

MEHATRONIČKI SUSTAV ZA PROVJERU KVALITETE ISPISA 2D DATAMATRIX OZNAKE

MECHATRONICS SYSTEM FOR 2D DATAMATRIX CODE MARK VERIFICATION

Nikola Baćac

British American Tobacco, Burići bb, 52352 Kanfanar

Sažetak

U proizvodnim se pogonima često koristi označavanje proizvodnih komada Datamatrix oznakom koja sadrži potrebne informacije o tom proizvodu. Ovisno o vrsti proizvodne linije, moguća je pojava zastoja zbog nekvalitetnog ispisa Datamatrix oznake. U članku je prikazan primjer sustava za provjeru kvalitete ispisa Datamatrix oznake na proizvodu u duhanskoj industriji. Za bolje shvaćanje ovog mehatroničkog sustava pojašnjene su pojedine komponente samog sustava. Objašnjeni su pojedini segmenti 2D Datamatrix oznake i prikazan je industrijski čitač pomoću kojeg se skenira oznaka. Kod raznih mehatroničkih sustava i općenito automatskih procesa često je potrebna detekcija prisutnosti objekata, stoga su detaljnije pojašnjena tri često korištena tipa optičkih senzora prisutnosti objekata. Nakon što su pojašnjene komponente sustava prikazan je i sam princip rada sustava. Princip rada pojašnjen je opisno i pomoću dijagrama toka rada.

Ključne riječi: *mehatronički sustav, kvaliteta oznake, optički senzori, Datamatrix, 2D kod*

Abstract

Datamatrix 2D code is commonly used in a wide variety of different industries to store information about the manufactured product. Depending on the manufacturing line topology, there is a risk of downtime due to poor marking quality of the Datamatrix code. This article describes an example of mechatronics system for mark verification of Datamatrix 2D code in the tobacco industry. For the better understanding of this mechatronics system individual components

of the system itself are clarified. Segments of the 2D Datamatrix code are explained and the industrial reader which is used to scan the code is depicted. In various mechatronics systems and automation processes in general object proximity detection is often needed. Because of that three types of commonly used optical proximity sensors are explained. After explaining the system components the working principle of the system is described. The working principle is explained both in words and using a flowchart.

Keywords: *mechatronics system, mark verification, photoelectric sensors, Datamatrix, 2D*

1. Uvod

1. Introduction

U proizvodnim se pogonima često javlja potreba da svaki proizvodni komad sadrži određene informacije koje se koriste u kasnijim fazama proizvodnog procesa. Jedan od čestih načina spremanja informacija jest označavanjem komada 2D Datamatrix oznakom.

Ovisno o vrsti proizvodnog pogona postoji više načina označavanja proizvodnih komada. U automobilskoj industriji uglavnom se koristi lasersko graviranje pošto je najčešće riječ o metalnim komadima koje treba označavati. U primjeru označavanja šteka u duhanskoj industriji koriste se industrijski laserski pisaiči ili industrijski aplikatori etiketa.

Proizvodni proces ovisi o kvaliteti oznake na komadu ako ona sadrži bitne informacije za daljnju obradu samog komada. Često dolazi do zastoja procesa u slučaju loše kvalitete ispisa

2D Datamatrix oznake. U svrhu održavanja protočnosti proizvodne linije ugrađuju se sustavi za provjeru kvalitete ispisa oznaka koji propuštaju samo komade sa zadovoljavajućom kvalitetom.

Sustav za provjeru kvalitete ispisa oznaka mora biti integriran u proizvodnu liniju na način da odvaja komade sa lošom oznakom od komada sa dobrom oznakom bez izazivanja dodatnog zastoja samog proizvodnog procesa, tj. mora biti transparentan. Pošto je za izradu takvog sustava potrebno znanje iz elektrotehnike, mehanike i automatike može se reći da je riječ o mehatroničkom sustavu.

U ovom članku dat je pregled razvoja mehatroničkog sustava za provjeru kvalitete 2D Datamatrix oznaka na štekama u duhanskoj industriji.

2. Komponente sustava

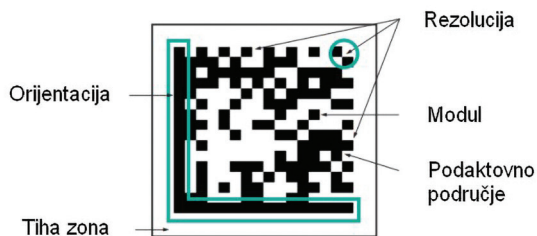
2. System components

Ovaj se mehatronički sustav sastoji od 2D Datamatrix oznake, industrijskog čitača, senzora prisutnosti objekta i programabilnog logičkog kontrolera. U nastavku su pojašnjene pojedine komponente.

2.1. 2D Datamatrix kod

2.1. 2D Datamatrix code

Datamatrix 2D kod služi za pohranu većeg broja podataka u odnosu na klasični 1D barkod. Komponente 2D Datamatrix oznake prikazane su na slici 2.1. 2D oznaka se sastoji od orijentacije (eng. Finder „L“ Pattern), tihe zone (eng. Quiet Zone), rezolucije modula (eng. Clock Track) i podaktovnog područja koji je sačinjen od više pojedinih modula (eng. Module Cell).



Slika 1 Komponente 2D Datamatrix oznake [1]

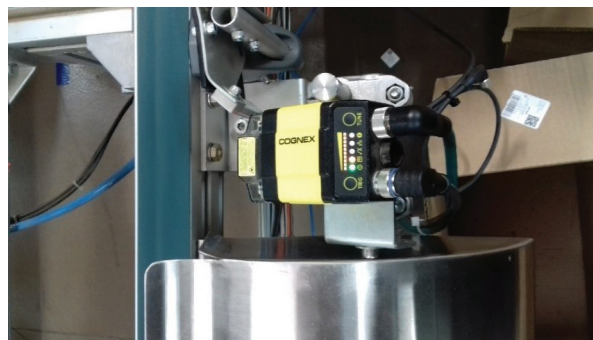
Figure 1 2D Datamatrix code components [1]

Da bi očitavanje Datamatrix koda bilo uspješno prvenstveno je potrebno imati neprekinutu oznaku za orijentaciju. U praksi se često događa neuspješno očitavanje koda zbog nepotpune oznake za orijentaciju, a to je najčešće posljedica neadekvatno održavanog industrijskog aplikatora etiketa. Ostale važnije mjere kvalitete ispisa 2D Datamatrix koda navedene su u standardu ISO 15415 [1].

2.2. Industrijski čitač 2D kodova

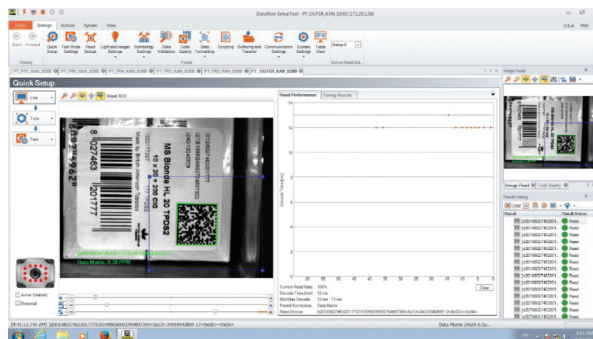
2.2. Industrial 2D code reader

Automatizirana uporaba 2D kodova u proizvodnom pogonu moguća je jedino pomoću industrijskih čitača 2D kodova. U ovom se projektu koristi industrijski čitač Cognex DM300X.



Slika 2 Industrijski čitač Cognex DM300

Figure 2 Industrial reader Cognex DM300



Slika 3 Dataman setup tool aplikacija

Figure 3 Dataman setup tool application

Osnovne komponente ovog industrijskog čitača su metalno kućište sa ugrađenim procesorom za obradu slike, leća sa funkcijom automatskog fokusiranja, LED osvjetljenje, priključak za napajanje i priključak za slanje podataka putem TCP/IP protokola.

Kako bi čitač uspješno očitavao 2D kod potrebno je prilagoditi parametre poput osvjetljenja, fokusiranja, načina okidanja i obrade očitanih podataka. Namještanje parametara čitača izvršava se pomoću aplikacije Cognex Dataman Setup Tool.

2.3. Senzori prisutnosti objekata

2.3. *Sensors for object detection*

Kako bi se mogla provjeriti kvaliteta ispisane 2D oznake na svakom objektu i u slučaju neispravne oznake izbaciti isti potrebni su senzori prisutnosti objekata pomoću kojih se aktiviraju određene funkcije sustava za provjeru kvalitete oznake.

U proizvodnim pogonima i automatizaciji općenito postoje razne vrste senzora prisutnosti, prema načinu rada mogu se ugrubo podijeliti na:

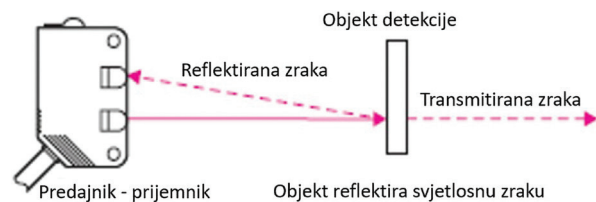
- Induktivne – za detekciju metalnih objekata, nije pogodan za detekciju materijala na većim udaljenostima
- Kapacitivne – reagiraju na promjenu vrste materijala u određenom području, korisno za detektiranje količine objekata u zatvorenim kutijama
- Optičke – reagiraju na promjenu stanja odaslane optičke zrake, korisni za detekciju bilo koje vrste materijala
- Akustične – reagiraju na promjenu odaslanog zvučnog vala

Sustav za kontrolu kvalitete oznake koristi optičke senzore za detekciju nadolazećih objekata. U nastavku je dodatno pojašnjenje optičkih senzora prisutnosti objekata.

Optičke se senzore prema vrsti izvora svjetlosti može podijeliti na LED (eng. Light Emitting Diode) i laserske. LED optički senzori imaju manju preciznost i domet u odnosu na laserske, no znatno su jeftiniji i pogodni su u situacijama kada preciznost detektiranja nije od iznimne važnosti. Primjerice, za detektiranje prolaza kartonskih kutija na transportnoj traci dovoljna je uporaba LED optičkih senzora jer je objekt detektiranja glomazan i domet optičke zrake mora biti širine transportne trake. Laserski optički senzori koriste se u slučajevima kada je potrebna preciznost detekcije. Često se koristi za provjeru položaja sitnih segmenata na određenom objektu.

Također, laserski su senzori generalno robusniji i pouzdaniji u odnosu na LED senzore.

Osim prema izvoru svjetlosti, optički se senzori prisutnosti razlikuju i prema načinu rada. Optički senzori mogu biti difuzni, retroreflektivni i predajnik-prijemnik. Difuzni sensor ima na sebi ugrađen predajnik i prijemnik svjetlosne zrake. Kada se ispred senzora postavi objekt zraka se reflektira natrag u prijemnik difuznog senzora i time se registrira prisutnost objekta.



Slika 4 Princip rada difuznog optičkog senzora [3]

Figure 4 Diffuse optical sensor working principle [3]

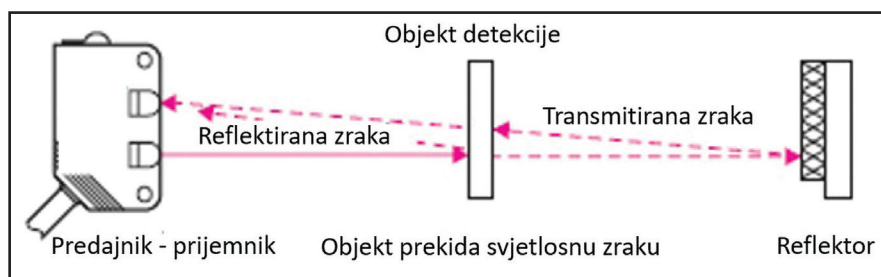
Svaki je difuzni sensor moguće namjestiti da detektira objekt do određene udaljenosti. Namještanje osjetljivosti detekcije vrši se pomoću vijka na samom senzoru. Primjer uporabe difuznih senzora prikazan je na sljedećoj slici.



Slika 5 Primjer uporabe difuznog optičkog senzora

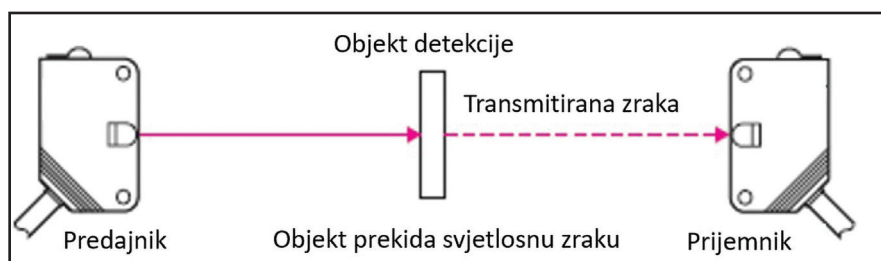
Figure 5 Example of diffuse optical sensor application

Na slici su prikazana tri laserska difuzna senzora kojima se kontrolira prostor između transportne kutije i ostatka stroja. Iako laserski difuzni senzori koriste sam objekt kao reflektivnu površinu za povrat zrake pokazalo se u praksi da je njihov rad stabilan ako im izvor svjetlosti cijelo vrijeme gleda u konačnu točku. Ako to nije moguće tada je potrebno postaviti što manju osjetljivost senzora kako bi njegov rad bio stabilan.



Slika 6 Princip rada retroreflektivnog optičkog senzora [3]

Figure 6 Retroreflective optical sensor working principle [3]



Slika 7 Princip rada predajnik-prijemnik optičkog senzora [3]

Figure 7 Transmitter - receiver optical sensor working principle [3]

U ovom se primjeru može vidjeti u kojim je situacijama laserski difuzni senzor pogodan odabir. Izvor svjetlosti mora biti precizan jer je potrebno detektirati prostor između kutije i otvora. U slučaju da se koristi senzor sa LED izvorom svjetlosti postojala bi mogućnost da se zbog promjera same svjetlosne zrake detektira kutija koja je već namještena izvan otvora stroja. Prema načinu rada odabran je difuzni jer ne postoji mogućnost ugradnje reflektivne površine na suprotnom kraju što je potrebno kod retroreflektivnog senzora.

Retroreflektivni optički senzori također imaju integriran odašiljač i prijemnik svjetla no, za razliku od difuznog senzora, njima je potrebna reflektivna površina kako bi se odaslana zraka iz predajnika vratila u prijemnik. U slučaju kada je objekt ispred retroreflektivnog senzora svjetlosna se zraka ne vraća u prijemnik na senzoru i time registrira prisutnost objekta. Ovaj se tip senzora najčešće koristi za detekciju prolaza objekta ondje gdje je moguće ugraditi senzor s jedne strane objekta i reflektivnu površinu sa suprotne strane. Valja napomenuti da je u slučaju retroreflektivnog senzora sa LED izvorom svjetlosti dovoljna uporaba reflektivne folije za povrat zrake, no ako je izvor svjetlosti laser potrebno je koristiti reflektivne pločice koje u sebi sadrže trodimenzionalnu reflektivnu strukturu.

Optički senzori mogu raditi i kao odvojeni prijemnik-predajnik. Na taj je način jedan senzor samo odašiljač svjetlosne zrake a drugi samo prijemnik.

Takav se tip optičke detekcije koristi gdje je potrebna najveća preciznost i sigurnost rada. Prednost ovog tipa senzora u odnosu na prethodno navedene je najveća radna udaljenost, najveća preciznost te ne postoji mogućnost pojave problema ako je objekt detekcije visoko reflektivan kao što je moguće kod retroreflektivnog senzora. Nedostatak ovog tipa optičkog senzora je znatno veća cijena pošto su potrebna dva uređaja.

Sustav za kontrolu kvalitete 2D oznake koristi retroreflektivne LED optičke senzore iz razloga što za detekciju prolaza šteta nije potrebna prevelika preciznost i dovoljno je prostora za ugradnju retroreflektivnih površina. Konkretno, koriste se retroreflektivni senzori marke Leuze model PRK328.



Slika 8 Retroreflektivni LED optički senzor

Figure 8 Retroreflective LED optical sensor

2.4. Programabilni logički kontroler

2.4. Programmable logic controller

Upravljanje sustavom za kontrolu 2D oznaka izvršava se pomoću PLC programabilnog logičkog kontrolera (eng. Programmable logic controller) marke Siemens. PLC je najčešće zastupljeni uređaj za kontrolu procesa u industriji. To je uređaj koji prima signale na svojim digitalnim i analognim ulazima, obrađuje dobivene informacije u procesorskoj jedinici CPU i šalje rezultate obrade na digitalne i analogne izlaze. Pošto je sustav za kontrolu 2D oznaka jednostavan nije bilo potrebe nabaviti dedicerani PLC, već su se funkcije upravljanja napisale u postojećem PLC-u obližnjeg stroja za pakiranje šteka u transportne kutije.

Tablica 1. Digitalni ulazi

Table 1. Digital inputs

Digitalni ulazi	
Opis signala	Izvor signala
Prisutnost šteke kod skenera	Retroreflektivni LED optički senzor
Prisutnost šteke kod pozicije za izbacivanje	Retroreflektivni LED optički senzor
Potvrda da je šteka izbačena	Retroreflektivni LED optički senzor
2D oznaka ispravna	Skener
2D oznaka neispravna	Skener

Tablica 2. Digitalni izlazi

Table 2. Digital outputs

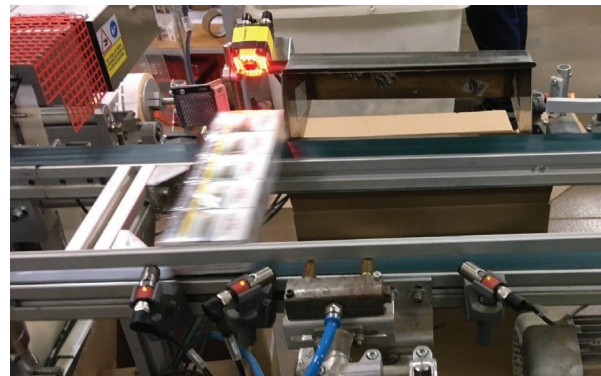
Digitalni izlazi	
Opis signala	Izvršni uređaj
Skeniranje oznake	Skener
Izbacivanje šteke	Ventil sa diznom za ispuhivanje
Zaustavljanje šteke	Cilindar sa pločicom za blokiranje

3. Princip rada sustava za kontrolu oznaka

3. Mark verification system working principle

Rad sustava za kontrolu kvalitete oznaka započinje sa prolaskom šteke pokraj skenera. Šteka je detektirana pomoću optičkog senzora postavljenog pored skenera.

Trenutak kada će skener očitati oznaku je izračunat na temelju poznate udaljenosti pozicije senzora od pozicije skenera i poznate brzine trake. Očitavanje se izvršava u više okidanja kako bi se osiguralo uspješno očitavanje cijele oznake.



Slika 9 Skeniranje 2D oznake na nadolazećoj šteci

Figure 9 2D code scanning of the incoming outer

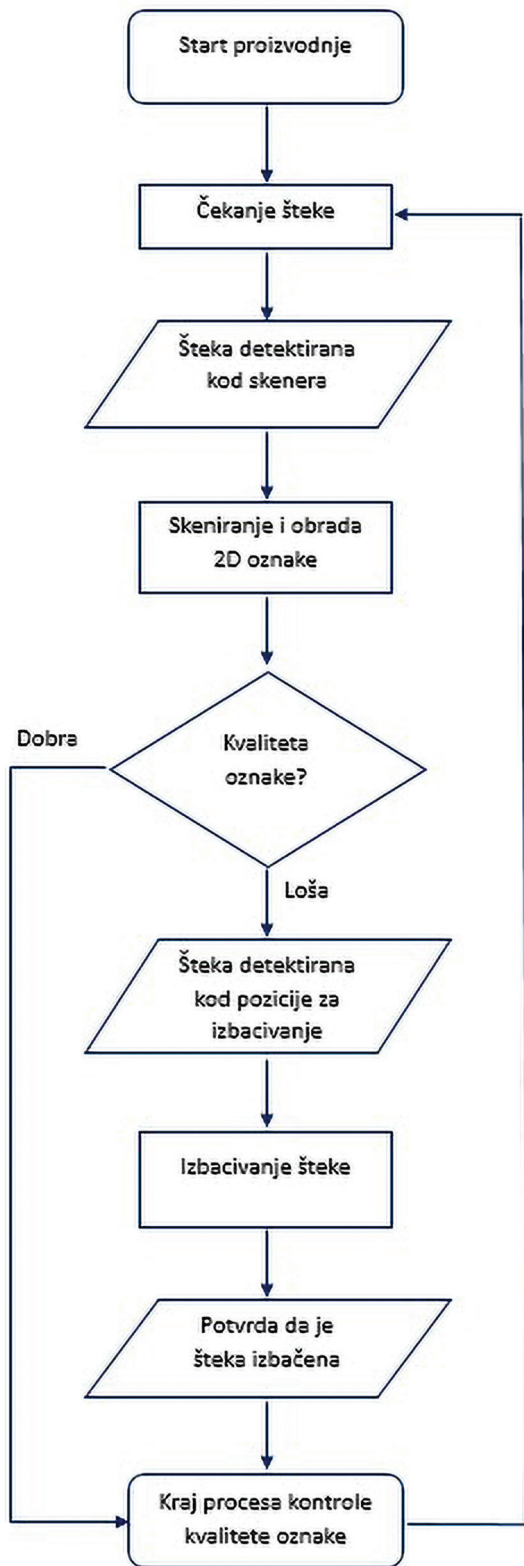
Nakon okidanja šteka putuje prema poziciji za izbacivanje. Pomoću dva ukrštena optička senzora vrši se detektiranje šteke na poziciji za izbacivanje. Ako kvaliteta oznake nadolazeće šteke ne ispunjava zadane uvjete šteka će biti izbačena pomoću ventila za ispuhivanje kao što je prikazano na slici 10. Optičkim se senzorom potvrđuje uspješno izbacivanje šteke kroz limeni lijevak i time je završen jedan ciklus provjere kvalitete oznake. Potrebno je naglasiti da industrijski čitač mora biti parametriran na način da cijeli proces obrade dobivene slike traje kraće od vremena potrebnog da pomak šteke prođe od pozicije skeniranja do pozicije za izbacivanje. U slučaju da proces obrade traje dulje rezultat će se dodijeliti sljedećoj šteci i rad sustava za kontrolu oznaka neće biti ispravan.



Slika 10 Izbacivanje šteke sa 2D oznakom nezadovoljavajuće kvalitete

Figure 10 Rejection of the outer with poor 2D code mark quality

Cijeli je prethodno navedeni proces rada sustava za kontrolu 2D oznaka prikazan pomoću dijagrama toka na slici 11.



Slika 11 Dijagram toka rada

Figure 11 Flowchart of the working principle

4. Zaključak

4. Conclusion

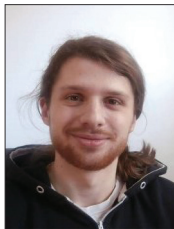
U ovom je članku prikazan primjer uporabe mehatroničkog sustava za kontrolu kvalitete 2D oznaka u duhanskoj industriji. U svrhu pravilnog shvaćanja rada ovog mehatroničkog sustava ukratko su pojašnjene pojedine komponente samog sustava. Dodatno je pojašnjen princip rada najčešće korištenih optičkih senzora detekcije objekata pošto se vrlo često koriste u raznim mehatroničkim sustavima.

Iako je skener 2D oznaka osnovna komponenta ovog sustava u ovom članku nisu prikazani detalji njegovog parametriranja pošto bi to prelazilo okvire samog članka. Predlaže se korištenje literature [2] kao osnovu za parametriranje industrijskog skenera korištenog u ovom sustavu za kontrolu kvalitete oznaka.

5. REFERENCE

5. REFERENCES

- [1] Implementing direct part mark verification, s Interneta, <http://acrovision.co.uk/wp-content/uploads/2011/07/Cognex-Verification-Paper.pdf>, 01.07.2018
- [2] Cognex Dataman DM300 Quick Reference Guide, s Interneta, <https://www.cognex.com/products/barcode-readers/fixed-mount-barcode-readers/dataman-360-series>, 01.07.2018
- [3] Allied Electronics: Choosing the right photoelectric sensor, s Interneta, www.alliedelec.com/mkt/lp/articles/pdfs/Allied_Photoelectric_Sensor_2015.pdf, 01.07.2018

AUTOR · AUTHOR**Nikola Baćac**

Studirao je na Tehničkom fakultetu u Rijeci. Preddiplomski studij elektrotehnike završava 2012. godine, dok diplomski studij smjer automatika završava 2014. godine sa najvećim

pohvalama i častima (summa cum laude).

Dobitnik je rektorove nagrade za najboljeg studenta na Tehničkom fakultetu u Rijeci, te rektorove nagrade za studenta generacije za cijelu Primorsko-Goransku županiju. Dobitnik je godišnje nagrade zaklade Hrvoje Požar za izvrstan uspjeh u studiju, te nagrade za promicanje i napredak Sveučilišta u Rijeci. Nakon završetka studija dvije je godine radio kao inženjer i integrator u firmi za izradu mehatroničkih naprava i strojeva Sinel d.o.o. Ondje je imao zadatak odabira i integracije komponenti, izrada elektroskema i PLC programa te koordinacija instalatera prilikom izrade strojeva. Trenutno radi na projektu 100% praćenja proizvoda kao dio TPD2 direktive Europske Unije za duhanske proizvode. Na tom je projektu voditelj modificiranja strojeva za pakiranje u tvrtci British American Tobacco u Kanfanaru.

Korespondencija

nikola.bacac91@gmail.com