



VISOKA ŠOLA ZA TRAJNOSTNI RAZVOJ

VISOKA STROKOVNA ŠOLA

Diplomsko delo visokošolskega strokovnega študija

Program: Varstvo okolja

**OPTIMIZACIJA IN ENERGETSKO
UČINKOVITEJŠA RAZSVETLJAVA V
POSLOVNEM OBJEKTU**

Mentor: doc. dr. Drago Papler
Lektorica: Lucija Hrženjak, prof. slov. in bio.

Kandidatka: Tina Gorjup

Kranj, december 2025

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju doc. dr. Dragu Paplerju, da me je že od vsega začetka spodbujal, da sem začela pisati diplomsko delo, pozneje pa je s konstruktivnimi nasveti pomagal, da sem dosegla cilj.

Hvala direktorju, ki mi je omogočil, da sem pristopila k študiju in sem svoje znanje še nadgradila.

Zahvaljujem se tudi lektorici Luciji Hrženjak, ki je mojo diplomsko nalogo jezikovno in slovnično pregledala.

Zahvala vsem trem mojim doma, da so mi stali ob strani, me spodbujali in bili moralna podpora v trenutkih, ko sem pomislila, da mi ne bo uspelo.

IZJAVA

Študentka Tina Gorjup izjavljam, da sem avtorica tega diplomskega dela, ki sem ga napisala pod mentorstvom doc. dr. Draga Paplerja.

Skladno s 1. odstavkom 21. člena Zakona o avtorski in sorodnih pravicah dovoljujem objavo tega diplomskega dela na spletni strani šole.

Dne _____

Podpis: _____

POVZETEK

Diplomsko delo obravnava uporabo zastarele fluorescenčne razsvetljave v starejšem objektu in možnosti za zmanjšanje porabe električne energije z zamenjavo svetil z LED-svetili. V zadnjih letih so se stroški električne energije znatno povečali, kar je podjetja spodbudilo k iskanju energetske učinkovitih rešitev. Ena izmed ključnih možnosti za zmanjšanje porabe električne energije je optimizacija razsvetljave z uvedbo LED-svetil. Cilj raziskave je analiza obstoječega sistema razsvetljave, primerjava različnih svetlobnih virov ter ugotoviti ekonomske in ekološke upravičenosti prehoda na LED-tehnologijo.

V teoretičnem delu so predstavljeni zakonodajni okviri, standardi in merila za ustrezno osvetlitev delovnih prostorov, ki zagotavljajo optimalne pogoje za delo. Raziskava vključuje tudi analizo vpliva osvetlitve na zdravje in produktivnost zaposlenih ter svetlobnega onesnaženja, saj pravilno izbrana razsvetljava pomembno vpliva na dobro počutje in delovno učinkovitost. S primerjalno analizo fluorescenčnih sijalk in LED-svetil so ocenjene razlike v porabi energije, življenjski dobi in vplivu na okolje. Meritve osvetljenosti pred prenovo in po njej kažejo, da LED-svetila omogočajo večjo osvetljenost ob manjši porabi energije, kar pomeni izboljšane delovne pogoje in dodatne prihranke.

Ekonomska analiza je pokazala, da je naložba v LED-razsvetljavo upravičena, saj se povrne v približno treh letih. Metoda sedanje vrednosti naložbe in interna stopnja donosnosti kažeta, da je projekt finančno vzdržen in prinaša dolgoročne prihranke. Poleg tega je analiza tveganj pokazala, da ostaja naložba donosna tudi v primeru povečanja stroškov. Analiza cost-benefit (CBA) dodatno potrjuje, da prehod na LED-razsvetljavo prinaša pozitivne finančne in okoljske učinke. S tem se bodo zmanjšali skupna poraba električne energije, emisije ogljikovega dioksida in stroški vzdrževanja svetil.

Na podlagi raziskave so podana priporočila za nadaljnjo optimizacijo osvetlitve in dodatne ukrepe za izboljšanje energetske učinkovitosti v podjetju. Zaključek potrjuje, da je naložba v energetske učinkovite razsvetljave ključna za trajnostni razvoj in dolgoročne prihranke ter da prehod na LED-svetila predstavlja optimalno rešitev tako z ekonomskega kot tudi z okoljskega vidika.

KLJUČNE BESEDE

- LED-razsvetljava
- energetska učinkovitost
- svetlobno onesnaženje
- optimizacija osvetlitve

ABSTRACT

The thesis addresses the issue of high electricity consumption in a commercial building due to outdated fluorescent lighting. In recent years, electricity costs have significantly increased, prompting companies to seek energy-efficient solutions. One of the key options for reducing electricity consumption is optimizing lighting by implementing LED fixtures. The aim of the research is to analyze the existing lighting system, compare different light sources, and determine the economic and environmental justification for transitioning to LED technology.

The theoretical part presents the legislative framework, standards, and criteria for proper workplace lighting, ensuring optimal working conditions. The research also includes an analysis of the impact of lighting on employee health and productivity, as well as light pollution, since properly selected lighting significantly influences well-being and work efficiency. A comparative analysis of fluorescent tubes and LED lights evaluates differences in energy consumption, lifespan, and environmental impact. Measurements of illumination before and after the renovation showed that LED lighting provides higher brightness with lower energy consumption, resulting in improved working conditions and additional savings.

The economic analysis demonstrated that the investment in LED lighting is justified, with a payback period of approximately three years. The net present value method and internal rate of return indicate that the project is financially sustainable and brings long-term savings. Furthermore, a risk assessment confirmed that the investment remains profitable even in the case of cost increases. The cost-benefit analysis (CBA) further supports that switching to LED lighting has positive financial and environmental effects. This transition will reduce overall electricity consumption, CO₂ emissions, and maintenance costs.

Based on the research, recommendations are provided for further lighting optimization and additional measures to enhance energy efficiency within the company. The conclusion confirms that investing in energy-efficient lighting is essential for sustainable development and long-term savings and that switching to LED lighting represents the optimal solution from both an economic and environmental perspective.

KEYWORDS

- LED Lighting
- Energy Efficiency
- Light Pollution
- Lighting Optimization

KAZALO

1	UVOD	1
1.1	Predstavitev problema.....	1
1.2	Cilji naloge.....	2
1.3	Predpostavke in omejitve	3
1.4	Metode dela	3
2	PREGLED LITERATURE IN PRIMEROV DOBRIH PRAKS.....	5
2.1	Zakonodaja na področju notranje razsvetljave in na delovnem mestu	5
2.2	Svetlobni viri	7
2.3	Merila za izbiro svetlobnih virov	9
2.4	Vpliv svetlobe na ljudi.....	11
2.5	Svetlobno onesnaženje	15
3	PORABA ELEKTRIČNE ENERGIJE	18
3.1	Energetsko knjigovodstvo podjetja	18
3.2	Energetsko učinkovitejša razsvetljava	21
3.2.1	Idejna zasnova.....	21
3.2.2	Obstoječe stanje	22
3.2.3	Analiza stanja	26
4.	NALOŽBA	29
4.1	Amortizacija.....	29
4.2	Denarni tok	29
4.3	Metoda sedanje vrednosti naložbe	31
4.4	Metoda interne stopnje donosnosti	32
4.5	Kazalniki učinkovitosti in uspešnosti.....	34
4.6	Ocena tveganj in negotovosti	36
4.6.1	Ocena tveganj in negotovosti pri 10-% podražitvi projekta	36
4.6.2	Kazalniki učinkovitosti in uspešnosti pri 10-% podražitvi projekta.....	39
4.7	Ekonomika družbenih koristnosti	40
4.8	Primerjalna analiza ekonomskih kazalnikov	45
5	UGOTOVITVE IN PRIPOROČILA PODJETJU	46
6	ZAKLJUČEK	47
7	LITERATURA IN VIRI.....	49
	PRILOGE.....	53

KAZALO SLIK

Slika 1: Cilji pri optimizaciji razsvetljave.....	3
Slika 2: Koristi zagotavljanja varnosti in zdravja pri delu	14
Slika 3: Proces izboljšanja varnosti in zdravja pri delu	15
Slika 4: Skupna poraba kWh v letih od 2015 do 2024.....	20
Slika 5: Povprečna poraba električne energije v letih od 2015 do 2024	20
Slika 6: Primer svetilke pred prenovo s fluorescentnimi sijalkami	22
Slika 7: Primer LED-svetilke v poslovnem objektu po prenovi	23
Slika 8: Skupni denarni tok in likvidnost naložbe	30
Slika 9: Realni denarni tok in doba vračanja naložbe.....	31
Slika 10: Doba vračanja naložbe in koristnosti za družbo pri CBA	41

KAZALO TABEL

Tabela 1: Povzetek ključnih meril za izbiro svetlobnih virov.....	11
Tabela 2: Primerjalna tabela vpliva svetlobe na ljudi LED-svetilk in fluorescenčnih sijalk.....	13
Tabela 3: Primerjalna tabela svetlobnega onesnaževanja LED-svetilk in fluorescenčnih sijalk	16
Tabela 4: Poraba v kWh v poslovnem objektu po mesecih v posameznih letih.....	19
Tabela 5: Primerjava porabe glede na leto 2015 in glede na pretekla leta.....	21
Tabela 6: Popis fluorescentnih svetilk v poslovnem prostoru s porabo in stroškom električne energije	23
Tabela 7: Seznam delnega prehoda na LED-svetila s porabo in stroškom električne energije	23
Tabela 8: Ciljani prehod LED-svetilk s porabo in stroškom električne energije	24
Tabela 9: Ocena materialnih stroškov naložbe	25
Tabela 10: Strošek vzdrževanja LED-svetil	26
Tabela 11: Strošek vzdrževanja fluorescentnih svetil	27
Tabela 12: Primerjava stroškov vzdrževanja fluorescentnih sijalk z LED-svetili	28
Tabela 13: Dinamika vračanja posojila	29
Tabela 14: Sedanja vrednost naložbe (v EUR).....	32
Tabela 15: Interna stopnja donosnosti projekta (v EUR).....	33
Tabela 16: Pozitivna sedanja vrednost pri 10-% podražitvi projekta	37
Tabela 17: Negativna sedanja vrednost pri 10-% podražitvi projekta.....	38
Tabela 18: Interna stopnja donosnosti pri 10-% podražitvi projekta	38
Tabela 19: Sedanja vrednost naložbe pri CBA	42
Tabela 20: Interna stopnja donosnosti naložbe pri CBA	43
Tabela 21: Primerjalna analiza ekonomskih kazalnikov	45

POJMOVNIK

Svetlobno onesnaženje: neželena ali pretirana emisija umetne svetlobe, ki lahko vpliva na ekosisteme, astronomijo in zdravje ljudi

Ogljični odtis: količina emisij toplogrednih plinov, ki jih povzroči posameznik, podjetje ali izdelek skozi svoj življenjski cikel

Ekonomika družbenih koristnosti: analiza vpliva naložb ne le na ekonomske kazalnike, temveč tudi na širšo družbo in okolje

Utripanje: hitre spremembe v intenziteti svetlobe, ki lahko povzročajo utrujenost oči in glavobol

Bleščanje: čezmerna svetlost ali nepravilno usmerjena svetloba, ki zmanjšuje vidljivost in povzroča nelagodje

Barvna temperatura (Kelvin: K): oznaka za barvni ton svetlobe, kjer nižje vrednosti (2700 K) pomenijo toplo belo svetlobo, višje vrednosti (6500 K) pa hladno belo svetlobo

Netopna vrednost naložbe: ocenjena vrednost naložbe po upoštevanju diskontne stopnje in pričakovanih donosov

Energetsko knjigovodstvo: sistematično spremljanje, analiziranje in optimizacija porabe energije v podjetju

Obnovljivi viri energije: viri energije, ki se obnavljajo v naravi, kot so sončna, vetrna energija in hidroenergija

Difuzor: naprava ali material, ki razprši svetlobo in prepreči bleščanje

KRATICE IN AKRONIMI

CO ₂	ogljikov dioksid, toplogredni plin, ki nastaja pri izgorevanju fosilnih goriv in prispeva k podnebnim spremembam
CBA	cost benefit analiza – analiza družbenih koristi
CFL	compact fluorescent lamp – kompaktne fluorescenčne sijalke
CRI	color rendering index – indeks barvne reprodukcije, ki meri, kako natančno svetlobni vir reproducira barve v primerjavi s sončno svetlobo; višje vrednosti pomenijo boljšo kakovost svetlobe
ESG	environmental, social, governance – sklop trajnostnih smernic, ki jih podjetja upoštevajo za izboljšanje okoljskega vpliva, družbene odgovornosti in upravljanja
ETS	European Union Emissions Trading System - sistem trgovanja z emisijami
IEA	International Energy Agency - Mednarodna agencija za energijo
K	Kelvin; merska enota za barvno temperaturo svetlobe, ki pove, kakšen barvni odtenek ima bela svetloba, ki jo oddaja svetlobni vir (npr. LED, CFL, halogenka)
LED	Light emitting diode – svetleča dioda, energetske učinkovita tehnologija osvetlitve z dolgo življenjsko dobo

LUKS (lx) enota za merjenje osvetljenosti, ki določa, koliko svetlobnega toka pade na določeno površino.

1 UVOD

1.1 Predstavitev problema

Energetska kriza, ki je v Evropi in v svetu nastala v obdobju 2021–2022 zaradi pomanjkanja električne energije in plina, je prispevala k visokim cenam energentov in električne energije. Vzroka za to sta okrevanje gospodarstva po pandemiji covid-19, ki je porušila dobavne poti energije, in vojna v Ukrajini, ki je povzročila prekinitev dobave ruskega plina in nafte v Evropo. Energetska kriza je pospešila rast naložb v obnovljive vire energije, inovacije in naložbe v zmanjšanje porabe električne energije.

Vsaka takšna kriza je poudarila potrebo po večji energetske neodvisnosti, diverzifikaciji virov in po trajnostnih rešitvah.

Kot odziv na energetske krize, ki je prizadela Evropsko unijo, so države članice EU oktobra 2022 sprejele Uredbo Sveta o nujnem posredovanju za obravnavo visokih cen energije, ki je zavezala države članice k 10-odstotnemu zmanjšanju skupne porabe električne energije kot skupni prostovoljni cilj EU ter obvezno zmanjšanje porabe električne energije za 5 odstotkov v koničnem času. Za doseganje takšnih ciljev pa so potrebne naložbe v obnovljive vire ali pa drugi varčevalni ukrepi, kot so zamenjava svetil z energetske varčnejšimi, delni izklop cestne razsvetljave, skrajšanje delovanja svetlobnih transparentov, osvetljevanje zgradb in izložb itd. Uredba je začela veljati 7. oktobra 2022 in je bila začasne narave z veljavnostjo do 30. junija 2023. V Sloveniji je bil za izvajanje te uredbe sprejet Zakon o nujnem posredovanju za obravnavo visokih cen energije, ki je določal začasne ukrepe za zmanjšanje uvozne odvisnosti pri oskrbi z energijo, povečanje proizvodnje energije iz obnovljivih virov in ukrepe kontrole cen energije in energentov, veljal pa je do 30. decembra 2023.

V Sloveniji področje varčevanja z električno energijo trenutno urejajo naslednji zakoni:

- Zakon o učinkoviti rabi energije, ki določa ukrepe za spodbujanje energetske učinkovitosti, povečanje rabe energije in izboljšanje energetske učinkovitosti stavb;
- Zakon o oskrbi z električno energijo, ki določa pravila delovanja trga z električno energijo, proizvodnje, prenosa, distribucije, shranjevanja in dobave električne energije ter pravice in varstvo končnih odjemalcev;
- Zakon o spodbujanju rabe obnovljivih virov energije, ki ureja izvajanje politike države in občin na področju rabe obnovljivih virov energije, določa zavezujoči cilj za delež energije virov v bruto končni porabi v Republiki Sloveniji ter ukrepe za doseg tega cilja;

- Energetski zakon, ki določa načela in ukrepe upravljanja energetske politike, ureja pristojnosti, organizacijo in delovanje Agencije za energijo ter energetske inšpekcije, opredeljuje energetska infrastrukturo in njeno gradnjo ter vzdrževanje.

Navedeni zakoni skupaj tvorijo pravni okvir za spodbujanje učinkovite rabe energije, varčevanje z električno energijo in povečanje deleža obnovljivih virov energije v Sloveniji.

Zaradi vse dražje električne energije in višjih zneskov omrežnin tako gospodinjstva kot tudi podjetja stremijo k temu, da bi bila njihova poraba električne energije čim manjša, kar je možno izvesti z različnimi ukrepi. Eden izmed ukrepov je tudi zamenjava razsvetljave z energetsko učinkovitejšo razsvetljavo, na primer z LED-razsvetljavo, lahko pa namenimo več pozornosti optimizaciji, za kar tudi ni nujno, da potrebujemo večje denarne vloške.

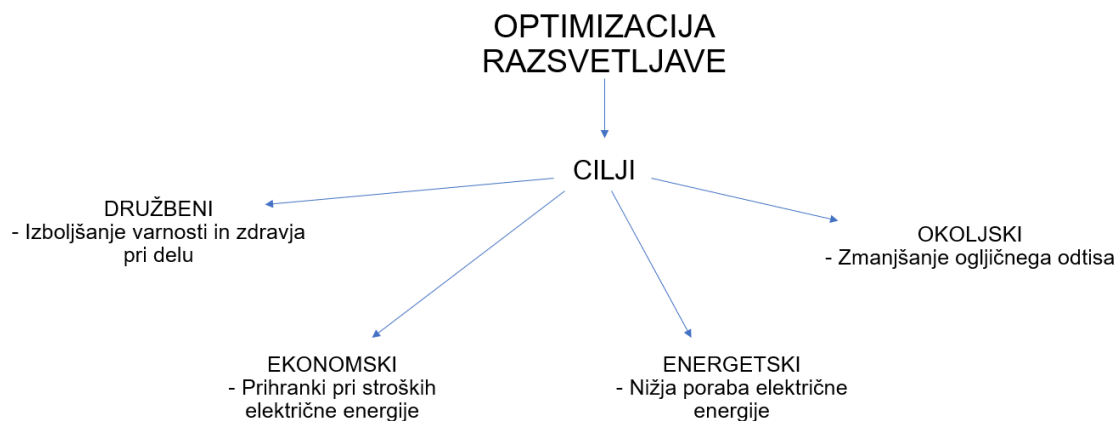
Energetska kriza in povečanje stroškov električne energije predstavljata velik izziv za podjetja. V tem zaključnem delu se osredotočamo na optimizacijo razsvetljave kot enega ključnih ukrepov za zmanjšanje porabe energije.

1.2 Cilji naloge

V sklopu diplomskega dela v poslovnem objektu obstoječi sistem osvetlitve, ki je opremljen s fluorescenčnimi sijalkami, zamenjamo z LED-svetilkami v okvirih veljavne zakonodaje. Cilj diplomskega dela je zamenjava obstoječe fluorescenčne razsvetljave z energetsko učinkovito LED-razsvetljavo in ocena učinkov naložbe na porabo energije, stroške in emisije ogljikovega dioksida (CO₂).

Pri prenovi razsvetljave v poslovnem objektu, kot je prikazano na Sliki 1, bo zajeto področje ekonomike, energetike, varnosti in zdravja pri delu ter varovanja okolja. V okviru ekonomskega cilja je cilj dokazati upravičenost naložbe. V okviru energetskega cilja bomo dokazali prihranke na področju električne energije z analizo zmanjšanja količine električne energije in stroškov vzdrževanja ob novi naložbi v LED-svetila. Analizirana bo poraba obstoječe energije na podlagi preteklih podatkov in ugotovljene bodo značilnosti uporabnika. Izboljšanje ravni varnosti in zdravja pri delu z uvedbo LED-sijalk je cilj s področja varnosti in zdravja pri delu. Eden od fizičnih dejavnikov delovnega okolja je osvetljenost, zato je kakovostna izbira svetil pomembna, ker je ena od obremenitev na delovnem mestu tudi obremenitev vida. Delavec se bo dobro počutil, če bo delovno mesto primerno osvetljeno. Na področju varovanja okolja bomo dokazali, za koliko bomo zmanjšali izpuste CO₂ zaradi manjše porabe električne energije.

Končni cilj je tudi priprava priporočil za nadaljnjo optimizacijo porabe energije, kar vključuje možnosti uvedbe dodatnih varčevalnih ukrepov in pametnih sistemov upravljanja razsvetljave.



Slika 1: Cilji pri optimizaciji razsvetljave
(Lastni vir)

1.3 Predpostavke in omejitve

Pri izdelavi diplomskega dela so upoštevane določene predpostavke in omejitve, ki vplivajo na obseg raziskave in interpretacijo rezultatov. Uporabljeni so podatki o meritvah osvetlitve pred prenovo in po njej v izbrani pisarni ter podatki iz energetskega knjigovodstva za obdobje desetih let. Podatki so bili pridobljeni z dovoljenjem, vendar zaradi varovanja poslovnih informacij ni navedeno ime podjetja. Upoštevana je povprečna cena električne energije, ki znaša 0,42488 EUR/kWh, ter standardne predpostavke o življenjski dobi svetil; pri LED-svetilih je ocenjena na 14 let, pri fluorescentnih pa na 9 let. Dodatno omejitev predstavlja dejstvo, da se rezultati meritev iz ene pisarne uporabljajo za ekstrapolacijo učinkov na celoten objekt, kar pomeni, da gre za referenčni primer. Prav tako analiza ni zajela morebitnih vplivov subvencij ali drugih spodbud, ki bi lahko dodatno izboljšale ekonomske izračune.

1.4 Metode dela

V teoretičnem delu z opisno metodo predstavimo zakonodajni okvir in tehnične zahteve za ustrezno osvetlitev delovnih prostorov ter tudi dobre prakse in vpliv razsvetljave na delovno okolje. Prikažemo obstoječe stanje, vključena so tudi poročila o opravljenih meritvah osvetljenosti pisarniških prostorov pred zamenjavo svetil in po njej. Izdelana je tudi analiza energetskega knjigovodstva.

Pri ekonomski analizi so uporabljene statične in dinamične metode. Učinkovitost naložbe pokažemo na podlagi različnih ekonomskih kazalnikov, ki so neto sedanja vrednost (NSV), interna stopnja donosnosti (ISD), kazalnik gospodarnosti ali ekonomičnosti (E), kazalnik donosnosti ali rentabilnosti naložb (D), kazalnik donosnosti odhodkov (Do) ter enostavna doba vračanja naložb (t). Poleg naštetih ekonomskih analiz je vključena tudi analiza tveganj v primeru podražitve projekta in analiza družbenih koristi (cost benefit analiza, CBA), v kateri so upoštevane tudi družbene koristi, kot je zmanjšanje emisij CO₂. Rezultati so predstavljeni v obliki tabel, slik in razprav, kar omogoča celovit prikaz učinkov prenove razsvetljave.

2 PREGLED LITERATURE IN PRIMEROV DOBRIH PRAKS

2.1 Zakonodaja na področju notranje razsvetljave in na delovnem mestu

Za delovna mesta v Evropski uniji, vključno s Slovenijo, je področje razsvetljave urejeno:

- z Zakonom o varnosti in zdravju pri delu (VZD), vključuje zahteve po prilagoditvi delovnih razmer sposobnostim in omejitvam delavcev, kar vključuje tudi vidne obremenitve;
- s Pravilnikom o zahtevah za zagotavljanje varnosti in zdravja delavcev na delovnem mestu, določa zahteve za osvetlitev delovnih prostorov, kar vključuje raven osvetljenosti in preprečevanje bleščanja;
- s Pravilnikom o varnosti in zdravju pri delu s slikovnim zaslonom, ki opredeljuje osvetlitev delovnih mest, kjer se uporabljajo slikovni zasloni;
- s Standardom SIST EN 12464-1:2021, ki opredeljuje priporočila glede osvetlitve notranjih delovnih prostorov, vključno z osvetljenostjo (lx), barvno temperaturo in preprečevanjem bleščanja;
- po potrebi s Standardom SIST EN 12464-2:2014, ki ureja osvetlitev zunanjih delovnih prostorov oziroma delovnih mest na prostem.

Pravilnik o zahtevah za zagotavljanje varnosti in zdravja delavcev na delovnih mestih določa, da mora razsvetjava z naravno, umetno ali mešano svetlobo ustrezati vidnim zahtevam delavcev pri delu (ZSSS).

Osvetljenost je ključni parameter razsvetljave, ki pove, koliko svetlobnega toka pade na določeno ploskev. V prostor je treba spustiti dovolj naravne svetlobe in po potrebi zagotoviti primerno zasenčenost, da preprečimo škodljivo bleščanje in utripanje. Za podrobnejše zahteve glede razsvetljave na delovnih mestih se uporabljata standarda SIST EN 12464-1:2021 in SIST EN 12464-2:2014. Pravilnik določa tudi, da mora delodajalec pri načrtovanju, opremljanju in vzdrževanju delovnih mest upoštevati zahteve glede urejenosti delovnih mest, prezračevanja, temperature in razsvetljave v delovnih prostorih ter hrupa (ZDS, 2024).

Za ustrezno osvetlitev pisarne moramo imeti:

- primeren preboj svetlobe skozi okna, kar pomeni, da ne smemo imeti neposredne naravne svetlobe na monitor in pisarniško mizo ter neposrednega bleščanja zaradi bleščečega pohištva oziroma pohištva z visokim sijajem. Naravno svetlobo lahko reguliramo z notranjimi ali zunanjimi žaluzijami, oziroma če je možno, z drugačno postavitvijo delovnih površin;

- pravilno postavljeno pisarniško pohištvo, delovne površine (pisalne mize) in monitor. Napačen položaj delovne površine in monitorja imamo, če je miza postavljena nasproti okna in zaslon obrnjen proti oknu, če je miza postavljena nasproti okna in zaslon obrnjen proti oknu ali če je miza postavljena bočno ob okno in ob steno na južno stran.
 - kakovostno umetno razsvetljavo. Po Pravilniku o zahtevah za zagotavljanje varnosti in zdravja delavcev na delovnih mestih je treba v pisarnah zagotavljati 500 lx, česar s starimi fluorescentnimi svetilkami vedno ne moremo zagotoviti. Poleg tega sodobna LED-razsvetljava porabi pol manj električne energije od fluorescentnih svetilk. Fluorescentna svetila so problematična tudi z vidika pulsacije, kar pomeni, da utripajo in s tem negativno vplivajo na zdravje in učinkovitost zaposlenih v delovnem okolju.
- O zdravem delovnem okolju lahko govorimo, ko je vse navedeno ustrezno zagotovljeno (Aupič, 2024).

Energetska učinkovitost je eden izmed ključnih elementov trajnostnega razvoja in prehoda na nizkoogljično družbo. Na področju stavb predstavlja notranja razsvetljava pomemben delež celotne porabe električne energije. V skladu s poročilom Mednarodne agencije za energijo (International Energy Agency, IEA) iz leta 2024 lahko energetska učinkovita razsvetljava bistveno pripomore k doseganju globalnih ciljev zmanjševanja emisij toplogrednih plinov in k zmanjšanju energetske intenzivnosti stavb. Uporaba energetske učinkovitih svetil, kot so LED-svetila najnovejše generacije, omogoča zmanjšanje porabe električne energije za razsvetljavo za več kot 50 odstotkov v primerjavi s konvencionalnimi svetili. Poleg tega se življenjska doba LED-svetil podaljša do desetkrat, kar dodatno prispeva k zmanjšanju stroškov vzdrževanja in menjave. V poročilu IEA je navedeno, da bi lahko uvedba najboljših obstoječih tehnologij na področju razsvetljave, vključno s pametnimi upravljalnimi sistemi, vodila do prihrankov do 40 odstotkov celotne porabe energije za razsvetljavo v gospodinjstvih in poslovnih stavbah. Prav tako dokument izpostavlja pomen uvedbe standardov energetske učinkovitosti in spodbud, ki bi končnim uporabnikom olajšali dostop do energetske varčnih rešitev. Kot še navaja poročilo IEA, so na ravni javnih stavb in industrijskih obratov ključne naložbe v energetska učinkovita razsvetljavo del širših ukrepov za zmanjšanje emisij CO₂ in znižanje operativnih stroškov. Razsvetljava, ki omogoča prilagajanje intenzivnosti in uporabe glede na prisotnost ljudi ter naravno svetlobo, predstavlja enega izmed najučinkovitejših načinov za povečanje energetske učinkovitosti v stavbah. Povečanje energetske učinkovitosti notranje razsvetljave tako predstavlja ključen ukrep na poti k doseganju ciljev trajnostnega razvoja ter k zmanjšanju energetske revščine.

V Kranju je bil izveden projekt energetske prenove razsvetljave v enem izmed večstanovanjskih blokov, ki je služil tudi kot študijski primer v okviru diplomske naloge. V projektu so obstoječe energijsko neučinkovite svetilke zamenjali s

sodobnimi LED-svetilkami. Namen prenove je bil zmanjšati porabo električne energije, povečati kakovost osvetlitve in prispevati k zmanjšanju emisij toplogrednih plinov. Po prenovi je bila dosežena kar do desetkrat večja osvetljenost skupnih prostorov, hkrati pa se je poraba električne energije zmanjšala za približno štirikrat. Poleg tega so izračuni pokazali, da so se emisije toplogrednih plinov prepolovile, kar predstavlja pomemben prispevek k trajnostnemu razvoju lokalnega okolja (24ur.com, 2017).

Občina Slovenske Konjice je izvedla obsežen projekt posodobitve javne razsvetljave na izbranih odsekih mestnih ulic. Na Liptovski cesti so obstoječe 900-vatne svetilke nadomestili z energetsko učinkovitimi 122-vatnimi LED-svetilkami. Podoben poseg je bil izveden tudi na ulici Toneta Melive, kjer so stare 550-vatne svetilke zamenjali s 35-vatnimi LED-svetilkami. Poleg zamenjave svetilk je bila vzpostavljena tudi sodobna regulacija osvetlitve, ki omogoča prilagajanje svetilnosti glede na dejanske potrebe. Rezultati projekta so pokazali, da je občini uspelo zmanjšati porabo električne energije za skoraj 90 odstotkov, hkrati pa izboljšati kakovost in enakomernost osvetlitve javnih površin (Deloindom.delo.si, 2024).

V Centralnem skladišču radioaktivnih odpadkov (CSRAO) je bila izvedena celovita prenova notranje in zunanje razsvetljave. Pred prenovo so v objektu uporabljali zastarele fluorescenčne svetilke in metalogene reflektorje, ki so bili energetsko neučinkoviti ter so zahtevali pogosto vzdrževanje. V okviru prenove so vse svetilke zamenjali z najsodobnejšimi LED-svetili, ki zagotavljajo večjo energetsko učinkovitost, dolgotrajno uporabo in boljšo kakovost osvetlitve skladiščnih prostorov in zunanjih površin. Prenova je prispevala k zmanjšanju stroškov porabe električne energije in k izboljšanju delovnih pogojev v objektu, ob upoštevanju varnostnih standardov in zahtev, ki veljajo za tovrstne objekte (EML Stadler).

2.2 Svetlobni viri

Svetlobni viri so naprave ali naravni viri, ki oddajajo svetlobo, potrebne za osvetljevanje ali druge namene, kot so komunikacija, ogrevanje ali proizvodnja energije. Delimo jih na naravne in umetne.

Ogrinc (2000) v svoji v skripti Delovno okolje razsvetljava navaja, da svetlobne vire delimo na primarne in sekundarne. Primarni viri so tisti viri, ki energijo neposredno pretvarjajo v svetlobno. To so sonce in električna svetila. Sekundarni viri pa so tisti, kjer se sprejeto sevanje v obliki odsevanja od površine seva naprej skozi določeno snov. Svetlobne vire lahko delimo tudi po načinu pretvarjanja energije.

Sonce ima barvno temperaturo 6000 kelvinov (K). Med tople vire sodijo temperaturne svetlobe pod 3200 K, nad 4000 K pa med hladne vire svetlobe. Naravna dnevna svetloba je prijazna do oči, izboljšuje razpoloženje in zmanjšuje

potrebo po umetni razsvetljavi, lahko pa pri uporabi računalniških zaslonov povzroča bleščanje.

V prostorih, ki potrebujejo razsvetljavo z umetno svetlobo, se povprečni Evropejec zadržuje 90 odstotkov svojega delovnega časa, zato je razsvetljava z umetno svetlobo zelo pomembna za kakovostno bivanje in življenje (Inštitut "Jožef Štefan", Center za energetske učinkovitost brez datuma).

Umetni viri so nujni, ko naravna svetloba ni zadostna. Na voljo imamo več različnih možnosti izbire sijalk, kot so:

- halogenske sijalke, ki so izboljšana različica žarnic z žarilno nitko, bolj učinkovite in svetlejšje. Uporabljajo se kot točkovna razsvetljava, a se tudi v pisarnah uporabljajo vedno manj zaradi večje porabe energije;
- fluorescenčne sijalke (neonske luči), ki so učinkovitejše od klasičnih žarnic, pogosto imajo hladno belo ali nevtralno svetlobo. So zelo pogosta izbira v pisarnah, vendar lahko povzročajo utrujenost oči in stroboskopski učinek (utripanje), kar vpliva na koncentracijo;
- kompaktne fluorescenčne sijalke (Compact Fluorescent Lamp, CFL) so energijsko varčne sijalke, ki delujejo po enakem principu kot klasične (neonske) fluorescenčne cevi, vendar so manjše in zasnovane bolj kompaktno, tako da se lahko uporabljajo kot zamenjava za klasične žarnice z žarilno nitko. Te sijalke se redko uporabljajo v pisarnah, bolj pogosto pa v domačem okolju in so bile dolgo časa najbolj razširjene varčne sijalke. Tudi te sijalke podobno kot fluorescenčne sijalke lahko povzročajo utrujenost oči in utrujanje vida;
- LED-svetila, ki so najbolj energetske učinkoviti in dolgotrajni svetlobni viri in so najpogostejše uporabljeni v sodobnih pisarnah, saj omogočajo prilagoditev svetlobne temperature (topla, nevtralna ali hladna svetloba) in intenzivnosti. Prednosti teh svetil so dolga življenjska doba, majhna poraba energije, brez utripanja, možnost prilagajanja barvne temperature. Značilna je višja začetna naložba, a se hitro povrne skozi prihranke energije.

Na delovnem mestu v pisarni je pomembna kombinacija naravne in umetne svetlobe. Najprimernejši umetni vir so LED-svetilke, saj so energetske učinkovite, dolgotrajne in omogočajo prilagajanje barvne temperature. Pravilna osvetlitev prispeva k boljši produktivnosti, manjšemu vizualnemu stresu in dobremu počutju in zdravju zaposlenih. Svetlobni viri na delovnem mestu v pisarni so ključni za zagotavljanje ustreznih delovnih pogojev.

LED označuje električni element (diodo), ki oddaja svetlobo pod posebnimi pogoji. LED-tehnologija ima drugačne lastnosti od fluorescenčnih, halogenskih ali svetil z žarilno nitko. Če jih primerjamo po življenjski dobi, bi v enakem obdobju LED-sijalke morale zamenjati najmanj pet fluorescentnih svetilk in 42 žarnic z žarilno nitko.

Do zdaj smo svetilnost žarnic oziroma moč žarnice prepoznali v vatih (W), kar pa dejansko pomeni podatek o porabi električne energije. Svetilnost novjših sijalk označujemo z lumnom (lm). Klasične žarnice so sevale 15 lumnov za vsak vat energije.

2.3 Merila za izbiro svetlobnih virov

Z notranjo razsvetljavo zagotovimo ustrezno vizualno okolje na delovnem mestu z optimalno uporabo vida, dobrega počutja in delovne atmosfere. Ergonomija je veda, ki se ukvarja z oblikovanjem delovnih mest, orodij, opreme in delovnega okolja tako, da se prilagodijo sposobnostim, omejitvam in potrebam človeka. Cilj ergonomije je izboljšati učinkovitost, udobje, varnost in dobro počutje ljudi pri delu. Pri projektiranju razsvetljave je treba poleg tehničnega in ekonomskega vidika upoštevati tudi človeka in njegove potrebe. Projektant mora pri načrtovanju izhajati iz svetlobnotehničnih, fizioloških, psiholoških in ekonomskih zahtev, zahtev arhitekture in drugih dejavnosti (Bizjak brez datuma).

Izbira svetlobnih virov na delovnem mestu v pisarni s slikovnim zaslonom (računalnikom) je ključnega pomena za zagotavljanje optimalnega delovnega okolja, zmanjšanje utrujenosti oči, povečanje produktivnosti in izboljšanje splošnega počutja zaposlenih.

V nadaljevanju navajamo glavna merila za izbiro svetlobnih virov.

Osvetljenost (Lux)

Osvetljenost se meri v luksih (lx) in označuje, koliko svetlobe pade na delovno površino. Priporočena vrednost je od 300 do 500 lx za splošno osvetlitev prostora in od 500 do 1000 lx na delovni površini (pisarniška miza, kjer se uporablja računalnik).

Premajhna osvetlitev povzroča obremenitev oči in poveča utrujenost delavca, medtem ko prevelika osvetlitev lahko povzroči bleščanje (refleksijo na zaslonu) in draženje oči.

Barvna temperatura (Kelvini, K)

Barvna temperatura vpliva na barvni ton svetlobe (topla, nevtralna, hladna) in se meri v Kelvinih (K). Priporočena vrednost je od 3500 K do 4500 K, ki je optimalna za pisarne s slikovnimi zasloni (nevtralna bela svetloba). Topla bela svetloba (od 2700 K do 3000 K) je bolj sproščujoča, vendar ni priporočljiva za pisarniško delo, hladna bela svetloba (od 5000 K do 6500 K) pa je lahko preveč stimulativna in lahko povzroči utrujenost. Prehladna svetloba (nad 5000 K) poveča izpostavljenost modri svetlobi, ki zavira proizvodnjo melatonina, kar lahko vpliva na spanec. Nevtralna bela svetloba (od 3500 K do 4500 K) je najbolj priporočljiva za delo, saj je podobna dnevnim svetlobam.

Barvni indeks upodabljanja (Color Rendering Index, CRI)

CRI je vrednost, ki pove, kako natančno svetlobni vir reproducira barve.

Priporočena vrednost: CRI $\geq$ 80.

V pisarnah mora biti vrednost CRI vsaj 80, pri zahtevnejših vizualnih nalogah (npr. grafična dela) pa vsaj 90. Nizek CRI lahko povzroči, da se barve zdijo nenaravne ali popačene. Natančno barvno zaznavanje je pomembno za prijetno in učinkovito delovno okolje.

Vrste svetlobnih virov

- LED-svetilke: najboljša izbira, saj imajo dolgo življenjsko dobo, prilagodljivo barvno temperaturo in majhno porabo energije, ne utripajo, imajo prilagodljivo svetlobo in so energetske učinkovite.
- Fluorescenčne sijalke (neonske luči): uporabljajo se v nekaterih starejših pisarnah, vendar lahko utripajo in povzročajo stroboskopski učinek, ki utruja oči.
- Kompaktne fluorescenčne sijalke (CFL): imajo krajšo življenjsko dobo od LED-svetilk in pogosto vsebujejo živo srebro.

Utripanje

- Nizkofrekvenčno utripanje svetlobe (pod 100 Hz) je lahko zaznavno in povzroča obremenitev oči. Svetlobni viri morajo imeti brezutripno tehnologijo, ki preprečuje utripanje.
- Fluorescenčne cevi pogosto utripajo zaradi nizkocenovnih balastov. LED-svetilke z dobrim gonilnikom nimajo utripanja in so boljše za delo z računalniškimi zasloni.

Smer in razporeditev svetlobe

Pomembno je, kako je svetloba usmerjena in razpršena po prostoru.

Uporaba posredne osvetlitve, ki zmanjšuje bleščanje (svetloba, usmerjena v strop, ki se razprši po prostoru): svetilke na stropu naj bodo razpršene (ne točkovne) in nameščene nad delovnim mestom ali ob njem, ne neposredno nad monitorjem. Neenakomerna osvetlitev lahko povzroči sence, bleščanje in utrujenost oči. Odbita svetloba od monitorja je moteča, zato je treba svetilke usmeriti stran od zaslonov.

Bleščanje

Bleščanje se zgodi, ko močna svetloba neposredno zadene oči ali se odbije od površine. Uporabljajo naj se svetila s premazom proti bleščanju, svetilke z difuznimi pokrovi, ki zmanjšajo odboj, in svetila, ki ne omogočajo neposredne izpostavljenosti oči (npr. stropne LED-plošče).

Bleščanje na monitorjih je eden od glavnih vzrokov za obremenitev oči. Refleksija na zaslonih je lahko odpravljena s protirefleksnimi premazi na zaslonih in uporabo pravilno nameščenih svetil.

Prilagodljivost svetlobe

Možnost prilagajanja osvetlitve glede na dnevno svetlobo ali specifične delovne naloge: uredi se lahko z uporabo zatemnilnikov na LED-svetilkah.

Uporaba senzorjev svetlobe, ki zaznajo naravno svetlobo in prilagodijo umetno osvetlitev: spreminjanje osvetlitve glede na naravno svetlobo zmanjšuje porabo energije in izboljšuje udobje zaposlenih. Prilagodljiva osvetlitev omogoča boljšo personalizacijo delovnega mesta.

Energetska učinkovitost

Energetska poraba svetil in trajnostni vidik: najboljša izbira so LED-svetilke (najmanjša poraba energije in najdaljša življenjska doba). Stare fluorescenčne sijalke porabijo več energije in povzročajo več odpadkov, predvsem ker lahko vsebujejo živo srebro. Prihranki pri energiji so dolgoročno pomembni in LED-svetilke lahko zmanjšajo porabo energije do 80 odstotkov.

Merilo	Priporočilo
Osvetljenost	500 lx–1000 lx na delovni površini
Barvna temperatura	3500 K–4500 K (nevtralna bela)
CRI	≥ 80 (za osnovne naloge)
Svetlobni vir	LED-svetila (brez utripanja)
Utripanje	brez utripanja (flicker-free)
Prilagodljivost	senzorji svetlobe, zatemnilniki
Bleščanje	difuzne svetilke, premazi proti bleščanju

Tabela 1: Povzetek ključnih meril za izbiro svetlobnih virov
(Lastni vir)

2.4 Vpliv svetlobe na ljudi

Z umetno svetlobo želimo doseči učinek, čim bolj primerljiv soncu, ki da energijo in smo bolj sproščeni. Načrtovanje osvetlitve je zelo pomembno in mora potekati hkrati s prenovo prostora ali gradnjo objekta, ker moramo poskrbeti za pravilno postavitev in izbor svetil, saj največ časa preživimo v notranjih prostorih. S tem zagotovimo, da bo delovno okolje kakovostno. LED-svetila so tista, ki imajo spekter svetlobe, ki je najboljši približek spektru naravne svetlobe. Indeks barvne produkcije (CRI), ki pove, kako kakovostna je svetloba pri LED-svetilih, je lahko zelo visok, tudi do CRI 97, če primerjamo faktor sonca, ki je 100. Preostala svetila, kot so varčne žarnice, dosegajo okoli CRI 75, halogenske približno CRI 96.

Pomembna je tudi temperatura svetlobe, ki pomeni videz barvne svetlobe, ki jo svetlobni vir oddaja. Temperaturo svetlobe merimo v kelvinih (K). Nižja temperatura svetlobe pomeni, da je svetloba bolj topla. Žarnica z žarilno nitko je zelo topla in

njena temperatura svetlobe znaša 2700 kelvinov. Za delovno okolje je primerna barvna svetloba od 3000 do 4000 kelvinov (Deloindom.delo.si, 2024).

Sama svetloba ni vidna, ampak dobimo vizualni vtis, ko svetloba udari v snov in se odbije nazaj od površine do naših oči. V vizualnem odzivu človeškega očesa sproži občutek svetlosti vidne svetlobe, ki je elektromagnetno sevanje. Svetloba v človeku proizvaja hormone in nadzoruje spremembo med dnevom in nočjo. Ali je svetloba oziroma izbira svetil v prostoru ustrezna, lahko ugotovimo z ustrezno meritvijo, ki jo izvedemo s profesionalnim spektrometrom.

Delovno okolje lahko razdelimo na fizično in psihično delovno okolje. Delovno okolje sprejemamo s čutili, ki vplivajo na vedenje, čustva in psihološko stanje delavca. Svetloba vpliva na zdravje zaposlenih. Neprimerna osvetlitev lahko povzroči težave z vidom, glavobol in lahko tudi delovne nesreče. Fizični dejavniki delovnega okolja so osvetljenost, temperaturno in toplotno ugodje, zrak, hrup, prostorska ureditev in arhitekturne značilnosti (Glotta Nova, 2014).

Utripanje

- **Fluorescenčne sijalke:**
Delujejo na nizki frekvenci (okoli 50–60 Hz), kar lahko povzroči opazno utripanje svetlobe. Čeprav človeško oko pogosto ne zazna utripanja neposredno, lahko vpliva na utrujenost oči, glavobole in povečano stopnjo stresa. Stroboskopski učinek je pogost, kar lahko vpliva na občutek gibanja in motnje vida (npr. iluzija gibanja pri hitro premikajočih se objektih).
- **LED-svetilke:**
Večina sodobnih LED-svetilk ne utripa, ker imajo vgrajene stabilizatorje toka (gonilnike), ki zagotavljajo stalen svetlobni tok. Čeprav so nekatere poceni LED-svetilke lahko brez nadzora utripanja, ga je mogoče odpraviti z uporabo gonilnikov brez utripanja. Ni stroboskopskega učinka, zato so primerne za delovna mesta z gibajočimi se deli (tudi proizvodne linije).

Iz navedenega izhaja, da so LED-svetilke primernejše od fluorescenčnih sijalk, saj ne povzročajo utripa svetlobe, kar zmanjšuje utrujenost oči, nastanek glavobola in druge vizualne motnje.

Bleščanje

- **Fluorescenčne sijalke:**
Proizvajajo difuzno svetlobo po celotni dolžini cevi, kar lahko povzroči močno bleščanje, če ni ustreznih difuzorjev (mrežic ali pokrovov) na svetilih. Svetloba je pogosto neenakomerna, kar poveča možnost odbojev na zaslonih računalnikov in drugih sijajnih površinah. Povečano bleščanje je pogosta težava pri uporabi fluorescenčnih sijalk brez reflektorjev in zaslonov, saj je izvor svetlobe viden neposredno.

- LED-svetilke:

LED-svetila so bolj usmerjena svetila. Njihova svetloba se ne razprši enako kot pri fluorescenčnih sijalkah. LED-svetilke lahko uporabljajo difuzorje in pokrove, ki zmanjšajo bleščanje. Sodobne LED-svetilke z učinkom proti bleščanju imajo posebne premaze in difuzorje, ki preprečujejo neposreden pogled na vir svetlobe.

LED-svetilke povzročajo manj bleščanja zaradi boljše možnosti usmerjanja svetlobe in uporabe sodobnih difuzorjev. Fluorescenčne sijalke lahko brez difuzorjev povzročajo več odboja in bleščanja na zaslonih.

Barvna temperatura in modra svetloba

- Fluorescenčne sijalke:

Barvna temperatura se giblje od 3000 K do 6500 K. Stare fluorescenčne sijalke pogosto oddajajo hladno belo svetlobo (4000 K–6500 K), ki vsebuje veliko modre svetlobe. Modra svetloba (400 nm–490 nm) lahko moti cirkadiani ritem in vpliva na spanje, še posebej, če so delavci izpostavljeni hladni beli svetlobi zvečer. Ker fluorescenčne sijalke niso prilagodljive, ni mogoče nastaviti barvne temperature.

- LED-svetilke:

Sodobne LED-svetilke omogočajo prilagoditev barvne temperature (2700 K–6500 K), kar omogoča večjo personalizacijo osvetlitve. Modra svetloba je prisotna predvsem pri hladni beli svetlobi (5000 K–6500 K), vendar lahko LED-svetilke z možnostjo prilagajanja (npr. Tunable White LED) zmanjšajo izpostavljenost modri svetlobi z zmanjšanjem temperature. Dinamične LED-svetilke (Human Centric Lighting, HCL) lahko spreminjajo barvno temperaturo skozi dan, da posnemajo naravno dnevno svetlobo, kar izboljša cirkadiani ritem.

Fluorescenčne sijalke ne omogočajo prilagajanja barvne temperature in vsebujejo več modre svetlobe. LED-svetilke omogočajo prilagoditev barvne temperature, kar je bolje za zdravje delavcev.

Merilo	LED-svetilke	Fluorescenčne sijalke
Utripanje	brez utripanja	utripanje (stroboskop)
Bleščanje	manj bleščanja (difuzorji)	močno bleščanje (če ni pokrovov)
Modra svetloba	možnost prilagajanja (HCL)	več modre svetlobe
Usmerjenost svetlobe	usmerjena svetloba	razpršena svetloba

Tabela 2: Primerjalna tabela vpliva svetlobe na ljudi LED-svetilk in fluorescenčnih sijalk
(Lastni vir)

Podjetja bi se morala zavedati, da varnost in zdravje pri delu nista le zakonska in družbena obveznost, ampak tudi koristna. Z zagotavljanjem varnega in zdravega dela podjetja zmanjšujejo število poškodb in bolezni. Prav tako celovito zagotavljanje varnosti in zdravja pri delu pozitivno vpliva na delovanje podjetja, saj ne le ščiti zaposlene, ampak tudi izboljšuje poslovne rezultate, ugled in konkurenčnost podjetja. Na Sliki 1 ena lahko vidimo, kako celovito zagotavljanje varnosti in zdravja pri delu pozitivno vpliva na delovanje podjetja, saj ne le ščiti zaposlene, ampak tudi izboljšuje poslovne rezultate, ugled in konkurenčnost podjetja (Ministrstvo za delo, 2008).



Slika 2: Koristi zagotavljanja varnosti in zdravja pri delu
(Vir: Ministrstvo za delo, 2008)

Del dobrega poslovanja je tudi visoka raven varnosti in zdravja pri delu. Slika 2 ponazarja, kako je varnost pri delu tesno povezana z uspešnostjo podjetja. Nenehne izboljšave in vlaganja v varnost vodijo do večje produktivnosti, zmanjšanja tveganj in večje donosnosti. Iz Slike 2 lahko tudi razberemo, da je varnost pri delu proces, ki zahteva zavezanost, ozaveščenost in konkretne ukrepe za trajne izboljšave.



Slika 3: Proces izboljšanja varnosti in zdravja pri delu
(Vir: Ministrstvo za delo, 2008)

2.5 Svetlobno onesnaženje

Svetlobno onesnaženje na delovnem mestu ni le okoljski problem, temveč tudi zdravstveni in produktivnostni izziv. Ustrezna razsvetljava mora biti prilagojena potrebam dela in zmogljivostim zaposlenih. Z ustreznimi ukrepi, kot so senzorji, prilagoditev barvne temperature in izogibanje bleščanju, je mogoče zagotoviti varno in produktivno delovno okolje ter zmanjšati vpliv na okolje. Kot je navedeno na spletnem portalu gov.si: »Svetlobno onesnaženje je emisija svetlobe umetnih virov, ki lahko povzroča za človeka motečo osvetljenost, zaradi bleščanja ogroža varnost v prometu, zaradi sevanja proti nebu pa vnaša motnje v selitvene poti ptic ter nočno življenje žuželk in drugih živali.«

Pri obravnavi svetlobnega onesnaženja in zahtev glede razsvetljave na delovnih mestih v Sloveniji je ključno upoštevati že v prvi točki tega poglavja navedene veljavne predpise in standarde, ki določajo minimalne zahteve za zagotavljanje varnosti in zdravja delavcev. Zakon o varnosti in zdravju pri delu v povezavi z razsvetljavo poudarja, da mora delodajalec izvajati ukrepe za preprečevanje, odpravljanje in obvladovanje nevarnosti pri delu, kar vključuje tudi tveganja, povezana z neustrezno razsvetljavo. Delovna mesta morajo biti prilagojena tako, da ne predstavljajo tveganja za varnost in zdravje delavcev, kar vključuje tudi ustrezno razsvetljavo.

Uredba o mejnih vrednostih svetlobnega onesnaževanja okolja (Ur. list RS št. 84/07, 109/07, 62/10, 46/13 in 44/22 – ZVO-2) določa mejne vrednosti svetlobnega onesnaževanja, ki jih morajo upoštevati vsi, ki uporabljajo zunanje vire svetlobe. Namenjena je zmanjšanju negativnih vplivov svetlobnega onesnaževanja na okolje in zdravje ljudi. Čeprav se uredba neposredno nanaša na zunanje vire svetlobe, je

pomembno upoštevati njene smernice tudi pri načrtovanju notranje razsvetljave, da se prepreči morebitno svetlobno onesnaževanje iz notranjih prostorov.

Svetlobno onesnaženje fluorescenčnih sijalk v primerjavi z LED-svetilkami je pomembna tema, saj ima neposredni vpliv na zdravje ljudi, okolje in energetska učinkovitost. LED-svetilke so sodobna alternativa fluorescenčnim sijalkam in zmanjšujejo svetlobno onesnaženje. LED-svetila so z vidika recikliranja prijaznejša do okolja od na primer fluorescentnih svetil.

Svetlobno onesnaženje okolja v primerjavi fluorescenčnih sijalk in LED-svetilk

- **Fluorescenčne sijalke:**

Vsebujejo živo srebro, kar pomeni, da so nevaren odpadki po koncu življenjske dobe. Močna razpršena svetloba prispeva k svetlobnemu onesnaženju okolja, saj lahko svetloba iz fluorescenčnih sijalk, ki so manj usmerjene, uhaja skozi okna, kar pomeni, da več svetlobe uide v okolico.

- **LED-svetilke:**

Brez nevarnih snovi, kot je živo srebro. Usmerjena svetloba omogoča natančnejši nadzor nad osvetlitvijo in svetloba ne uhaja v okolico.

Ugotovimo lahko, da so LED-svetilke bolj okolju prijazne, saj ne vsebujejo živega srebra in povzročajo manj svetlobnega onesnaženja zaradi možnosti usmerjanja svetlobe. Prav tako so LED-svetilke bistveno bolj energetska učinkovite in imajo daljšo življenjsko dobo.

Merilo	LED-svetilke	Fluorescenčne sijalke
Vsebuje živo srebro	ne	da
Svetlobno onesnaženje	nizko	visoko

Tabela 3: Primerjalna tabela svetlobnega onesnaževanja LED-svetilk in fluorescenčnih sijalk
(Lastni vir)

Z uvedbo LED-tehnologije in ukinitvijo žarnic z žarilno nitko in halogenskih sijalk se bistveno zmanjšuje vpliv na okolje in hkrati povečuje energetska učinkovitost. Visoke cene električne energije nas silijo k uporabi energetska učinkovitejših svetil. Strošek nakupa LED-svetilk je v primerjavi s halogenskimi sicer višji, vendar je življenjska doba LED-svetilke daljša in tako upraviči višje začetne stroške. LED-svetilka v primerjavi s klasično žarnico na žarilno nitko porabi od 70 do 90 odstotkov manj električne energije. Manjša poraba pa pomeni manjši mesečni strošek za električno energijo (Dominvrt.si, 2023).

Če varčujemo z energijo, zmanjšujemo stroške poslovanja in tudi emisije toplogrednih plinov ter tako varujemo okolje. Ključno merilo pri spremljanju učinkovitosti poslovanja organizacij je učinkovita raba energije, kar lahko dosežemo z optimizacijo porabe energije in z uporabo obnovljivih virov, ki so bolj prijazni do okolja. Področje obravnave energije je urejeno z Uredbo o upravljanju z energijo v javnem sektorju in s standardom ISO 5001. Cilj je optimizacija rabe energije. Pri standardu ISO 14001 se energija obravnava kot del rabe naravnih virov in na okolje vpliva v okviru zahtev po upravljanju vplivov na okolje. Pri obeh standardih je rezultat enak, to je, da je vpliv na okolje zmanjšan.

Cilj standarda ISO 50001 je, da organizacije vzpostavijo sisteme in postopke, s katerimi bodo izboljšale energetske učinkovitost. Organizacije z upoštevanjem tega standarda razvijajo in izvajajo politiko in cilje ob upoštevanju zakonskih zahtev in informacij o pomembnih energetskih vidikih.

Organizacija mora najprej narediti energetski pregled, da ugotovi stanje na področju ravnanja z energijo. Načrtovati mora aktivnosti, ki vplivajo na oskrbo z električno energijo in na njeno rabo. Zmanjšanje stroškov za energijo in zmanjšanje emisij toplogrednih emisij lahko dosežemo s sistematičnim upravljanjem energije (Papler, 2021).

3 PORABA ELEKTRIČNE ENERGIJE

3.1 Energetsko knjigovodstvo podjetja

Energetsko knjigovodstvo podjetja je sistematičen način spremljanja, analiziranja in upravljanja porabe energije v podjetju. Njegov glavni cilj je povečati energetsko učinkovitost, zmanjšati stroške za energijo ter prispevati k trajnostnemu poslovanju podjetja.

Z identifikacijo neučinkovite rabe energije energetsko knjigovodstvo omogoča zmanjšanje stroškov z optimizacijo porabe ter sprejemanje ukrepov za racionalnejšo porabo energije, kar prispeva k zmanjšanju ogljičnega odtisa.

Energetsko knjigovodstvo je ključni del strategij za trajnostni razvoj in je pogosto del sistema ISO 50001. Energetsko knjigovodstvo ni le orodje za zmanjšanje stroškov, temveč tudi pomemben dejavnik pri uresničevanju ciljev okoljskih, družbenih in upravljavskih vidikov poslovanja (Environmental, Social and Governance, ESG). Organizacije, ki ga učinkovito vključijo v svoje poslovanje, pridobijo konkurenčno prednost, zmanjšajo svoj okoljski vpliv in izboljšajo svojo trajnostno podobo v očeh vlagateljev, regulatorjev in strank. Cilji ESG vključuje trajnostne prakse, ki jih organizacije sprejemajo za dolgoročno vrednost in skladnost z regulativami.

Energetsko knjigovodstvo je ključno za okoljski vidik ESG, saj omogoča:

- zmanjšanje ogljičnega odtisa s spremljanjem emisij CO₂ iz porabe energije;
- optimizacijo rabe energije z implementacijo energetsko učinkovitih ukrepov;
- upravljanje obnovljivih virov energije, kot so sončne elektrarne in sistemi za soproizvodnjo;
- upoštevanje okoljskih regulativ, kot sta EU Direktiva o energetski učinkovitosti in EU sistem trgovanja z emisijami (European Union Emissions Trading System, ETS).

Energetsko knjigovodstvo lahko vpliva tudi na družbene vidike ESG, in sicer kot:

- zagotavljanje varnih in zdravih delovnih pogojev z energetsko učinkovitimi rešitvami za prezračevanje, ogrevanje in razsvetljavo;
- ozaveščanje zaposlenih o energetski učinkovitosti in trajnostnih praksah;
- povečanje transparentnosti vpliva podjetja na okolje, kar krepi zaupanje potrošnikov in skupnosti.

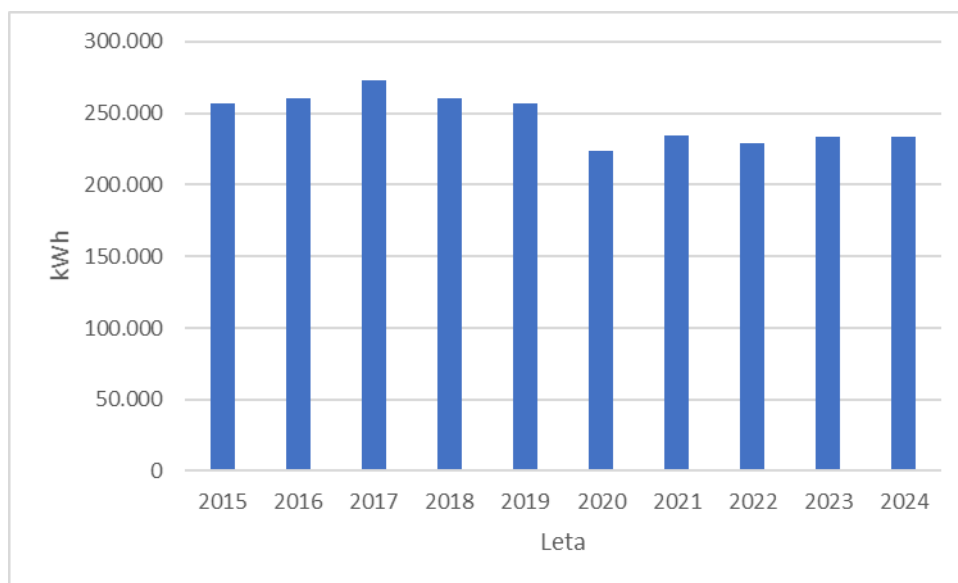
Na upravljavski ravni energetsko knjigovodstvo prispeva k boljši skladnosti s trajnostnimi standardi (npr. ISO 50001), strateškemu odločanju na podlagi energetskih podatkov, poročanju vlagateljem in zainteresiranim stranem o trajnostnem poslovanju ter k zmanjšanju tveganj, povezanih z energetsko učinkovitostjo in okoljskimi regulativami.

Stremeti je treba k izboljšanju energetske učinkovitosti in ena izmed možnosti je tudi prenova električne razsvetljave. Z LED-razsvetljavo zmanjšujemo svetlobno onesnaževanje, kar pomeni bolj okolju prijazno ravnanje. Hkrati LED-razsvetljava prinaša tudi prihranke, saj se zmanjša poraba električne energije.

Na Sliki 4 lahko vidimo, da je poraba električne energije v poslovnem objektu relativno stabilna, v povprečju med 256.000 kWh in 272.000 kWh letno. V zadnjih letih se poraba spet povečuje, zato bi bilo smiselno analizirati razloge za rast in poiskati priložnosti za optimizacijo. Poletni meseci (junij, julij, avgust) imajo v večini let najvišjo porabo, kar je lahko posledica povečane uporabe klimatskih naprav in hlajenja prostorov. Meseci z najmanjšo porabo so marec, april in maj, zato so ti meseci tudi ugodni za izvajanje testnih energetske učinkovitih ukrepov. Mesec april 2020 je mesec z najmanjšo mesečno porabo, ki je znašala 16.111 kWh, kar kaže na vpliv pandemije in manjše poslovne aktivnosti, saj je večina zaposlenih opravljala delo na daljavo ali je bila na čakanju. Od leta 2021 dalje se poraba postopoma povečuje, vendar ne dosega predhodnih najvišjih vrednosti iz let 2017 in 2018. Skupna poraba v vseh 10 letih znaša 2.461.696 kWh.

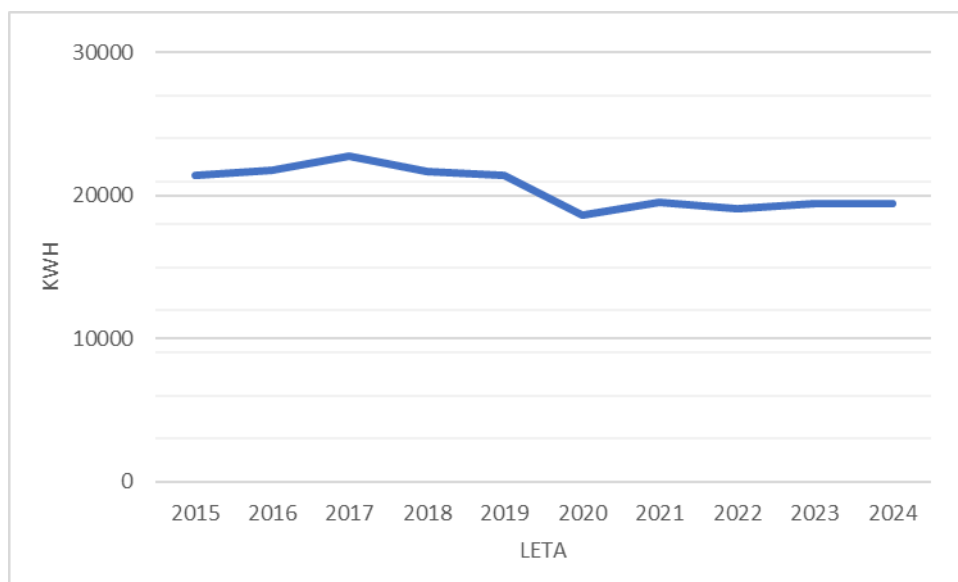
LETO	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
JANUAR	20629	22907	26260	20489	22822	19993	20442	20061	21918	20325
FEBRUAR	22605	19390	20159	24416	19385	18954	19427	16043	17834	17527
MAREC	22099	21620	22509	20106	19158	18540	17808	18286	20053	19982
APRIL	18090	18347	16768	17647	19773	16118	17810	16520	16583	19150
MAJ	19177	21102	22562	20376	20417	15211	16316	18534	15475	15941
JUNIJ	21706	20210	22886	22451	23806	16695	22389	22399	17944	17337
JULIJ	25910	23225	24888	22209	23116	21201	22657	22512	21151	21784
AVGUST	22774	25952	26591	26150	22409	23963	23890	20665	21454	24374
SEPTEMBER	21552	21244	20668	21682	19647	17973	18125	19270	17914	18370
OKTOBER	19107	20129	24321	19397	22276	22324	16570	14441	21439	18937
NOVEMBER	21619	23763	21499	24577	18200	14933	20528	20865	21091	19735
DECEMBER	21344	23016	23849	20650	25524	17897	18828	19844	20011	20172
skupaj kWh	256.613	260.906	272.959	260.151	256.532	223.802	234.790	229.440	232.868	233.636

*Tabela 4: Poraba v kWh v poslovnem objektu po mesecih v posameznih letih
(Lastni vir)*



Slika 4: Skupna poraba kWh v letih od 2015 do 2024
(Lastni vir)

Na grafikonu na Sliki 5 je prikazana povprečna poraba električne energije v letih od 2015 do 2024. Iz ponazorila je razviden upad porabe električne energije v letu 2020 in nato ponovno postopno povečevanje. Največja povprečna poraba je bila leta 2017.



Slika 5: Povprečna poraba električne energije v letih od 2015 do 2024
(Lastni vir)

V Tabeli 5 vidimo, da se je poraba električne energije v primerjavi z letom 2015 v letih 2016 in 2017 nekoliko povečala, sicer poraba električne energije pada. Najmanjša poraba električne energije je bila leta 2020, ker je bil zaradi epidemije covida-19 velik del zaposlenih na čakanju oziroma so opravljali delo na daljavo in niso bili prisotni v pisarnah na delovnem mestu.

LETO	SKUPNA PORABA kWh PO LETIH	INDEKS S STALNO OSNOVO leto 2015=100	VERIŽNI INDEKS
2015	256.613	100	
2016	260.906	101,7	101,7
2017	272.959	104,6	106,4
2018	260.151	95,3	101,4
2019	256.532	98,6	100,0
2020	223.802	87,2	87,2
2021	234.790	104,9	91,5
2022	229.440	97,7	89,4
2023	233.948	102,0	91,2
2024	233.636	99,9	91,0

*Tabela 5: Primerjava porabe glede na leto 2015 in glede na pretekla leta
(Lastni vir)*

3.2 Energetsko učinkovitejša razsvetljava

3.2.1 Idejna zasnova

Osnovna ideja projekta se nanaša na optimizacijo razsvetljave v poslovnem objektu z vidika energetske učinkovitosti in varstva pri delu. Glavni namen projekta je zmanjšati porabo električne energije, izboljšati kakovost osvetlitve in posledično prispevati k manjšim stroškom obratovanja objekta in manjšemu negativnemu vplivu na okolje. Poleg energetske učinkovitosti je pomembno tudi zagotavljanje varnih in zdravih delovnih pogojev za uporabnike prostorov. Kakovost osvetlitve neposredno vpliva na zdravje in počutje zaposlenih, njihovo produktivnost in varnost pri delu.

Prepoznana neučinkovita svetlobna telesa, kot so fluorescentne sijalke, bomo zamenjali z energetsko učinkovitejšimi rešitvami, kot so LED-svetila. Pri tem se morajo zagotoviti ustrezna svetilnost, barvna temperatura in enakomernost svetlobnih virov ter varni delovni pogoji, ki izpolnjujejo predpise in standarde za osvetlitev delovnih mest, preprečevanje čezmernega bleščanja, utrujenosti oči in drugih dejavnikov, ki bi lahko ogrozili varnost in zdravje zaposlenih.

Uvedba LED-svetil bo dolgoročno zmanjšala stroške vzdrževanja in obratovanja razsvetljave. S preходом na bolj trajnostne rešitve osvetlitve pa prispeva tudi k zmanjšanju ogljičnega odtisa objekta.

Pri optimizaciji razsvetljave je ključnega pomena, da se upošteva tudi področje varstva pri delu, saj kakovost razsvetljave neposredno vpliva na zdravje, počutje in produktivnost zaposlenih. V okviru idejne zasnove bodo upoštevani zakonski predpisi o minimalnih zahtevah za osvetlitev delovnih mest, da preprečimo Pričakujemo zmanjšanje porabe energije za razsvetljavo za določeno vrednost in povečanje kakovosti osvetlitve v prostorih.

3.2.2 Obstoječe stanje

V poslovnem objektu se opravlja pisarniška dejavnost, pretežno delo pri računalniških zaslonih. V objektu so svetila s fluorescentnimi sijalkami, kot je prikazano na Sliki 6.



*Slika 6: Primer svetilke pred prenovo s fluorescentnimi sijalkami
(Lastni vir)*

V objektu je 483 fluorescentnih svetilk, kar pomeni 966 sijalk z močjo 36 W. Predpostavljamo, da je dnevna poraba svetilk 3 h/dan, kar za 20 delovnih dni

pomeni, 60 h/mesec ter 720 h/leto. Skupna poraba tako znaša 29.907 kWh, kar znaša 12.707 EUR letni strošek ob predpostavki, da je 1 kWh 0,42488 EUR.

Prostori	Število svetilk	Količina sijalk	Moč - W	Poraba energije W	Skupaj W	Poraba električne energije/leto kWh	VT - 1 kWh=0,42488 EUR
PISARNE	439	878	36	43	37754	27183	11.549
HODNIK	30	60	36	43	2580	1858	789
STOPNIŠČE	14	28	36	43	1204	867	368
SKUPAJ	483	966			41538	29907	12.707

Tabela 6: Popis fluorescentnih svetilk v poslovnem prostoru s porabo in stroškom električne energije
(Lastni vir)

Izveden je bil že delni prehod, in sicer so bile v eni pisarni že zamenjane svetilke z LED-paneli in prebeljene stene. Namesto 9 svetilk z 18 fluorescentnimi sijalkami je bilo v prostor nameščenih 6 panelov z močjo 40 W.



Slika 7: Primer LED-svetilke v poslovnem objektu po prenovi
(Lastni vir)

Prostori	Število LED panelov	moč - W	Skupaj W	Poraba električne energije /leto kWh	VT - 1 kWh=0,42488 EUR
PISARNE	6	40	240	172,8	73,42

Tabela 7: Seznam delnega prehoda na LED-svetila s porabo in stroškom električne energije
(Lastni vir)

V skladu z 19. členom Zakona o varnosti in zdravja pri delu mora delodajalec zagotoviti izvajanje periodičnih preiskav delovnega okolja. Meritve razsvetljave na

delovnem mestu ureja Pravilnik o zahtevah za zagotavljanje varnosti in zdravja delavcev na delovnih mestih v 31. členu, ki predpisuje upoštevanje slovenskih standardov za razsvetljavo na delovnih mestih, in sicer SIST EN 1246-1 za razsvetljavo delovnih mest v zaprtih prostorih. Zahteve osvetlitve delovnih mest, kjer se uporabljajo slikovni zasloni, so opredeljene v Pravilniku o varnosti in zdravja pri delu s slikovnim zaslonom. Osnovni parametri osvetlitvenih razmer so osvetljenost, enakomernost osvetljenosti, svetlost, kontrast, bleščanje, osenčenost in barva svetlobe.

Kjer ni dosežena minimalno predpisana raven osvetljenosti, je treba izvesti posodobitev razsvetljave, kar lahko dosežemo z naslednjimi ukrepi:

- z zamenjavo trenutnih sijalk z novejšimi;
- z zamenjavo vseh svetilk z novejšo razsvetljavo, kot na primer LED;
- z vgradnjo dodatne razsvetljave;
- z namestitvijo dodatne lokalne razsvetljave, kot so na primer namizne svetilke.

Po Pravilniku o varnosti in zdravju pri delu s slikovnim zaslonom je predpisana raven osvetljenosti 500 lx za pisarniški prostor, kjer se opravlja delo, kot so pisanje, tipkanje, branje in obdelava podatkov. V pisarni je bila pred zamenjavo svetilk z LED paneli in po njej izvedena tudi meritev s kalibriranim luksmetrom za merjenje osvetljenosti.

Izmerjena osvetljenost pred prenovo je znašala 520 lx, kar je še vedno v skladu z zakonodajnimi predpisi. Po zamenjavi z LED-svetili pa se je osvetljenost pisarne izboljšala in je po novem znašala 785 lx, kljub temu da je bilo v pisarni po novem nameščenih manj svetilk.

Skladno z ugotovljenimi meritvami lahko v ciljanem prehodu upoštevamo manj svetilk, saj so meritve pokazale, da je zakonski pogoj zagotovljen oziroma da se je osvetljenost prostora z namestitvijo novih LED-svetilk zelo izboljšala.

Prostori	Število LED panelov	moč - W	Skupaj W	Poraba električne energije kWh/leto	VT - 1 kWh=0,42488 EUR
PISARNE	285	40	11400	5472	2.325
HODNIK	25	40	1000	480	204
STOPNIŠČE	14	40	560	268,8	114
SKUPAJ	324	40	12960	6220,80	2.643

*Tabela 8: Ciljani prehod LED-svetilk s porabo in stroškom električne energije
(Lastni vir)*

Naložba vključuje demontažo obstoječih fluorescentnih svetilk ter odvoz in ekološko razgradnjo 966 fluorescentnih sijalk in 483 svetilk, skladno z zahtevami za ravnanje z odpadki. Poleg tega naložba zajema dobavo 324 novih LED-svetilk v obliki panelov z močjo 40 W in aluminijastih ohišij za panele dimenzij 1200 mm × 300 mm. V sklopu projekta bo izvedena tudi montaža novih LED-svetilk, zagotovljen bo potreben drobni montažni material, prav tako je v okviru skupnih stroškov predviden znesek za morebitna nepredvidena dela, ki bi se lahko pojavila pri izvedbi del. Celoten strošek naložbe zajema material in strošek izvedbe del in ravnanja z odpadnim materialom.

Postavka	Opis postavke	Merska enota	Količina	Cena na enoto (EUR brez DDV)	Vrednost (EUR brez DDV)
1.	Odklop in demontaža obstoječih fluorescentnih svetilk, ki vsebuje 2 fluorescentni sijalki	kos	483	18	8.694
2.	Dobava svetilke (kot na primer LED-panel 40 W 1200 × 300–4000 k	kos	324	40	12.960
3.	Aluminijasta LED-ohišja za panel 1200 × 300	kos	324	19	6.156
4.	Montaža LED-panelov	kos	324	20	6.480
5.	Odvoz 966 fluorescentnih sijalk in 483 svetilk na deponijo in strošek za ločeno zbiranje odpadkov	kos	1449	9	13.041
6.	Razni drobni material za priključitev	%	6		1.147
7.	Nepredvidena dela	%	7		1.797
Skupaj					50.275

Tabela 9: Ocena materialnih stroškov naložbe
(Lastni vir)

Dodatno vključimo v oceno naložbe še strošek dela, ki znaša zaokroženo **56.000 EUR**.

3.2.3 Analiza stanja

Strošek vzdrževanja LED-svetil

V okviru načrtovanega projekta energetske prenove notranje razsvetljave so bili ocenjeni tudi stroški vzdrževanja v ocenjeni življenjski dobi svetilk, ki znaša približno 14 let oziroma do dosega 10.000 ur obratovanja. Pri tem je bila upoštevana povprečna letna uporaba svetilk v obsegu 720 ur na leto.

Garancija krije prvih pet let vse stroške, tudi redne letne preglede, zato v prvih petih letih stroška vzdrževanja ni. Od šestega leta dalje ocenjujemo strošek na 1000 EUR letno in vključuje stroške rednih letnih pregledov, čiščenja svetilk in zamenjavo svetil zaradi morebitnih tehničnih okvar. Po izteku ocenjene življenjske dobe svetilk, torej po približno 14 letih oziroma 10.000 ur uporabe, ocenjujemo predvideno menjavo 40 % svetilk zaradi zmanjšanja svetilnosti pod ustrezno raven, kar ugotovimo z opravljenimi meritvami. Ocenjeni strošek dobave in montaže novih svetilk znaša 25.000 EUR. Stroški so ocenjeni na podlagi trenutnih cen storitev in materiala ter predvidenih scenarijev vzdrževanja in zamenjave.

Leto	Strošek vzdrževanja v EUR LED-svetila	h/leto
1.	0	720
2.	0	1440
3.	0	2160
4.	0	2880
5.	0	3600
6.	1000	4320
7.	1000	5040
8.	1000	5760
9.	1000	6480
10.	1000	7200
11.	1000	7920
12.	1000	8640
13.	1000	9360
14.	25.000	10080

Tabela 10: Strošek vzdrževanja LED-svetil
(Lastni vir)

Strošek vzdrževanja fluorescentnih svetil bi v prvem letu znašal skoraj 9000 EUR, saj bi zamenjali vseh 966 sijalk, pri čemer ocenjujemo, da je strošek ene sijalke

9 EUR. V nadaljevanju ocenjujemo, da bo treba zamenjati 10 sijalk letno. Po izteku ocenjene življenjske dobe svetilk, torej po približno 9 letih uporabe oziroma 6000 ur uporabe ocenjujemo predvideno menjavo 40 odstotkov svetilk zaradi zmanjšanja svetilnosti pod ustrezno raven, kar ugotovimo z opravljenimi meritvami. Strošek vzdrževanja v 10 letih ocenjujemo na skoraj 14.000 EUR.

Leto	Strošek vzdrževanja v EUR fluorescentna svetila	h/leto
1	8694	720
2	90	1440
3	90	2160
4	90	2880
5	90	3600
6	90	4320
7	90	5040
8	90	5760
9	4320	6480
10	90	7200

Tabela 11: Strošek vzdrževanja fluorescentnih svetil
(Lastni vir)

V primerjavi stroškov vzdrževanja fluorescentnih sijalk in LED-svetil za prvih 10 let lahko ugotovimo, da so stroški pri fluorescentnih sijalkah več kot še enkrat višji kot pri LED-svetilih.

Leto	Strošek vzdrževanja – fluorescentne sijalke (EUR)	Strošek vzdrževanja – LED-svetila(EUR)
1.	8.694	0
2.	90	0
3.	90	0
4.	90	0
5.	90	0
6.	90	1.000
7.	90	1.000
8.	90	1.000
9.	4320	1.000
10.	90	1.000
Skupaj (10 let)	13.734 EUR	5.000 EUR

Tabela 12: Primerjava stroškov vzdrževanja fluorescentnih sijalk z LED-svetili
(Lastni vir)

4. NALOŽBA

4.1 Amortizacija

Pri določitvi amortizacije smo upoštevali funkcionalnost nove razsvetljave, in sicer 10.000 ur obratovanja, kar pomeni, da znaša amortizacijska doba 14 let.

Vrednotenje naložbe

Vrednost naložbe ocenjujemo na 56.000 EUR, od tega je 20.000 EUR lastnih sredstev in 36.000 EUR posojila. Pri banki bomo najeli posojilo z dobo vračanja 10 let. Mesečna anuiteta tako znaša 4.688,28 EUR. Vračilo glavnice skupaj z obrestmi znaša 46.882,80 EUR.

	STANJE VREDNOSTI	Skupaj	0	1	2	3	4
	Leto		2024	2025	2026	2027	2028
1.	Dinamika preostalega dolga kredita		36.000,00	32.400,00	28.800,00	25.200,00	21.600,00
2.	Dinamika vračila glavnice	36.000,00	0,00	3.600,00	3.600,00	3.600,00	3.600,00
3.	Letne obresti od kredita	10.883,33	0,00	1.910,68	1.754,00	1.588,48	1.413,62
4.	Anuitete	46.882,80	0,00	4.688,28	4.688,28	4.688,28	4.688,28

	STANJE VREDNOSTI	5	6	7	8	9	10
	Leto	2029	2030	2031	2032	2033	2034
1.	Dinamika preostalega dolga kredita	18.000,00	14.400,00	10.800,00	7.200,00	3.600,00	0,00
2.	Dinamika vračila glavnice	3.600,00	3.600,00	3.600,00	3.600,00	3.600,00	3.600,00
3.	Letne obresti od kredita	1.228,87	1.033,77	827,61	609,82	379,76	136,72
4.	Anuitete	4.688,28	4.688,28	4.688,28	4.688,28	4.688,28	4.688,28

Tabela 13: Dinamika vračanja posojila
(Lastni vir)

4.2 Denarni tok

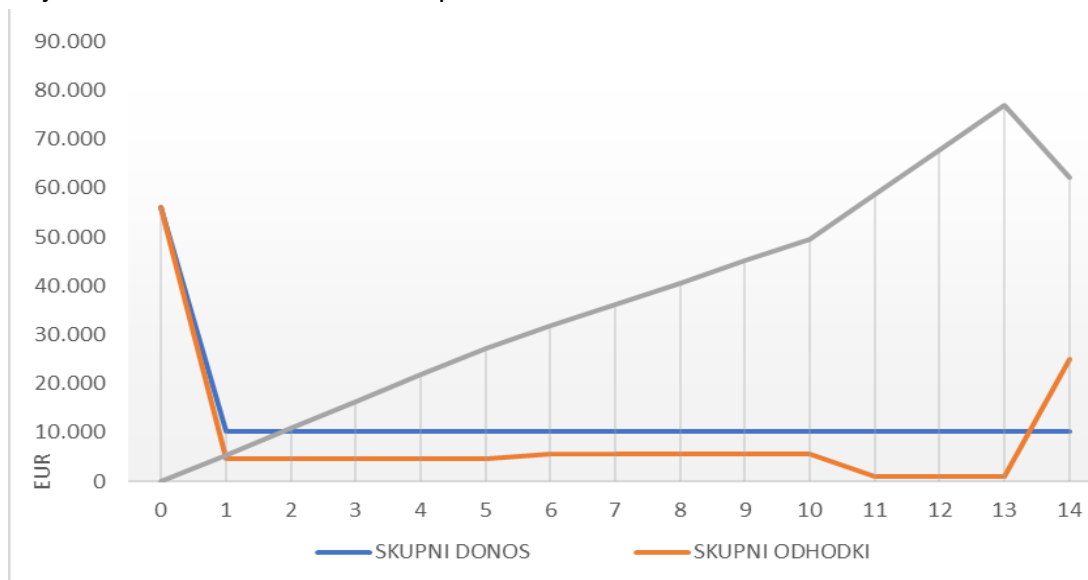
Skupni denarni tok

Skupni denarni tok zajema vse donose in odhodke, upošteva tudi lastna in/ali tuja sredstva in naložbe, ki se pojavijo v dobi amortizacije, prav tako pa predstavlja izhodišče za analizo likvidnosti – vsota donosov in odhodkov mora biti pozitivna.

Tabela Skupni denarni tok naložbe od nakupa do 14. leta (v EUR) je priložena v Prilogi 1.

Likvidnost projekta

Iz Priloge 1 in grafa na Sliki 8 Skupni denarni tok in likvidnost projekta je razvidno, da je vsota donosov in odhodkov pozitivna že ob začetku naložbe.



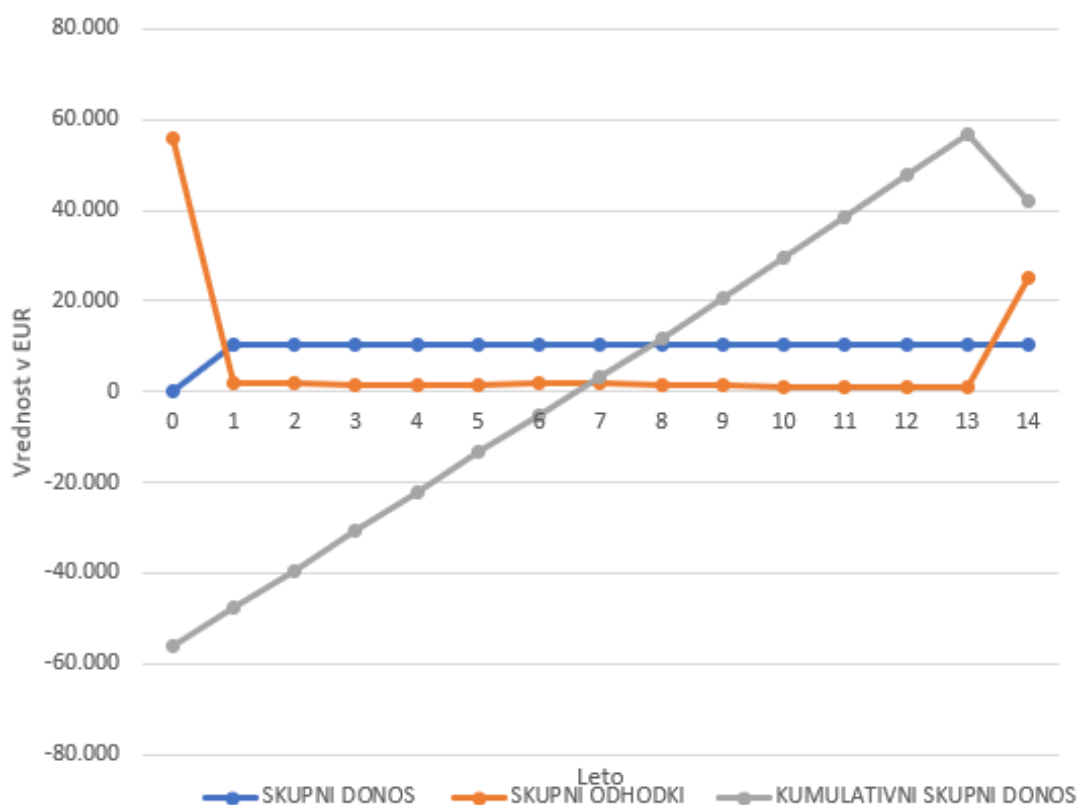
Slika 8: Skupni denarni tok in likvidnost naložbe
(Lastni vir)

Realni denarni tok

Realni denarni tok prikaže vse prihodke in odhodke z vidika investitorja v dobi trajanja projekta. Razlika med skupnimi prihodki in odhodki prikaže neto skupni prihodek. Realni denarni tok predstavlja izhodišče za izračun interne stopnje donosnosti (ISD) in kazalnikov ekonomičnosti.

Tabela Realni denarni tok naložbe od nakupa do 14. leta (v EUR) je priložena v Prilogi 2.

Iz Priloge 2 in grafa na Sliki 9 Realni denarni tok in vračanje naložbe je razvidno, da kumulativni skupni donos preide iz negativnega v pozitivno vrednost po 7 letih. Doba vračanja naložb je čas, ko vsota neto prilivov iz realnega denarnega toka pokrije naložena sredstva.



Slika 9: Realni denarni tok in doba vračanja naložbe
(Lastni vir)

4.3 Metoda sedanje vrednosti naložbe

Vrednost projekta na današnji dan izračunamo s pomočjo metode sedanje vrednosti naložbe.

$$SV = \sum_{i=1}^{i=n} \frac{(Sd - So)}{(1 + r)^i}$$

kjer je:

SV – sedanja vrednost projekta

Sd – skupni donos projekta (EUR)

So – skupni odhodki projekta (EUR)

r – diskontna stopnja (%)

n – število obdobj v življenjski dobi projekta

i – tekoči indeks časovnih obdobj

Da je projekt sprejemljiv, mora biti SV večji ali enak 0. Torej morajo biti diskontne stopnje vrednosti donosov večje od vrednosti skupnih odhodkov. Sedanjo vrednost izračunamo z upoštevanjem diskontne stopnje, ki je v našem primeru 5 % na zahtevo investitorja. Izračunamo, koliko denarja bi morali imeti danes, da bi v določenem časovnem obdobju z naložbo pri določeni donosnosti dosegli prihodno vrednost (Papler, 2016).

Časovna obdobja		Skupni donosi Sd brez diskont.	Skupni odhodki So brez diskont.	Diskontna stopnja $r=5\%$ $(1+r)^t$	Diskontni faktor	Skupni donos Sd pri 5 % diskont. Faktorju	Skupni odhodki So pri 6% diskont. faktorju
Tekoči indeks	Leto						
0	2024	0	56.000,00	1	1	0	56.000,00
1	2025	10.137,00	1.910,68	1,05	0,95	9.654,29	1.819,70
2	2026	10.137,00	1.754,00	1,10	0,91	9.194,56	1.590,93
3	2027	10.137,00	1.588,48	1,16	0,86	8.756,72	1.372,19
4	2028	10.137,00	1.413,62	1,22	0,82	8.339,73	1.162,99
5	2029	10.137,00	1.228,87	1,28	0,78	7.942,60	962,85
6	2030	10.137,00	2.033,77	1,34	0,75	7.564,39	1.517,63
7	2031	10.137,00	1.827,61	1,41	0,71	7.204,18	1.298,85
8	2032	10.137,00	1.609,82	1,48	0,68	6.861,12	1.089,59
9	2033	10.137,00	1.379,76	1,55	0,64	6.534,40	889,41
10	2034	10.137,00	1.136,72	1,63	0,61	6.223,24	697,85
11	2035	10.137,00	1.000,00	1,71	0,58	5.926,89	584,68
12	2036	10.137,00	1.000,00	1,80	0,56	5.644,66	556,84
13	2037	10.137,00	1.000,00	1,89	0,53	5.375,87	530,32
14	2038	10.137,00	25.000,00	1,98	0,51	5.119,87	12.626,70
Skupaj		141.918,00	99.883,33			100.342,52	82.700,51
SV Sd-So=			42.034,67			NSDp=Sd-So=	17.642,01

Tabela 14: Sedanja vrednost naložbe (v EUR)
(Lastni vir)

Izračun neto sedanje vrednosti projekta (poslovne ideje):

$$NSV = Sd - So$$

$$NSV = 100.342,52 \text{ EUR} - 82.700,51 \text{ EUR} = 17.642,01 \text{ EUR} > 0$$

Vsota donosov SD je večja od vsote odhodkov, torej sedanja vrednost znaša 17.642,01 EUR, kar je večje od 0. Pozitivna naložbe NSV je ustrezno merilo za sprejetje naložbe.

4.4 Metoda interne stopnje donosnosti

Interna stopnja donosnosti (ISD) temelji na tehniki diskontiranja prihodnjih denarnih tokov naložbe in upošteva velikost naložbe. Interno diskontno stopnjo donosnosti je

mogoče definirati kot diskontno obrestno mero, ki izenačuje sedanjo vrednost pričakovanih prihodnjih denarnih tokov s sedanjo vrednostjo naložbenih izdatkov. Interna stopnja donosnosti je tista diskontna stopnja donosnosti, pri kateri je sedanja vrednost projekta enaka nič, izenačijo pa se vsi donosi in odhodki projekta v celotni življenjski dobi (Papler, 2016b).

$$ISD = r_p + (r_n - r_p) \cdot \frac{NSD_p}{NSD_p - NSD_n}$$

kjer je:

ISD – interna stopnja donosnosti

NSD – neto skupni donos (Sd – So)

r_p – diskontna stopnja, pri kateri je NSD pozitiven

r_n – diskontna stopnja, pri kateri je NSD negativen

NSD_p – NSD pri uporabljeni diskontni stopnji r_p

NSD_n – NSD pri uporabljeni diskontni stopnji r_n

Časovna obdobja		Skupni donosi Sd brez diskont.	Skupni odhodki So brez diskont.	Skupni donos Sd pri 5 % diskont. Faktorju	Skupni odhodki So pri 5% diskont. faktorju	Skupni donos Sd pri 11 % diskont. Faktorju	Skupni odhodki So pri 11% diskont. faktorju
Tekoči indeks	Leto						
0	2024	0	56.000,00	0	56.000,00	0	56.000,00
1	2025	10.137,00	1.910,68	9.654,29	1.819,70	9.132,43	1.721,33
2	2026	10.137,00	1.754,00	9.194,56	1.590,93	8.227,42	1.423,59
3	2027	10.137,00	1.588,48	8.756,72	1.372,19	7.412,09	1.161,48
4	2028	10.137,00	1.413,62	8.339,73	1.162,99	6.677,56	931,20
5	2029	10.137,00	1.228,87	7.942,60	962,85	6.015,82	729,27
6	2030	10.137,00	2.033,77	7.564,39	1.517,63	5.419,65	1.087,34
7	2031	10.137,00	1.827,61	7.204,18	1.298,85	4.882,57	880,28
8	2032	10.137,00	1.609,82	6.861,12	1.089,59	4.398,71	698,54
9	2033	10.137,00	1.379,76	6.534,40	889,41	3.962,80	539,38
10	2034	10.137,00	1.136,72	6.223,24	697,85	3.570,09	400,34
11	2035	10.137,00	1.000,00	5.926,89	584,68	3.216,30	317,28
12	2036	10.137,00	1.000,00	5.644,66	556,84	2.897,57	285,84
13	2037	10.137,00	1.000,00	5.375,87	530,32	2.610,42	257,51
14	2038	10.137,00	25.000,00	5.119,87	12.626,70	2.351,73	5.799,87
Skupaj		141.918,00	99.883,33	100.342,52	82.700,51	70.775,17	72.233,26
SV Sd-So=			42.034,67	SDp=Sd-So=	17.642,01	Dp=Sd-So=	-1.458,09

Tabela 15: Interna stopnja donosnosti projekta (v EUR)

(Lastni vir)

Pri diskontni stopnji 11 % je neto sedanja vrednost donosov (NSV) = – 1.458,09 EUR, pri diskontni stopnji 5 % pa je neto sedanja vrednost donosov (NSV) = 17.642,01 EUR.

$$ISD = 5 + (11 - 6) * \frac{17.642,01}{(17.642,01 - (-1.458,09))} = 9,62 \%$$

Interna stopnja donosnosti je 9,6 %, kar pomeni, da naložba prinaša realne prihranke in je večja od diskontne obrestne mere za 4,6 diskontne točke.

4.5 Kazalniki učinkovitosti in uspešnosti

Pomembni kazalniki učinkovitosti projekta so kazalniki ekonomičnosti, rentabilnosti naložb in rentabilnosti vlaganj. Priporočajo se za oceno projektov (Papler, 2016). Vsi kazalniki so izračunani pri diskontni stopnji 5 %.

Doba vračanja naložbe

Doba vračanja naložbe pove število pričakovanih let za povrnitev vložka.

Izračun enostavne dobe vračanja sredstev (EVS):

$$EVS = t = \frac{N}{d} = \frac{N}{Sd - So}$$

kjer je:

N – naložba

Sd – skupni donos projekta

So – skupni odhodki projekta

$$EVS = t = \frac{56.000}{100.342,52 - 82.700,51} = 3,2 \text{ let}$$

Ugotavljamo torej, da se bo naložba povrnila v dobrih 3 letih.

Kazalnik gospodarnosti

Kazalnik gospodarnosti ali ekonomičnosti oblikuje odnos med poslovnimi učinki in stroški. To je osnovni kazalnik gospodarnosti in je razmerje med prihodki in odhodki, ki pove, koliko denarnih enot je nastalo na eno enoto odhodkov.

$$E = \frac{Sd}{So}$$

kjer je:

E – kazalnik gospodarnosti ali ekonomičnosti

Sd – skupni donos projekta

So – skupni odhodki projekta

Razlaga vrednosti kazalnika E:

- E > 1 pomeni, da smo v poslovnem procesu ustvarili več, kot smo potrošili
- E = 1 pomeni, da smo ustvarili toliko, kot smo potrošili
- E < 1 pomeni, da smo porabili več, kot smo ustvarili, to pa hkrati pomeni slabo gospodarjenje

$$E = \frac{100.342,52}{82.700,51} = 1,213$$

Kazalnik gospodarnosti je večji od 1, kar pomeni, da je naložba smiselna.

Kazalnik donosnosti ali rentabilnosti

Ta kazalnik pokaže donosnost vloženih sredstev. Je razmerje med dobičkom in vloženim kapitalom ter ga izrazimo v odstotkih.

$$D = \frac{Sd - So}{N} \cdot 100 (\%)$$

kjer je:

D – kazalnik donosnosti

$$D = \frac{100.342,52 - 82.700,51}{56.000} \cdot 100\% = 31,5 \%$$

Kazalnik donosnosti odhodkov ali rentabilnosti vseh sredstev

Kazalnik donosov ali rentabilnost vseh sredstev projekta (Do) pokaže letni donos v odstotku od skupnih odhodkov za naložbo. Če je > 0 , pomeni, da je naložba (projekt) rentabilna (Papler, 2016).

$$Do = \frac{Sd - So}{So} \cdot 100(\%)$$

kjer je:

Do – kazalnik donosnosti odhodkov ali rentabilnost vseh sredstev

Sd – skupni donosi projekta

So – skupni odhodki projekta

$$Do = \frac{100.342,52 - 82.700,51}{82.700,51} \cdot 100 = 21,3 \%$$

Kazalnik donosnosti odhodkov znaša 21,3 % in je večji od 0, kar pomeni, da je zagotovljena rentabilnost vseh sredstev.

4.6 Ocena tveganj in negotovosti**4.6.1 Ocena tveganj in negotovosti pri 10-% podražitvi projekta**

Zaradi višjih stroškov materiala, zamud pri dobavi materiala idr. bi se mesečni odhodki povečali za 10 % in bi mesečno znašali 61.600,00 EUR. Na podlagi tega smo v nadaljevanju izračunali pozitivno in negativno sedanjo vrednost pri 10-% podražitvi projekta.

Časovna obdobja		Skupni donosi Sd brez diskont.	Skupni odhodki So brez diskont. Pri 10 % višjih stroških	Diskontna stopnja $r=5\%$ $(1+r)^i$	Diskontni faktor	Skupni donos Sd pri 5 % diskont. faktorju	Skupni odhodki So pri 5 % diskont. faktorju
Tekoči indeks	Leto						
0	2024	0	61.600,00	1	1	0	61.600,00
1	2025	10.137,00	1.910,68	1,05	0,95	9.654,29	1.819,70
2	2026	10.137,00	1.754,00	1,10	0,91	9.194,56	1.590,93
3	2027	10.137,00	1.588,48	1,16	0,86	8.756,72	1.372,19
4	2028	10.137,00	1.413,62	1,22	0,82	8.339,73	1.162,99
5	2029	10.137,00	1.228,87	1,28	0,78	7.942,60	962,85
6	2030	10.137,00	2.033,77	1,34	0,75	7.564,39	1.517,63
7	2031	10.137,00	1.827,61	1,41	0,71	7.204,18	1.298,85
8	2032	10.137,00	1.609,82	1,48	0,68	6.861,12	1.089,59
9	2033	10.137,00	1.379,76	1,55	0,64	6.534,40	889,41
10	2034	10.137,00	1.136,72	1,63	0,61	6.223,24	697,85
11	2035	10.137,00	1.000,00	1,71	0,58	5.926,89	584,68
12	2036	10.137,00	1.000,00	1,80	0,56	5.644,66	556,84
13	2037	10.137,00	1.000,00	1,89	0,53	5.375,87	530,32
14	2038	10.137,00	25.000,00	1,98	0,51	5.119,87	12.626,70
Skupaj		141.918,00	105.483,33			100.342,52	88.300,51
SV Sd-So=			36.434,67			NSDp=Sd-So=	12.042,01

Tabela 16: Pozitivna sedanja vrednost pri 10-% podražitvi projekta
(Lastni vir)

Neto sedanja vrednost projekta

$$NSV = Sd - So$$

$$NSV = 100.342,52 \text{ EUR} - 88.300,51 \text{ EUR} = 12.042,01 \text{ EUR} > 0$$

Vsota donosov SD je večja od vsote odhodkov, torej sedanja vrednost znaša 12.042,01 EUR, kar je večje od 0. Pozitivni NSV naložbe je ustrezno merilo za sprejetje naložbe.

Časovna obdobja		Skupni donosi Sd brez diskont.	Skupni odhodki So brez diskont. Pri 10 % višjih stroških	Diskontna stopnja $r=9\%$ $(1+r)^i$	Diskontni faktor	Skupni donos Sd pri 9 % diskont. faktorju	Skupni odhodki So pri 9 % diskont. faktorju
Tekoči indeks	Leto						
0	2024	0	61.600,00	1	1	0	61.600,00
1	2025	10.137,00	1.910,68	1,09	0,92	9.300,00	1.752,92
2	2026	10.137,00	1.754,00	1,19	0,84	8.532,11	1.476,31
3	2027	10.137,00	1.588,48	1,30	0,77	7.827,62	1.226,60
4	2028	10.137,00	1.413,62	1,41	0,71	7.181,31	1.001,44
5	2029	10.137,00	1.228,87	1,54	0,65	6.588,35	798,68
6	2030	10.137,00	2.033,77	1,68	0,60	6.044,36	1.212,67
7	2031	10.137,00	1.827,61	1,83	0,55	5.545,29	999,77
8	2032	10.137,00	1.609,82	1,99	0,50	5.087,42	807,91
9	2033	10.137,00	1.379,76	2,17	0,46	4.667,36	635,28
10	2034	10.137,00	1.136,72	2,37	0,42	4.281,98	480,16
11	2035	10.137,00	1.000,00	2,58	0,39	3.928,42	387,53
12	2036	10.137,00	1.000,00	2,81	0,36	3.604,06	355,53
13	2037	10.137,00	1.000,00	3,07	0,33	3.306,47	326,18
14	2038	10.137,00	25.000,00	3,34	0,30	3.033,46	7.481,16
Skupaj		141.918,00	105.483,33			78.928,21	80.542,15
SV Sd-So=			36.434,67			NSDp=Sd-So=	-1.613,94

*Tabela 17: Negativna sedanja vrednost pri 10-% podražitvi projekta
(Lastni vir)*

Časovna obdobja		Skupni donosi Sd brez diskont.	Skupni odhodki So brez diskont. Pri 10 % višjih stroških	Skupni donos Sd pri 5 % diskont. faktorju	Skupni odhodki So pri 5 % diskont. faktorju	Skupni donos Sd pri 9 % diskont. faktorju	Skupni odhodki So pri 9 % diskont. faktorju
Tekoči indeks	Leto						
0	2024	0	61.600,00	0	61.600,00	0	61.600,00
1	2025	10.137,00	1.910,68	9.654,29	1.819,70	9.300,00	1.752,92
2	2026	10.137,00	1.754,00	9.194,56	1.590,93	8.532,11	1.476,31
3	2027	10.137,00	1.588,48	8.756,72	1.372,19	7.827,62	1.226,60
4	2028	10.137,00	1.413,62	8.339,73	1.162,99	7.181,31	1.001,44
5	2029	10.137,00	1.228,87	7.942,60	962,85	6.588,35	798,68
6	2030	10.137,00	2.033,77	7.564,39	1.517,63	6.044,36	1.212,67
7	2031	10.137,00	1.827,61	7.204,18	1.298,85	5.545,29	999,77
8	2032	10.137,00	1.609,82	6.861,12	1.089,59	5.087,42	807,91
9	2033	10.137,00	1.379,76	6.534,40	889,41	4.667,36	635,28
10	2034	10.137,00	1.136,72	6.223,24	697,85	4.281,98	480,16
11	2035	10.137,00	1.000,00	5.926,89	584,68	3.928,42	387,53
12	2036	10.137,00	1.000,00	5.644,66	556,84	3.604,06	355,53
13	2037	10.137,00	1.000,00	5.375,87	530,32	3.306,47	326,18
14	2038	10.137,00	25.000,00	5.119,87	12.626,70	3.033,46	7.481,16
Skupaj		141.918,00	105.483,33	100.342,52	88.300,51	78.928,21	80.542,15
SV Sd-So=			36.434,67	NSDp=Sd-So=	12.042,01	NSDp=Sd-So=	-1.613,94

*Tabela 18: Interna stopnja donosnosti pri 10-% podražitvi projekta
(Lastni vir)*

Pri 10-% podražitvi projekta in diskontni stopnji 5 % je neto sedanja vrednost donosov (NSV) = 12.042,01 EUR. Pri diskontni stopnji 9 % pa je neto sedanja vrednost donosov (NSV) = -1.613,94 EUR.

$$ISD = 5 + (9 - 5) * \frac{12.042,01}{(12.042,01 - (-1.613,94))} = 8,5 \%$$

Interna stopnja donosnosti pri podražitvi projekta za 10 % je 8,5 % in v primerjavi z individualno stopnjo donosnosti, ki je 5 %, pove, da predstavlja več, kot bi bila bančna ali posojilna obrestna mera za vložena sredstva.

4.6.2 Kazalniki učinkovitosti in uspešnosti pri 10-% podražitvi projekta

Doba vračanja naložbe

Izračun enostavne dobe vračanja sredstev (EVS):

$$EVS = t = \frac{N}{d} = \frac{N}{Sd - So}$$

$$EVS = t = \frac{61.600}{100.342,52 - 88.300,51} = 5,12 \text{ let}$$

Ugotavljamo torej, da se bo pri 5-% diskontnem faktorju naložba povrnila v dobrih 5 letih.

Kazalnik gospodarnosti

Izračun kazalnika ekonomičnosti

$$E = \frac{Sd}{So}$$

$$E = \frac{100.342,52}{88.300,51} = 1,14$$

Kazalnik gospodarnosti pri 10-% podražitvi projekta pri 5-% diskontnem faktorju znaša 1,14, kar kljub podražitvi pomeni, da prihranimo več, kot smo potrošili.

Kazalnik donosnosti ali rentabilnosti

Izračun kazalnika donosnosti naložbe ob 10-% podražitvi projekta

$$D = \frac{Sd - So}{N} \cdot 100 (\%)$$

$$D = \frac{100.342,52 - 88.300,51}{61.600} \cdot 100\% = 19,55 \%$$

Na letni ravni naložba pri 5-% diskontnem faktorju prinaša 19,55 % dobička.

Kazalnik donosnosti odhodkov ali rentabilnosti vseh sredstev

Izračun kazalnika donosnosti odhodkov ob upoštevanju 10-% podražitve projekta:

$$Do = \frac{Sd - So}{So} \cdot 100(\%)$$

$$Do = \frac{100.342,52 - 88.300,51}{88.300,51} \cdot 100 = 13,64 \%$$

Kazalnik donosnosti odhodkov pri 10-% podražitvi projekta pri 5-% diskontnem faktorju znaša 13,64 %, kar pomeni, da je rentabilnost vseh sredstev zagotovljena.

4.7 Ekonomika družbenih koristnosti

CBA je metoda ekonomske ocene, ki primerja stroške in koristi določenega projekta, naložbe ali politike. Namen je ugotoviti, ali so koristi večje od stroškov, in posledično, ali je odločitev ekonomsko upravičena.

Pri CBA bomo uporabili prihranek emisij CO₂, in sicer kot ocenjeno vrednost prihranka. Najprej izračunamo, koliko kWh smo letno prihranili z zamenjavo obstoječe razsvetljave z LED-razsvetljavo in kakšen je vpliv na okolje, za kar bomo uporabili emisijski faktor za Slovenijo. Leta 2023 je emisijski faktor CO₂ po podatkih Centra za energetske učinkovitost Instituta Jožef Stefan (IJS-CEU) za Slovenijo za elektriko znašal 0,234 kg CO₂/kWh. V enem letu smo po izračunih prihranili 23859 kWh.

Za izračun prihranka ogljičnega odtisa za obdobje štirinajstih let uporabimo naslednjo formulo:

Prihranek CO₂ (v kg) = prihranek elektrike (v kWh) × faktor (kg CO₂/kWh)

Prihranek CO₂ = 334.026 kWh × 0,234kg CO₂/kWh = 78.162 kg CO₂

Z zamenjavo klasične razsvetljave z energetsko učinkovito LED-tehnologijo smo v štirinajstih letih prihranili dobrih 78 ton ogljikovega dioksida (CO₂). Ta prihranek predstavlja pomemben prispevek k zmanjšanju ogljičnega odtisa in blaženju podnebnih sprememb.

Za oceno ekonomskega pomena tega prihranka smo emisije, ki letno znašajo 5,6 tone CO₂, pretvorili v denarno vrednost, in sicer smo uporabili povprečno ceno

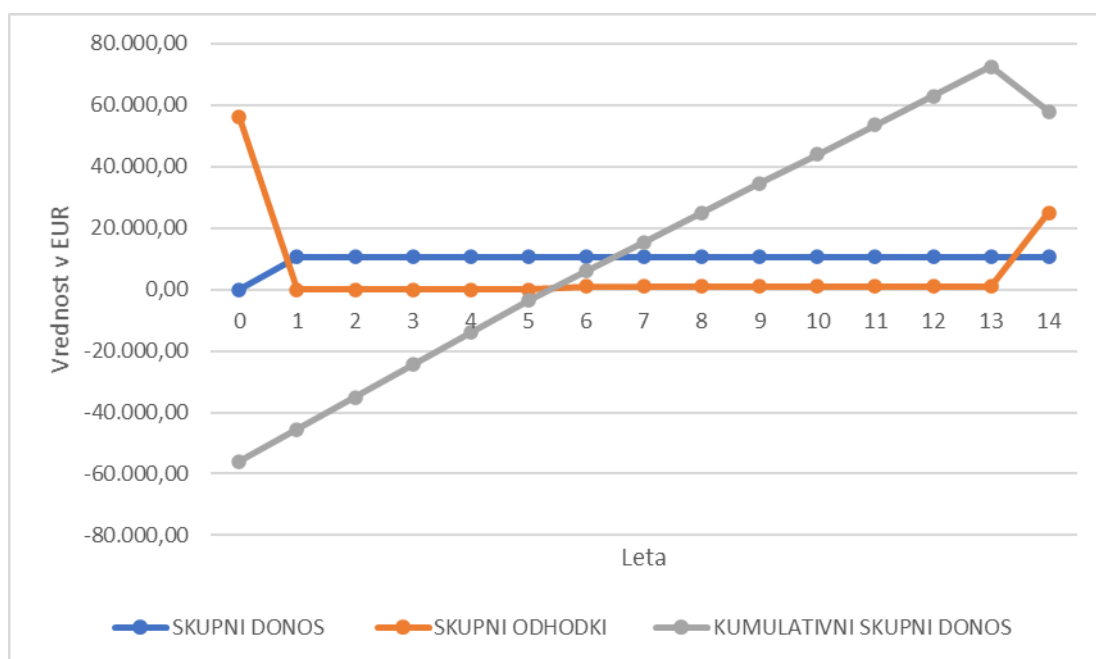
emisijskih kuponov, ki v letu 2024 po sklepu ministra za okolje, podnebje in energijo znaša 64,74 EUR.

Izračun: $5,6 \text{ tone} \times 64,74 \text{ EUR/t} = 362,5 \text{ EUR}$

Prihranek 5,6 tone CO₂ ima ocenjeno denarno vrednost približno 362,5 EUR na leto glede na povprečno ceno emisijskih kuponov v letu 2024.

Izračunano ocenjeno denarno vrednost v višini 362,5 EUR/letno smo upoštevali pri družbenem denarnem toku pri skupnih donosih (tabela Družbeni denarni tok naložbe CBA je priložena v Prilogi 3).

Iz Priloge 3 in Slike 10 Doba vračanja naložbe in koristnosti za družbo pri CBA je razvidno, da kumulativni skupni donos preide iz negativnega v pozitivno vrednost v 6. letu. Doba vračanja naložb je čas, ko vsota neto prilivov iz realnega denarnega toka pokrije naložena sredstva.



Slika 10: Doba vračanja naložbe in koristnosti za družbo pri CBA
(Lastni vir)

Izračunamo sedanjo vrednost naložbe pri CBA, kot je razvidno iz Tabele 19.

Časovna obdobja		Skupni donosi Sd brez diskont.	Skupni odhodki So brez diskont.	Diskontna stopnja $r=5\%$ $(1+r)^i$	Diskontni faktor	Skupni donos Sd pri 5 % diskont. faktorju	Skupni odhodki So pri 5% diskont. faktorju
Tekoči indeks	Leto						
0	2024	0	56.000,00	1	1	0	56.000,00
1	2025	10.499,50	0,00	1,05	0,95	9.999,52	0,00
2	2026	10.499,50	0,00	1,10	0,91	9.523,36	0,00
3	2027	10.499,50	0,00	1,16	0,86	9.069,86	0,00
4	2028	10.499,50	0,00	1,22	0,82	8.637,96	0,00
5	2029	10.499,50	0,00	1,28	0,78	8.226,63	0,00
6	2030	10.499,50	1.000,00	1,34	0,75	7.834,89	746,22
7	2031	10.499,50	1.000,00	1,41	0,71	7.461,80	710,68
8	2032	10.499,50	1.000,00	1,48	0,68	7.106,47	676,84
9	2033	10.499,50	1.000,00	1,55	0,64	6.768,07	644,61
10	2034	10.499,50	1.000,00	1,63	0,61	6.445,78	613,91
11	2035	10.499,50	1.000,00	1,71	0,58	6.138,84	584,68
12	2036	10.499,50	1.000,00	1,80	0,56	5.846,51	556,84
13	2037	10.499,50	1.000,00	1,89	0,53	5.568,11	530,32
14	2038	10.499,50	25.000,00	1,98	0,51	5.302,96	12.626,70
Skupaj		146.993,00	89.000,00			103.930,78	73.690,80
SV Sd-So=			57.993,00			NSDp=Sd-So=	30.239,99

Tabela 19: Sedanja vrednost naložbe pri CBA
(Lastni vir)

Izračun sedanje vrednosti projekta pri CBA:

$$NSV = Sd - So$$

$$NSV = 103.930,78 \text{ EUR} - 73.690,80 \text{ EUR} = 30.239,99 \text{ EUR} > 0$$

Vsota donosov SD je večja kot vsota odhodkov, torej sedanja vrednost znaša 30.239,99 EUR, kar je večje od 0. Pozitivni NSV naložbe je ustrezno merilo za sprejetje naložbe.

Izračunamo še interno stopnjo donosnosti pri CBA, kot je prikazano v Tabeli 20.

Časovna obdobja		Skupni donosi Sd brez diskont.	Skupni odhodki So brez diskont.	Skupni donos Sd pri 5 % diskont. faktorju	Skupni odhodki So pri 5% diskont. faktorju	Skupni donos Sd pri 15 % diskont. faktorju	Skupni odhodki So pri 15 % diskont. faktorju
Tekoči indeks	Leto						
0	2024	0	56.000,00	0	56.000,00	0	56.000,00
1	2025	10.499,50	0,00	9.999,52	0,00	9.130,00	0,00
2	2026	10.499,50	0,00	9.523,36	0,00	7.939,13	0,00
3	2027	10.499,50	0,00	9.069,86	0,00	6.903,59	0,00
4	2028	10.499,50	0,00	8.637,96	0,00	6.003,12	0,00
5	2029	10.499,50	0,00	8.226,63	0,00	5.220,11	0,00
6	2030	10.499,50	1.000,00	7.834,89	746,22	4.539,22	432,33
7	2031	10.499,50	1.000,00	7.461,80	710,68	3.947,15	375,94
8	2032	10.499,50	1.000,00	7.106,47	676,84	3.432,31	326,90
9	2033	10.499,50	1.000,00	6.768,07	644,61	2.984,61	284,26
10	2034	10.499,50	1.000,00	6.445,78	613,91	2.595,32	247,18
11	2035	10.499,50	1.000,00	6.138,84	584,68	2.256,80	214,94
12	2036	10.499,50	1.000,00	5.846,51	556,84	1.962,43	186,91
13	2037	10.499,50	1.000,00	5.568,11	530,32	1.706,46	162,53
14	2038	10.499,50	25.000,00	5.302,96	12.626,70	1.483,88	3.533,22
Skupaj		146.993,00	89.000,00	103.930,78	73.690,80	60.104,13	61.764,21
SV Sd-So=			57.993,00	NSDp=Sd-So=	30.239,99	SDp=Sd-So=	-1.660,08

Tabela 20: Interna stopnja donosnosti naložbe pri CBA
(Lastni vir)

Pri upoštevanju CBA in diskontni stopnji 15 % je neto sedanja vrednost donosov (NSV) = –1.660,08 EUR. Pri diskontni stopnji 5 % je neto sedanja vrednost donosov (NSV) = 30.239,99 EUR.

Izračun interne stopnje donosnosti pri CBA:

$$ISD = r_p + (r_n - r_p) \cdot \frac{NSD_p}{NSD_p - NSD_n}$$

$$ISD = 5 + (15 - 5) \cdot \frac{30.239,99}{(30.239,99 - (-1.660,08))} = 14,48 \%$$

Interna stopnja donosnosti pri CBA je 14,48 % in v primerjavi z individualno stopnjo donosnosti, ki je 5 %, pove, da predstavlja več, kot bi bila bančna ali posojilna obrestna mera za vložena sredstva.

Za izračun dobe vračanja naložbe CBA uporabimo izračun enostavne dobe vračanja sredstev (EVS):

$$EVS = t = \frac{N}{d} = \frac{N}{Sd - So}$$

$$EVS = t = \frac{56.000}{103.930,78 - 73.690,80} = 1,85 \text{ let}$$

Ugotavljamo, da se bo naložba povrnila v skoraj dveh letih.

Kazalnik ekonomičnosti pri CBA

$$E = \frac{S_d}{S_o}$$

$$E = \frac{103.930,78}{73.690,80} = 1,41$$

Kazalnik gospodarnosti je pri CBA večji od 1, kar pomeni, da smo z naložbo ustvarili več, kot smo potrošili.

Kazalnik donosnosti ali rentabilnosti ob upoštevanju CBA

$$D = \frac{S_d - S_o}{N} \cdot 100 (\%)$$

$$D = \frac{103.930,78 - 73.690,80}{56.000,00} \cdot 100\% = 54 \%$$

Kazalnik donosnosti naložb pove, da vložena sredstva v naložbo prinašajo 54 % dobička.

Kazalnik donosnosti odhodkov ali rentabilnosti vseh sredstev ob upoštevanju CBA

$$D_o = \frac{S_d - S_o}{S_o} \cdot 100(\%)$$

$$D_o = \frac{103.930,78 - 73.690,80}{73.690,80} \cdot 100 = 41 \%$$

Kazalnik donosnosti odhodkov znaša 41,0 %, kar pomeni, da je rentabilnost vseh sredstev zagotovljena.

4.8 Primerjalna analiza ekonomskih kazalnikov

V Tabeli 21 so primerjalno prikazani vsi ekonomski kazalniki na podlagi predhodnih izračunov naložbe, naložbe s tveganjem in naložbe z analizo cost benefit.

	Donos = $S_d - S_o$ (EUR)	ISD (%)	E	D (%)	Do (%)	t (leta)
NALOŽBA	17.642,01	9,62	1,21	31,5	21,3	3,2
NALOŽBA s tveganjem	12.042,01	8,5	1,14	19,5	13,64	5,1
NALOŽBA s CBA	30.239,99	14,48	1,41	54	41	1,85

Tabela 21: Primerjalna analiza ekonomskih kazalnikov
(Lastni vir)

ISD – interna stopnja donosnosti

t – enostavna doba vračanja naložbe

E – faktor ekonomičnosti

D – donosnosti naložbe

Do – donosnost odhodkov

Interna stopnja donosnosti je v normalnih pogojih 9,62 % in je za 4,86 odstotne točke nižja kot pri upoštevanju CBA, ki znaša 14,48 %. Najnižja je pri tveganjih in znaša 8,5 odstotne točke in je nižja kot pri normalnih pogojih.

Doba vračanja naložbe je najmanjša pri naložbi s CBA, to je leto in pol. V normalnih pogojih je doba vračanja nekaj več kot 3 leta, pri naložbi s tveganjem pa se poveča na 5 let.

Kazalnik ekonomičnosti je v normalnih pogojih 1,21, pri naložbi s tveganjem je nižji in znaša 1,14, medtem ko se pri naložbi s CBA poveča in znaša 1,41.

Donosnost naložbe je največja pri naložbi s CBA in znaša 54 %, medtem ko je pri naložbi s tveganjem najnižja in znaša 19,55 %. Pri normalni naložbi znaša 31,5 %.

Kazalnik ekonomičnosti je v vseh treh primerih večji od 1, kar pomeni, da bi bila naložba rentabilna, vendar pa je pri naložbi s tveganjem zelo blizu ena.

Donosnost odhodkov pri naložbi s CBA je več kot trikrat večja kot pri naložbi s tveganjem. Pri normalni naložbi znaša donosnost odhodkov 21,3 %.

5 UGOTOVITVE IN PRIPOROČILA PODJETJU

LED-svetila so okolju prijazna, ker ne vsebujejo živega srebra kot kompaktne fluorescenčne svetilke. Z manjšo porabo električne energije je posledično tudi izpust CO₂ v ozračje manjši, manjša je količina visokoradioaktivnih odpadkov, prav tako se vse komponente LED-sijalk reciklirajo.

S pogostim prižiganjem in ugašanjem LED-svetilom ne skrajšamo življenjske dobe, prav tako s polno svetilnostjo zasvetijo ob vklopu in ne potrebujejo ogrevanja. Prihranki so tudi zaradi manj pogoste menjave sijalk, kar je predvsem pomembno z okoljskega vidika.

Umazanija, okvara virov in zmanjšanje svetlobnega vira povzročijo zmanjšanje osvetljenosti v prostoru, zato je potrebno redno vzdrževanje, da osvetljenost ne pade pod predpisano osvetljenost. Ustrezno vzdrževanje dosežemo s čiščenjem svetilk in svetlobnih virov ter z zamenjavo svetlobnih virov. Dosežemo lahko tudi zmanjšanje stroškov vzdrževanja na način, da med čiščenjem svetilk zamenjamo vse svetlobne vire oziroma da uporabimo svetlobne vire z dolgo življenjsko dobo, kar podaljša intervale vzdrževanja.

Z zamenjavo razsvetljave izboljšamo funkcionalnost, kakovost razsvetljave, vizualni videz prostora in zmanjšamo količino emisij CO₂. Predvsem pa dosežemo prihranke, ki omogočajo povračilo naložbe v nekaj letih.

Trendi kažejo, da se poraba energije postopoma stabilizira po padcu v letu 2020. Podjetje se je po pandemiji vrnilo na približno 239.000 kWh letne porabe. Poletni meseci imajo največjo porabo, kar kaže na možnost optimizacije hlajenja in upravljanja s klimatskimi napravami. Marca, aprila in maja je poraba nižja, kar pomeni, da so ti meseci ugodni za izvajanje testnih energetske učinkovitih ukrepov. Podjetje bi lahko prihranilo energijo s preходом na LED-razsvetljavo, optimizacijo delovanja naprav in z uporabo pametnih sistemov za upravljanje energije.

Priporočljivo je izdelati podrobnejšo analizo porabe po posameznih napravah, da bi ugotovili glavne porabnike energije in jih optimizirali. V okviru izračunov ni bilo upoštevanih morebitnih subvencij, ki jih ponuja Eko sklad, kot so nepovratna sredstva ali ugodnejše posojilo, zato bi morale podjetje ob morebitni odločitvi optimizacije razsvetljave predhodno preveriti tudi to možnost, tako da bi bili stroški naložbe še manjši.

6 ZAKLJUČEK

Diplomsko delo potrjuje, da je optimizacija razsvetljave v poslovnem objektu s prehodom na energetsko učinkovitejšo LED-tehnologijo upravičena tako z ekonomskega kot tudi z okoljskega in zdravstvenega vidika. Uvedba LED-svetil bistveno zmanjša porabo električne energije, posledično pa tudi stroške obratovanja in emisije CO₂. Zamenjava zastarele fluorescenčne razsvetljave z LED-svetili prinaša izboljšane delovne pogoje, saj omogoča boljšo osvetljenost prostorov, zmanjšano svetlobno onesnaženje ter pozitivno vpliva na zdravje in produktivnost zaposlenih.

Ekonomski vidik

Ekonomska analiza je pokazala, da je naložba v LED-razsvetljavo finančno vzdržna in se povrne v približno treh letih. Metoda sedanje vrednosti naložbe in interna stopnja donosnosti potrujeta dolgoročne prihranke, saj se stroški vzdrževanja zmanjšajo zaradi daljše življenjske dobe LED-svetil. Poleg tega analiza tveganj kaže, da ostaja naložba donosna tudi v primeru povečanja stroškov, kar dodatno potrjuje smiselnost prehoda na energetsko učinkovito razsvetljavo. Prihranki pri porabi električne energije pomenijo neposredno zmanjšanje stroškov obratovanja podjetja, kar vpliva na boljšo konkurenčnost in trajnostno poslovanje.

Energetski vidik

Prehod na LED-razsvetljavo omogoča znatno zmanjšanje porabe električne energije. Meritve pred prenovo in po njej so pokazale, da LED-svetila omogočajo večjo osvetljenost ob manjši porabi, kar pomeni boljše delovne pogoje in dodatne prihranke pri električni energiji. Z vidika energetske učinkovitosti podjetje s tem zmanjšuje odvisnost od nihanja cen energentov in se prilagaja sodobnim trendom trajnostnega razvoja. Hkrati LED-svetila omogočajo fleksibilno nastavitve osvetlitve in možnost dodatne avtomatizacije, kar prispeva k optimalni rabi energije.

Okoljski vidik

Zamenjava stare razsvetljave z LED-svetili prinaša pomembne okoljske koristi. LED-svetila ne vsebujejo živega srebra in drugih škodljivih snovi, kar pomeni, da je njihova reciklaža okolju prijaznejša. Poleg tega se zaradi manjše porabe električne energije zmanjšajo emisije CO₂, kar pripomore k zmanjšanju ogljičnega odtisa podjetja. Svetlobno onesnaženje je prav tako manjše, saj LED-svetila omogočajo bolj usmerjeno osvetlitev in zmanjšanje nepotrebnega razprševanja svetlobe v okolico. S tem podjetje prispeva k bolj trajnostnemu in odgovornemu ravnanju z viri.

Varnost in zdravje pri delu

Pravilna osvetlitev delovnega okolja ima ključno vlogo pri varnosti in zdravju zaposlenih. Uvedba LED-svetil zmanjša tveganja, povezana z neustrezno

osvetlitvijo, kot so bleščanje, utripanje svetlobe in neenakomerna osvetlitev, ki lahko povzročajo obremenitev oči, glavobole in utrujenost. Meritve osvetljenosti so pokazale, da nova razsvetljava izboljšuje delovne pogoje, saj zagotavlja enakomernejšo in kakovostnejšo svetlobo, ki ustreza zahtevam varnosti in zdravja pri delu. Poleg tega LED-svetila omogočajo boljšo vidljivost, kar zmanjša možnost delovnih nesreč in izboljša splošno počutje zaposlenih.

Na podlagi ugotovitev smo podali priporočila za nadaljnjo optimizacijo osvetlitve in dodatne ukrepe za izboljšanje energetske učinkovitosti v podjetju. Med ključnimi priporočili izstopajo redno vzdrževanje svetil, nadaljnja optimizacija delovanja naprav in uporaba pametnih sistemov za upravljanje porabe energije.

Skupno gledano prehod na LED-svetila predstavlja strateško odločitev, ki podjetju omogoča dolgoročne prihranke, zmanjšanje ogljičnega odtisa, izboljšanje delovnega okolja in skladnost z zakonodajnimi okviri na področju energetske učinkovitosti. S tem podjetje ne le izpolnjuje zahteve trajnostnega razvoja, temveč prispeva tudi k odgovornemu in konkurenčnemu poslovanju v prihodnosti.

7 LITERATURA IN VIRI

Bizjak, G. (b. l.). *Projektiranje notranje razsvetljave*. Laboratorij za razsvetljavo in fotometrijo. Pridobljeno 22. 3 2025 z naslova http://lrf.fe.uni-lj.si/e_eir/eir11i.pdf

Bizjak, G. (2002). *Svetloba in barve*.“ Laboratorij za razsvetljavo in fotometrijo. Pridobljeno 22. 3 2025 z naslova http://lrf.fe.uni-lj.si/e_sv_tehnika/SI/i_SvetlobaBarve.pdf

Deloindom.delo.si, A. Z. (22. 10 2024). *Osvetlitev prostorov vpliva na naše počutje*. Pridobljeno 27. 3 2025 z naslova <https://deloindom.delo.si/bivanje/interier/osvetlitev-prostorov-vpliva-na-nase-pocutje>

Deloindom.delo.si, Ba. P. (2024). *Z LED-svetilkami zmanjšali porabo elektrike za 90 odstotkov*. Pridobljeno 30. 3. 2025 z naslova <https://deloindom.delo.si/energija-in-okolje/elektrika/z-led-svetilkami-zmanjsali-porabo-elektrike-za-90-odstotkov?>

Dominvrt.si., L. M. (10. 10 2022). *Bo energetska kriza pospešila prehod na obnovljive vire energije?* Pridobljeno 22. 3 2025 z naslova <https://www.dominvrt.si/novice/energetska-kriza-v-eu.html>

Dominvrt.si., L. M. (22. 4 2024). *Koliko denarja v resnici pomagajo prihraniti LED žarnice*. Pridobljeno 22. 3 2025 z naslova <https://www.dominvrt.si/okolje/koliko-denarja-nam-v-resnici-pomagajo-prihraniti-led-zarnice.html>

EML STADLER d.o.o. (b. l.). *Prenova razsvetljave, central skladišče radioaktivnih odpadkov (CSRAO)*. Pridobljeno 30. 3. 2025 z naslova <https://eml-stadler.si/prenova-razsvetljave-centralno-skladisce-radioaktivnih-odpadkov-csrao/>

Energetski zakon (EZ-2). (2024). *Uradni list RS*, št. 38/24 in 47/25

Glotta Nova. (30. 5. 2014). Center za novo znanje, d.o.o. „Coaching za več zdravja in dobrega počutja zaposlenih.“ *Zbornik prispevkov 5. konference kariernih coachev*. Ljubljana, Slovenija.

Inštitut Jožef Štefan. (14. 1 2025). *Izpusti CO₂/TGP na enoto električne energije in daljinske toplote*. Pridobljeno 14. 10 2025 z naslova <https://ceu.ijs.si/en/izpusti-co2-tgp-na-enoto-elektricne-energije/>

Inštitut Jožef Štefan, dr. Boris Sučić (b. l.). *Center za energetska učinkovitost. Innoveas*. Pridobljeno 22. 3 2025 z naslova <https://innoveas.eu/wp->

content/uploads/shared_folder/0.%20Training%20Documents/Traning%20material%20LEAG/Day%203/Razsvetljava_Predavanje_INNOVEAS.pdf

Kobav, M.B. (b. l.). *Izvajanje meritev osvetljenosti DM v skladu s standardom SIST EN 12464 – Razsvetljava na delovnem mestu*. Univerza v Ljubljani. Pridobljeno 27. 3. 2025 na naslovu <https://files.strani.domenca.com/0b/cf/0bcf2421-e2d9-417d-a04d-af1a40d2388a.pdf>

Koselj, Viktor. (2002). *Priročnik za varno in zdravo delo*. Ljubljana: Tehniška založba Slovenije.

M. Cosovic, T. Devaja, D. Bajovic, J. Machaj, G. McCutcheon, V. Stankovic, L. Stankovic, D. Vukobratovic. (12. 6. 2019). *Distributed Intelligent Illumination Control in the Context of Probabilistic Graphical Models*. Pridobljeno 27. 12 2024 z naslova <https://arxiv.org/pdf/1906.06991>

Ministrstvo za delo, družino, socialne zadeve in enake možnosti. (2008). Evropska agencija za varnost in zdravje pri deli. *Poslovne koristi zagotavljanja varnosti in zdravja pri delu*. Pridobljeno 22. 3 2025 z naslova <https://vzd.mdds.gov.si/document-download/poslovne-koristi-zagotavljanja-varnosti-in-zdravja-pri-delu-2022-01-14-165>

Ministrstvo za okolje, podnebje in energijo, portal energetika. (2024). *Posodobljeni celoviti nacionalni energetske in podnebni načrt Republike Slovenije*. Pridobljeno 3. 2. 2025 z naslova https://www.energetika-portal.si/fileadmin/dokumenti/publikacije/nepn/dokumenti/nepn_5.0_final_feb-2020.pdf

Ministrstvo za okolje, podnebje in prostor. (9. 1 2025). *Sklep o povprečni ceni emisijskih kuponov v letu 2024*. Pridobljeno 14. 10 2025 z naslova https://www.gov.si/assets/ministrstva/MOPE/Okolje/Podnebne-spremembe/Sklep_o_povprecni_ceni_emisijskih_kupnonov_v_letu_2024_p.pdf

Ogrinc, Evgen. (2000). *Delovno okolje RAZSVETLJAVA*. Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo. Ljubljana, Slovenija.

Papler, D., Bojnec, D. (2012). *Naložbe v trajnostni razvoj energetike*. Univerza na Primorskem, Fakulteta za management. Koper, Slovenija

Papler, D. (b. l.). *Odzivnost upravljanja na spremembe vplivnih dejavnikov z vidika standarda ISO 9001 in ISO 50001*

Papler, D. (2019). *Konflikt med ekonomijo in ekologijo*. EGES, 5

Papler, D. (2018). *Lokalna trajnostna energetika v prihodnosti*. EGES, 4, str. 70–73

Papler, D. (b. l.). *Metodologija za ekonomsko ovrednotenje upravičenosti naložbe*. Skripta s predavanj

Papler, D. (2019). *Novelacija standarda ISO 50001:2018 v sistem vodenja kakovosti v proizvodnem podjetju*. 28. letna konferenca kakovosti. Portorož, Slovenija.

Papler, D. (2017). *Poraba električne energije kot odraz gospodarske rasti*. EGES, 4, str. 36–37

Papler, D. (2009). *Raba električne energije v gospodinjstvih - posledica okolja in navad?* 9. konferenca slovenskih elektroenergetikov. Kranjska Gora, Slovenija

Papler, D. (2011). *Razvoj dobaviteljev in konkurenčnost dobave na trgu z električno energijo*.“ EGES, 5, str. 132–133

Slovenski standard SIST EN 12464-1:2021. (2021)

Svet evropske unije, Evropski svet. (2025). *Cene energije in zanesljivost oskrbe*. Pridobljeno 22. 9. 2025 z naslova
<https://www.consilium.europa.eu/sl/policies/energy-prices-and-security-of-supply/#EU>

Svet evropske unije, Evropski svet. (2024). *Svet formalno sprejel nujne ukrepe za znižanje cen energije*. Pridobljeno 22. 3. 2025 z naslova
<https://www.consilium.europa.eu/sl/press/press-releases/2022/10/06/council-formally-adopts-emergency-measures-to-reduce-energy-prices/>

Uredba o mejnih vrednostih svetlobnega onesnaževanja okolja. *Uradni list RS*, št. list RS št. 81/07, 109/07, 62/10, 46/13 in 44/22 – ZVO-2.

Uredba o upravljanju z energijo v javnem sektorju. (2020). *Uradni list RS*, št. 38/24 in 47/25

Uredba sveta z dne 6. oktobra 2022 o nujnem posredovanju visokih cen energije.“ *Uradni list Evropske unije* št. 2022/1854. Portal of the Publications Office of the EU. Pridobljeno 3. 2. 2025 z naslova <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SL/TXT/?uri=CELEX%3A32022R1854>

Zakon o oskrbi z električno energijo (ZOEE). (2021). *Uradni list RS*, št. 172/21 in 47/25

Zakon o spodbujanju rabe obnovljivih virov energije (ZSROVE). (2024). *Uradni list RS*, št. 121/21, 189/21, 121/22 (ZUOKPOE) in 102/24

Zakon o učinkoviti rabi energije (ZURE). (2020). *Uradni list RS*, št. 158/20.

Zdrava-pisarna.si, T. A. (2024). *Svetloba v pisarni*. Pridobljeno 17. 3. 2025 z naslova <https://zdrava-pisarna.si/svetloba-v-pisarni/>

Združenje Delodajalcev Slovenije. (2024). *Urejenost delovnih mest*. Pridobljeno 16. 3. 2025 z naslova <https://www.zds.si/sl/projekti/usposabljanje-delodajalcev-za-promocijo-varnosti-in-zdravja-pri-delu/varnost-in-zdravje-pri-delu/obveznosti-delodajalca/urejenost-delovnih-mest/>

Zveza svobodnih sindikatov Slovenije. (b. l.). *Razsvetljava*. Pridobljeno 16. 3. 2025 z naslova <https://zssszaupnikvzd.si/baza-znanja/obremenitve-pri-delu/fizikalne/razsvetljava/>

PRILOGE

Priloga 1: Skupni denarni tok naložbe od nakupa do 14 leta (v EUR)

Priloga 2: Realni denarni tok naložbe od nakupa do 14 leta (v EUR)

Priloga 3: Družbeni denarni tok naložbe pri CBA od nakupa do 14 leta (v EUR)

Priloga 1: Skupni denarni tok naložbe od nakupa do 14 leta (v EUR)

Izračun skupnega denarnega toka naložbe od nakupa do 14. leta (v EUR)														
a	Stanje	Skupaj	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Leto			2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
I.	SKUPNI DONOS	157.370,00	56.000,00	10.137,00	10.137,00	10.137,00	10.137,00	10.137,00	10.137,00	10.137,00	10.137,00	10.137,00	10.137,00	10.137,00
1.	Prihodek pri porabi električne energije	101.370,00	0,00	10.137,00	10.137,00	10.137,00	10.137,00	10.137,00	10.137,00	10.137,00	10.137,00	10.137,00	10.137,00	10.137,00
2.	Skupna sredstva	56.000,00	56.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2.1	Lastna sredstva	20.000,00	20.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2.2	Kredit	36.000,00	36.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
II.	SKUPNI ODHODKI	135.882,80	56.000,00	4.688,28	4.688,28	4.688,28	4.688,28	4.688,28	4.688,28	4.688,28	4.688,28	4.688,28	4.688,28	25.000,00
1.	Naložbe v osnovna sredstva	56.000,00	56.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3.	Letni stroški vzdrževanja	33.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00	25.000,00
4.	Anulate	46.882,80	0,00	4.688,28	4.688,28	4.688,28	4.688,28	4.688,28	4.688,28	4.688,28	4.688,28	4.688,28	4.688,28	0,00
III.	NETO SKUPNI DONOS		0,00	5.448,72	5.448,72	5.448,72	5.448,72	5.448,72	4.448,72	4.448,72	4.448,72	4.448,72	4.448,72	-14.863,00
IV.	KUMULATIVNI SKUPNI DONOS		0,00	5.448,72	10.897,44	16.346,16	21.794,88	27.243,60	31.692,32	36.141,04	40.589,76	45.038,48	49.487,20	62.035,20

Priloga 2: Realni denarni tok naložbe od nakupa do 14 leta (v EUR)

a	Stanje	Skupaj	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	Leto		2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038
I.	SKUPNI DONOS	141.918,00	0,00	10.137,00	10.137,00	10.137,00	10.137,00	10.137,00	10.137,00	10.137,00	10.137,00	10.137,00	10.137,00	10.137,00	10.137,00	10.137,00	10.137,00
1.	Prihodek pri porabi električne energije	141.918,00	0,00	10.137,00	10.137,00	10.137,00	10.137,00	10.137,00	10.137,00	10.137,00	10.137,00	10.137,00	10.137,00	10.137,00	10.137,00	10.137,00	10.137,00
2.	Oseanek vrednosti naložbe	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2.1	Oseanek vrednosti osnovnih sredstev	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2.2	Oseanek vrednosti obratnih sredstev	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
II.	SKUPNI ODHODKI	99.883,33	56.000,00	1.910,68	1.754,00	1.588,48	1.413,62	1.228,87	2.033,77	1.827,61	1.609,82	1.379,76	1.136,72	1.000,00	1.000,00	1.000,00	25.000,00
3.	Naložbe v osnovna sredstva	56.000,00	56.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.	Letni strošek vzdrževanja	33.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00	25.000,00
7.	Strošek obresti	10.883,33	0,00	1.910,68	1.754,00	1.588,48	1.413,62	1.228,87	1.033,77	827,61	609,82	379,76	136,72	0,00	0,00	0,00	0,00
III.	NETO SKUPNI DONOS	42.034,67	-56.000,00	8.226,32	8.383,00	8.548,52	8.723,38	8.906,13	8.103,23	8.309,39	8.527,18	8.757,24	9.000,28	9.137,00	9.137,00	9.137,00	-14.863,00
IV.	KUMULATIVNI SKUPNI DONOS		-56.000,00	-47.773,68	-39.390,68	-30.842,16	-22.118,78	-13.210,65	-5.107,42	3.201,97	11.729,15	20.486,39	29.486,67	38.623,67	47.760,67	56.897,67	42.034,67

Priloga 3: Družbeni denarni tok naložbe pri CBA od nakupa do 14 leta (v EUR)

a	Stanje	Skupaj	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	Leto		2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038
I.	SKUPNI DONOS	141.918,00	0,00	10.499,50	10.499,50	10.499,50	10.499,50	10.499,50	10.499,50	10.499,50	10.499,50	10.499,50	10.499,50	10.499,50	10.499,50	10.499,50	10.499,50
1.	Skupni prihodek pri porabi električne energije	141.918,00	0,00	10.137,00	10.137,00	10.137,00	10.137,00	10.137,00	10.137,00	10.137,00	10.137,00	10.137,00	10.137,00	10.137,00	10.137,00	10.137,00	10.137,00
2.	Ostane vrednosti naložbe	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2.1	Ostane vrednosti osnovnih sredstev	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2.2	Ostane vrednosti obratnih sredstev	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3.	Cost benefit	5.075,00	0,00	362,50	362,50	362,50	362,50	362,50	362,50	362,50	362,50	362,50	362,50	362,50	362,50	362,50	362,50
II.	SKUPNI ODHODKI	89.000,00	56.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00	25.000,00
3.	Naložbe v osnovna sredstva	56.000,00	56.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4.	Naložbe v obratna sredstva	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.	Letni stroški vzdrževanja	33.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00	25.000,00
III.	NETO SKUPNI DONOS	52.918,00	-56.000,00	10.499,50	10.499,50	10.499,50	10.499,50	10.499,50	9.499,50	9.499,50	9.499,50	9.499,50	9.499,50	9.499,50	9.499,50	9.499,50	-14.500,50
IV.	KUMULATIVNI SKUPNI DONOS		-56.000,00	-45.500,50	-35.001,00	-24.501,50	-14.002,00	-3.502,50	5.997,00	15.496,50	24.996,00	34.495,50	43.995,00	53.494,50	62.994,00	72.493,50	57.993,00