti.

Na prvi pogled se zdi 5 ur dela kar precej za računalnik takšne zmogljivosti, vendar je pomembno omeniti, da je veliko komponent, ki so delujoče, ostalo neuporabljenih, in bi se lahko uporabile v nadaljnjih sistemih ali pa bi se lahko prodale posamezno.

Tudi v ekološkem smislu ima ponovna uporaba svoje prednosti. Čeprav je recikliranje komponent veliko boljše alternativa, kot izdelava popolnoma novih, bi s ponovno uporabo delujočih komponent prihranili veliko energije. Po podatkih, ki sem jih pridobil iz raziskave o porabi energije, sem ustvaril tabelo porabe energije za vsako posamično komponento. Če bi vse delujoče komponente ponovno uporabili, lahko prek tabele 2 izračunamo približen prihranek energije [17]:

Tabela 2: Poraba energije za proizvodnjo in reciklažo komponent [vir: lasten]

Komponenta	Proizvodnja	Reciklaža	Tipična masa	Reciklaža ≈ kWh/kos
Matična plošča	250 kWh	~2 kWh/kg	1 kg	2 kWh
CPU	200 kWh	~2 kWh/kg	0.2 kg	0.4 kWh
RAM	30 kWh	~2 kWh/kg	0.2 kg	0.4 kWh
Napajalnik	75 kWh	~1,5 kWh/kg	1,5 kg	3 kWh
Disk	20 kWh	~1,5 kWh/kg	0,7 kg	1.4 kWh

Če v tabelo vstavimo število vseh komponent, ki bi se ponovno uporabile, bi prihranili okrog 30kWh. To predstavlja okrog 6kg CO2 emisij, kar je za 10 računalnikov precej veliko število. [16]

4.1 HIPOTEZE

Prvo hipotezo, ki se glasi »Ponovna uporaba računalniških komponent je smiselna iz ekonomskega vidika.«, sem potrdil, saj sem dokazal, da je iz odvrghih komponent možno sestaviti delujoč računalnik, ki je zmožen opravljati osnovna opravila (e-pošta, pisarniški programi...). Računalnik sem lahko sestavil praktično zastonj, potreboval sem le dovolj časa. Pri tem pa je pomembno poudariti, da gre za specifične primere, za katere nabava dražjega računalnika ni realna opcija, kot so manjše šole, razni zavodi, posamezniki v težjih finančnih situacijah...

Drugo hipotezo, ki se glasi »Ponovna uporaba računalniških komponent je smiselna iz ekološkega vidika.«, sem potrdil, saj sem dokazal, da je ponovna uporaba komponent bolj ekološko prijazna kot reciklaža ali da se komponente kopičijo na smetiščih. Če bi moja naloga obsegala večje število računalnikov, bi ekološki učinek bil še večji, saj bi lahko porabil več komponent, za izgradnjo večih računalnikov. V mojem primeru bi ponovna uporaba teh komponent zmanjšala emisije CO2 za 6kg.

5. ZAKLJUČEK

Glavna ugotovitev raziskovalne naloge je bila, da je iz komponent, ki so jih drugi odvrkli, možno sestaviti delujoč računalnik. Čeprav računalnik ni zelo zmogljiv, je dovolj za nekoga, ki je finančno omejen. Računalnik lahko opravlja opravila, kot so prebiranje e-pošte in uporabljanje osnovnih pisarniških programov. Računalnik začne delovati počasneje, ko ga preobremenim z zahtevnejšimi programi ali pa uporabljam več programov hkrati. Večja ugotovitev je bila tudi, da je ponovna uporaba delujočih komponent dobra alternativa recikliranju komponent, saj reciklaža teh komponent ni potrebna in porabi nekaj nepotrebne energije. Pomembno je vedeti, da kljub ponovni uporabi delujočih komponent še vedno večji del komponent ne deluje in jih je vseeno potrebno reciklirati.

6. POVZETEK

V današnjem času se vsak dan kopiči vedno več odpadkov, ljudje pa pogosto ne razmišljamo, ali je naše stare naprave smiselno ponovno uporabljati. V okviru raziskovalne naloge sem raziskoval, ali je stare računalnike smiselno obnavljati. Namen naloge je bil ugotoviti, ali je mogoče iz nedelujočih računalnikov sestaviti nove delujoče sisteme in komu bi takšni računalniki lahko koristili. Kot konkreten primer sem iz računalnikov, pridobljenih na zbirnem centru, sestavili delujoč računalnik.

Rezultati naloge so pokazali, da sestavljeni računalnik ni bil posebej zmogljiv, vendar je bil primeren za osnovna opravila, kot so uporaba elektronske pošte in pisarniških programov (dokumenti, preglednice, predstavitve). To potrjuje hipotezo, da je z ekonomskega vidika smiselno odpadne računalnike in njihove komponente ponovno uporabiti. Prav tako sem potrdil hipotezo, da je obnavljanje in ponovna uporaba računalnikov smiselna z ekološkega vidika, saj se s tem zmanjša količina elektronskih odpadkov.

Cilj naloge je prispevati k večjemu zavedanju o pomenu ponovne uporabe računalniških komponent ter pokazati, da gre za področje, na katerem so v prihodnosti možni pomembni napredki.

7. VIRI IN LITERATURA

[1] ZEOS | Vse o družbi ZEOS »kaj in zakaj delamo«

<https://www.zeos.si/o-nas/> (17. 2. 2026)

[2] PC Refurb | O nas – PC Refurb

<https://refurb.si/o-nas/> (17. 2. 2026)

[3] BBT | Refurbished – obnovljeni računalniki in rabljena oprema

<https://www.bbt.si> (17. 2. 2026)

[4] PoceniPC | Obnovljena računalniška oprema - ponovna uporaba je kul

<https://pocenipc.com> (17. 2. 2026)

[5] SPOT | Repair and maintenance of computers and peripheral equipment

<https://spot.gov.si/en/activities-and-professions/activities/repair-and-maintenance-of-computers-and-peripheral-equipment> (17. 2. 2026)

[6] ZEOS | ReUse

<https://www.zeos.si/en/re-use/> (17. 2. 2026)

[7] REUSE CENTER | REUSE CENTER, implementation of procedures for the reuse of used equipment, d.o.o., so.p.

<https://www.interregeurope.eu/good-practices/reuse-center-implementation-of-procedures-for-reuse-of-used-equipment-doo-sop> (17. 2. 2026)

[8] Monitor | 11,2 kg elektronskih odpadkov na osebo na leto

<https://www.monitor.si/novica/11-2-kg-elektronskih-odpadkov-na-osebo-na-leto/240856/> (17. 2. 2026)

[9] EU Reporter | What do people do with their old ICT equipment?

<https://www.eureporter.co/business/ict/2023/11/27/what-do-people-do-with-their-old-ict-equipment/> (18. 2. 2026)

[10] Svet 24 | Kam z njimi: Slovenija proizvede e-odpadkov visoko nad svetovnim povprečjem

<https://svet24.si/novice/slovenija/elektronski-odpadki-posledice-ekologija-1866020> (18. 2. 2026)

[11] Statistični urad RS | Usage of internet in households and by individuals, 2024

<https://www.stat.si/StatWeb/gl/news/Index/13153> (18. 2. 2026)

[12] Statistični urad RS | Usage of internet in households and by individuals, detailed data, 2023

<https://www.stat.si/StatWeb/nk/news/Index/11517> (18. 2. 2026)

[13] ASRock | ASRock > G41M-LE

<https://www.asrock.com/mb/Intel/G41M-LE/index.asp> (18. 2. 2026)

[14] Galaxus | LC-Power Office Series - LC420H-8 V1.3 - kaufen bei Galaxus

<https://www.galaxus.ch/de/s1/product/lc-power-office-series-lc420h-8-v13-420-w-pc-netzteil-5684859> (18. 2. 2026)

[15] E-Waste Monitor | Home – E-Waste Monitor

<https://ewastemonitor.info> (18. 2. 2026)

[16] EMBER | EU Electricity Trends

<https://ember-energy.org/latest-insights/european-electricity-review-2023/eu-electricity-trends>
(19. 2. 2026)

[17] MIT | No job name

<https://web.mit.edu/2.813/www/readings/Williams%20-%20Energy%20Intensity%20Computer.pdf> (19. 2. 2026)

PRILOGE

Priloga 1: Izjava avtorjev

Izjavljamo, da smo pri pripravi raziskovalne naloge upoštevali etična načela in smernice v skladu z veljavnimi pravnimi akti raziskovalnega področja.

Podpisani: Žan Orličnik (avtor), Gregor Hrastnik (mentor)

Avtor:

Mentor: