

# Ispitivanje čitljivosti QR koda na ambalaži prehrambenih proizvoda

Laslo Tarjan, Ivana Šenk, Branislav Tejić, Gordana Ostojić, Stevan Stankovski  
Departman za industrijsko inženjerstvo i menadžment  
Fakultet tehničkih nauka  
Novi Sad, Srbija  
laci@uns.ac.rs, ivanas@uns.ac.rs, tejic@uns.ac.rs, goca@uns.ac.rs, stevan@uns.ac.rs

**Sadržaj**—Obeležavanje i praćenje prehrambenih proizvoda jedan je od zahteva današnjeg tržišta. Standardi u svetu i kod nas propisuju obavezu praćenja prehrambenog proizvoda pre, tokom i nakon fabričke proizvodnje. Upotreba QR koda na ambalaži proizvoda pojednostavljuje direktno prenošenje informacija u tekstualnom obliku koji je čitljiv na licu mesta bez potrebe pristupanja nekoj udaljenoj bazi podataka. U radu su predstavljeni rezultati analize čitljivosti QR kodova različite sadržine, veličine i nivoa zaštite podataka, na osnovu kojih se mogu odrediti ključni parametri koji utiču na čitljivost ovog koda.

**Ključne riječi** - QR kod; čitljivost QR koda; prenos informacija o proizvodu; mobilni telefon; Android;

## I. UVOD

Praćenje ključnih podataka o prehrambenom proizvodu od faze nastanka njegovih primarnih sirovina preko procesa proizvodnje, transporta i uslova skladištenja pa sve do prodaje krajnjem kupcu samo je jedan od mnogobrojnih zahteva koji su nametnuti kako propisima tako i željom krajnjeg kupca proizvoda da ima uvid u poreklo, kvalitet i tretman kroz koji je proizvod prošao pre nego što se našao na polici prodavnice. Praćenje ključnih podataka o prehrambenom proizvodu u Republici Srbiji propisano je i Zakonom o bezbednosti hrane (član 16. stav 3.) [1].

Mnogobrojne studije ukazuju na činjenicu da kupac prilikom kupovine proizvoda odluku o odabiru određenog proizvoda donosi na osnovu informacija o kvalitetu proizvoda. Kvalitet nije jedini faktor koji utiče na odluku, ali istraživanja pokazuju da je kod velikog broja korisnika presudni [2-4]. Kvalitet proizvoda kupac procenjuje na osnovu ranijeg iskustva sa samim proizvodom ili drugim proizvodom istog brenda ili na osnovu informacija koje svesno ili nesvesno prikuplja o proizvodu/brendu.

Upotreba QR koda na ambalaži prehrambenih i drugih proizvoda, omogućava direktno prenošenje ključnih informacija o proizvodu u tekstualnom obliku koji je čitljiv na licu mesta bez potrebe pristupanja nekoj udaljenoj bazi podataka. Naravno, uz korišćenje interneta moguće je pristup bazi podataka ka ostalim korisniku dostupnim informacijama [5]. Sadašnji mobilni telefoni, sa ugrađenom kamerom velike rezolucije, koji poseduju adekvatnu aplikaciju, omogućavaju

čitanje sadržaja QR koda praktično za svakoga. Na ovaj način, eventualni kupac proizvoda je u mogućnosti da pročita sve relevantne podatke na osnovu kojih lakše može oceniti kvalitet proizvoda [6].

U ovom radu su predstavljeni rezultati ispitivanja čitljivosti QR koda na ambalaži prehrambenog proizvoda. Merenja su urađena na QR kodovima različite sadržine, dimenzije i nivoa zaštite podataka sa različitim tipovima mobilnih telefona sa ugrađenom kamerom visoke rezolucije i automatskim fokusom. Korišćeni su telefoni novije generacije sa Android operativnim sistemom.

## II. STRUKTURA QR KODA

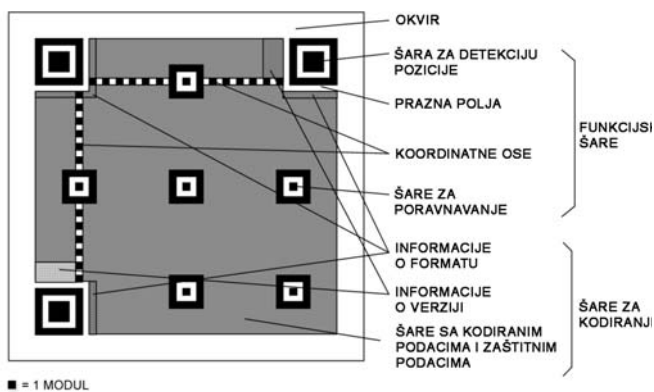
QR kod (eng. *Quick Response*) je matrični (2D) barkod definisan industrijskim standardom ISO/IEC18004. QR kod je razvijen i zaštićen od strane Japanske kompanije Toyota (eng. *Toyota*), odnosno njenog ogranka Denso Vejev Inkorporejtid (eng. *Denso Wave Incorporated*) [7].

Struktura QR koda je prikazana na Sl. 1. Svaki QR kod je struktuiran od tamnih (logička „1“) i svetlih (logička „0“) modula, pravilno raspoređenih unutar kvadratne mreže u kojoj je veličina polja jednaka veličini jednog modula. Po standardu ISO/IEC18004 jedan modul treba da je minimalne velicine od 4x4 tačaka (eng. *pixels - px*) pri rezoluciji štampe od 300 dpi (eng. *dot per inch*). Svaki simbol QR koda se sastoji od funkcijskih šara i šara za kodiranje. Funkcijske šare ne sadrže kodirane podatke.

U svakom simbolu se nalaze sledeće šare:

- Šara za detekciju pozicije:
  - uvek postoje 3 ovakve šare,
  - sastoji se od 3 koncentrična kvadrata dužine stranica 7, 5 i 3 modula, odnosno sa odnosom širina modula 1:1:3:1:1,
  - konstrukcije je da je vrlo mala verovatnoća pojavljivanja sličnog oblika u prostoru kodiranih podataka.
  - detekcija ove 3 pozicijske šare nedvosmisleno određuje poziciju i orijentaciju QR koda.

Rezultati prikazani u ovom radu su deo rezultata istraživanja na projektu TR - 35001 "Automatizovani sistemi identifikaciju i praćenje objekata u industrijskim i neindustrijskim sistemima", koji finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.



Slika 1. Struktura QR koda

- *Prazna polja*: između svake šare za detekciju pozicije i ostalog dela QR koda postoji razmak širine 1 modula.
- *Koordinatne ose*: jedna horizontalna i jedna vertikalna alternirajuća linija:
  - širina 1 modula,
  - omogućavaju određivanje gustoće i verzije simbola,
  - služe kao koordinatne ose za određivanje pozicije svakog modula u simbolu.
- *Šare za poravnanje*:
  - svaki uzorak se sastoji od koncentričnih kvadrata dužina stranica 5, 3 i 1 modul,
  - broj ovih šara u simbolu zavisi od korišćene verzije QR koda.
- *Okvir*: prostor oko simbola širine 4 modula sa jednakom vizualnom refleksijom kao i svetli moduli u simbolu.
- *Šare za kodovanje podataka*:
  - podaci su 8-bitni,
  - bajtovi podataka se smeštaju u blokove dimenzija 2x4 modula.
- *Šare za korekciju greške*:
  - na osnovu ovih šara moguća je rekonstrukcija podataka i do 30% oštećenosti dela simbola sa kodiranim podacima.
  - postoji 4 nivoa za korekciju greške – zaštitu podataka (Tabela I).

### III. MERENJE ČITLJIVOSTI QR KODA UZ POMOĆ MOBILNOG TELEFONA SA UGRAĐENOM KAMEROM

#### A. Provera čitljivosti QR koda različite veličine i sadržine

Najbolji način da se utvrdi format i nivo zaštite QR koda koji bi se koristio na proizvodima pre, tokom i nakon proizvodnje je da se izvrši testiranje čitljivosti QR kodova

različitih veličina sa različitim sadržinom i nivoom zaštite podataka. QR kod treba da obezbedi prenos dovoljnog broja podataka i laku čitljivost. Tu se pre svega misli na brzo i pouzdano dekodiranje sadržaja koda. Korisnici očekuju brz odziv prilikom čitanja sadržaja koda, tako da prvo treba obezbediti ovaj zahtev. Realno gledano, cela koncepcija gubi smisao ako čitanje QR koda unosi dodatni zastoj u sam proces proizvodnje, transport i na kraju lanca proizvodnje-u prodaji prilikom kupovine krajnjeg proizvoda od strane kupca.

Testiranje čitljivosti QR koda izvedeno je na 34 različita koda smeštena među tekstualni sadržaj. QR kod je namerno ubačen među tekstualni sadržaj kako bi se dobili uslovi koji vladaju i na ambalaži proizvoda. Generisani su kodovi sa 100, 200 i 300 karaktera u 3 različite veličine (mala – *Small*, srednja – *Medium*, i velika - *Large*) sa 4 različita nivoa zaštite podataka (L, M, Q, H). Veličine u uzorku korišćenih QR kodova i korišćeni nivoi zaštite podataka prikazani su u Tabeli I. Deo uzorka za testiranje prikazan je na SI 2.

TABELA I. VELIČINE QR KODOVA I NIVOI ZAŠTITE PODATAKA

Veličine korišćenih QR kodova			
Small	Medium	Large	
~10x10 mm	~20x20 mm	~30x30 mm	
Nivoi zaštite podataka *			
L	M	Q	H
7%	15%	25%	30%

\* maks. % podataka koje je moguće rekonstruisati iz oštećenog koda.

Da bi se dobila jasnija slika o čitljivosti QR koda raznih veličina, uz pomoć mobilnih telefona, korišćeni su telefoni sa Android operativnim sistemom raznih proizvođača sa različitim kamerama. U Tabeli II prikazani su korišćeni modeli telefona i rezolucije ugrađenih kamera. Svi telefoni su koristili aplikaciju *Barcode Scanner* proizvođača *ZXing Team* koji se besplatno može skinuti sa *Google Play*®-a [8]. Aplikacija koristi *ZXing (eng. zebra crossing)* javno dostupnu razvojnu biblioteku za aplikacije (Android i Java) za kodiranje i dekodiranje linijskih i 2D kodova [9].

Radi upoređivanja rezultata mereno je potrebno vreme da se kamera telefona fokusira na QR kod, locira ga i dekoduje sadržaj koda. Ovo merenje je ponovljeno tri puta za svaki kod, a kao rezultat je uzeta srednja vrednost merenja. Sa svakim



Slika 2. Deo sadržaja lista papira sa uzorcima za testiranje

tipom telefona pokušano je očitavanje svih 34 test QR kodova.

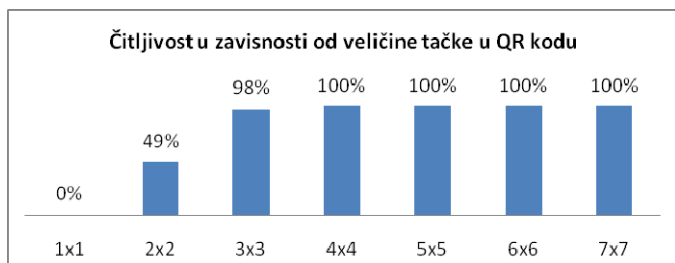
TABELA II. KORIŠĆENI TELEFONI I TIPOVI UGRAĐENIH KAMERA

Marka i model telefona	Rezolucija kamere
HTC Desire	5 MP (2592x1944)
Samsung Nexus I9250	5 MP (2592x1936)
Alcatel OT990	5 MP (2592x1944)
Samsung Galaxy Ace S5830	5 MP (2592x1944)
ZTE GRAND X	8 MP (3264x2448)
Samsung Galaxy SIII	8 MP (3264x2448)
Samsung Galaxy Note	8 MP (3264x2448)

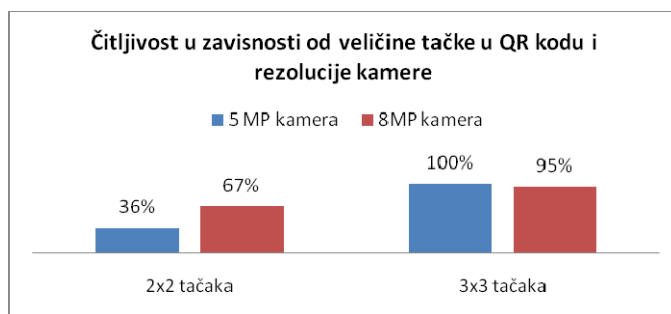
### B. Rezultati merenja

Nakon izvršenih merenja dobijena su prosečna vremena potrebna za očitavanje svih 34 različitih QR kodova za sve modele telefona. Na osnovu ovih podataka mogu se dobiti sledeće karakteristike:

1) *Čitljivost QR koda u zavisnosti od veličine pojedinačne kodne tačke unutar QR koda:* Na Sl. 3 prikazani su rezultati uspešnosti dekodovanja QR kodova različite sadržine sa različitim veličinom modula. Sva merenja su grupisana po veličinama modula unutar očitanoq QR koda. Na apscisi se nalaze veličine modula (1x1 px, 2x2 px, 3x3 px, 4x4 px, 5x5 px, 6x6 px i 7x7 px), a na ordinati uspešnost dekodovanja svih QR kodova sa tom veličinom modula, izraženo u procentima (%). Sa grafikona se može uočiti da bez obzira na veliku rezoluciju ugrađenih kamera u telefone (5 i 8 megapiksela) nijedan QR kod sa veličinom modula od 1x1 px nije mogao da se pročita. Na nemogućnost čitanja utiče sama činjenica da je pri rezoluciji štampe od 300 dpi veličina jednog modula od 1x1 px reda veličine 90 mikrometara i dolazi do distorzije ivica kvadranta prilikom štampe na papir. Drugi ograničavajući faktor je to što kamera telefona ne može da se fokusira na tako sitne detalje, te je nemoguće prepoznavanje ovako malih kodova. QR kodovi sa veličinom modula od 2x2



Slika 3. Uspešnost dekodovanja QR kodova sa različitim veličinom modula



Slika 4. Uspešnost dekodovanja QR kodova sa različitim veličinom modula

px su dali malo bolje rezultate, pa je ukupna čitljivost za ovu veličinu 49%. Na Sl. 4 su prikazani rezultati merenja za veličinu modula od 2x2 i 3x3 px posebno za kamere od 5 i posebno za kamere od 8 megapiksela. Sa Sl. 4 se jasno vidi da su kamere sa većom rezolucijom dale bolji rezultat čitanja. Za QR kodove sa veličinom modula od 3x3 px i većim, dobijeni su potpuno zadovoljavajući rezultati. Sa čitanjem QR koda sa veličinom modula od 3x3 px imao je problema samo model telefona *Samsung Galaxy Note*.

2) *Čitljivost QR koda u zavisnosti od količine smeštenih podataka i nivoom zaštite QR koda:* U Tabeli III prikazani su rezultati merenja (čitljivost i vreme čitanja QR koda) u zavisnosti od broja karaktera tekstualnog zapisa, nivoa zaštite podataka i ukupne veličine QR koda (Tabela I). Izostavljeni su podaci za QR kodove veličine *Small*, pošto je ove kodove nemoguće očitati, što je i prikazano na Sl. 3. Kodovi sa brojem karaktera od 100 i 200 karaktera po kodu su uredno čitljivi sa potpuno prihvaljivim odzivom od svega par sekundi (<3s) bez obzira na veličinu (*Medium* ili *Large*) i nivo zaštite. Kod veličine QR koda *Medium* i broja karaktera od 300 po simbolu, javlja se određena poteškoća u čitanju pre svega kod telefona sa kamerom od 5 megapiksela. Zbog velikog broja karaktera kodovanog u simbol QR koda i zahtevanog manjeg formata *Medium*, veličina modula pada na 2x2 px i zbog toga dolazi do problema u čitanju. Kod većeg formata simbola koda nije pretstavljalo problem u čitanju ni to što je u kodu smešteno 300 karaktera. Sa ovom veličinom QR koda i količinom podataka problemi su se primetili samo kod modela telefona ZTE GRAND X koji je imao problema u dekodovanju koda sa 300 karaktera i stepenom zaštite Q. Uz veliku upornost (vreme >20s) kod je pročitan, ali sa obzirom na potrebno vreme za to, može se slobodno smatrati da je za ovaj model telefona pomenuti kod nečitljiv.

TABELA III. ČITLJIVOST QR KODA U ZAVISNOSTI OD SADRŽAJA I NIVOVA ZAŠTITE KODA

Broj karaktera	Nivo zaštite	Veličina QR koda	Veličina modula [px]	Prosečno vreme čitanja [s]	Čitljivost [%]
100	L	Medium	5x5	1.8	100%
100	M	Medium	4x4	2.0	100%
100	Q	Medium	4x4	1.9	100%
100	H	Medium	3x3	2.8	100%
200	L	Medium	3x3	3.1	100%
200	M	Medium	3x3	2.6	100%
200	Q	Medium	3x3	2.8	100%
200	H	Medium	2x2	3.6	57%
300	L	Medium	3x3	3.3	100%
300	M	Medium	2x2	6.4	43%
300	Q	Medium	2x2	4.5	57%
300	H	Medium	2x2	7.2	57%
100	L	Large	7x7	1.9	100%
100	M	Large	7x7	1.6	100%
100	Q	Large	6x6	1.8	100%
100	H	Large	5x5	1.7	100%
200	L	Large	5x5	1.9	100%
200	M	Large	5x5	2.2	100%
200	Q	Large	4x4	2.0	100%
200	H	Large	4x4	2.2	100%
300	L	Large	5x5	2.2	100%
300	M	Large	4x4	2.2	100%
300	Q	Large	3x3	2.5	86% *
300	H	Large	3x3	3.1	100%

\* Samo ZTE GRAND X nije mogao pročitati ovaj QR kod.

#### IV. ZAKLJUČAK

U ovom radu su predstavljeni podaci o čitljivosti QR koda na ambalaži prehrambenog proizvoda. Za uzorak su uzeti kodovi različite sadržine, dimenzija i nivoa zaštite podataka. Za čitanje uzoraka simbola QR koda upotrebljeni su telefoni novije generacije sa Android operativnim sistemom. Ovom prilikom nisu uzeti u obzir telefoni sa drugim operativnim sistemima, jer za njih ne može da se koristi aplikacija bazirana na ZXing javno dostupnoj razvojnoj biblioteci, koja se koristi i u istraživanju za razvoj sistema automatskog generisanja potrebnih QR kodova i prepoznavanje istih u procesu obeležavanja i praćenja pojedinačnih prehrambenih proizvoda. Takođe su izostavljeni telefoni sa slabijom rezolucijom kamere, jer oni u osnovi imaju problema sa prepoznavanjem 2D kodova, u koje spada i QR kod.

Iz predstavljenih rezultata se može zaključiti da na čitljivost QR koda direktno ne utiče broj karaktera koji se koduje, niti nivo zaštite podataka unutar simbola koda, već samo veličina pojedinačne kodne tačke od koje je kod sačinjen. Po standardu ISO/IEC18004 definisana je minimalna preporučena veličina modula od 4x4 px, ali ovo istraživanje pokazuje da je kod velike većine telefona (98%) čitljiv i kod sa veličinom modula od 3x3 px. Na čitljivost indirektno može uticati i sam sadržaj koda, tj. broj karaktera, samo ukoliko je unapred definisana krajnja ukupna veličina simbola koda, jer u tom slučaju povećavanje broja karaktera koji se koduje smanjuje veličinu modula. Rezultati takođe pokazuju da nivo zaštite sadržaja QR koda nema nikakve veze sa čitljivošću koda nego isključivo sa

gubitkom podataka, tj. mogućnošću rekonstrukcije podataka iz oštećenog simbola QR koda.

U ovom istraživanju su upotrebljavani QR kodovi bez oštećenja štampani laser štampačem rezolucije 600 dpi na čist beli A4 papir. U daljem radu potrebno bi bilo izvršiti slično testiranje na kodovima štampanim drugim tehnologijama i na drugim materijalima, i sa manjim/većim oštećenjima, da bi se dobila kompletnija slika o čitljivosti QR koda, kao i preporuka za korišćenje QR koda za prenos informacija o prehrambenom proizvodu na samoj ambalazi proizvoda.

#### LITERATURA

- [1] "Zakon o bezbednosti hrane", Službeni glasnik Republike Srbije, Beograd, Broj 41, 2009.
- [2] S. Đekić, "Kvalitet u prehrambenom sektoru kao determinanta savremene konkurentnosti", Ekonomske teme, Niš, Ekonomski fakultet, ISSN 0353-8648, 2006.
- [3] S. Đekić, S. Jovanović, "Orijentacija poljoprivrede Srbije ka konkurentnosti kvalitetom", Naučno-stručni časopis Škola biznisa, Broj 4/2010, str. 24-31, UDC 65.012.32:001.101
- [4] GfK, "Kriterijumi kupovine", <http://goo.gl/MV1rT> (pristup Januar 2013.)
- [5] L. Tarjan, I. Šenk, R. Kovač, S. Horvat, G. Ostojić, S. Stankovski, "Automatic identification based on 2D barcodes", International Journal of Industrial Engineering and Management (IJEM), Vol.2 No 4, 2011, pp. 151-157, UDK: 003.295.8, ISSN 2217-2661.
- [6] L. Tarjan, I. Šenk, G. Ostojić, S. Stankovski, B. Tejić, "Razvoj aplikacije za generisanje 2D koda za prenos bitnih podataka o toku proizvodnje prehrambenih proizvoda", 11. Međunarodni naučno-stručni simpozijum INFOTEH-JAHORINA, Istočno Sarajevo, Republika Srpska, 21-23 Mart, 2012, pp. 788-791, ISBN 978-99938-624-6-8.
- [7] QR Code Standardization: <http://goo.gl/6k2hl> (pristup Januar 2013.)
- [8] ZXing Team, "Barcode Scanner": <http://goo.gl/uJXPH> (pristup Januar 2013.)
- [9] Multi-format 1D/2D barcode image processing library with clients for Android, Java: <http://code.google.com/p/zxing/> (pristup Januar 2013.)

#### ABSTRACT

Labeling and tracking of food products is one of the demands of today's market. Standards in the world and in our country often require monitoring of food products before, during and after manufacturing. Using QR codes on the packaging simplifies the direct transfer of information in the text format that can be read directly, without the need to access a remote database. This paper presents the results of readability analysis for QR codes with varying content, size and level of data protection, from which the key parameters can be determined that affect the readability of the code.

Keywords: QR-code, QR code readability, product tracking, mobile phone, Android;

#### ANALYSIS OF QR CODE READABILITY ON THE PACKAGING OF FOOD PRODUCTS

Laslo Tarjan, Ivana Šenk, Branislav Tejić, Gordana Ostojić, Stevan Stankovski