

Odločanje o avtomatizaciji na podlagi modela

Skupni stroški lastništva kot merilo za izbiro

Dr. Tomaž Perme

Vedno krajša doba uporabnosti izdelka, manjše serije in kratki dobavni roki so le nekateri od izzivov, ki jih svetovni trg postavlja načrtovalcem in planerjem v proizvodnih podjetjih. Zagotavljanje kakovosti izdelkov in vse dražja delovna sila v njihovo enačbo vnašata še dodatne spremenljivke. Zato vse pogosteje uporabljajo sodobne metode analiziranja in vrednotenja rezultatov načrtovanja, med katerimi je najbolj celovita metoda skupnih stroškov lastništva TCO (Total Cost of Ownership), združena s kazalnikom skupne učinkovitosti opreme OEE (Overall Equipment Effectiveness), ki upošteva poleg tehnološke učinkovitosti vse stroške v celotni dobi uporabnosti nekega proizvodnega ali logističnega sistema.

Novi izdelki in nove izdelovalne tehnologije postavljajo inženirjem pri razvoju proizvodnih sistemov nove izzive. Tehnološki napredek vodi k vedno bolj zapletenim proizvodnim in logističnim sistemom, zahteve trga po stalno novih izdelkih pa k vedno krajšemu obdobju njihove uporabe. Oblikovanja oziroma izbire najučinkovitejše rešitve jim ne olajša razvoj učinkovitih proizvodnih sistemov, ki gredo po eni strani v smer inteligentnih stroškovno učinkovitih sistemov, temelječih večinoma na ročnih delovnih mestih, po drugi strani pa v avtomatizirane modularne in hitro preuredljive sisteme. Tako je odločanje razpeto med različno velike stroške za nabavo in operativne stroške na eni ter zmogljivost in prilagodljivost na drugi strani. Inženirji morajo imeti za reševanje tako zapletenih nalog sistematičen način načrtovanja, ki je podprt z natančno oceno stroškov in učinkovitosti razvite rešitve.

Celovit pogled

Za zagotovilo, da je proizvodni ali logistični sistem primerno zasnovan, je treba uvesti sistematično preverjanje, ki pomaga opredeliti in razumeti uspešnost načrtovanja. Razumeti je treba stroške življenjskega ciklusa, kar je prvi korak k povečanju ekonomske uspešnosti, pa tudi tehnološke dejavnike, ki ne smejo biti izvzeti iz enačbe odločanja. Vpeljati je treba analitična orodja in kazalnike, kot so skupna učinkovitost opreme (OEE) in skupna učinkovitost tovarne (OFE – Overall Factory Effectiveness), skupne stroške lastništva opreme (TCO), modeliranje in simulacijo ter druga orodja, s katerimi lahko izboljšamo razvoj sodobnih, prilagodljivih, preuredljivih in modularnih proizvodnih in logističnih sistemov. Treba je poudariti, da sodobna metoda ne sme biti samo ocena stroškov, ampak mora dati celovito oceno uspešnosti nekega proizvodnega ali logističnega sistema, ki mora zagotavljati zahtevani proizvodnjo in kakovost izdelka. Pri tem je treba upoštevati vse pomembne dejavnike, ki vplivajo na učinkovitost in stroške, od zasnove, izgradnje, zagona, delovanja do vzdrževanja in odprave po izteku obdobja uporabe.

Stroški opreme

Stroški, čas in kakovost so najbolj znani vidiki učinkovitosti nekega sistema. Ključni izziv vlaganja v nove zmogljivosti ali v preново obstoječih je predvsem zmanjševanje oziroma optimizacija stroškov. Strošek nabave opreme je samo en parameter, ki se upošteva pri analizi stroškov opreme. Za oceno stroškov opreme poznamo različne metode, samo nekatere pa upoštevajo tudi nesnovne (neotipljive) stroške, kot so prilagodljivost, produktivnost, kakovost izdelkov oziroma storitev, spreminjanje procesnih časov, modularnost sistema ali pa vrednost ponovne uporabe opreme. Čeprav je veliko neotipljivih dejavnikov težko povsem razumeti, pa lahko njihove stroške določimo posredno. Večinoma postopek določitve stroškov lahko izpeljemo iz meril za učinkovitost.

Prvotni TCO

Modeliranje skupnih stroškov lastništva je bilo prvotno orodje za sistematičen izračun vseh stroškov, povezanih z odločitvijo za investicijo v IT-opremo. Modeli TCO, ki so jih razvili v podjetju Gartner Research leta 1987, so danes splošno sprejeti. TCO najlažje opišemo kot metodo, ki opredeljuje vse stroške, posredne in neposredne, ki nastanejo v obdobju uporabe oziroma lastništva nekega premoženja. Preprost primer razlage zasnove metode TCO je lastništvo avtomobila. TCO opredeli vse stroške lastništva, od nakupa, uporabe, rednega vzdrževanja, nepredvidenih popravil do prodaje rabljenega avtomobila. Primerjalna raziskava različnih znamk in tipov avtomobila na podlagi TCO lahko kupcu pomaga izbrati avto, ki ustreza njegovim zahtevam in razpoložljivim denarnim sredstvom.

Zamisel metode TCO lahko uporabimo tudi pri odločanju oziroma izbiri neke rešitve ali ponudnika opreme. Ocena TCO nudi končno ugotovitev, ki poleg stroškov nakupa opreme odraža tudi vse stroške, ki nastanejo med razvojem, postavitvijo, preizkušanjem, zagonom, uporabo, vzdrževanjem in odpravo opreme. Med te stroške lahko uvrstimo tudi stroške

avtomatizacija na podlagi modela

urjenja operaterjev in drugih delavcev, ki bodo delali z opremo ali jo vzdrževali, stroške prostora, energije, stroške zastojev in izpada proizvodnje. Vendar pa je ocena vseh stroškov, ki nastanejo v obdobju uporabe opreme za proizvodnjo, samo ekonomski vidik uspešnosti, na katerega vplivajo tudi tehnološke lastnosti neke opreme.

Skupni stroški opreme

Tako kot ključni kazalnik skupne učinkovitosti opreme OEE [1] je tudi kazalnik stroškov opreme (*Cost of Ownership* – COO) uveljavljeno merilo predvsem v industriji polprevodnikov, ki se uporablja za oceno stroškovne učinkovitosti neke opreme na proizvedeno enoto. COO je bil razvit za prikaz ekonomske in proizvodne učinkovitosti opreme za proizvodnjo rezin za čipe in je postal splošno priporočilo med ponudniki in uporabniki opreme. COO je po osnovni opredelitvi razmerje skupnih stroškov opreme v celotnem obdobju uporabe in števila vseh dobrih izdelkov, ki jih oprema izdelava v tem obdobju.

Skupni stroški opreme so seštevek enkratnih in spremenljivih stroškov ter stroškov kakovosti oziroma izmeta. Med enkratne stroške spadajo stroški nabave, postavitve, zagona ter odprave opreme in niso odvisni od uporabe opreme. Spremenljivi stroški pa so stroški, ki nastanejo zaradi delovanja oziroma uporabe opreme, mednje pa spadajo operativni stroški, stroški delavcev, stroški vzdrževanja, stroški popravil in podobno. Med delovanjem nastajajo tudi stroški, povezani s kakovostjo izdelka, kot so stroški izmeta, popravil in stroški izgubljenih priložnosti na trgu. Tako opredelje-

ne skupne stroške lahko izenačimo tudi s skupnimi stroški lastništva, ki jih dobimo z metodo TCO.

Število dobrih izdelkov v celotnem obdobju uporabe opreme je odvisno od njene izkoriščenosti, razpoložljivosti, zmogljivosti in kakovosti. Izkoriščenost opreme je razmerje med načrtovanim časom delovanja opreme in celotno dobo uporabnosti opreme. Če na primer uporabljamo neko opremo v dveh izmenah, potem je ta manj izkoriščena kot oprema, ki obratuje v treh izmenah. Ostali trije kazalniki so parametri kazalnika skupne učinkovitosti opreme OEE.

Brez digitalnega okolja ne gre

Na podlagi kazalnikov oziroma metod izračuna OEE, TCO in COO so razvili zasnovo metodologije in orodje *E-Race TCO* za izbiro najboljše rešitve sistema za sestavljanje. Na poenostavljeni in dopolnjeni shemi na *Sliki 1* je prikazana osnovna zamisel te zasnove, ki vključuje tudi modeliranje in simulacijo oziroma preizkušanje v digitalnem okolju. Na stopnji razvoja nekega sistema je namreč brez simulacije nemogoče dobiti dovolj natančne podatke o produktivnosti in parametrih kazalnika OEE [3], ki so potrebni za izračun števila dobrih kosov in vpliva kakovosti na stroške. Pri tem je treba poudariti, da je boljše zagotavljanje kakovosti po navadi dražje, vpliva pa lahko tudi na zmanjšanje produktivnosti [4].

Zamisel metode *E-Race TCO* lahko uporabimo tudi za oceno uspešnosti načrtovanja in izbire opreme drugih proizvodnih in logističnih sistemov. Za oceno lahko uporabimo kar razmerje med TCO

in OEE, ki ima vse potrebne značilnosti kazalnika. Še bolje je, da namesto OEE uporabimo skupno učinkovitost tovarne OFE [1][3], pri tem pa ostane bistvo zamisli enako.

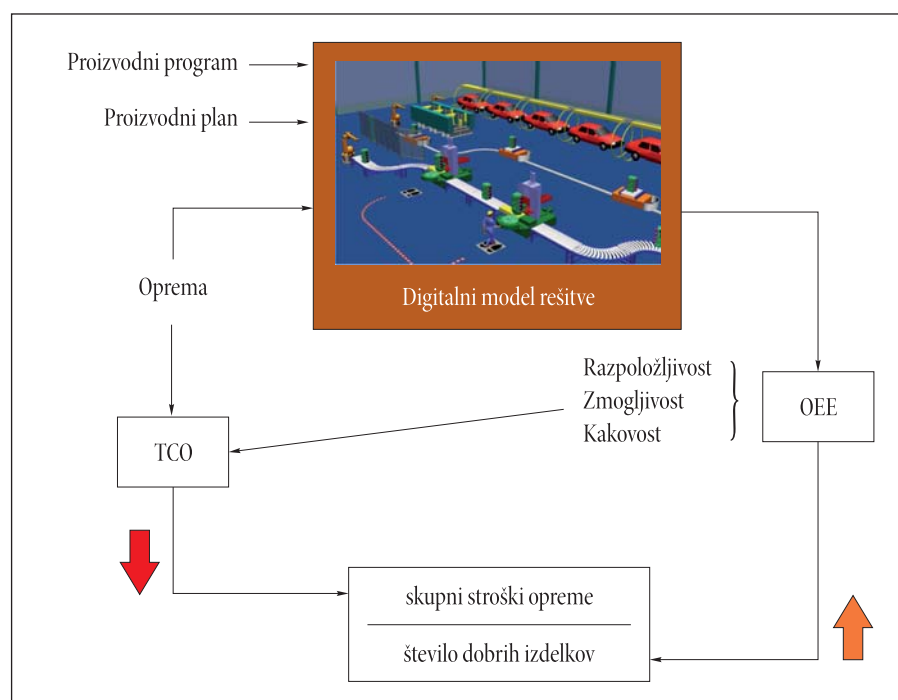
Razmerje med TCO in OEE ter povezanost TCO in OEE (*Slika 1*) je tudi ciljna funkcija z odvisnimi parametri, ki jo želimo na stopnji načrtovanja sistema minimizirati. To dosežemo tako, da razvijemo rešitev in izberemo opremo, ki bo imela čim manjše stroške pri čim višji skupni učinkovitosti.

Sklep

Predlagana metoda za oceno uspešnosti neke rešitve in izbiri opreme na podlagi ocene skupnih stroškov lastništva in tehnološke učinkovitosti je v zamisli preprosta, njena izvedba pa zelo zapletena in zahtevna. Metoda izhaja iz metod in kazalnikov, ki jih uporabljajo v visokotehnoloških proizvodnih sistemih, ki so z vidika toka materiala in vodenja precej preprosti. Dovolj natančna ocena tehnološke učinkovitosti zapletenih sodobnih sistemov za izdelavo in sestavljanje ter logističnih sistemov pa ni mogoča brez modeliranja in diskretne simulacije [5]. Tudi natančna ocena nekaterih stroškov, kot so stroški vzdrževanja, popravil in kakovosti izdelka, je povezana z dejavniki, ki jih na stopnji razvoja ni mogoče natančno določiti brez digitalnega modela in preizkušanja v digitalnem okolju. Nevarnost, da bodo skupni stroški cenejše rešitve na koncu večji od v osnovi dražje, lahko brez celovite obravnave stroškov in tehnološke učinkovitosti ostane neodkrita. Poleg tega lahko celovito merilo ocene uspešnosti načrtovanja izboljša komunikacijo in sodelovanje med dobaviteljem rešitve in končnim uporabnikom. ■

Literatura

- [1] Perme, T.: S ključnimi kazalniki do uspeha, *IRT3000* 2(2007)5, str. 102–103
- [2] Heilala, J., Montonen, J., Helin K.: Selecting the right system – assembly system comparison with total cost of ownership methodology, *Assembly automation*, 27(2007)1, str. 44–54
- [3] Huang, H., S., in soavtorji: Manufacturing productivity ompovement using effectiveness metrics and simulation analysis, *International Journal of Production Research*, 41(2003)3, str. 513–527
- [4] Demšar, B., Stanonik, T. Perme, T.: Kakovost je na prvem mestu, kaj pa produktivnost, *IRT3000* 2(2007)4, str. 98–104
- [5] Perme, T.: Diskretna simulacija kosovne proizvodnje, *IRT3000* 2(2007)1, str. 86–88



Slika 1: Zamisel metode skupnih stroškov lastništva in kazalnikov skupne učinkovitosti za določitev merila za izbiro najboljše rešitve