

# Proizvodnja brez napak v avtomobilski industriji

Andrej ROTOVNIK

**Izveček:** Proizvodnjo brez napak v avtomobilski industriji lahko dosežemo z zanesljivimi procesi, sistemi za preverjanje, postopki kodiranja, preventivnim vzdrževanjem in varovalnimi sistemi. Omron laserski senzori, vision sistemi, matrična koda, varnostni elementi in sistemi so enostavne rešitve za kompleksne procese.

**Ključne besede:** proizvodnja brez napak, laserski senzori, vision sistemi, RFID, 2D-koda, matrična koda, varovalni sistemi,

## ■ 1 Uvod

Omron s skupino za avtomobilsko industrijo, ki deluje v vseh večjih industrializiranih državah, stoji za profesionalnostjo in fleksibilnostjo v velikih svetovnih avtomobilskih projektih.

## ■ 2 Proizvodnja brez napak v avtomobilski industriji

S preko 24.000 zaposlenimi in letnim prometom 5,5 milijarde evrov predstavlja Omron enega pomembnejših partnerjev v svetovni avtomobilski industriji.

V globalnem poslovanju, kakršno je tudi v avtomobilski industriji, ima Omron razvejeno poslovno mrežo, proizvodnjo in prodajna predstavništva po celem svetu, kar nam omogoča hiter odzivni čas na potrebe trga in prilagajanje lokalnim potrebam.

Inovativni produkti za tehnologijo avtomatizacije, visoka zanesljivost, kratki roki dobave rezervnih delov in popravil so najpomembnejši razlogi za uporabo v avtomobilski industriji.

Proizvodnja novih modelov avtomobilov z vse krajšimi proizvodnimi časi zahteva odločitve za nove inovativne

tehnologije z višjimi kvaliteta. Kvaliteta se že dolgo ne meri več v odstotkih ali razmerjih na tisoč – delež sprejemljivih napak ne sme biti višji od ppm (percent per milion).

Poleg kvalitete produktov je zelo pomembna tudi kvaliteta lokalnega tehničnega svetovanja in podpore.

### 2.1 Proizvodnja brez napak – strategija

Za zagotovitev najboljših rezultatov v kompleksno integrirani proizvodnji avtomobilske industrije se pokažejo ogromne zahteve že pri planiranju proizvodnje.

Brez integriranega pristopa je zmanjšanje deleža napak na nivo ppm skoraj nemogoče.

Samo s popolnoma zanesljivim procesom montaže in mnogimi individualnimi mesti kontrole v procesu, z uporabo senzorjev; merilnih, kontrolnih in vision sistemov lahko dosežemo t. i. sistem Poka-Yoke.

Da v procesu lahko preverimo prisotnost komponent, uporabljamo tehnologijo optičnega zaznavanja – z večjih razdalj in z uporabo laserskih senzorjev ali direktno na mestu montaže z uporabo mikrooptičnih senzorjev ali optičnih vlaken.

Laserski merilni senzori se uporabljajo za merjenje in preverjanje razmikov, višine, pozicije in posameznih odstopanj merjencev. To zmanjša potrebo po ponavljanju posamezne operacije montaže, saj pravilno in pravi vstavljeni elementi omogočajo izvedbo naslednjega koraka v proizvodnji.

Zadnja generacija inteligentnih sistemov združuje visoko zmogljive evaluacijske algoritme in preprosto upravljanje.



**Slika 1.** V Volkswagnovi tovarni v Baunatalu se dnevno izdelava približno 12.000 menjalnikov za volkswagne in audije. Vision sistem F150 preverja, da na ojnici ni zaščitnih prevlek. Zaradi različnih barv in maziva se uporablja IR-osvetlitev, ki zagotavlja konsistentne razmere za meritev.

Andrej Rotovnik, univ. dipl. inž.,  
MIEL, d. o. o., Velenje

## 2.2 Zanesljiv proizvodni proces

Celo v popolnoma avtomatiziranih proizvodnih procesih s t. i. ZERO – proizvodnjo brez napak – te niso več problem. Vision sistemi za procesiranje iz družine naprednih senzorjev preverjajo, da je vsak proizvodni korak popolnoma točen in natančno naveden. Preverjanje kot integralni del procesa je v tem pogledu odločilno: samo v primeru popolnoma zaključene preverjanja daje napravi prosto pot za naslednji korak. To pomeni, da so možne napake izključene in je končna optična kontrola nepotrebna.

Kjer je potrebna kvaliteta in pravilno pozicioniranje elementov in preverjanje kompleksnih sestavnih delov, kot je npr. robotsko pozicioniranje ali optično prepoznavanje teksta, so zmogljivi senzori za procesiranje nepogrešljivi v modernih proizvodnih procesih.

Napredni inteligentni senzori za polnjujejo praznino med klasičnimi senzori in kompleksnimi sistemi za procesiranje slike.

## 2.3 Laserski merilni senzori

Visoko precizno merjenje med proizvodnim procesom, preverjanje in vodenje robota postajajo zelo pomembni na vseh področjih avtomobilske industrije.



**Slika 2.** Tovarna Toyota (UK) uporablja laserski profilni senzor Z500 za natančno meritev globine razporka zračne varnostne blazine na modelu Avensis. Proces kontrole je zelo kritičen, saj mora zagotavljati popolnost in 100-odstotno delovanje v primeru trka. Vsi rezultati se shranjujejo. Sistem Z500 omogoča meritev z natančnostjo 0,25 µm.

Medtem ko se strehe, vrata, pokrovi, vetrobranska stekla in voznikovo okolje še vedno montirajo ročno ali z manipulatorji, se danes že uporabljajo tudi roboti z vgrajenimi merilnimi senzori, ki tako »in-line« sledijo kvalitetni proizvodnji.

Z najboljšim vstavljanjem in sledljivim robotskim vodenjem ali »in-line« preverjanjem so zajamčene zelene širine trakov npr. delov, ki jih tesnimo. Okovi na oknih in armature plošče, tesnenje na motorju in menjalniku se preverjajo z laserskimi profilnimi merilniki.

Novo proizvodne procedure, kot je npr. lasersko varjenje, zahtevajo natančno in objektivno preverjanje vara. Različne barve, odtenki (predvsem črne barve) in refleksija vara – Omronov laserski merilni sistem omogoča visoko precizno merjenje tudi zelo različnih površinskih kombinacij.

## 2.4 Proces kodiranja

Najpogosteje obravnavana tema v avtomobilski industriji je sledenje proizvodnje, ki je vitalnega pomena za kompletno dokumentacijo vseh sestavnih delov avtomobila.

Koda Data Matrix (poznamo jo pod imenom 2D ali matrična koda) se vedno bolj uporablja za enkratno identifikacijo posameznih komponent; označevanje se izvaja direktno na površino produkta, brez nalepke. Ta način označevanja ima poleg dobre sledljivosti produkta še mnogo ostalih prednosti.

Z branjem podatkov s produkta samo pritrjevanje podatkovnega medija na proizvod, npr. nalepke s črtno kodo, postaja nepotrebno.

Izbira pravilnega načina kodiranja je ključnega pomena za pravilno identifikacijo v avtomatiziranem proizvodnem procesu. Zaradi tega se poleg matrične in črtno kodo veliko uporabljajo tudi barvne in simbolne. Nov razvoj na področju podatkovnih tehnologij Smart Label je napravil kodno proceduro še bolj atraktivno za proizvodno sledljivost kot tudi za samo povečanje proizvodnega procesa.



**Slika 3.** V tovarni Daimler Chrysler se matrična koda uporablja za končno in posamično sestavo avtomobila. Uporaba te kode je dosti enostavnejša in cenejša od kode RFID, distanca branja pa lahko seže do 2 m. Ustreza normativom TS16949 za sledljivost v avtomobilski industriji.

## 2.5 Sistemi Pick-To-Light

Sistemi Pick-To-Light ali sistemi za vodenje operaterja omogočajo izločanje napak od vsega začetka, tako v ročnih operacijah ali končni montaži vozil. Ta zahteva postaja nujno potrebna za planiranje proizvodnje, posebej še, če se za montažni del zahteva »Just-In-Time«.



**Slika 4.** Zanesljiva montaža z osvetljeno kontrolo t. i. picking senzora, ki preprečuje napake pri montaži zaradi zmedenosti, menjave delovnega mesta ali neustreznega učenja delavca

Uporaba preprostih in nedvoumih delovnih razmer za zaposlene in uporaba senzorjev za preverjanje vseh proizvodnih korakov pomeni, da se napake v montaži odpravijo. Montažni del ostaja v montažni postaji, dokler niso zaključeni vsi koraki in celotna montaža.



## 2.6 Preventivno vzdrževanje

V kompleksni avtomobilski proizvodnji lahko le majhen zastoj povzroči ogromne stroške. Ne glede na to, da imajo današnji proizvodni sistemi mnogo različnih varovalnih strategij, lahko napaka v posamezni komponenti povzroči "najslabši možni scenarij – padec kompletne proizvodnje".

Napake v komponentah, predvsem mehanski defekti, pogosto vodijo k zaustavitvi montažnega mesta ali dela proizvodnje. Poleg vedno večjih zahtev po kvaliteti proizvodnje postajata TPM (Topics of Preventive Maintenance) in zmanjševanje zastavitvev ključnega pomena.

Moderne tehnologije avtomatizacije imajo to podprto s funkcijami, ki indicirajo, če je komponenta napačno vstavljena ali če mora biti preventivno zamenjana. To minimizira izpade proizvodnje in izboljšuje celotno podobo. Prav tako sta mogoči boljše kontrola skladišča in nabava rezervnih delov.

## 2.7 Varovanje območij

V kompleksnih proizvodnih sistemih avtomobilske industrije so sistemi za varovanje nujno potrebni. Proizvodne linije, ki vsebujejo oboje: popolnoma avtomatizirano in delno ročno proizvodnjo, morajo biti zasnovane na robustnih varnostnih sistemih. Trend na tem področju je jasno definiran s kompaktnimi varnostnimi komponentami in sistemi vse do nivoja varnostnih omrežij. Najnovejše varnostne svetlobne zaveso so kompaktne izvedbe, njihova višina zaznavanja točno ustreza višini varovanega območja. Parametriranje tudi specialnih funkcij je enostavno: preko programirane konzole.

Primeri inteligentnih konceptov vsebujejo varnostne releje, ki so povezljivi s krmilniško (PLC) platformo, ki



**Slika 5.** Tovarna Delphi (Francija) proizvede več kot 2 milijona klimatskih naprav letno. Zaradi preproste vgradnje in kompaktnih dimenzij so se odločili za uporabo varnostnih zaves F3SN.



**Slika 6.** V avtomobilski tovarni Valmet (Finska) je bilo do danes izdelanih preko milijon avtomobilov in od leta 1997 več kot 100.000 tipa Porsche Boxter. Šasija, barvanje in končna montaža so izvedeni s sistemom Omron PLC, povezanim preko komunikacij Ethernet, Controller Link ali Device Net. Poleg tega Valmet uporablja Omronovo senzoriko, frekvenčne pretvornike, RFID in sisteme za vizualno kontrolo.

tako znižuje stroške ožičenja v sami proizvodnji.

Zadnji razvoj omogoča uporabo varnostnih mrežnih krmilnikov za uporabo v industrijskem procesu, dodatno s klasičnim varnostnim vo-

dilom. To zmanjšuje ceno ožičenja kot tudi čas iskanja napake, ki je v avtomobilski industriji vedno zelo pomemben, varnostni sistemi pa postajajo zmogljivejši in preprostejši.

## 2.8 Preproste rešitve za kompleksne sisteme

Če zaradi zagotavljanja proizvodnje brez napak gledamo proizvodni proces kot celoto, je potreben univerzalni koncept avtomatizacije.

To ni le posamezna komponenta, ampak celotna arhitektura, medsebojno delovanje in komunikacijske zmožnosti celotnega sistema, ki so pomembne za fleksibilnost, odprtost in zanesljivost proizvodnje. Omron zagotavlja vse prednosti preproste enkratne rešitve z avtomatiziranim sistemom, ki se lahko sooči s tehnološko še tako visokimi zahtevami.

Trendi, kot so digitalna tovarna, enostavno obratovanje in vizualizacija proizvodnje preko standardnih spletnih pregledovalnikov, poročanje o napakah preko e-pošte in daljinsko vzdrževanje preko interneta, pa se odražajo v zahtevah avtomatiziranega sistema v kompleksnem proizvodnem procesu.

## Literatura

- [1] Omron, Zero-Error production in the automotive industry, 2007.
- [2] [www.miel.si](http://www.miel.si).
- [3] [www.omron-automation.com](http://www.omron-automation.com).

## Zero-Error Production in Automotive Industry

**Abstract:** The article is about how to achieve the Zero-Error Production with the reliable processes, inspection systems, coding procedures, Pick-To-Light Systems, preventative maintenance and machine safety. Omron laser sensors, **vision systems, matrix code, machine safety etc. are simple solutions for complex processes.**

**Keywords:** Zero-Error Production, laser sensors, vision systems, RFID, 2D code, matrix code, safety systems,