

## Modeliranje in napovedovanje podajalne sile in momenta pri vrtanju v material Al7075 po metodah ANN in RSM

Nikolaos Efklidis<sup>1,\*</sup> – César García Hernández<sup>1</sup> – José Luis Huertas Talón<sup>1</sup> – Panagiotis Kyratsis<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Univerza v Zaragoza, Oddelek za konstruiranje in proizvodno strojništvo, Španija

<sup>2</sup> Univerza za aplikativne vede Zahodne Makadonije, Oddelek za strojništvo in industrijski dizajn, Grčija

Vrtanje spada med osnovne postopke obdelave z odvzemanjem materiala in zaradi njegove razširjenosti lahko vsaka optimizacija parametrov procesa pripomore k izboljšanju učinkovitosti trajnostne proizvodnje in k bolj zeleni obdelavi. Tehnologija rezalnih orodij je eden najpomembnejših vplivnih dejavnikov trajnostnosti obdelovalnih procesov in sistemov. Uporabniki CNC-strojev so pri obdelavi materialov za posebne aplikacije v letalski in vesoljski ter kemični industriji, kot je aluminijeva zlitina 7075, pogosto v dvomih glede izbire najprimernejših rezalnih parametrov za razpoložljivo rezalno orodje. Optimalna izkoriščenost rezalnih orodij je zanje ključnega pomena, saj lahko vpliva na celoten proizvodni proces tako glede ekonomike kot na področju varstva okolja.

V pričujoči študiji so bili raziskani vplivi rezalnih parametrov (rezalna hitrost, podajanje) in premera orodja na podajalno silo ( $F_z$ ) in rezalni moment ( $M_z$ ) pri vrtanju lukenj v obdelovance iz materiala Al7075 z orodji iz polne karbidne trdine. Opravljen je bil popoln nabor testov za vse kombinacije rezalne hitrosti, podajanja in premera orodja. Za napovedovanje podajalne sile in rezalnega momenta pri vrtanju lukenj v Al7075 sta bili uporabljeni tehniki modeliranja po metodologiji odzivne površine (RSM) in z umetnimi nevronskimi mrežami (ANN). Razviti modeli so se izkazali za zelo točne pri napovedovanju vrednosti  $F_z$  in  $M_z$  v razponu obravnavanih parametrov.

S povečevanjem premera se po pričakovanih povečujeta tudi podajalna sila in rezalni moment. Enako velja tudi za povečevanje podajalne sile in rezalnega momenta s povečevanjem podajanja. Spreminjanje rezalne hitrosti po drugi strani nima večjega vpliva na eksperimentalne vrednosti. Vpliv premera rezalnega orodja in podajanja na podajalno silo in rezalni moment je bistveno večji od vpliva rezalne hitrosti.

Opravljen je bil primerjava modelov na osnovi RSM in ANN, kjer se je izkazalo, da je s predlaganimi modeli mogoče dobro napovedovati podajalno silo ( $F_z$ ) in moment ( $M_z$ ). Napoved rezultatov z modeli ANN je bila točnejša kot z modeli RSM: pri modelih ANN je bila ugotovljena točnost podajalne sile in momenta 2,18 % oz. 3,15 %, pri modelu RSM pa 3 % oz. 5,6 %. Sledi sklep, da sta obe strategiji primerni za modeliranje in napovedovanje podajalne sile in momenta pri vrtanju, metoda ANN pa je nekoliko točnejša od metode RSM.

Raziskava je jasno pokazala, da modeli za napovedovanje ustrezno opisujejo razmerja med neodvisnimi spremenljivkami, podajalno silo in rezalnim momentom. Raziskovalci in inženirji v industriji bodo lahko v okviru postavljenih omejitev izkoristili predstavljene matematične modele za napovedovanje podajalne sile in momenta z visoko stopnjo zaupanja. Glede na pregled literature predstavlja napovedovanje vrednosti podajalne sile ( $F_z$ ) in rezalnega momenta ( $M_z$ ) pri vrtanju v material Al7075 ter eksperimentiranje z različnimi premeri rezalnega orodja (8 mm, 10 mm, 12 mm in 14 mm), podajnji (0,2 mm/vrt., 0,4 mm/vrt. in 0,6 mm/vrt.) in rezalnimi hitrostmi (10 m/min, 40 m/min in 70 m/min) nov, kombiniran eksperimentalni pristop.

**Ključne besede:** trajnostna proizvodnja, Al7075, umetne nevronske mreže, metodologija odzivne površine, podajalna sila, moment