

SLEDLJIVOST IZDELKOV V ROBOTIZIRANI PROIZVODNJI

dr. Borut Povše, univ. dipl. inž., Matjaž Hacin, univ. dipl. inž., Darko Koritnik, univ. dipl.
inž., dr. Tomaž Koritnik, univ. dipl. inž.
DAX d.o.o.

POVZETEK

V prispevku je predstavljen pojem sledljivosti. Natančneje je obravnavana sledljivost v proizvodni industriji. Podana sta dva koncepta strukture sistema sledljivosti, in sicer sledljivost izdelkov na proizvodni liniji ter sledljivost izdelkov v robotski celici. Slednji je bi uporabljen pri izgradnji robotske celice za izdelavo in testiranje kombiniranih zaščitnih stikal (KZS).

1. UVOD

V zadnjem času se podjetja soočajo z naraščajočimi pričakovanji kupcev po sledljivosti materiala. V preteklosti je bila sledljivost zahtevana samo pri visoko-zanesljivostnih sistemih, dandanes pa postaja stalnica na vseh področjih. Tržni pritiski diktirajo višje zahteve po kontroli proizvodnih operacij in uporabljenih materialov s ciljem izboljšanja kakovosti produkta skupaj z nižanjem stroškov. Kar je bilo včasih zahtevano zgolj v avtomobilski, letalski in medicinski industriji, se danes pričakuje v veliki večini proizvodne industrije [1, 3].

Beseda sledljivost (ang.: traceability) se v grobem nanaša na zbirko informacij o opravljenih operacijah v procesni verigi. Predstavlja zmožnost preverjanja zgodovine, lokacije in/ali obdelave izdelka z zabeleženimi parametri. Metrološka sledljivost nam zagotavlja natančno merjenje veličin po določenem standardu. V logistiki se sledljivost nanaša na sledenje izdelku v distribucijski verigi, od surovin do končnega izdelka. Posebej pomembna je sledljivost v avtomobilski in prehrambeni industriji. Poznamo še sledljivost materialov (kjer z določenimi testi na vzorcu materiala zagotovimo predpisane parametre), programske opreme (spremembe, verifikacije), sledljivost v medicini (vzorci krvi in tkiv morajo imeti povezavo na pacienta) in podobno [2].

Sodobna proizvodnja zahteva fleksibilno zasnovano sledljivost, oz. sistem sledljivosti z

učinkovito informacijsko podporo. Prednosti sistemov sledljivosti v proizvodnji:

- zagotavljanje sledljivosti izdelkov v vseh fazah proizvodnega procesa na temelju ustreznega sistema označevanja in avtomatske identifikacije,
- sprotno obvladovanje proizvodnega cikla in ustrezno reagiranje/prilagajanje spremembam,
- nadzorovanje dela ter kakovosti vhodnih surovin in gotovih izdelkov v realnem času,
- upravljanje inteligentnih naprav v sklopu proizvodnje,
- upravljanje z delovnimi nalogi,
- zaznavanje zastojev in razlogov zanje,
- podrobna analiza zgodovine dogodkov,
- možnost vpogleda v podrobna poročila,
- znižanje stroškov proizvodnje,
- povečanje učinkovitosti proizvodnje in poslovanja.

Poleg omenjenih prednosti sledljivost izdelkov v proizvodni industriji izboljšana tudi po-prodajno podporo ter sledenje trendom v industriji. Ker vedno obstaja določen delež izdelkov, ki zaradi različnih razlogov ne delujejo pravilno, nam sledljivost izdelkov olajša iskanje napak pri posameznem izdelku ter odkrivanje morebitnega skupnega

razloga za odpoved večjega števila izdelkov. V preteklosti se je že izkazalo, da je lahko določen sestavni element problematičen (slaba serija pri dobavitelju). Poleg problematičnih sestavnih elementov obstaja tudi možnost napake v postopku, oziroma človeške napake (napačen ali izpuščen določen del postopka) [2].

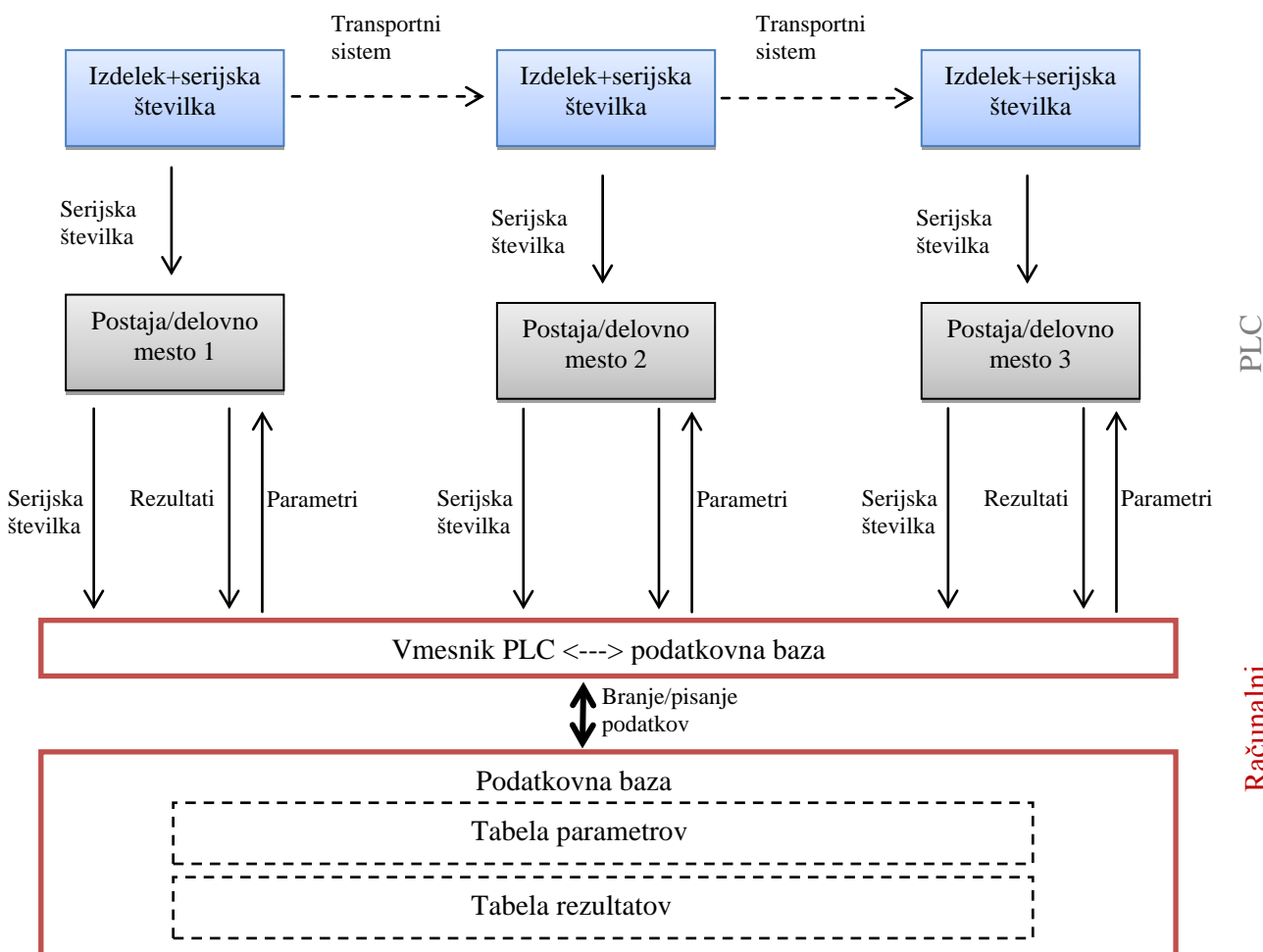
identification, RFID). Identifikacija se na začetku procesa namesti ali na sam izdelek, ali na paletu transportnega sistema [3].



Slika 1: Črtna koda(zgoraj), 2D koda (levo spodaj), RFID (desno spodaj).

2. SLEDLJIVOST IZDELKOV NA PROIZVODNI LINIJI S TRANSPORTNIM SISTEMOM

Na proizvodnih linijah s transportnim sistemom za prenos izdelkov, se za sledljivost izdelkov večinoma uporablja črna koda (ang.: barcode), dvodimenzionalna koda (2D) ali radio frekvenčna identifikacija (ang.: radio frequency



Slika 2: Koncept strukture sistema sledljivosti.

Postaje na liniji uporabljajo za identifikacijo izdelka ustrezno bralno/čitalno napravo (skener, bralno RFID glavo). Večinoma delujejo neodvisno druga od druge in ob prihodu izdelka preberejo potrebne parametre za operacijo iz podatkovne baze. Po opravljenem postopku zapišejo rezultate meritev ali dodelave v bazo podatkov glede na identifikacijsko številko izdelka. Naenkrat je v eni postaji ali delovnem mestu praviloma en izdelek. Po prekinitvi procesa se vsaka od postaj zažene tako, da ponovno prebere parametre in rezultate prisotnega izdelka. Pot izdelka skozi sistem je praviloma ena in jo določa postavitve transportnega sistema. Kompleksnost sistema sledljivosti v tem primeru bistveno ne narašča z velikostjo sistema. Koncept strukture sistema sledljivosti je prikazana na sliki 2.

3. SLEDLJIVOST IZDELKOV V ROBOTSKI CELICI

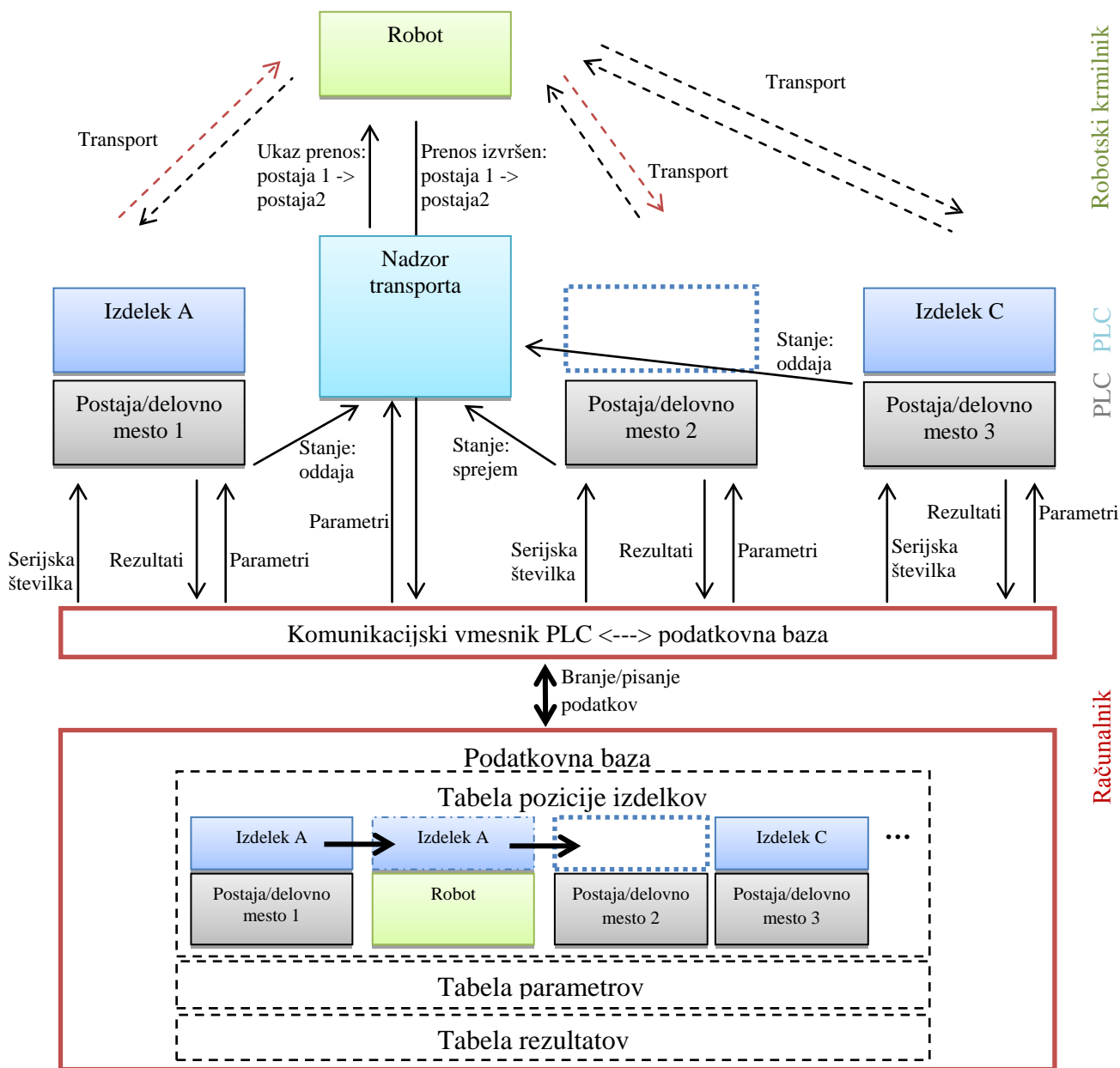
V robotski celici je prostor znotraj delovnega območja robota razmeroma omejen, zato za razliko od proizvodne linije nimamo na voljo prostora za vgradnjo bralno/čitalnih naprav za sledljivost izdelkov. Transport izdelkov izvaja robotski manipulator, zato je glede na izbrane parametre (določena delovna mesta so lahko izključena) možnih več poti izdelka skozi proces. Po prekinitvi je potrebno poskrbeti, da se v nadzornem sistemu shrani stanje prisotnosti izdelkov v postajah in kam je izdelek v prijemalu robota namenjen (kadar se sistem prekine med gibanjem robota). Možna je izpraznitev robotske celice, vendar to zahteva precej časa, kar je v časovno kritičnih proizvodnih procesih nesprejemljivo. Kompleksnost sistema sledljivosti narašča s številom postaj v robotizirani proizvodni celici. Zaradi omenjenih razlik med sledljivostjo izdelkov na proizvodni liniji in v robotski celici je potrebno v primeru slednje uporabiti nadgrajen koncept sledljivosti.

Za ponazoritev delovanja sistema si pogledjmo pot (črtkana črta) izdelka A in pripadajočih informacij (polna črta) skozi sistem (slika 3). Izdelek A pridobi serijsko številko na vstopnem mestu v robotsko celico od koder ga robot

prenese v postajo 1. Skupaj s prihodom izdelka se prenese serijska številka in parametri za izvedbo operacije preko komunikacijskega vmesnika iz baze podatkov v postajo 1. Sledi izvedba operacij in zapis rezultatov v bazo podatkov. Postaja 1 signalizira nadzoru transporta, da je pripravljena oddati izdelek s pripadajočo serijsko številko. Nadzor transporta prenese iz baze podatkov parametre za izdelek A s serijsko številko, ki mu jo je sporočila postaja 1. Glede na parametre določi naslednjo postajo, v našem primeru je to postaja 2. V primeru, da je postaja pripravljena sprejeti izdelek, pošlje robotu ukaz za prenos izdelka iz postaje 1 v postajo 2. Robot se z odprtim prijemalom premakne v postajo 1 in prime izdelek. V istem trenutku izvede prenos iz postaje 1 v prijemalo robota v tabeli pozicije izdelkov, ki se nahaja v bazi podatkov. Robot prenese izdelek v postajo 2. V trenutku, ko izdelek spusti, izvede prenos izdelka iz prijemala robota v postajo 2. Pomembno je, da so izdelki glede na trenutno pozicijo v robotski celici ves čas sinhronizirani s pozicijo izdelkov v bazi podatkov. V vsaki postaji in na prijemalu robota je nameščen senzor prisotnosti izdelka. V primeru napake oz. neuskkljenosti dejanskega stanja v celici in bazi podatkov se proces ustavi in vrne napako. Po prekinitvi sistema zaradi napake ali zasilne zaustavitve, se podobno, kot že med samim delovanjem, preveri ali je stanje v celici enako stanju tabele pozicije izdelkov. V primeru neuskkljenosti se celica avtomatsko izprazni in izbriše tabelo pozicije izdelkov v bazi podatkov.

Ključnega pomena za zanesljivo in robustno delovanje sistema sledljivosti so sledeči sistemski elementi:

- **senzorji prisotnosti na vseh postajah in v prijemalu robota**
- **tabela pozicije izdelkov s pripadajočo serijsko številko v bazi podatkov**
- **uskkljen fizičen prenos izdelkov med postajami in prenos izdelkov v tabeli pozicije izdelkov v bazi podatkov.**

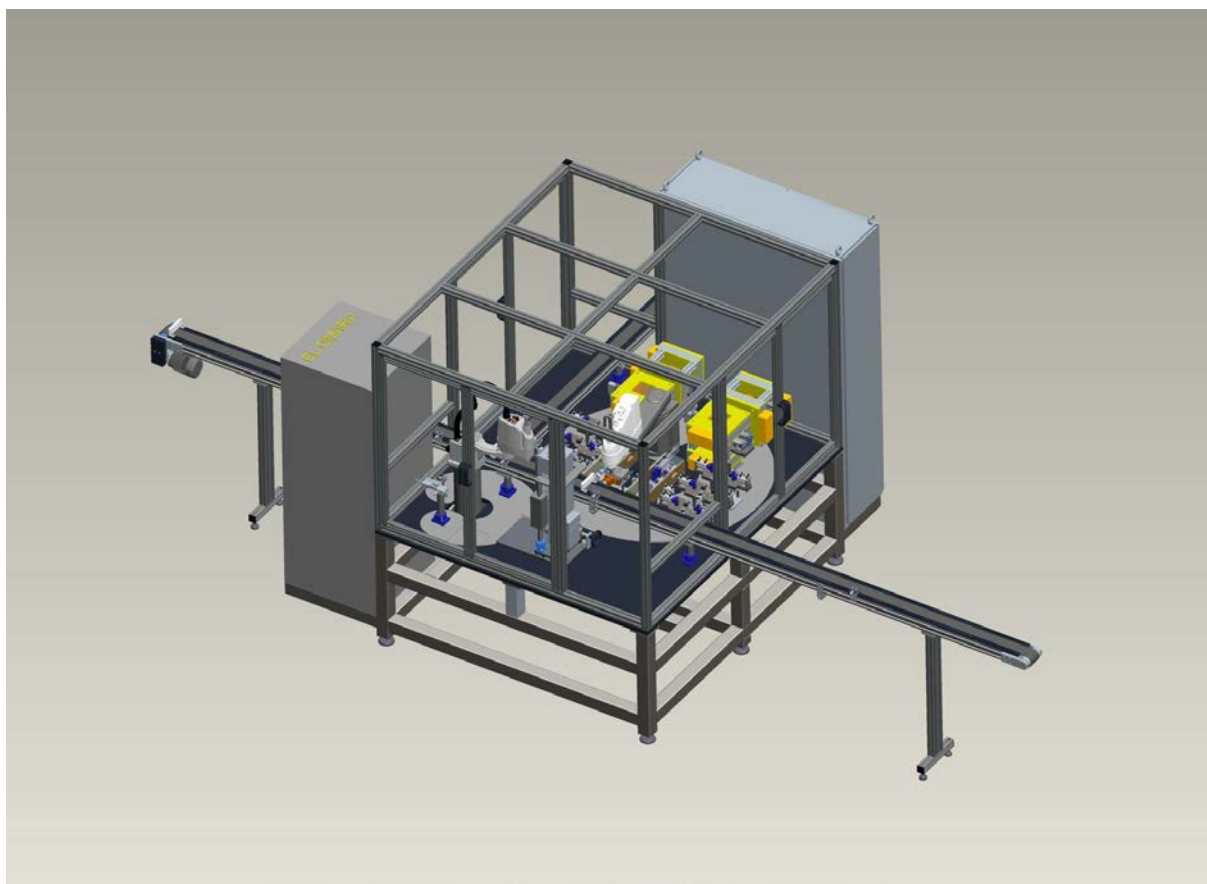


Slika 3: Nadgrajen koncept strukture sistema sledljivosti.

5. IMPLEMENTACIJA SISTEMA SLEDLJIVOSTI V PRAKSI

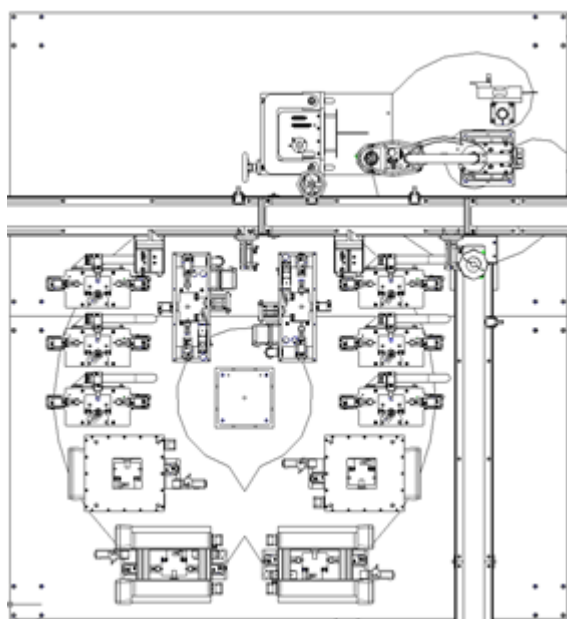
Predstavljen koncept sledljivosti smo uporabili pri izgradnji justirnega centra kombiniranih zaščitnih stikal (KZS). V justirnem centru se opravljajo meritve magnetnega odklopa, visokonapetostni preizkus, staranje (utekanje), magnetno justiranje, meritev sile ročice vklopa in testne tipke ter lasersko tiskanje. Naenkrat je v

sistemu do 18 izdelkov. Za transport izdelkov skrbita dva Epson roboti ter transportni trak, ki služi kot povezava med obema robotoma. Namesto enega robota, kot je prikazano na sliki 3, skrbita za prenos izdelkov v tabeli pozicije izdelkov dva roboti ter zalogovniki na transportnem traku. Vsak robot komunicira s svojim nadzorom transporta, medtem ko se prenos izdelkov med posameznimi zalogovniki na traku izvaja avtonomno.



Slika 4: Justirni center za kombinirana zaščitna stikala (KZS).

Pomemben element celotnega sistema je komunikacijski vmesnik, ki omogoča PLC-ju



Slika 5: Justirni center za kombinirana zaščitna stikala (KZS).

branje in pisanje iz baze podatkov. Komunikacija med PLC-jem in komunikacijskim vmesnikom, ki teče na računalniku, je izvedena preko TCP/IP povezave. Komunikacija med PLC-jem in robotoma pa poteka preko PROFIBUS povezave.

5. ZAKLJUČEK

Predstavljen koncept sledljivosti izdelkov omogoča nemoteno delovanje justirnega centra po prekinitvah brez praznjenja robotske celice (v primeru da stanja v robotki celici ne spreminjamo). Dodatno prejema vsaka postaja dinamične parametre za izvedbo operacij na danem izdelku, kar omogoča menjavo tipa izdelka brez predhodnega praznjenja justirnega centra. Ko robot prenese zadnji izdelek istega tipa iz odjemnega mesta, lahko tip izdelka zamenjamo in na dovodni trak naložimo nove izdelke. Omenjeni funkciji prihranita dragocen čas, ki je drugače izgubljen zaradi praznjenja celice, ali po prekinitvi, ali ob menjavi tipa izdelka.

Literatura

- [1] Mitch DeCaire, Traceability Data Integrity - Challenges and Solutions. SMT, 20(3):12-17, March 2006.
- [2] SIPLACE Traceability 1.1, User Guide. Siemens, Item no. 00195515-01, 2007.
- [3] Tilen Mokič, Uvedba sledljivosti izdelkov v proizvodnji Iskratel Electronics, diplomsko delo, Ljubljana 2008.