

# ŽIVLJENJSKI CIKEL CEVOVODOV NEPREKINJENE NAMESTITVE INFORMACIJSKIH REŠITEV

Luka Četina<sup>1</sup>, Luka Pavlič<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko Univerze v Mariboru, Koroška cesta 46, 2000 Maribor  
[luka.cetina@um.si](mailto:luka.cetina@um.si), [luka.pavlic@um.si](mailto:luka.pavlic@um.si)

Paradigma neprekinjene integracije, dostave in namestitve (*ang.* continuous integration, delivery and deployment), pogosto označena s kratico CI/CD, je z uvedbo praks, ki pohitrijo razvoj ter izboljšajo učinkovitost in zanesljivost, korenito spremenila razvoj programske opreme. Veliko razširjenost tovrstnih praks potrjuje tudi poročilo organizacije CD Foundation iz leta 2023, ki kaže, da neprekinjeno integracijo ali namestitev uporablja skoraj vsak drugi razvijalec. Ker omenjena paradigma zahteva pogosto izvajanje določenih časovno zelo intenzivnih aktivnosti, kot so integriranje, testiranje in namestitev sprememb v produkcijsko okolje, je avtomatizacija bistvenega pomena. Za nemoteno izvajanje vseh CI/CD aktivnosti se tipično vzpostavi cevovod, ki aktivnosti poveže, in jih, v skladu s pravili ki jih definiramo, samodejno izvaja. Čeprav ima uporaba CI/CD cevovodov mnogo dokazanih prednosti, pa še vedno obstajajo ovire pri uvajanju v ustaljene procese razvoja programske opreme. Raziskave kažejo, da je vzpostavitev CI/CD cevovoda zahtevna, prav tako pa lahko neustrezno zasnovan ali implementiran cevovod v proces razvoja programske opreme vpelje več težav kot prednosti. Zato je pomembno, da se ob vzpostavitvi cevovoda dobro zavedamo morebitnih izzivov in skrbno načrtujemo njegovo strukturo ter kasnejše upravljanje.

Obstaja širok nabor orodij in tehnologij, ki omogočajo razvoj, uporabo in vzdrževanje CI/CD cevovodov, in v zadnjih letih smo priča prehodu iz samostojno gostovanih orodij, kot je Jenkins, na oblačne storitve kot so GitHub Actions, GitLab CI/CD in Azure DevOps. Raziskave so pokazale, da je orodje Travis dominiralo med letoma 2012 in 2019, ko ga je na vrhuncu uporabljala več kot tretjina pregledanih repozitorijev, po letu 2019, ko izide orodje GitHub Actions, pa Travis po uporabljanosti vztrajno pada. Do leta 2023 je slabih 60% repozitorijev, ki so v preteklosti uporabljali Travis, prešlo na GitHub Actions. Prav tako se je zmanjšal čas do vključitve CI/CD cevovoda v projekt, saj so leta 2012 projekti do vzpostavitve cevovoda v povprečju potrebovali več kot eno leto, leta 2023 pa zgolj tri mesece. To lahko pomeni, da razvijalci vidijo vrednost v uporabi cevovodov, hkrati pa je z uporabo oblačnih platform vzpostavitev postala toliko bolj preprosta, da se zanjo odločajo vse hitreje. Podobno se večja tudi število projektov, ki v sklopu cevovodov uporabljajo več kot eno CI/CD tehnologijo. V zadnjih letih je bilo takšnih 20% projektov, kar kaže, da nobeno posamezno orodje ne izpolnjuje vseh zahtev razvijalcev.

Kljub veliki pomembnosti skrbnega načrtovanja vzpostavitve, moramo pozornost posvetiti tudi vzdrževanju cevovoda tekom razvoja. Kot vsaka programska oprema, se morajo tudi cevovodi pogosto dopolnjevati ali spreminjati. To je lahko zaradi slabih praks ob vzpostavitvi ali kasnejših spremembah, spremembi uporabljenih tehnologij ali prilagoditve spremembam v procesu razvoja programske opreme oz. programski opremi sami. Študije kažejo, da se v CI/CD cevovodih najbolj pogosto spreminjajo faze in opravila (*ang.* jobs), kar je razumljivo, saj se tako prilagajajo spremembam v programski opremi, za boljšo razumljivost, delovanje in odpravo slabih praks, pa se pogosto dodajajo komentarji in izvaja refaktoriranje konfiguracije cevovoda.

Čeprav je življenjski cikel razvoja programske opreme zelo dobro definiram, pa je evolucija cevovodov tekom razvoja razmeroma slabo raziskana. Spremembe v CI/CD cevovodih niso zgolj odziv na tehnične potrebe projektov, temveč odražajo tudi spreminjajoče se okolje razvojnih praks in orodij. Nenehna

evolucija CI/CD cevovodov poudarja nujnost, da bolj podrobno raziščemo njihov življenjski cikel in ne le spremljamo, ampak tudi aktivno vodimo njihov razvoj.

**Ključne besede:** CI/CD cevovodi; razvoj programske opreme; življenjski cikel CI/CD cevovodov; neprekinjena namestitve; neprekinjena dostava

## CONTINUOUS DEPLOYMENT PIPELINE LIFECYCLE

The CI/CD paradigm has enhanced software development by speeding up processes and improving efficiency and reliability. Surveys show that in 2023, nearly half of developers used CI/CD practices. Despite the benefits, adopting CI/CD pipelines can be challenging, with improperly designed or implemented pipelines potentially causing more issues. Furthermore, pipelines must be adequately maintained during development and adapted to changes in the software being developed. The shift from self-hosted tools to cloud services such as GitHub Actions and GitLab CI/CD has made setup easier, and research shows that developers are adding pipelines to their projects sooner than ever before. While the software development lifecycle is well understood, there is little research on the lifecycle of the pipelines themselves. As the adoption of CI/CD pipelines grows, it is important to further our understanding of their changes over time and not only monitor but actively manage their evolution during the course of development.

**Keywords:** CI/CD pipelines, software development, CI/CD pipeline lifecycle, continuous deployment, continuous delivery