

# Uporaba nevronske mreže za podporo ekspertne ocene projektov v proizvodnji orodij

Blaž Florjanič<sup>1,\*</sup> – Edvard Govekar<sup>2</sup> – Karl Kuzman<sup>2</sup>

<sup>1</sup> iMold d.o.o., Slovenija

<sup>2</sup> Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo, Slovenija

Proizvodnja orodij je individualen proizvodni proces, za katerega je značilen projektni pristop. Proizvodnja orodij zajema zelo specifičen segment v življenjskem ciklusu izdelka. Nahaja se med razvojem izdelka in serijsko proizvodnjo. Vsak projekt v orodjarstvu je unikaten, neponovljiv. Ena ključnih aktivnosti je zgodnja faza ocene virov, potrebnih za izvedbo projekta. Ta faza določa konkurenčnost proizvodnje. Pravilne ocene v zgodnjih fazah projekta so ključne za njegovo uspešno realizacijo. Namen raziskav je zgraditi zanesljiv in časovno učinkovit ocenitveni model za napovedovanje obsega izdelovalnih časov pri izdelavi orodij za injekcijsko brizganje termoplastov. Obseg izdelovalnih časov je seštevek vseh strojnih proizvodnih ur (časov obdelav), ki so potrebne za izdelavo orodja. Za proizvodnjo orodij je značilno, da se v naročilo realizira manj kot 10% vseh povpraševanj, v rabi pa je pretežno še vedno intuitivni ali heuristični pristop za reševanje predmetnega problema. Namen prispevka je predstaviti cenitveni model za oceno obsegov izdelovalnih časov ob zadovoljivi natančnosti, kar hkrati predstavlja tudi orodje za ovrednotenje ekspertnih ocen. Pri tem se kot podpora pri oceni obsega izdelovalnih časov uporabi model, ki temelji na računalniški simulaciji nevronske mreže.

Raziskovalne metode temeljijo na metodah empiričnega opisa in modeliranja. Osrednja naloga raziskave je kvantifikacija vhodnih faktorjev (parametrov) za ustrezen in dovolj zanesljiv opis kompleksnosti geometrije izdelka in modeliranje vpliva kompleksnosti geometrije na obseg izdelovalnih časov. Pri tem se za modeliranje povezav med vhodnimi faktorji in obsegom izdelovalnih časov, kar za eksperta predstavlja kompleksnejši induktivni miselni proces, uporabijo nevronske mreže.

Na nevronskih mrežah temelječi predstavljeni model zagotavlja povečano natančnost, objektivnost in ponovljivost ocenitvenega procesa. Za model je pomembna pravilna opredelitev ustreznih vhodnih parametrov, ki so značilno korelirani z obsegom izdelovalnih časov. Prav tako se skrajša čas, potreben za sam cenitveni proces. Uporaba takšnega modela predstavlja zanesljiv temelj za oceno proizvodnih stroškov.

Predstavljena metodologija in model sta osnova za vse skupine orodij. V našem primeru se model omejuje na specifično skupino tako imenovanih 1+1-gnezdnih orodij za injekcijsko brizganje termoplastov, značilnih za avtomobilsko industrijo. Navedena specifična skupina zadošča za preverbo metodologije in postavljenega modela. S tem smo se v raziskavi izognili pridobivanju obsežne baze ustreznih primerov za posamezno skupino orodij, ki jih mora uporabnik za svoj obravnavani primer pridobiti iz lastne baze znanj.

Ključni doprinos članka je oblikovanje sistematičnega ekspertnega ocenitvenega procesa, podprtega z uporabo modela, temelječega na nevronskih mrežah. Modeliranje z nevronske mreže je umeščeno v zgodnjo fazo razvoja izdelka, ko se oblikujejo ocene izdelovalnih časov. Podan je sistematičen ocenitveni postopek, katerega uporabnost je predstavljena na podlagi praktičnega primera, v katerem so podani napotki za doseganje ustrezne stopnje zanesljivosti rezultatov. Model služi tudi kot osnova za nadaljnji razvoj in razširitev cenitvenih metod pri ostalih družinah orodij za injekcijsko brizganje termoplastov.

**Ključne besede: orodjarstvo, proizvodnja, nevronske mreže, cenitveni procesi**