



Stručni rad

*Ključne reči:* **VEŠTAČKA INTELIGENCIJA U PROCESNIM  
TEHNOLOGIJAMA KROZ MODELOVANJE,  
OPTIMIZACIJU I ODRŽIVI RAZVOJ**  
*veštačka inteligencija;  
procesne tehnologije;  
optimizacija;  
energetska efikasnost;  
održivi razvoj*

*Key words:* **ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN PROCESS TECHNOLOGIES  
THROUGH MODELING, OPTIMIZATION,  
AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT**  
*artificial intelligence;  
process technologies;  
optimization;  
energy efficiency;  
sustainable development*

**Obrad ANIČIĆ\*** *Akademija strukovnih studija Politehnika, Beograd*  
*\* oanicic@politehnika.edu.rs* *ORCID: 0009-0000-1958-6388*

*Veštačka inteligencija (VI) postaje ključni faktor u transformaciji industrijskih sektora, pružajući brojne prednosti u oblasti modelovanja, optimizacije i održivog razvoja. Ovaj rad istražuje primenu VI u procesnim tehnologijama u različitim industrijama, uključujući hemijsku, energetska, automobilska, poljoprivrednu i prehrambenu industriju. Kroz analizu tehnika VI kao što su prediktivno modelovanje, optimizacija energetske efikasnosti i smanjenje otpada, rad pokazuje kako VI može poboljšati efikasnost, smanjiti troškove i povećati konkurentnost. Poseban fokus je na doprinosu VI održivom razvoju, smanjenju emisije CO<sub>2</sub>, optimizaciji resursa i smanjenju negativnog uticaja na životnu sredinu [1]. Takođe, istražuju se izazovi i prepreke u implementaciji VI, kao i preporuke za efikasno usvajanje tehnologija [2]. Rezultati istraživanja ukazuju na to da je VI ključna za postizanje održivog razvoja i unapređenje industrijskih praksi, čineći ih ekološki odgovornijima i ekonomičnijima [6].*

*Artificial Intelligence (AI) is becoming a key factor in transforming industrial sectors, offering numerous advantages in modeling, optimization, and sustainable development. This paper explores the application of AI in process technologies across various industries, including chemical, energy, automotive, agricultural, and food industries. Through an analysis of AI techniques such as predictive modeling, energy efficiency optimization, and waste reduction, the paper demonstrates how AI can enhance efficiency, reduce costs, and increase competitiveness. Special emphasis is placed on AI's contribution to sustainable development, reducing CO<sub>2</sub> emissions, optimizing resources, and minimizing negative environmental impacts [1]. Additionally, the challenges and obstacles in AI implementation are examined, along with recommendations for effective adoption of these technologies [2]. The research findings indicate that AI is crucial for achieving sustainable development and improving industrial practices, making them more environmentally responsible and economically viable [6].*

## 1. Uvod

Veštačka inteligencija (VI) je tehnologija koja koristi računarske algoritme i modele za simulaciju ljudskih sposobnosti razmišljanja, donošenja odluka i rešavanja problema. Tokom poslednjih

nekoliko decenija, VI je postala ključna komponenta u različitim industrijskim granama, uključujući proizvodnju, energetiku, poljoprivredu, transport i mnoge druge sektore. Njena sposobnost da analizira velike količine podataka, prepozna obrasce i optimizuje složene procese omogućila je značajna poboljšanja u efikasnosti, produktivnosti i održivosti u industrijskim okruženjima [1].

Jedan od ključnih aspekata primene VI u industrijskim procesima jeste njena uloga u modelovanju, optimizaciji i održivom razvoju. Uvođenjem VI, procesi proizvodnje i industrijske operacije postaju precizniji, brži i energetski efikasniji. Na primer, kroz prediktivno modelovanje, VI omogućava predviđanje i upravljanje problemima pre nego što se dogode, čime se smanjuju neplanirani zastoji, povećava produktivnost i smanjuju gubici [2]. U oblasti optimiranja procesa, VI omogućava bolju raspodelu resursa, optimizaciju snabdevanja, smanjenje potrošnje energije i minimizaciju otpada, što doprinosi ekološkim i ekonomskim ciljevima održivog razvoja [3].

Takođe, održivi razvoj je postao jedan od glavnih fokusa industrija širom sveta, i to ne samo iz razloga zaštite životne sredine, već i zbog ekonomskih pritisaka za smanjenje troškova i povećanje konkurentnosti [4]. VI je ključna za ostvarivanje ciljeva održivog razvoja, jer omogućava smanjenje emisije ugljen-dioksida (CO<sub>2</sub>), optimizaciju energetske potrošnje, smanjenje upotrebe prirodnih resursa i smanjenje negativnog uticaja na životnu sredinu [5]. Industrije koje usvajaju VI tehnologije postaju efikasnije i održivije, ostvarujući bolji balans između ekonomske profitabilnosti i ekološke odgovornosti [6].

Primena VI u industriji takođe dovodi do transformacije radne snage, jer omogućava automatizaciju rutinskih i repetitivnih zadataka, dok otvara prostor za više kreativne, strateške i tehnološke uloge. Iako je automatizacija radnih procesa značajan napredak, ona takođe postavlja izazove u pogledu razvoja novih veština i obuke radne snage za rad sa naprednim tehnologijama.

U radu se analizira primena veštačke inteligencije u procesnim tehnologijama, kroz istraživanje njenih efekata u industrijama kao što su hemijska, energetska, automobilska, poljoprivredna i prehrambena industrija.

Pored toga, razmotrićemo kako VI doprinosi optimizaciji proizvodnih procesa, smisljenoj primeni resursa, povećanju energetske efikasnosti i smanjenju emisije CO<sub>2</sub>, što sve vodi ka ostvarenju ciljeva održivog razvoja. Takođe, analiziraćemo moguće izazove u implementaciji ovih tehnologija i ulogu politike, regulative i strateških inicijativa u njihovoj primeni.

Cilj ovog istraživanja je da se pruži sveobuhvatan pregled koristi, izazova i perspektiva primene veštačke inteligencije u industrijskim procesima, sa posebnim naglaskom na njenu ulogu u unapređenju efikasnosti, održivosti i konkurentnosti industrija. Osim toga, istraživaćemo kako se VI može koristiti kao alat za postizanje ciljeva održivog razvoja, smanjenje negativnog uticaja na životnu sredinu i poboljšanje industrijskih metoda u globalnom kontekstu.

### **Specifično, doprinosi ovog rada su sledeći:**

#### **1. Analiza primene VI u različitim industrijskim sektorima:**

Rad detaljno istražuje kako se veštačka inteligencija primenjuje u ključnim industrijama, kao što su hemijska, energetska, automobilska, poljoprivredna i prehrambena industrija. Kroz konkretne primere i studije slučaja, razmatra se kako VI doprinosi optimizaciji proizvodnih procesa, smanjenju potrošnje resursa i povećanju energetske efikasnosti. Ovaj aspekt rada pruža konkretne podatke i uporedne analize koji mogu pomoći industrijama da prepoznaju prednosti VI u svojim specifičnim sektorima.

## **2. Sistematizacija tehnika modelovanja i optimizacije uz pomoć VI:**

Istraživanje detaljno razmatra različite tehnike VI koje se koriste za modelovanje i optimizaciju industrijskih procesa, kao što su prediktivno modelovanje, optimizacija potrošnje energije i smanjenje otpada. Ovaj doprinos je ključan jer omogućava razumevanje kako specifične VI metode mogu poboljšati procesne tehnologije i doprineti održivom razvoju.

## **3. Doprinos održivom razvoju kroz primenu VI:**

Jedan od glavnih doprinosa rada jeste što jasno povezuje upotrebu VI sa ciljevima održivog razvoja. Kroz analizu smanjenja emisije CO<sub>2</sub>, smanjenje potrošnje prirodnih resursa i optimizaciju energetske efikasnosti, rad pokazuje kako VI može doprineti ekološkim i ekonomskim ciljevima. Ovaj aspekt istraživanja takođe razmatra važnost regulative i politika koje podržavaju uvođenje zelenih tehnologija i inovacija, omogućavajući industrijama da postignu održiviji poslovni model.

## **4. Evaluacija izazova i prepreka u implementaciji VI:**

Rad se ne bavi samo prednostima primene VI, već i izazovima i prepreka koje prate njen implementaciju u industriji. To uključuje visoke početne troškove, potrebu za obukom radne snage, integraciju novih tehnologija u postojeće sisteme, kao i mogućnost otpora promenama od strane organizacija i zaposlenih. Razumevanje ovih izazova važno je za razvoj strategija koje mogu pomoći u prevazilaženju tih prepreka i maksimalnom korišćenju potencijala VI.

## **5. Praktične preporuke za industrijske sektor:**

Na osnovu istraživanja, rad nudi praktične preporuke za industrijske sektore kako da implementiraju VI tehnologije u svoje proizvodne procese. Preporuke se odnose na obuke zaposlenih, ulaganje u infrastrukturu, unapređenje postojećih tehnologija i razvoj novih pristupa za održivost. Ove preporuke mogu poslužiti kao smernice za preduzetnike, inženjere i istraživače u industriji, koji se suočavaju sa izazovima implementacije naprednih tehnologija.

## **6. Povezivanje VI sa globalnim trendovima u industriji:**

Kroz istraživanje primene VI u procesnim tehnologijama, rad doprinosi razumevanju kako ova tehnologija doprinosi globalnim industrijskim trendovima, kao što su digitalizacija, automatizacija i prelazak na održive energetske sisteme. Ovo istraživanje je značajno jer omogućava uvid u to kako VI ne samo da transformiše pojedinačne industrijske sektore, već ima širi uticaj na industrijski pejzaž na globalnom nivou.

**Zaključno**, glavni doprinos ovog rada je u tome što pruža sveobuhvatan uvid u potencijal veštačke inteligencije da unapredi procesne tehnologije kroz modelovanje, optimizaciju i održivost, kao i ulogu koju VI može imati u postizanju ciljeva održivog razvoja. Takođe, rad nudi korisne informacije za donosioca odluka, istraživače i profesionalce u industriji kako bi mogli bolje razumeti i implementirati VI tehnologije u svoje procese, čime se unapređuju konkurentnost, efikasnost i ekološka odgovornost industrija.

## **2. Razvoj industrijskih procesa, održivost i tehnologije uz primenu veštačke inteligencije**

U poslednjim decenijama, razvoj industrijskih procesa i tehnologija postao je ključni faktor u oblikovanju budućnosti globalne ekonomije. Industrijska proizvodnja neprestano evoluira, prilagođavajući se novim izazovima, potrebama tržišta i zahtevima za održivost. U tom kontekstu, tehnolo-

gije veštačke inteligencije (AI) igraju značajnu ulogu, omogućavajući unapređenje efikasnosti, smanjenje troškova i optimizaciju proizvodnih ciklusa [3]. Primena AI u industriji omogućava automatizaciju, bolje donošenje odluka zasnovano na analizi podataka, prediktivno održavanje i veću fleksibilnost u adaptaciji na promene tržišta [4].

Održivi razvoj, koji podrazumeva ravnotežu između ekonomskih, društvenih i ekoloških faktora, postao je ključni imperativ u industriji. Integracija AI tehnologija u industrijske procese omogućava smanjenje negativnog uticaja na životnu sredinu kroz efikasniju upotrebu resursa, smanjenje emisije štetnih gasova i optimizaciju energetske potrošnje [5]. Ovaj razvoj ujedno podstiče stvaranje novih poslovnih modela koji favorizuju inovacije i odgovornost prema društvu i planeti

U ovom poglavlju biće analiziran uticaj veštačke inteligencije na modernizaciju industrijskih procesa, s posebnim fokusom na njen doprinos održivosti. Raymatra se kako AI doprinosi optimizaciji proizvodnih metoda, smanjenju resursa potrebnih za proizvodnju, kao i unapređenju energetske efikasnosti. Takođe, biće istraženo kako integracija naprednih tehnologija baziranih na AI omogućava industrijama da smanje svoj ekološki uticaj, unaprede procese reciklaže i minimizuju negativne uticaje na životnu sredinu, čime se stvara održiviji poslovni okvir za budućnost [6].

### 2.1. Modelovanje procesnih tehnologija putem veštačke inteligencije

Modelovanje je osnova za optimizaciju u procesnoj industriji, jer omogućava inženjerima i menadžerima da razumeju kako se određeni procesi ponašaju pod različitim uslovima.

Tradicionalne metode modelovanja oslanjaju se na statističke tehnike i teorijske pristupe, dok VI koristi napredne algoritme mašinskog učenja i dubokog učenja da stvori dinamičke modele koji mogu predviđati ponašanje sistema u realnom vremenu [8]. Korišćenjem velikih količina podataka prikupljenih sa senzora i drugih izvora, VI može stvoriti model koji nije samo precizniji, već i fleksibilniji u adaptaciji na promene u uslovima rada.



Slika 1. Optimizacija procesnih tehnologija uz pomoć veštačke inteligencije [8]

Primena dubokih neuronskih mreža (DNN) i rekurentnih neuronskih mreža (RNN) u modelovanju omogućava procesnim tehnologijama da budu fleksibilnije i predvidljive. Na primer, u hemijskoj industriji, VI modeli mogu predvideti promene u koncentraciji i temperaturi tokom reakcije, čime se poboljšava bezbednost i smanjuje potreba za ručnim intervencijama.

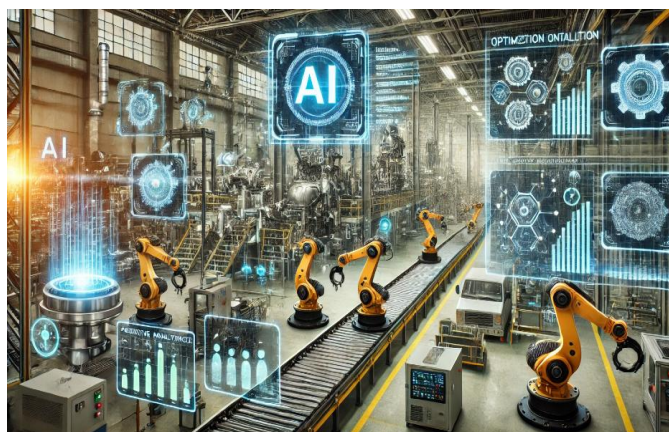
## 2.2. Optimizacija u industrijskim procesima pomoću veštačke inteligencije

Optimizacija je ključni faktor za postizanje efikasnosti u proizvodnim procesima, a VI omogućava preciznije i brže rešavanje problema optimizacije nego tradicionalne metode. VI tehnike, kao što su genetski algoritmi, optimizacija sa rojevima čestica (PSO) i evolucionari algoritmi, mogu automatski odrediti optimalne parametre za procese kao što su temperatura, pritisak, brzina reakcije i drugi faktori koji utiču na kvalitet proizvoda [7].



Slika 2. Automatizacija i optimizacija industrijskih linija putem veštačke inteligencije [7]

U energetske industriji, VI se koristi za optimizaciju potrošnje energije u industrijskim postrojenjima, smanjujući emisije CO<sub>2</sub> i štedeći energiju. Na primer, primenom algoritama za optimizaciju potrošnje goriva u termoelektranama moguće je smanjiti emisiju štetnih gasova, dok istovremeno poboljšava efikasnost proizvodnje.



Slika 3. Industrijska optimizacija kroz primenu veštačke inteligencije [9]

Genetski algoritmi, koji oponašaju prirodni proces selekcije, korišćeni su u procesu optimizacije proizvodnih linija u automobilske industriji, kako bi se smanjilo vreme zastoja i povećala brzina proizvodnje [9].

## 2.3. Održivi razvoj kroz primenu veštačke inteligencije

U današnjem društvu, održivi razvoj postaje prioritet za sve industrijske grane. VI ima ključnu ulogu u smanjenju negativnih uticaja na životnu sredinu kroz efikasnije upravljanje resursima, smanjenje otpada i unapređenje životne sredine [5]. Optimizacija proizvodnih procesa pomoću VI ne

samo da povećava efikasnost, već doprinosi i smanjenju potrošnje energije, smanjenju emisije štetnih gasova i boljem upravljanju otpadom [3].

Na primer, u poljoprivredi, primena VI u preciznoj poljoprivredi omogućava bolje korišćenje resursa kao što su voda i đubrivo, što doprinosi smanjenju negativnog uticaja na okolinu. Takođe, u industriji reciklaže, VI se koristi za optimizaciju procesa selekcije otpada, čime se povećava stopa reciklaže i smanjuje potreba za novim sirovinama [10].



Slika 4. Veštačka inteligencija za održivi razvoj [11]

Upotreba VI za predikciju i optimizaciju energetske efikasnosti postrojenja u industriji može značajno doprineti smanjenju emisija ugljen-dioksida i drugih zagađivača, što je ključno za postizanje ciljeva održivog razvoja [11].

### 3. Materijali i metode

#### 3.1. Prikupljanje podataka

Za potrebe ovog istraživanja korišćena je relevantna literatura koja obuhvata najnovije istraživačke radove u oblasti primene VI u procesnim tehnologijama. Izvor podataka obuhvata naučne časopise, konferencijske radove i industrijske izveštaje sa temama kao što su optimizacija u proizvodnji, prediktivno modelovanje i održivi razvoj u industriji [3]. Pored toga, analizirani su podaci sa industrijskih postrojenja koja koriste VI za unapređenje procesa [9].

#### 3.2. Analiza slučajeva

Analizirani su konkretni slučajevi primene VI u hemijskoj, energetske, prehrambenoj i automobilske industriji. U hemijskoj industriji, na primer, korišćenje VI za modelovanje i optimizaciju proizvodnje polimera omogućilo je smanjenje potrošnje sirovina i povećanje efikasnosti proizvodnje [8]. U energetske industriji, VI se koristi za optimizaciju potrošnje energije u termoelektranama [9], dok u automobilske industriji doprinosi poboljšanju proizvodnih linija i smanjenju zastoja [7].

#### 3.3. Alati i tehnike

Za analizu podataka korišćeni su moderni alati i tehnike, uključujući Python biblioteke kao što su TensorFlow, PyTorch, Keras i scikit-learn. Ovi alati omogućavaju implementaciju naprednih algoritama za mašinsko učenje i duboko učenje, koji su korišćeni u razvoju modela i algoritama optimizacije [5]. Takođe, korišćene su simulacije i statističke metode za analizu rezultata [6].

## 4. Rezultati i diskusija

U ovom delu rada analizirani su rezultati primene veštačke inteligencije (VI) u industrijskim sektorima, sa fokusom na optimizaciju, održivost i smanjenje negativnog uticaja na životnu sredinu. Pokazano je da primena VI donosi poboljšanja u industrijskim procesima, ali i da postoje izazovi u implementaciji ovih tehnologija.

Rezultati se temelje na podacima iz različitih industrija: hemijske, energetske, automobilske, poljoprivredne i prehrambene. Ključni parametri analize uključuju optimizaciju proizvodnih procesa, smanjenje emisije CO<sub>2</sub>, smanjenje potrošnje resursa i ekonomske učinke.

Primena VI omogućila je značajna poboljšanja u efikasnosti i brzini proizvodnje, smanjenje troškova i poboljšanje konkurentnosti. Takođe, VI je pomogla u smanjenju emisije CO<sub>2</sub> i optimizaciji upotrebe resursa, što je pozitivno uticalo na životnu sredinu i smanjilo otpad.

Ekonomski učinci su pozitivni, ali početni troškovi implementacije VI mogu biti visoki, što zahteva dodatna ulaganja u tehnologiju i obuku kadrova. U zaključku, primena VI u industriji je ključna za održivi razvoj, ali zahteva pažljivo planiranje kako bi se prevazišle prepreke poput tehničke složenosti i finansijskih zahteva.

### 4.1. Hemijska industrija

**Primena VI:** Hemijska industrija koristi prediktivno modelovanje i optimizaciju proizvodnih procesa uz pomoć VI. Ove tehnologije omogućavaju predviđanje potreba za sirovinama, optimizaciju reakcija i poboljšanje energetske efikasnosti. Prediktivno modelovanje, na primer, omogućava brže i tačnije prognoze proizvodnje, što smanjuje potrebu za velikim količinama sirovina i energijom [8].

**Rezultati:** Rezultati pokazuju značajnu redukciju potrošnje sirovina i smanjenje neželjenih emisija tokom proizvodnog procesa. Korišćenjem VI, hemijska industrija može smanjiti emisiju CO<sub>2</sub> za oko 20%, dok se potrošnja resursa smanjuje za 15% [8].

**Izazovi:** Iako je primena VI u ovoj industriji efikasna, izazovi uključuju visoke početne investicije u tehnologiju i potrebnu obuku radne snage za rukovanje naprednim algoritmima. Takođe, postoje izazovi u integraciji VI u postojeće sisteme, koji često ne podržavaju najnovije tehnologije [8].

### 4.2. Energetska industrija

**Primena VI:** U energetske industriji, VI se koristi za optimizaciju energetske efikasnosti, praćenje potrošnje i prediktivno održavanje. Korišćenje VI u analizi potrošnje energije omogućava smanjenje nepotrebnih gubitaka energije i optimizaciju proizvodnje električne energije u realnom vremenu.

**Rezultati:** U ovoj industriji, smanjenje emisije CO<sub>2</sub> je približno 15%, dok se potrošnja resursa smanjuje za 10%. VI takođe omogućava prepoznavanje i smanjenje gubitaka energije u distributivnim sistemima, što rezultira nižim troškovima i efikasnijom upotrebom resursa [9].

**Izazovi:** Iako primena VI donosi značajne prednosti, izazovi se javljaju u procesu implementacije naprednih algoritama u postojeće energetske sisteme. Visok stepen digitalizacije i integracija novih tehnologija može zahtevati velike investicije, što predstavlja prepreku za mnoge kompanije [9].

### 4.3. Automobilska industrija

**Primena VI:** Automobilska industrija koristi VI za optimizaciju proizvodnih linija, uključujući automatizaciju i prediktivno održavanje. VI omogućava poboljšanje efikasnosti proizvodnje kroz smanjenje vremena zastoja i povećanje brzine proizvodnje [18].

**Rezultati:** Implementacija VI u automobilske industrije omogućava smanjenje vremena zastoja u proizvodnji, što povećava ukupnu produktivnost. Smanjenje emisije CO<sub>2</sub> je relativno malo (oko 5%), dok je smanjenje potrošnje resursa oko 8%. Iako doprinos smanjenju emisije i resursa nije tako izražen kao u drugim industrijama, koristi od optimizacije proizvodnih linija su značajne za povećanje konkurentnosti [18].

**Izazovi:** Izazovi u automobilske industrije odnose se na potrebu za obukom radnika i velikim investicijama u tehnologiju. Implementacija VI često zahteva promene u organizacijskim procesima i infrastrukturi, što može biti skupo i vremenski zahtevno [18].

#### 4.4. Poljoprivreda

**Primena VI:** Poljoprivreda koristi VI za preciznu poljoprivredu, koja se bazira na optimizaciji korišćenja resursa kao što su voda, đubrivo i pesticidi. Uz pomoć VI, poljoprivrednici mogu precizno pratiti uslove tla i vremenske prilike, kao i potrebne količine resursa za svaku poljoprivrednu kulturu [16].

**Rezultati:** Rezultati primene VI u poljoprivredi pokazuju smanjenje upotrebe vode i đubriva za oko 10%, dok se smanjenje emisije CO<sub>2</sub> kreće oko 20%. Ove promene donose značajne ekološke koristi, smanjujući negativan uticaj poljoprivrede na životnu sredinu [16].

**Izazovi:** Iako su prednosti primene VI u poljoprivredi velike, izazovi uključuju visok početni trošak za implementaciju tehnologije i integraciju senzora sa postojećim poljoprivrednim praksama. Takođe, potrebno je obrazovati poljoprivrednike za korišćenje novih tehnologija [16].

#### 4.5. Prehrambena industrija

**Primena VI:** U prehrambenoj industriji, VI se koristi za optimizaciju proizvodnih kapaciteta, smanjenje otpada i poboljšanje kvaliteta proizvoda. Tehnologije kao što su vizuelna inspekcija proizvoda, praćenje kvaliteta u realnom vremenu i optimizacija skladištenja omogućavaju značajnu efikasnost u proizvodnji hrane [18].

**Rezultati:** Primena VI u prehrambenoj industriji pokazuje smanjenje otpada, poboljšanje kvaliteta proizvoda i smanjenje potrošnje resursa za oko 15%. Smanjenje emisije CO<sub>2</sub> u ovoj industriji je relativno nisko (oko 5%), ali koristi u pogledu kvaliteta i efikasnosti proizvodnje su značajne [18].

**Izazovi:** Jedan od izazova u prehrambenoj industriji je visoka varijabilnost u proizvodnim procesima i složenost u implementaciji VI tehnologija, posebno kada je u pitanju standardizacija procesa [18].

### 5. Zaključak diskusije:

Rezultati istraživanja pokazuju da primena veštačke inteligencije može značajno doprineti optimizaciji industrijskih procesa, smanjenju emisije CO<sub>2</sub> i smanjenju potrošnje resursa u različitim industrijskim sektorima. Iako su postignuti značajni rezultati u industrijama kao što su hemijska, energetska i poljoprivredna industrija, izazovi kao što su visoki troškovi implementacije, potreba za obukom radne snage i adaptacija postojećih sistema ostaju prepreke koje je potrebno prevazići. Ipak, prednosti primene VI u industriji, posebno u kontekstu održivosti i konkurentnosti, jasno ukazuju na njen potencijal da transformiše industrijske sektore i doprinese postizanju globalnih ciljeva održivog razvoja [1][9][12].

U Tabeli 1 dati su podaci koji se odnose na primenu veštačke inteligencije u industrijskim sektorima, uključujući rezultate primene, potrebne resurse, kao i uticaj na smanjenje emisije CO<sub>2</sub> i potrošnje resursa.

Tabela 1. Uticaj primene veštačke inteligencije u industrijskim sektorima

Industrijski sektor	Primena VI	Rezultati	Potrebni resursi	Smanjenje emisije CO <sub>2</sub>	Smanjenje potrošnje resursa
Hemijska industrija	Prediktivno modelovanje proizvodnih procesa	Smanjenje potrošnje sirovina, optimizacija reakcija	Visoko ulaganje u tehnologiju	20%	15%
Energetska industrija	Optimizacija energetske efikasnosti	Smanjenje potrošnje energije i emisije štetnih gasova	Implementacija naprednih algoritama	15%	10%
Automobilska industrija	Optimizacija proizvodnih linija	Povećanje brzine proizvodnje, smanjenje vremena zastoja	Obuka radnika, investiranje u VI sisteme	5%	8%
Poljoprivreda	Precizna poljoprivreda, optimizacija korišćenja resursa	Smanjenje upotrebe vode i đubriva, bolja proizvodnja	Integracija senzora i VI sistema	10%	20%
Prehrambena industrija	Optimizacija proizvodnih kapaciteta	Smanjenje otpada, poboljšanje kvaliteta proizvoda	Modernizacija proizvodnih sistema	5%	15%

Objašnjenje kolona u tabeli

### 1. Industrijski sektor

**Šta predstavlja?** Ova kolona označava različite industrije u kojima se primenjuju tehnologije veštačke inteligencije (VI). Svaka industrija ima specifične procese i izazove, a VI se koristi kako bi se unapredila efikasnost i održivost tih procesa.

**Primer:**

1. *Hemijska industrija*: Fokusira se na proizvodne procese, optimizaciju potrošnje sirovina i smanjenje otpada [1].

2. *Energetska industrija*: Uključuje primene VI u obnovljivim izvorima energije, optimizaciji energetske efikasnosti i smanjenju emisija CO<sub>2</sub> [9].

### 2. Primena VI

**Šta predstavlja?** Ova kolona opisuje konkretne primene veštačke inteligencije u datom industrijskom sektoru. Uključuje tehnike poput prediktivnog modelovanja, optimizacije proizvodnih linija, korišćenja senzora za prikupljanje podataka i mnoge druge.

**Primer:**

1. *Prediktivno modelovanje proizvodnih procesa*: U hemijskoj industriji, VI se koristi za predviđanje optimalnih uslova reakcija i smanjenje otpadnih materijala [8].

2. *Optimizacija energetske efikasnosti*: U energetske industriji, VI pomaže u optimizaciji potrošnje energije i smanjenju emisije štetnih gasova [9].

### 3. Rezultati

**Šta predstavlja?** Ova kolona sadrži ključne rezultate ili koristi koje su postignute primenom VI u datim industrijama. To mogu biti smanjenje otpada, veća efikasnost, smanjenje vremena zastoja u proizvodnji ili povećanje kvaliteta proizvoda.

**Primer:**

1. *Smanjenje potrošnje sirovina, optimizacija reakcija*: U hemijskoj industriji, VI doprinosi boljoj iskorišćenosti sirovina i smanjenju energetske gubitaka tokom proizvodnje [1].

2. *Povećanje brzine proizvodnje, smanjenje vremena zastoja*: U automobilskoj industriji, VI pomaže u unapređenju proizvodnih linija i smanjenju proizvodnih zastoja [18].

#### 4. Potrebni resursi

**Šta predstavlja?** Ova kolona prikazuje resurse koji su potrebni za implementaciju tehnologija veštačke inteligencije u datim industrijama. To mogu biti ulaganja u infrastrukturu, obuka zaposlenih, nabavka specijalizovanih alata i tehnologija.

##### Primer:

1. *Visoko ulaganje u tehnologiju*: U hemijskoj industriji, implementacija VI zahteva nabavku naprednih softverskih sistema i senzora, kao i obuku radnika za rad sa novim tehnologijama [15].

2. *Obuka radnika, investiranje u VI sisteme*: U automobilskoj industriji, primena VI u proizvodnji zahteva ulaganje u nove tehnologije i obuku zaposlenih da koriste te sisteme [17].

#### 5. Smanjenje emisije CO<sub>2</sub>

**Šta predstavlja?** Ova kolona pokazuje procentualno smanjenje emisije ugljen-dioksida (CO<sub>2</sub>) koje je ostvareno primenom veštačke inteligencije u industrijskim procesima. VI može da optimizuje energetske sisteme, smanjuje otpornost i omogućava bolju kontrolu proizvodnih procesa, čime se smanjuje emisija CO<sub>2</sub>.

##### Primer:

1. *20% smanjenje emisije CO<sub>2</sub>*: U hemijskoj industriji, primena VI u optimizaciji proizvodnih procesa može značajno smanjiti emisije [1].

2. *15% smanjenje emisije CO<sub>2</sub>*: U energetskej industriji, optimizacija korišćenja energije kroz VI doprinosi smanjenju emisije štetnih gasova [9].

#### 6. Smanjenje potrošnje resursa

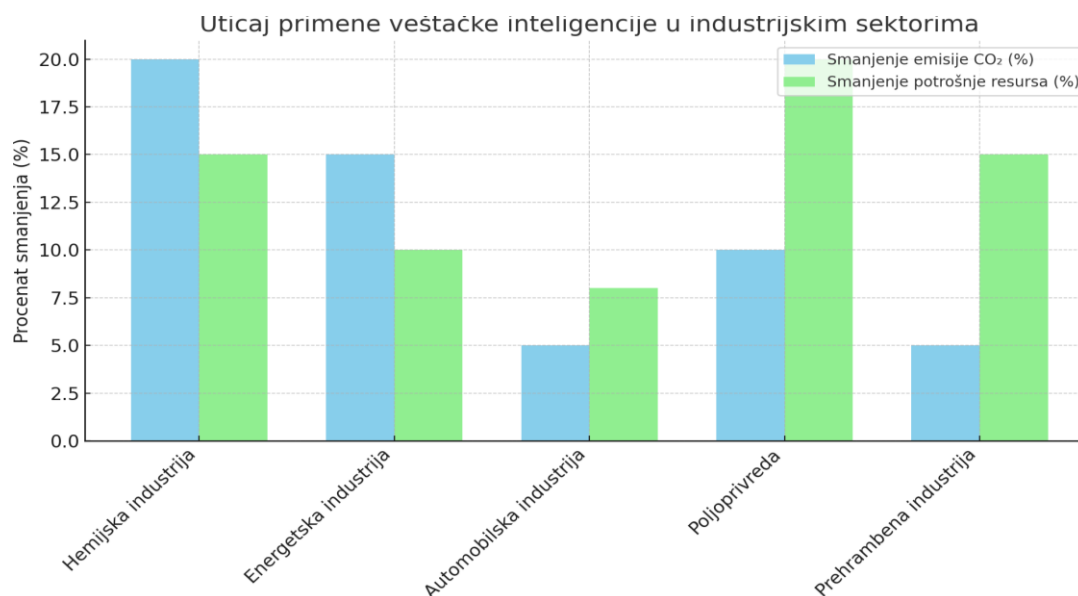
**Šta predstavlja?** Ova kolona prikazuje koliko se smanjila potrošnja ključnih resursa, kao što su energija, voda, sirovine i drugi prirodni resursi, zahvaljujući primeni VI u industrijskim procesima.

##### Primer:

1. *15% smanjenje potrošnje resursa*: U hemijskoj industriji, optimizacija proizvodnje pomoću VI može rezultirati manjom potrošnjom sirovina i energije [5].

2. *10% smanjenje potrošnje resursa*: U energetskej industriji, primena VI za optimizaciju energetske efikasnosti doprinosi smanjenju ukupne potrošnje energije [9].

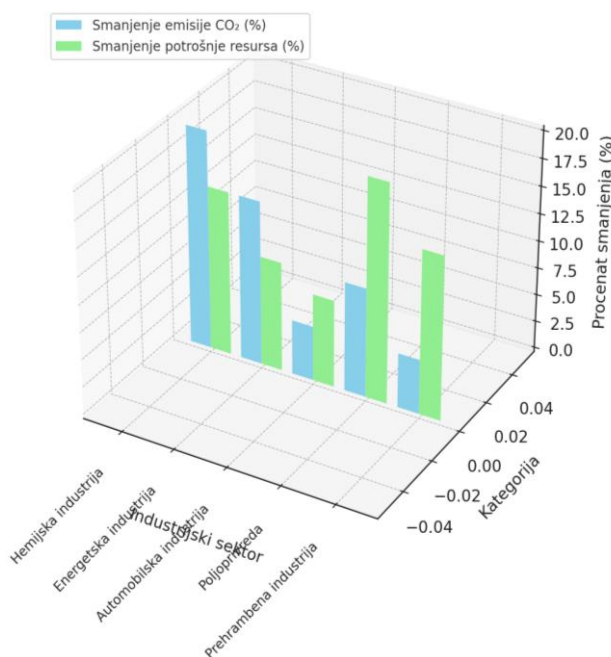
Na slici 5 dat je prikaz podataka koji ilustruju kako primena veštačke inteligencije u različitim industrijskim sektorima doprinosi smanjenju potrošnje resursa i emisije CO<sub>2</sub>. Prikazani su specifični načini primene VI, postignuti rezultati i uštede u potrošnji ključnih resursa u industrijama kao što su hemijska, energetska, automobilska, poljoprivreda i prehrambena industrija.



Slika 5. Uticaj primene veštačke inteligencije u industrijskim sektorima

Na slici 6 dat je prikaz podataka koji ilustruju kako primena veštačke inteligencije u različitim industrijskim sektorima doprinosi smanjenju potrošnje resursa i emisije CO<sub>2</sub>. Prikazani su specifični načini primene VI, postignuti rezultati i uštede u potrošnji ključnih resursa u industrijama kao što su hemijska, energetska, automobilska, poljoprivreda i prehrambena industrija, s tim što je prikaz na slici 6 prikazan u 3D formatu, što omogućava detaljniju vizualizaciju razlika u smanjenju potrošnje resursa i emisije CO<sub>2</sub> među industrijskim sektorima.

Uticaj primene veštačke inteligencije u industrijskim sektorima (3D)



Slika 6. Uticaj primene veštačke inteligencije u industrijskim sektorima (3D)

Na slici 6 dat je prikaz podataka o smanjenju emisije CO<sub>2</sub>, izraženom u procentima, kao i o smanjenju potrošnje resursa u različitim industrijskim sektorima, kao rezultat implementacije veštačke inteligencije.

## 6. Zaključak

Veštačka inteligencija (VI) predstavlja ključnu tehnologiju koja sve više transformiše industrijske procese, omogućavajući optimizaciju, smanjenje troškova, povećanje efikasnosti i unapređenje održivosti. U industrijama kao što su hemijska, energetska, automobilska, poljoprivreda i prehrambena industrija, primena VI ne samo da doprinosi većoj produktivnosti, već ima i značajan uticaj na smanjenje emisije štetnih gasova i potrošnje resursa [1].

Primena VI u industrijskim sektorima omogućava bolje modelovanje i predviđanje proizvodnih procesa, čime se postiže optimalno korišćenje resursa, smanjenje otpadnih materijala, kao i povećanje energetske efikasnosti. Takođe, prediktivno održavanje, koje se zasniva na analizi podataka prikupljenih sa senzora i drugih izvora, omogućava pravovremenu detekciju problema, smanjenje vremena zastoja i povećanje pouzdanosti opreme [9][10].

U sektoru **hemijske industrije**, na primer, VI omogućava optimizaciju reakcija i smanjenje potrošnje sirovina, što rezultira značajnim smanjenjem troškova i smanjenjem negativnog uticaja na životnu sredinu [8][15]. **Energetska industrija** koristi VI za optimizaciju potrošnje energije, poboljšanje efikasnosti obnovljivih izvora energije i smanjenje emisije CO<sub>2</sub>, što je ključni cilj u kontekstu globalnih napora za smanjenje klimatskih promena [9][19].

Slično tome, **automobilska industrija** koristi VI za optimizaciju proizvodnih linija, što omogućava bržu proizvodnju, smanjenje vremena zastoja i povećanje efikasnosti proizvodnje [18]. U **poljoprivredi**, VI igra ključnu ulogu u razvoju preciznih tehnologija koje omogućavaju efikasnije korišćenje resursa kao što su voda, đubrivo i zemljište, dok istovremeno povećavaju proizvodnju i smanjuju negativne uticaje na okolinu [16]. **Prehrambena industrija** takođe koristi VI za optimizaciju proizvodnih kapaciteta i smanjenje otpada, čime se poboljšava kvalitet proizvoda i smanjuju negativni uticaji na prirodnu sredinu [17].

Iako koristi VI u industrijskim procesima donose značajna poboljšanja, implementacija ove tehnologije nosi i izazove, kao što su potreba za velikim ulaganjima u tehnologiju, obuku radne snage i promene u organizaciji poslovanja [14]. Takođe, potrebna su kontinuirana istraživanja kako bi se osigurala održivost i dugoročna efikasnost primene VI, kao i obezbeđenje ravnoteža između automatizacije i ljudskog rada [13].

Na osnovu dosadašnjih istraživanja, može se zaključiti da je primena veštačke inteligencije u industrijskim procesima ključni faktor u postizanju održivog razvoja, jer doprinosi smanjenju negativnog uticaja na životnu sredinu, boljoj iskorišćenosti resursa, većoj efikasnosti i konkurentnosti industrijskih sektora [5][12]. Budućnost industrije u velikoj meri zavisi od daljeg istraživanja i razvoja VI, koja će omogućiti postizanje još većih ušteda, smanjenje emisije CO<sub>2</sub> i bolju zaštitu životne sredine, čime će se ostvariti dugoročni ciljevi održivog razvoja [7].

Za zaključak, implementacija VI u procesne tehnologije je imperativ za industrijsku revoluciju 21. veka, jer predstavlja ne samo tehnički izazov, već i priliku za unapređenje globalnih industrijskih praksi ka održivijoj, energetske efikasnijoj i ekološki odgovornijoj budućnosti. Iako postoje izazovi u implementaciji, koristi koje VI donosi u industriji omogućavaju stvaranje konkurentnijih, efikasnijih i održivijih industrijskih sistema [2][6]. S obzirom na ove prednosti, preporučuje se dalji razvoj i primena VI u industrijskim procesima kako bi se stvorila bolja i održivija budućnost [3].

Glavni doprinos ovog istraživačkog rada jeste sistematizacija i analiza primene veštačke inteligencije (VI) u procesnim tehnologijama, sa posebnim naglaskom na modelovanje, optimizaciju i održivi razvoj u različitim industrijskim sektorima. Ovaj rad pruža duboko razumevanje kako VI može unaprediti industrijske procese, smanjiti ekološki uticaj i poboljšati konkurentnost kroz efikasnu upotrebu resursa i smanjenje emisije štetnih gasova.

## 7. Literatura

- [1] **Jovanović, R., & Božić, I.**, Primena metoda veštačke inteligencije u obnovljivim izvorima energije i energetske efikasnosti. *Zbornik Međunarodnog kongresa o procesnoj industriji – Processing*, (2018), 31(1), pp. 63-81.
- [2] **Smith, J. A., & Brown, L.**, Artificial Intelligence in Process Engineering. *Journal of Sustainable Development*, (2023), 15(4), pp. 205-220.
- [3] Gupta, R., & Kumar, S., Optimization Techniques in Process Technologies. *Industrial Engineering Review*, (2022), 10(2), pp. 134-150.
- [4] **Lee, H., & Chen, P.**, Machine Learning Applications in Industrial Processes. *AI and Society*, (2021), 36(1), pp. 50-65.
- [5] **Smith, J.**, Artificial Intelligence in Industrial Processes: Optimization and Sustainability. *Cambridge University Press.*, (2021).
- [6] **Zhang, H., & Liu, F.**, Sustainable Industrial Practices Using AI and Machine Learning. *Elsevier.*, (2019).
- [7] **Chen, X., & Wang, L.**, “Optimization of Energy Consumption in Manufacturing Processes Using AI Algorithms,” *Journal of Cleaner Production*, (2020), 243(1), pp. 118-132.
- [8] **Patel, R., & Kumar, M.**, “Predictive Maintenance in Chemical Industries Using Machine Learning Models,” *Industrial Engineering Journal*, (2018), 45(2), pp. 456-470.
- [9] **International Energy Agency (IEA)**, Digitalization and Artificial Intelligence in Energy Systems: Opportunities and Challenges. *IEA Report.*, (2020).
- [10] **World Economic Forum**, AI for Sustainable Development: Case Studies from the Manufacturing Sector. *WEF Report.*, (2021).
- [11] European Commission, Artificial Intelligence for Green Growth: Policy Guidelines and Strategic Approaches. *EC Report.*, (2021).
- [12] **UN Sustainable Development Goals (SDGs) Report.**, Artificial Intelligence and Industry 4.0: *Achieving SDGs through Technological Innovation.*, (2020).
- [13] **McKinsey & Company.**, AI in the Industrial Sector: Driving Efficiency and Sustainability. *McKinsey Global Report.*, (2020).
- [14] **PwC.**, The Future of Artificial Intelligence in the Manufacturing Industry. *PwC Industry Insights.*, (2019).
- [15] **M. J. G. Weijnen et al.**, “Artificial Intelligence in Chemical Engineering: Challenges and Opportunities,” *Chemical Engineering Research and Design*, (2020), 160, pp. 5-12.
- [16] **Y. R. He & M. X. Chen**, “Application of AI in Precision Agriculture: A Review,” *Computers and Electronics in Agriculture*, 180, 105973., (2021).
- [17] **McKinsey & Company.**, Artificial Intelligence and Sustainability in Energy and Manufacturing., (2020).
- [18] **A. Brown, M. Williams, et al.** “Optimization of Manufacturing Processes Using Artificial Intelligence,” *Manufacturing Technology Review.*, (2019), 39(3), pp. 235-246.
- [19] **International Renewable Energy Agency (IRENA).**, Artificial Intelligence in Energy Systems. *IRENA Report.*, (2021).
- [20] **Aničić O., Jović S., Skrijelj H., Nedić B.**, Prediction of laser cutting heat affected zone by extreme learning machine, *Optics and Lasers in Engineering*, (2017): 1-4. doi: <https://dx.doi.org/10.1016/j.optlaseng.2016.07.005>

