

## VJEŠTAČKA INTELIGENCIJA KAO FAKTOR EFIKASNOSTI KOD CAD/CAM SISTEMA / ARTIFICIAL INTELLIGENCE AS AN EFFICIENCY FACTOR IN CAD/CAM SYSTEMS

Nafija Filipović, MA Menadžementa i informacijskih tehnologija E-  
mail: [filipovic\\_nafija@hotmail.com](mailto:filipovic_nafija@hotmail.com)

*Pregledni članak*

### **Sažetak:**

Vještačka inteligencija je trenutno rastuća tehnologija koja je općinila intelekt eksperimentatora i istraživača širom svijeta. Ona u sve većoj mjeri postaje sofisticiranija u učenju i rješavanju problema. Budući da se sve više prepliće sa softverom i tehnologijom, za očekivati je da će takva korisna tehnologija sigurno ući u CAD/CAM sisteme i postati njihov sastavni i vitalni dio. Dakle, novi CAD/CAM sistemi će u sebi uključiti neku vrstu inteligencije ili mašinskog učenja. Vještačka inteligencija drastično skraćuje vrijeme za operacije poput kreiranja ili modifikacije dizajna za novi ili postojeći model koji inače obavlja ljudski faktor. Takođe se vjeruje da će u budućnosti potpuno zamijeniti ljudske izvršioce koji će ih nadmašiti u gotovo svakoj funkciji. Ovaj rad ispituje ulogu vještačke inteligencije, kao faktora efikasnosti u CAD/CAM sistemima i uz predstavljanje prednosti i nedostataka njegove implementacije.

**Ključne riječi:** vještačka inteligencija, mašinsko učenje, CAD/CAM sistemi.

### **Abstract:**

Artificial intelligence is currently a growing technology that has captivated the intellect of experimenters and researchers around the world. It is increasingly becoming more sophisticated in learning and problem solving. As it increasingly intertwines with software and technology, it is to be expected that such useful technology will safely enter CAD/CAM systems and become an integral and vital part of them. So, the new CAD/CAM systems will include some kind of intelligence or machine learning. Artificial intelligence drastically reduces the time for operations such as creating or modifying a design for a new or existing model that is otherwise performed by the human factor. It is also believed that in the future they will completely replace human executors who will surpass them in almost every function. This paper examines the role of artificial intelligence as an effective factor in CAD/CAM systems and presents the advantages and disadvantages of its implementation.

**Keywords:** artificial intelligence, machine learning, CAD/CAM systems.

## UVOD

Vještačka inteligencija je eksplodirala kao predmet istraživanja u 21. vijeku, pošto su se hardverski zahtjevi teorijske vještačke inteligencije u 19. i 20. vijeku pretočili u stvarnost. Ovo je dovelo do brzog napretka sa realizacijom više vrsta neuronskih mreža, kao i poboljšanja u skladu sa klasičnim modelima mašinskog učenja kao što su stabla odlučivanja, mašine za vektore podrške itd.<sup>169</sup>

U savremenom privrednom okruženju, koje se zasniva na globalnom tržištu i dominaciji tehnološki visoko razvijenih društava, razvoj, proizvodnja i prodaja proizvoda predstavlja izuzetno zahtjevnu aktivnost.<sup>170</sup>

Proizvodna preduzeća moraju posjedovati sposobnost da brzo razvijaju proizvode prema zahtjevima kupaca. Ovo se posebno odnosi na proizvodna preduzeća sa pojedinačnom i maloserijskom proizvodnjom, odnosno na mala i srednja preduzeća. Stoga je u tom cilju neophodno razvijati nove generacije sistema za razvoj i projektovanje proizvoda, tehnoloških procesa i proizvodnje. Samo novim, integrisanim, efikasnim i korisnički orijentisanim sistemima, proizvodna preduzeća mogu poboljšati svoje sposobnosti za brzo unapređenje svojih konkurentnih prednosti u svrhu zadovoljenja potreba tržišta. U tom smislu, važan aspekt istraživačkog razvojnog aktivnosti predstavlja integracija svih segmenata proizvodnje i uspostavljanje računarske podrške proizvodnje (CIM).

CAD/CAM ili kompjuterski potpomognuto projektovanje/proizvodnja potpomognuta računarskom započeta je na samom startu kao softver za 2-dimenzionalni dizajn i crtanje. Danas se CAD/CAM softverski sistemi koriste za projektovanje i proizvodnju prototipova, gotovih proizvoda i proizvodnih ciklusa. Stoga, CAD/CAM sistemi pokrivaju širok spektar primjena od crtanja nacrtu jednostavnih modela do komplikovanih 3D modela i alata za dizajn.

CAD/CAM učinilo je konkurentskim faktorom na sve konkurentnijem tržištu, između ostalog, kroz uključivanje atributnih softverskih informacija u bazu podataka dodjeljivanjem fizičkih značenja grafičkom predstavljanju komponenti i sl.<sup>171</sup> Takođe, to je omogućilo CAD/CAM-u, novu metodologiju u projektovanju i proizvodnji u ovoj oblasti, kao što je koincidentni

<sup>169</sup> I.Baig et al (2022) *Artificial Intelligence in Dentistry: Literature Review*, Journal of Pharmaceutical Research International, Volume 34, Issue 53B, p.7.

<sup>170</sup> S.Borojević (2015) *Razvoj sistema za simultano projektovanje proizvoda i tehnoloških procesa*, Doktorska disertacija, Fakultet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, str.1.

<sup>171</sup> Ng, Kok Weng & Poynting, Simon (1995) *Artificial Intelligence in CAD/CAM*.

inženjering ili simultani inženjering za smanjenje vremena izrade. Stoga je smanjenje vremena isporuke proizvoda značajna konkurentna prednost.<sup>172</sup>

Uvođenje znanja o vještačkom dizajnu i pomoći u CAD/CAM softveru omogućit će distribuciju sofisticiranog dizajna i pomoći i znanja u proizvodnji svim njegovim operaterima. Ovaj proces će u značajnoj mjeri unaprijediti ukupne performanse dizajna i značajno reducirati period projektovanja. Sektor vještačke inteligencije dobio je nemjerljivu količinu pažnje i resursa, a razlog tome leži u efikasnosti mašina, koje mogu da preciznim radnjama zamijene ogromne količine manuelnih pokušaja i grešaka, kao i truda. Osim toga, vještačka inteligencija može da ukaže na postojeće greške, što će smanjiti vrijeme i trud stručnjaka koji ulažu u pravljenje kvalitetnog proizvoda.<sup>173</sup>

Vještačka inteligencija i mašinsko učenje takođe nalaze primjenu u širokom spektru oblasti, uključujući vojna vozila i sisteme. Dalja primjena vještačke inteligencije vrši se u oblasti satelita i monitoringa životne sredine.

## 1.ZNAČAJ VJEŠTAČKE INTELIGENCIJE U CAD -CAM/u

Vještačka inteligencija AI (AI – eng. Artificial Intelligence) je dio računarskih nauka koji se bavi projektovanjem inteligentnih računarskih sistema, odnosno sistema koji ispoljavaju osobine koje povezujemo sa ljudskim ponašanjem, kao što su učenje, rasuđivanje, rješavanje problema i razumijevanja jezika.<sup>174</sup> Glavni cilj je da se pomoću računara simulira ljudsko ponašanje. Ljudsko ponašanje bazira se na znanju i korištenju znanja, a upravo to su ključne karakteristike vještačke inteligencije. Sposobnost zajedničkog uspostavljanja relevantnih principa i alata vještačke inteligencije, u svrhu rješavanja složenih aplikacionih problema, naziva se inženjerstvo znanja.

Vještačka inteligencija se ponekad naziva mašinska inteligencija, odnosno softverska tehnika koju programi koriste kako bi pokazali ponašanje koje se obično identifikuje sa ljudskom inteligencijom.<sup>175</sup> Tipična vještačka inteligencija analizira okruženje i preduzima aktivnosti koje uvećavaju njegove šanse za uspjeh.<sup>176</sup>

<sup>172</sup> A. Kusiak (1993) *Concurrent engineering, automation, tools and techniques*, John Wiley & Sons.

<sup>173</sup> G. Baev (2014) *Satellite Environmental Monitoring of Atmosphere in Aid of the Ecological and National Security*, The 20th International Conference The Knowledge-Based Organization "Technical Science and Military Technology" 12-14 June 2014, "Nicolae Balcescu" Land Force, Academi, Sibiu, Romania., pp.13-16, ISSN

<sup>174</sup> S.Borojević, *op.cit.*, str.92.

<sup>175</sup> B. Wendy Rauch-Hidin (1988) *A Guide To Commercial Artificial Intelligence*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.

<sup>176</sup> Legg & Hutter (2007) *Definition of AI as the study of intelligent agents*.

Neki od naefikasnijih CAD/CAM softvera pružaju operateru širok spektar moćnih karakteristika kao što su: optimizacija dizajna, funkcija analize i uputstva za dizajn. Stariji CAD/CAM sistemi zahtijevaju od dizajnera da uzme u obzir ne samo aspekte projektovanja već i one u proizvodnji, jer ih takođe treba optimizovati. Dakle, dizajner treba da ima i dizajnersko i proizvodno znanje i iskustvo koje mu omogućava da efikasno dizajnira. Stoga, postoji potreba da se inkorporiraju koncepti dizajna i proizvodnje, kao i iskustvo dobrog dizajnera u CAD/CAM/u.<sup>177</sup> Sa karakteristikama ugrađenim u CAD/CAM sisteme, one mogu pomoći operateru u donošenju odluka i optimizaciji dizajna.

Sistemi zasnovani na znanju baziraju se na činjeničnom znanju i heuristici, a ne na pametnom programiranju, iako posjeduju i stručnost i konceptualne informacije. Sistemi ekspertskog znanja sadrže tri osnovne komponente, i to: kontrolni mehanizam, bazu znanja i mehanizam zaključivanja. Osnovna razlika između ove vrste sistema i konvencionalnih sistema je u tome što gore pomenuti modulišu podatke, mehanizam zaključivanja i kontrolisani mehanizam. Ovaj proces omogućava promjene u sistemu samo modifikacijom baze znanja, zahvaljujući kojoj ona raste kako stručnjaci koji stoje iza njega koriste softver, koji zauzvrat nastavlja da dodaje informacije u cilju optimizacije performansi. Stoga je ugradnja karakteristika baze znanja u CAD/CAM sisteme veoma važna i predstavljaće značajnu prednost. Sa druge strane, neuronske mreže se veoma razlikuju od sistema zasnovanih na znanju. Vještačke neuronske mreže ili konekcionistički sistemi su računarski sistemi koji su inspirisani, ali nisu identični biološkim neuronskim mrežama koje čine životinjski mozak. Takvi sistemi „uče“ da izvršavaju zadatke razmatranjem primjera, uglavnom bez programiranja sa pravilima specifičnim za zadatak. Ovo je veoma važan alat za buduće CAD/CAM sisteme jer može poslužiti kao alatka za predloge dizajna gdje je dizajner nesiguran. Takav sistem može dizajneru da preporuči nova i inovativna dizajnerska rešenja.

### **1.1. CAD/CAPP integracija bazirana na primjenivještačke inteligencije**

Proizvodni sistemi u razvijenim zemljama značajno su se promijenili, prije svega zbog primjene naprednih proizvodnih tehnologija. Danas proizvodni sistemi nastoje da osvoje i održavaju status svjetske klase kroz automatizaciju koju omogućavaju programski sistemi, kao što su CAD/CAPP/CAM, ERP, MRP i PLM. Razvoj CAD/CAPP/CAM sistema evoluirao prema zahtjevima inteligentnih proizvodnih sistema IMS (IMS – eng. Intelligent Manufacturing Systems). Sistemi koji pripadaju ovoj klasi mogu da se okarakterišu sposobnošću da riješe probleme bez detaljnih, eksplicitnih algoritama dostupnih za svaku proceduru dobijanja rješenja. Takođe, ovi sistemi mogu da riješe probleme i pored nepoznavanja svih činjenica,

---

<sup>177</sup> Lucas(2016) *Artificial Intelligence vs. Human Intelligence* (Man vs. Machine)

matematičkih odnosa i modela koji generišu deterministička i jedinstvena rješenja. Kako bi inteligentni proizvodni sistem mogao ostvariti svoju funkciju i cilj, potrebna je ogromna količina proizvodnog znanja. Jedan od načina obezbjeđenja i korišćenja znanja u inteligentnim proizvodnim sistemima je pomoću metoda vještačke inteligencije.

Poznato je da CAD/CAPP/CAM integracija zahtijeva korištenje tehnika koje se baziraju na neformalnim znanjima, nealgoritamskim tokovima podataka i procedurama koje je teško matematički modelirati. Ove zahtjeve rješavaju tehnike bazirane na AI, koje su projektovane za memorisanje, prezentaciju, organizovanje i korišćenje znanja pomoću računara. Tehnike bazirane na AI koje se najčešće primjenjuju prilikom CAD/CAPP/CAM integracije su:

- Ekspertni sistemi (ES – eng. ExpertSystem),
- Vještačke neuronske mreže (ANN – eng. Artificial Neural Network),
- Fuzzy logika (FL – eng. FuzzyLogic), □ Heuristički algoritmi i □ Hibridne tehnike.

## 1.2. CAD/CAPP integracija na bazi ekspertnih sistema

Ekspertni sistem (ES), koji se naziva i sistem baziran na znanju, predstavlja inteligentni programski sistem koji koristi tehnike znanja i rezonovanja pri rješavanju problema. Ekspertni sistem može simulirati spoljašnje ponašanje eksperta ili modelirati unutrašnje mentalne procese eksperta.<sup>178</sup> Ekspertni sistemi su posebno korisni za probleme koji se baziraju na ograničenom domenu znanja. Za razliku od konvencionalnih programa, ekspertni sistemi mogu da objasne svoje postupke, opravdaju svoje zaključke i ponude krajnjim korisnicima detaljno znanje koje sadrže. Postoji mnogo definicija ekspertnih sistema, ali jednu od najprihvatljivijih dalo je britansko društvo za računare:

„Pod ekspertnim sistemom podrazumijeva se uspostavljanje, unutar računara dijela vještine nekog eksperta, koja bazira na znanju i u takvom je obliku da sistem (računar) može da ponudi inteligentne savjete ili da preuzme inteligentne odluke o funkciji, koja je u postupku. Ekspertni sistem posjeduje i karakteristiku da na zahtjev korisnika verifikuje svoju liniju rezonovanja, tako da direktno obavještava korisnika, koji postavlja pitanja.”<sup>179</sup>

Jedna od glavnih razlika između konvencionalnih i ekspertnih sistema predstavlja znanje koje je odvojeno od algoritamske strukture. U toku rada sa ekspertnim sistemom, znanje je lako dostupno dok se algoritamski tok i obrada podataka vrši i kao i kod konvencionalnih programa.

<sup>178</sup> V. Jovišević (2002) *Automatizacija projektovanja tehnoloških procesa*, Univerzitet u Banjaluci, Mašinski fakultet Banjaluka.

<sup>179</sup> A. Veljović (1990) *Elementi ekspert sistema za projektovanje tehnoloških procesa*, Mašinski fakultet, JUPITER Asocijacija, Beograd, ISBN 86-7083-141-4.

Struktura i organizacija ekspertnih sistema je u suštini standardna i sastoji se baze znanja, mehanizma za zaključivanje, modula za akviziciju znanja, korisničkog interfejsa, radne memorije, modula za poboljšanje znanja i modula za objašnjenje znanja. Korisnički interfejs obezbjeđuje dvosmjernu komunikaciju između korisnika i mehanizma za zaključivanje. Ovaj element ekspertnog sistema ima funkciju da korisniku riješi i problem korištenjem ekspertnog sistema. Baza znanja sadrži činjenice i heuristiku koja čini znanje nekog eksperta. Baza znanja se razlikuje od tipične datoteke podataka ili baze podataka. U bazi podataka, znanje o domenu problema je implicitno predstavljeno strukturom baze podataka. Stvarni sadržaj baze podataka su činjenice, podaci i informacije, prije nego znanje. Sa druge strane, u ekspertnom sistemu, znanje o problemu se eksplicitno predstavlja u bazi znanja. Baza znanja je obično izražena u obliku „ako - onda“ pravila ili okvira. Ekspertni sistemi funkcionišu na bazi korištenja ovih pravila pomoću mehanizma za zaključivanje. Mehanizam za zaključivanje je procesor znanja, koji na osnovu opisa problema, pokušava da pronađe rješenje, uz pomoć činjeničnog i prethodno definisanog znanja. Izdvajanje zaključaka na osnovu poznatih činjenica iz domena znanja predstavlja osnovnu namjenu mehanizma za zaključivanje.

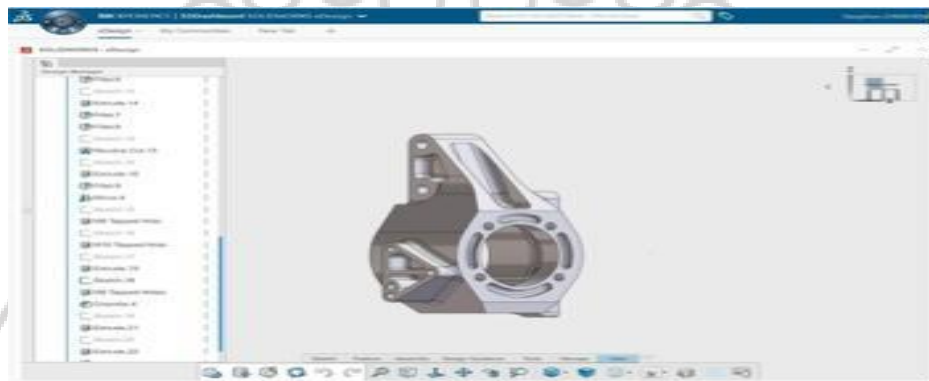
## 2. FUNKCIJE VJEŠTAČKE INTELIGENCIJE U POSTOJEĆIM CAD/CAM SOFTVERSKIM SISTEMIMA

Različiti proizvođači su na različite načine implementirali perspektivu vještačke inteligencije CAD/CAMu. Takođe, vodeći programeri CAD/CAM softvera su implementirali ili planiraju da implementiraju različite alate vođene vještačkom inteligencijom u svojim softverskim proizvodima. U softverskim proizvodima, vještačka inteligencija je implementirana u obliku alata koji operater može da koristi. Kompanija Dassault Systems sa svojim softverskim proizvodom SOLIDWORKS je primjer kompanije koja je već implementirala vještačku inteligenciju (AI) u okviru svog softvera preklapanjem AI u SOLIDWORKS CAM 2018 i Ksdesign 2019. SOLIDWORKS kDesign kombinuje CAD modeliranje i saradnju u oblaku pomoću veb pretraživača (Slika 1). Ksdesign je alatka zasnovana na vještačkoj inteligenciji u SOLIDWORKS-u koja je koristila smjernice za dizajn kako bi pomogla inženjerima da kreiraju najprikladniji oblik za dio koji najbolje odgovara zadacima za realizaciju.<sup>180</sup> Takođe, dizajner unosi informacije o ograničenjima i opterećenjima na modelu i na osnovu ovih podataka vještačka inteligencija automatski kreira geometriju tijela. SOLIDWORKS kDesign uključuje jednostavnu upotrebu sa inovativnim metodologijama dizajna i saradnjom u oblaku.<sup>181</sup>

<sup>180</sup> J. Thilmany (2017) *Putting Artificial Intelligence to Work in CAD Design*, <https://www.engineersrule.com/solidworks-puts-artificial-intelligence-work/>.

<sup>181</sup> B. Williamson (2019) *SOLIDWORKS xDesign: An Elegant Way to Work*, <https://blogs.solidworks.com/solidworksblog/2019/03/solidworks-xdesign-an-elegant-way-to-work.html>.

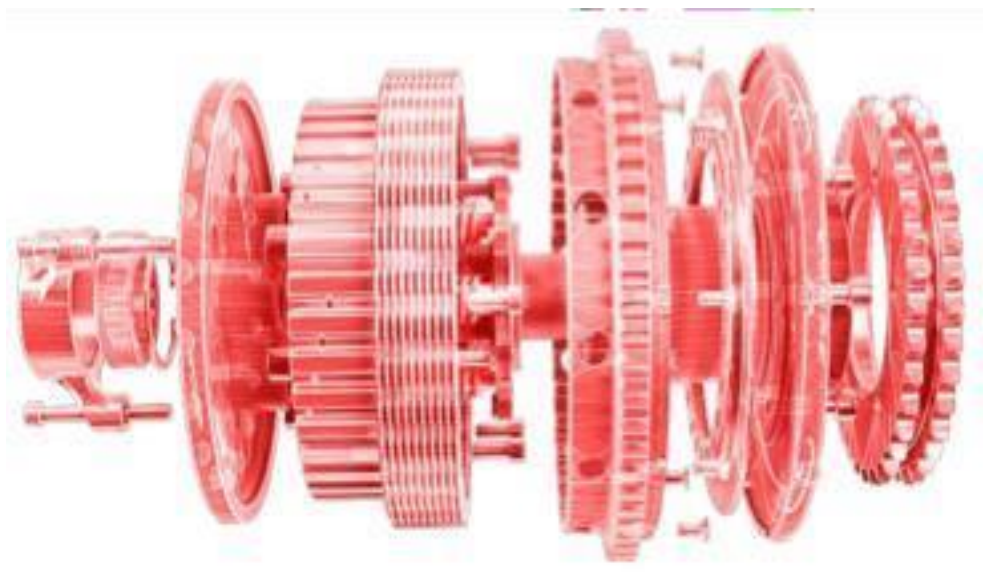
Jednostavnost korišćenja dolazi sa mogućnošću pristupa softveru zasnovanom na oblaku iz našeg pretraživača s obzirom da operater ima i akreditivne za prijavu. Ovo omogućava gotovo trenutnu primjenu, omogućavajući kompanijama da brzo dodaju svoj CAD portfolio i kada se ukaže potreba. Tamo gdje vještačka inteligencija vodi i pomaže operateru, ona generiše rješenja tokom dizajniranja modela.



**Slika 1:** xDesign web baziran interfejs<sup>182</sup>

*Exalead OnePart* - Jedan dio koji je takođe razvio Dassault Systemes je softverska platforma vođena vještačkom inteligencijom. OnePart je sposoban da prepozna sličnosti u različitim modelima i provjerava da li dolazi do dupliranja dijela. Alat može biti veoma koristan u slučajevima reorganizacije kompanija, inovacija, spajanja, globalnih projekata, budući da obezbjeđuje skup aplikacija za klasifikaciju imovine kompanije, te identifikaciju glavnih djelova za ponovnu upotrebu. Takođe, osigurava da inženjering izabere željeni dio bez ponovnog kreiranja dijela koji već postoji u biblioteci dizajna. Alat takođe omogućava operateru da pronade i koristi postojeće djelove, 2D i 3D dizajn i srodnu dokumentaciju o proizvodu i proizvodnji kako bi redukovao dupliranje (*Slika 2*).

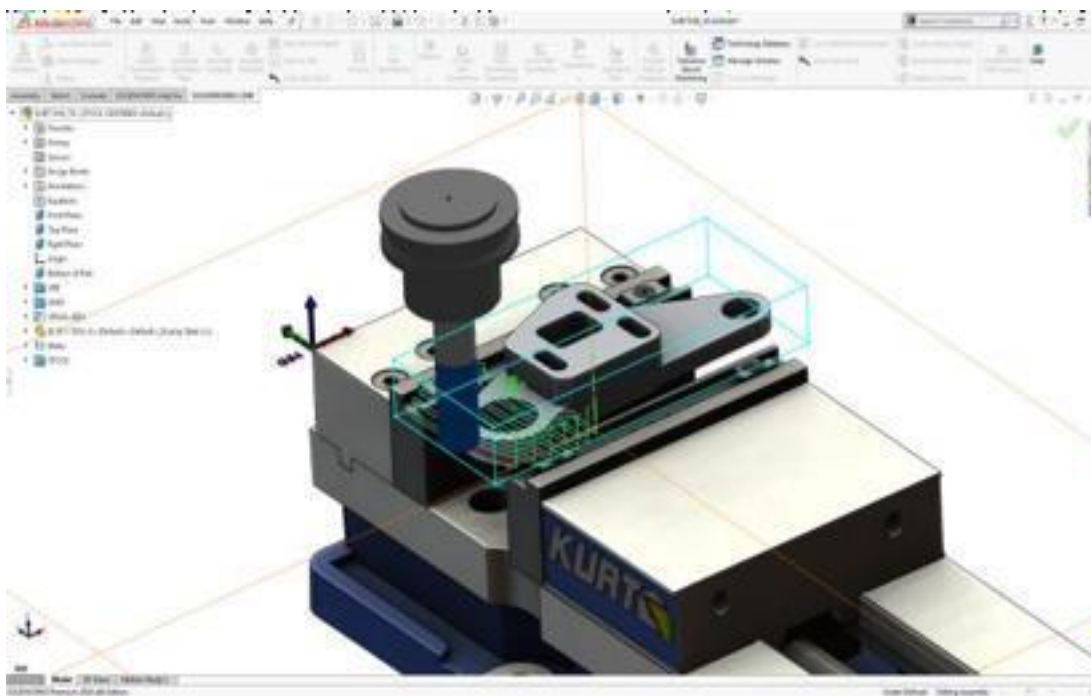
<sup>182</sup> M.Dimitrov et al. (2018) *Application of artificial intelligence and machine learning in CAD/CAM systems*, Proceedings of International Scientific Conference — Defense Technologies I, Faculty of Artillery, Air Defense and Communication and Information Systems, p.533. <sup>15</sup>M.Dimitrov, et al., p.533.



**Slika 2:** OnePart<sup>15</sup>

Alat je sposoban da otkrije svu IP imovinu korisnika bez njihove migracije na 3DEkperience platformu. Alat samo migrira relevantne podatke (podatke koji se ne dupliraju) smanjujući troškove i ubrzavajući migraciju, omogućavajući funkcije kao što su ponovna upotreba i standardizacija, te na taj način povećava inženjersku efikasnost.

SOLIDVORKS CAM – SolidVorksCam pokreće CAM Vorks iz HCL Technologies. Vještačka inteligencija automatski generiše proizvodnu putanju CAM alata, nakon dizajna. Ovaj CAM softver je koristio CAD modele dok generiše putanju alata za kompjuterski potpomognutu proizvodnu mašinu (Slika 3). Inženjeri i dizajneri koji koriste CAM mogu procijeniti ranije dizajn u procesu projektovanja kako bi osigurali da se mogu proizvesti, čime se izbjegavaju troškovi proizvoda i kašnjenja. U suštini, SOLID-VORKSCAM je sposoban da uhvati strategije dizajna, a istovremeno prepozna karakteristike i vrste materijala. Ove mogućnosti omogućavaju alatu da kreira CAM rješenje koje je potpuno automatizovano.



**Slika 3:** SOLIDVORKS CAM automatski generiše proizvodnu putanju alata<sup>183</sup>

SOLIDVORKS CAM je takođe sposoban da razumije tolerancije unutar datog dijela fajla i da u skladu sa tim promijeni strategije obrade. Ovo pomaže u održavanju dosljednosti prilikom programiranja i štedi vrijeme korištenjem informacija koje su već kreirane u 3D modelu. Proces takođe smanjuje mogućnost greške i mogućnost da nedostaje dimenzija na tradicionalnom crtežu.<sup>184</sup> Još jedna mogućnost SOLIDVORKS CAM-a je VoloMill tehnologija koju obezbjeđujeCAMVorks. Ova naučno zasnovana putanja alata omogućava korisnicima da povećaju učinak dok produžavaju vijek trajanja alata i smanjuju habanje mašine uz mogućnost korišćenja na konvencionalnim mašinama sa standardnim alatima. Budući da CAD i CAM djeluju kao jedan sistem unutar SOLIDVORKS CAM-a, to čini CAM jednostavnijim za korisnike softvera. Alat proizvođača otvara put ka tome da CAM bude sveprisutan na desktop računarima inženjera, na način na koji se 3D CAD sada manje- više koristi u industriji koja se nekada oslanjala na 2D crteže.

<sup>183</sup> M.Dimitrov,et al., p.534.

<sup>184</sup> M.Buchli(2017) *What's New in SOLIDWORKS CAM 2018*,  
<https://blogs.solidworks.com/solidworksblog/2017/10/whats-new-solidworks-cam-2018.html>.

*Denoiser vještačke inteligencije* – predstavljaju još jedan alat koji imolementiravještačka inteligencijakroz DassaultSistems (Slika 4). Kreiran je od strane INVIDIA i koristi mašinsko učenje i vještačku inteligenciju, proučavajući hiljade slika i primjera projektnih datoteka.<sup>185</sup> AI Denoiser omogućava Visualize-u da predvidi i eliminiše šum na slikama povećavajući gotovo deset puta brže kvalitet rezultata. Visualize je već poznat po brzom prikazivanju, međutim, ovaj AI Denoiser podiže brzine prikazivanja na drugi nivo.<sup>186</sup> Ovo zaista čini Visualize najbržim i najlakšim za korišćenje alatom za vizuelizaciju koji je do sada bio dostupan na tržištu. AI Denoiser je takođe sposoban da radi u režimima brzog i preciznog prikazivanja na različitim podešavanjima. Značajno je naglasiti da vještačka inteligencija i mašinsko učenje takođe nalaze veliku primjenu u geografskoj transformaciji slika i analizi slika.



**Slika 4:** Efekat Denoiser alata na sliku, sa lijeve strane, alatka je na uklanjanju šuma sa slike<sup>187</sup>  
*Generativni dizajn* – je inovativan pristup koji koristi vještačku inteligenciju koju je razvio AUTODESK. Radi se o procesu pronalaženja oblika koji može oponašati prirodni evolutivni pristup dizajnu. Kompjuterski naučnici su pronašli načine da pomognu u procesu projektovanja

<sup>185</sup> B.Hillner. (2018)*Introducingthe New*

*ArtificialIntelligenceDenoiser*,<https://blogs.solidworks.com/solidworksblog/2018/02/introducing-new-artificial-intelligence-denoiser.html>.

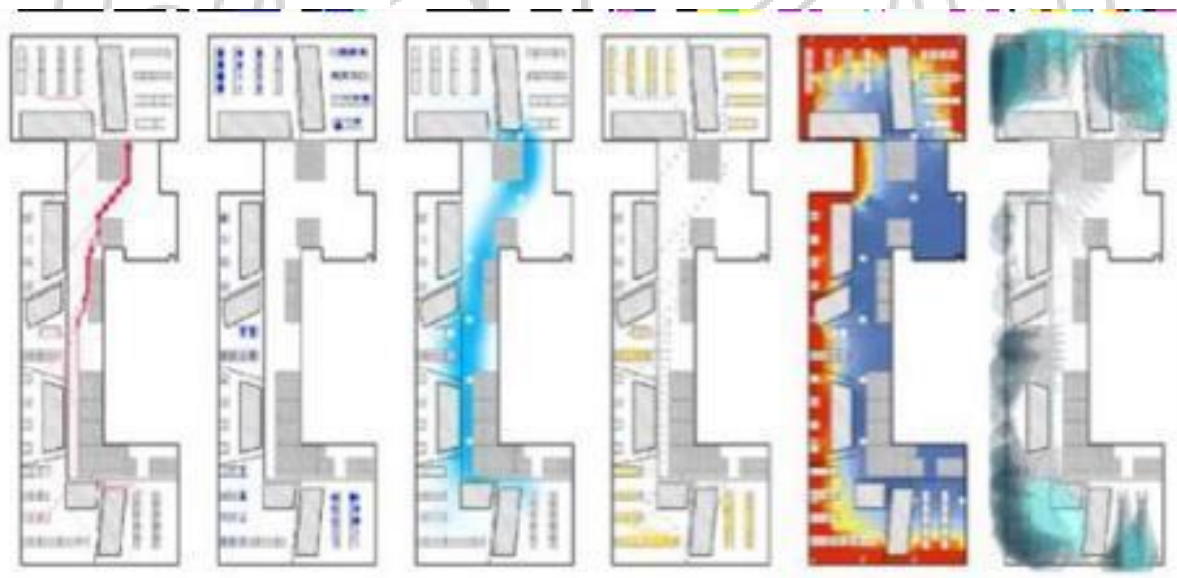
<sup>186</sup> T. Petrova (2012) *Primena analize histograma u obradi slike*, Zbornik izveštaja sa Naučnog skupa „100 godina bugarske borbene avijacije“, Dolna Mitropolija.

<sup>187</sup> A. Rajagopal, Ch.Tetrick (2018)*The Rise of AI andMachineLearning in Construction*.

zgrade. Obično počinje sa jasnim određivanjem ciljeva dizajna, a zatim se istražuje bezbroj mogućih permutacija rješenja kako bi se pronašla najbolja opcija. To postaje jasnije sa primjerom koji je naveden na *Slici 5*.

Autodesk tim u Torontu preselio se u novu zgradu koja je projektovana korišćenjem novog procesa projektovanja. Istraživači su koristili generativni dizajn da im pomognu u pronalaženju idealnog dizajna za zgradu koja je zadovoljila sve njihove potrebe. Proces je počeo sa razumijevanjem svih parametara koji bi bili važni za stanare poslovne zgrade — preferencija susjednosti, preferencija stila rada, zujanje, produktivnost, dnevno svjetlo i pogled spolja. Prikupljeni podaci se zatim unose u kompjuterski sistem koji razumije ove parametre dizajna zajedno sa zahtjevima fizičke lokacije.

Algoritam je zatim proizveo nekoliko dizajna, koji odgovaraju svim ovim potrebama koje arhitekta može da izabere da bi odgovarao stilu i drugim potrebama. Pošto je ovaj proces bio veoma brz, bilo je lako napraviti iskustvo dizajna i raditi i reformisati konačni dizajn na osnovu nekoliko razgovora. Generativni dizajn bi takođe mogao da podigne efikasnost i ekonomičnost cjelokupnog procesa razvoja tako što proizvodi dizajne koji poboljšavaju raspored i koordinaciju između više zainteresovanih strana.



**Slika 5:** S lijeva na desno, svaki plan je prekriven simulacijom sledećih parametara: preferencija susjednosti, preferencija stila rada, zujanje, produktivnost, dnevno svjetlo i pogledi spolja

## ZAKLJUČAK

Tehnologija vještačke inteligencije i mašinskog učenja vremenom sve više postaje sofisticiranija. Različite kompanije implementiraju još više alata vođenih vještačkom inteligencijom i mašinskim učenjem u svoje softverske proizvode. Ovi alati u velikoj mjeri pomažu inženjerima u donošenju odluka i rješavanju problema, a istovremeno povećavaju njihov učinak i jednostavnost rada. Za očekivati je da će u narednom periodu sve više i više kompanija kreirati sopstvene alate vještačke inteligencije, na primjer, one čija je svrha kontrola kvaliteta ili one koje poboljšavaju i proširuju definiciju zasnovanu na modelu. Potpuna automatizacija vođena vještačkom inteligencijom je takođe oblast u kojoj će vještačka inteligencija igrati vodeću ulogu u budućim napretcima. Sudeći po sve bržem razvoju vještačke inteligencije i mašinskog učenja, za nekoliko godina mogli bismo vidjeti da vještačka inteligencija obavlja sav inženjering i modeliranje, dok će kreativno razmišljanje biti prepušteno inženjeru. Za očekivati je da će mašinsko učenje i vještačka inteligencija tu definitivno ostati i nastaviti da se poboljšavaju i impresioniraju svojim karakteristikama u CAD/CAM sistemima. Stoga se sa sigurnošću može pretpostaviti da se to zaista isplati, ukoliko se uzme u obzir količinu investicija i promjena koje je pretrpio sektor vještačke inteligencije.

## LITERATURA

1. Baev G. (2014) *Satellite Environmental Monitoring of Atmosphere in Aid of the Ecological and National Security*, The 20th International Conference The Knowledge-Based Organization "Technical Science and Military Technology, Nicolae Balcescu" Land Force, Academy, Sibiu, Romania., pp.13-16, ISSN
2. Baig I. et al (2022) *Artificial Intelligence in Dentistry: Literature Review*, Journal of Pharmaceutical Research International, Volume 34, Issue 53B.
3. Borojević S. (2015) *Razvoj sistema za simultano projektovanje proizvoda i tehnoloških procesa*, Doktorska disertacija, Fakultet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka.
4. Buchli M. (2017) *What's New in SOLIDWORKS CAM 2018*, <https://blogs.solidworks.com/solidworksblog/2017/10/whats-new-solidworks-cam-2018.html>.
5. Dimitrov M. (2018) *Application of artificial intelligence and machine learning in CAD/CAM systems*, Proceedings of International Scientific Conference — Defense Technologies, Faculty of Artillery, Air Defense and Communication and Information Systems.
6. Hillner B. (2018) *Introducing the New*

*ArtificialIntelligenceDenoiser*,<https://blogs.solidworks.com/solidworksblog/2018/02/introducing-new-artificial-intelligence-denoiser.html>.

7. Jovišević V. (2002) *Automatizacija projektovanja tehnoloških procesa*, Univerzitet u Banjaluci, Mašinski fakultet Banjaluka.
8. KokNg, Weng&Poynting S. (1995) *ArtificialIntelligence in CAD/CAM*.
9. Kusiak A. (1993) *Concurrentengineering, automation, toolsandtechniques*, John Wiley&Sons.
10. Legg&Hutter (2007) *Definitionof AI as thestudyofintelligentagents*.
11. Lucas (2016) *ArtificialIntelligencevs. Human Intelligence* (Manvs. Machine)
12. Petrova T. (2012) *Primena analize histograma u obradi slike*, Zbornik izveštaja sa Naučnog skupa „100 godina bugarske borbene avijacije“, Dolna Mitropolija.
13. Rajagopal A., TetrickCh. (2018) *The Rise of AI andMachineLearning in Construction*.
14. ThilmanyJ. (2017) *PuttingArtificialIntelligence to Work in CAD Design*,<https://www.engineersrule.com/solidworks-puts-artificial-intelligence-work/>.
15. Veljović A. (1990) *Elementi ekspert sistema za projektovanje tehnoloških procesa*, Mašinski fakultet, JUPITER Asocijacija, Beograd, ISBN 86-7083-141-4.
16. WendyRauch-HidinB. (1988) *A Guide To CommercialArtificialIntelligence*, PrenticeHall, EnglewoodCliffs, New Jersey.
17. Williamson (B. 2019) *SOLIDWORKS xDesign: AnElegantWay to Work*, <https://blogs.solidworks.com/solidworksblog/2019/03/solidworks-xdesign-an-elegant-way-to-work.html>.