

Digitalna orodja za vključujočo navigacijo in informiranje - dostopne QR kode

Digital tools for inclusive navigation and information - accessible QR codes

Jani Demšar
Geodetski inštitut Slovenije
Jamova cesta 2
Ljubljana, Slovenija
jani.demsar@gis.si

dr. Gregor Burger
Univerza v Ljubljani,
Fakulteta za elektrotehniko
Tržaška cesta 25,
Ljubljana, Slovenija
Gregor.Burger@fe.uni-lj.si

ABSTRACT

QR codes (Quick Response) are an established tool for quickly sharing digital information, but their use is not automatically accessible to everyone. People with sensory and cognitive disabilities, the blind, visually impaired, deaf, hard of hearing, and people with intellectual disabilities often encounter severe limitations in perceiving, interpreting, or interacting with conventional QR codes. This article discusses Accessible QR codes (AQR) based on the principles of universal design and digital inclusion, which enable universal access to content.

The research is based on a comprehensive combination of a systematic literature review, a conceptual analysis of the needs of three target groups, and a case study of the advanced NaviLens system. The key technological features of AQR codes are presented, such as distance detection, automatic navigation, use of sign language, easy-to-read text, and audio feedback. We also investigated possible manipulations and abuses.

The hypothesis is that AQR codes significantly improve access to information in public spaces and contribute to user independence and inclusion. The concluding part presents guidelines for the implementation of AQR codes in Slovenia, as well as robust protection measures against abuse and recommendations for setting up test environments and pilot projects, ensuring a secure and successful implementation.

KEYWORDS

QR code, AQR code, accessibility, digital tools, participation

POVZETEK

QR-kode (Quick Response v nadaljevanju QR-kode) so uveljavljeno orodje za hitro posredovanje digitalnih informacij, vendar njihova uporaba ni samoumevno dostopna vsem. Osebe s senzorno in kognitivno oviranostjo – slepi, slabovidni, gluhi,

naglušni ter osebe z motnjami v duševnem razvoju – pogosto naletijo na resne omejitve pri zaznavanju, interpretaciji ali interakciji z običajnimi QR-kodami. V članku obravnavamo dostopne QR-kode (Accessible QR codes v nadaljevanju AQR-kode), ki temeljijo na načelih univerzalnega oblikovanja in digitalne vključenosti ter omogočajo univerzalni dostop do vsebin.

Raziskava temelji na kombinaciji sistematičnega pregleda literature, konceptualne analize potreb treh ciljnih skupin in študije primera naprednega sistema NaviLens. Predstavljene so ključne tehnološke značilnosti AQR-kod, kot so zaznavanje z razdalje, samodejna navigacija, uporaba znakovnega jezika, lahko berljivega besedila ter zvočnih povratnih informacij. Raziskali smo tudi mogoče manipulacije in zlorabe.

Hipoteza je, da AQR-kode pomembno izboljšajo dostop do informacij v javnem prostoru ter prispevajo k samostojnosti in vključevanju uporabnikov. V sklepnem delu so predstavljane smernice za implementacijo AQR-kod v slovenskem prostoru, kot tudi zaščita pred zlorabami ter priporočila za vzpostavitev testnih okolij in pilotnih projektov.

KLJUČNE BESEDE

QR koda, AQR kode, dostopnost, digitalna orodja, participacija

1 UVOD

Hitro odzivne kode (ang. Quick Response - QR) [1] so postale uveljavljeno digitalno orodje za hitro posredovanje informacij uporabnikom prek pametnih naprav. QR-kode delujejo kot učinkovita vez med fizičnim in digitalnim svetom, saj omogočajo neposreden dostop do spletnih vsebin, multimedijskih gradiv in uporabniških vmesnikov [2][3][4][5]. Uporabljajo se na različnih področjih kot so promet, kultura, turizem, zdravstvo, trgovinske dejavnosti in tako pogosto dopolnjujejo fizično označevanje prostora z dodatnimi informacijami [6] [7][8][9][10].

Kljub razširjenosti pa QR-kode niso samoumevno dostopne vsem. Njihova uporaba predpostavlja določene senzorične in kognitivne sposobnosti, kot so vid in razumevanje kompleksnih informacij. To predstavlja pomembno oviro za različne uporabniške skupine, med katerimi so slepe in slabovidne osebe,

Permission to make digital or hard copies of part or all of this work for personal or classroom use is granted without fee provided that copies are not made or distributed for profit or commercial advantage and that copies bear this notice and the full citation on the first page. Copyrights for third-party components of this work must be honored. For all other uses, contact the owner/author(s).

Information Society 2025, 6–10 October 2025, Ljubljana, Slovenia
© 2025 Copyright held by the owner/author(s).

gluhe in naglušne osebe ter osebe z motnjami v duševnem razvoju.

V Sloveniji živi okoli 170.000 invalidov ali 8,5 % celotne populacije. Če dodamo populacijo starejših, (skoraj 20 % prebivalcev je starejših od 65 let) vidimo, da omogočanje multimodalne mobilnosti ni samoumevno, ampak je slednje predpogoj za opravljanje aktivnosti oseb z različnimi oviranostmi v mikro in makro prostoru. Podatki nam pokažejo, da se skoraj 45 % slovenskega prebivalstva uvršča med ranljive skupine udeležencev v prostoru [11]. Ti podatki opozarjajo na nujnost razvijanja rešitev, ki omogočajo vključujoč dostop do prostora in informacij v vseh segmentih javnega življenja.

Na podlagi predstavljenih teoretskih izhodišč je bila oblikovana hipoteza, da dostopne QR-kode, oblikovane v skladu z načeli univerzalnega oblikovanja, pomembno izboljšajo dostop do informacij v javnem prostoru ter prispevajo k samostojnosti in vključevanju uporabnikov.

2 TEORETIČNO OZADJE IN METODOLOGIJA

Za razumevanje AQR-kod je nujno najprej osvetliti koncept univerzalnega oblikovanja, ki predstavlja temeljni okvir za zagotavljanje enakopravnega dostopa do prostorov, storitev in digitalnih orodij. Koncept, sprva razvit na področju arhitekture, se je v zadnjih desetletjih razširil na oblikovanje produktov, storitev in informacijskih tehnologij, kjer pridobiva poseben pomen v kontekstu digitalne vključenosti. Prav univerzalno oblikovanje ponuja načela, s katerimi lahko klasične QR-kode nadgradimo v AQR-kode, ki omogočajo uporabo tudi osebam s senzornimi in gibalnimi oviranostmi ter prispevajo k večji enakosti pri uporabi prostorov.

2.1 Univerzalno oblikovanje in digitalna vključenost

Načela univerzalnega oblikovanja izhajajo iz ideje, da naj bodo prostori, storitve in tehnologije zasnovane tako, da jih lahko uporabljajo vsi ljudje, ne glede na njihove fizične, senzorične ali kognitivne zmožnosti [12]. Sedem osnovnih načel univerzalnega oblikovanja (enakost uporabe, prilagodljivost uporabe, enostavna in intuitivna uporaba, zaznavne informacije, strpnost do napak, majhen fizični napor ter ustrezna velikost in prostor za uporabo) omogočajo razvoj rešitev, ki so vključujoče in trajnostne.

2.2 Dostopne QR-kode (AQR) kot tehnologija

Pri QR-kodah to pomeni, da morajo biti zasnovane tako, da omogočajo različne modalitete dostopa: zaznavanje z razdalje, uporabo zvočnih povratnih informacij, prilagoditev v znakovni jezik, uporabo lahko berljivega besedila ter podpora multimodalnim vmesnikom. AQR-kode so tako nadgradnja klasičnih QR-kod, saj upoštevajo načela univerzalnega oblikovanja in omogočajo univerzalni dostop do informacij tudi skupinam, ki so sicer pogosto izključene iz digitalnih rešitev. AQR-kode nadgrajujejo klasično zasnovo z upoštevanjem načel univerzalnega oblikovanja, kar pomeni, da so namenjene vsem

uporabnikom, ne glede na njihove telesne ali kognitivne zmožnosti. Tabela 1 prikazuje primerjavo med klasično QR-kodo in AQR-kodo. Gre torej za primerjalno tabelo, ki pojasnjuje ključne razlike v oblikovanju in zaznavanju.

Tabela 1: Vizualna zasnova in zaznavanje

Vidik	Klasična QR-koda	Dostopna QR-koda (AQR)
Oblika	Črno-bela kvadratna matrika, občutljiva na svetlobo	Barvna kodna struktura (npr. NaviLens), optimizirana za zaznavo
Zaznavna razdalja	20–50 cm (odvisno od kamere)	Do 15 m, tudi v gibanju
Zahteva po ostrenju	Da, potrebna je statična kamera	Ne, zajem deluje v gibanju brez ostrenja
Usmerjanje kamere	Potrebna natančna poravnava	Samodejna zaznava kode brez poravnave

2.3 Metodološki pristop

Raziskava temelji na kombinaciji analitično-deskriptivne metode ter študije primera. Uporabljeni metodološki sklopi so sistematični pregled literature (Scopus, Web of Science, Google Scholar), konceptualna analiza potreb treh ciljnih skupin (slepi in slabovidni, gluhi in naglušni, osebe z motnjami v duševnem razvoju) ter študija primera naprednega sistema NaviLens prikazanih v tabeli 2.

Tabela 2: Pregled izvedenih metodoloških sklopov

Metodološki sklop	Osnovni namen	Metode in orodja	Rezultati
Sistematični pregled literature	Kritična presoja teoretičnih ter empiričnih spoznanj o AQR	Pregled baz Scopus, Web of Science, Google Scholar	Opredeljeni raziskovalni viri
Študija primera NaviLens	Razumevanje delovanja ter uporabniške učinkovitosti naprednega sistema AQR	Tehnično-primerjalna analiza; dokumentna analiza	Model strukture sistema; seznam dobrih praks implementacije
Primerjalna analiza ciljnih skupin	Preslikava potreb slepih, gluhih in oseb z motnjami v duševnem razvoju	Analiza zakonodaje (ZIMI); sinteza smernic WCAG 2.2, Easy-to-Read	Tabela »potrebe funkcionalnosti AQR« priporočila za prilagoditve vsebin

2.3.1 Sistematični pregled literature

V raziskavi smo izvedli ciljno usmerjen pregled literature s področij digitalne dostopnosti in univerzalnega oblikovanja, QR-kod in njihovih tehničnih modifikacij za večjo dostopnost.

Uporabili smo baze podatkov in uradne objave mednarodnih organizacij (npr. WHO, EU Agency for Fundamental Rights). Rezultat pregleda je sistematična zbirka sedmih člankov, od katerih smo analizirali šest primerov s področja knjižnic in zdravstva ter enega iz trgovskega sektorja.

2.3.2 Konceptualna analiza ciljnih skupin

Za razumevanje uporabe AQR-kod je bilo potrebno razčleniti potrebe treh ključnih ciljnih skupin uporabnikov: slepih in slabovidnih, gluhih in naglušnih ter oseb z motnjami v duševnem razvoju. Analiza je temeljila na zakonodajnih in strokovnih smernicah (ZIMI, WCAG 2.2, Easy-to-Read) ter obstoječih praksah vključevanja v digitalne storitve.

Slepi in slabovidni

Primarne potrebe slepih in slabovidnih so prostorska orientacija, zaznavanje okolice in zvočni dostop do informacij. Funkcionalnosti AQR-kod so samodejno zaznavanje kode z razdalje in v gibanju, govorni izhod (sintetizator govora) in zvočna navigacija (npr. »levo 2 m do vhodnih vrat«). Primer: NaviLens omogoča zvočno navigacijo v metrou Barcelona, ki vodi uporabnika s prostorskimi navodili.

Gluhi in naglušni

Primarne potrebe so vizualna in znakovna komunikacija, podnapisi, jasna opozorila. Funkcionalnosti AQR-kod so video prikazi v znakovnem jeziku (Slovenski znakovni jezik), podnapisi in vizualna opozorila, prikazovanje navodil v slikovno-grafični obliki. Primer: v bolnišnici Gregorio Marañón AQR-kode omogočajo prikaz video vsebin v znakovnem jeziku.

Osebe z motnjami v duševnem razvoju

Primarne potrebe so poenostavljena razlaga, vizualna podpora, strukturirane informacije. Funkcionalnosti AQR-kod so lahko berljivo besedilo (Easy-to-Read standard), uporaba enostavnih simbolov in piktogramov, linearna struktura navodil (korak za korakom). Primer: navodila v čakalnicah (»pojdi na pult A, vzemi listek, počakaj«) lahko AQR-koda predstavi v obliki slik in kratkih povedi.

2.3.3 Študije primera: NaviLens

Za podrobnejše razumevanje delovanja AQR kod smo izbrali sistem NaviLens¹, ki trenutno predstavlja eno najbolj razvitih dostopnih tehnologij na področju digitalnega označevanja in navigacije[13]. Analizirali smo tehnične lastnosti sistema (barvna koda, zajem v gibanju, multimedijaska podpora), ter povzeli praktične implementacije v različnih okoljih (javni promet, zdravstvo, kultura) in odzive.

NaviLens je španska inovativna rešitev, ki je bila razvita v sodelovanju z organizacijami slepih in slabovidnih (ONCE –

Organización Nacional de Ciegos Españoles) in omogoča navigacijo ter dostop do informacij prek vizualno optimiziranih kod. Sistem deluje v povezavi z aplikacijo na pametnem telefonu, ki samodejno prepozna posebno barvno kodo, brez potrebe po ročnem iskanju ali natančnem usmerjanju kamere[14].



Slika 1: Implementacija NaviLens na podzemni železnici in avtobusnih postajališčih. Vir: Navi Lens

Primer implementacije: na železniških postajah v Barceloni² so NaviLens kode namestili na stebre in ob robove peronov; aplikacija vodi slepega uporabnika z usmerjenimi zvočnimi navodili (npr. »kodna oznaka 3 metra pred vami, levo 30°«), ob kliku pa se predvaja video s podatki o naslednjem vlaku v španskem znakovnem jeziku (LSE). Ostale možnosti so obravnavane v tabeli 3.

Tabela 1: Možnosti v različnih kontekstih

Področje	Lokacije	Funkcija AQR	Specifična prilagoditev
Javni promet	Metro Barcelona, NYC MTA	Informiranje in usmerjanje	Zvočna navigacija + znakovni jezik
Kultura	Muzej Prado, Museo Tifológico	Opis eksponatov, digitalni vodiči	QR z opisi v Braillovi pisavi in TTVS*
Zdravstvo	Hospital Gregorio Marañón	Oznake oddelkov in informacijskih točk	Video s prevodom v SSZJ*; lahko berljivo
Trgovina	Carrefour (Španija)	Branje kod izdelkov in navodil	Prepoznavanje embalaže z zvočnimi podatki

*TTVS – talni taktilni vodilni sistem, *SSZJ – Slovar slovenskega znakovnega jezika

3 REZULTAI

V skladu z metodološkimi sklopi, so rezultati raziskave strukturirani v tri vsebinske sklope: (1) ugotovitve sistematičnega pregleda literature, (2) konceptualno analizo potreb ciljnih skupin ter (3) študijo primera NaviLens. V nadaljevanju podrobneje predstavljamo rezultate posameznih sklopov.

¹ Dostopno na spletišču: <https://www.navilens.com/en/>

² Dostopno na spletišču: <https://www.tmb.cat/en/get-to-know-tmb/transport-network-improvements/other-improvements/navilens-intelligent-tags>

3.1 Ugotovitve sistematičnega pregleda literature

Sinteza obravnavanih študij pregleda literature pokaže, da imajo QR-kode pomemben potencial za uporabo v knjižnicah in širše, vendar njihova uveljavitev še vedno zaostaja za tehnološkimi zmožnostmi. Ugotovljeno je, da je stopnja ozaveščenosti med knjižničarji in uporabniki razmeroma visoka, vendar pa je njihova dejanska uporaba še omejena zaradi pomanjkanja integracije in ozaveščanja. Ključni dejavniki, ki vplivajo na sprejemanje QR-kod, so zaznana koristnost, enostavnost uporabe, kakovost storitve in interaktivnost. Pregled literature potrjuje, da imajo QR-kode velik potencial za izboljšanje dostopa do informacij, a hkrati razkriva vrzeli, zlasti na področju raziskav uporabniške izkušnje ter praktične integracije v javne storitve[15].

3.2 Konceptualna analiza potreb ciljnih skupin

Iz primerjalne analize treh ciljnih skupin je razvidno, da imajo vse skupine specifične zahteve, ki jih klasične QR-kode ne morejo zadovoljiti. AQR-kode s podporo multimodalnim funkcionalnostim (zvok, video, lahko berljivo besedilo, simboli) omogočajo, da se posameznim potrebam ustrezno prilagodijo. Tabela 2 jasno prikazuje, da AQR-kode združujejo različne načine komunikacije v enotno tehnologijo, ki omogoča univerzalni dostop do informacij. S svojimi multimodalnimi funkcionalnostmi (zvočni dostop, video v znakovnem jeziku, lahko berljivo besedilo) neposredno odgovarjajo na specifične zahteve slepih in slabovidnih, gluhih in naglušnih ter oseb z motnjami v duševnem razvoju. Rezultati tako potrjujejo raziskovalno hipotezo, da AQR-kode, zasnovane v skladu z načeli univerzalnega oblikovanja, omogočajo univerzalni dostop do vsebin v javnem prostoru.

3.3 Študija primera NaviLens

Študija primera NaviLens je pokazala, da je AQR-kode mogoče uspešno uvesti v praksi. Sistem omogoča zaznavanje kod na razdalji do 15 m, samodejno poravnavo, uporabo zvočnih in vizualnih povratnih informacij ter zaščito pred zlorabami. Tabela 3 prikazuje uporabo v prometu, kulturi, zdravstvu in trgovini. Večplastnost uporabe omogoča različnim uporabnikom lažjo orientacijo ter uporabo prostora, hkrati tudi dokazuje, da je uporabna za vse uporabnike. AQR-koda ni torej namenjena zgolj osebam z različnimi omejitvami, temveč jih s pridom uporabljajo vsi uporabniki.

4 DISKUSIJA

Na podlagi rezultatov sistematičnega pregleda literature, konceptualne analize potreb ciljnih skupin in študije primera NaviLens v nadaljevanju podajamo celovito razpravo, ki povezuje ugotovitve treh metodoloških pristopov.

4.1 Primerjava rezultatov vseh treh metodoloških pristopov

Rezultati treh uporabljenih metodoloških pristopov se medsebojno dopolnjujejo in skupaj ustvarjajo celovito sliko o potencialih in omejitvah AQR-kod. Sistematični pregled literature razkriva, da so QR-kode že uveljavljene v različnih sektorjih, kot so promet, zdravstvo, izobraževanje in kultura, vendar njihova uporaba za izboljšanje dostopnosti ranljivih skupin ostaja parcialna in nesistematična. Konceptualna analiza potreb treh ciljnih skupin je pokazala, da klasične QR-kode ne zadostujejo, saj predpostavljajo senzorične in kognitivne zmožnosti, ki jih vsi uporabniki nimajo. AQR-kode z multimodalnimi funkcionalnostmi te pomanjkljivosti učinkovito presegajo. Študija primera NaviLens pa predstavlja empirični dokaz, da je takšne prilagoditve mogoče uspešno udejanjiti v praksi: sistem se že uporablja v javnem prometu (Barcelona metro), kulturnih ustanovah (Muzej Prado) in trgovini (Carrefour).

4.2 Kritična presoja omejitev raziskave

Kljub pozitivnim ugotovitvam raziskava izkazuje več omejitev. Prvič, študija primera se je osredotočila zgolj na en referenčni model (NaviLens), kar omejuje širšo posplošitev ugotovitev. Drugič, analiza potreb ciljnih skupin temelji predvsem na konceptualnem okviru in mednarodnih smernicah (WCAG, Easy-to-Read, ZIMI), brez obsežnejšega empiričnega testiranja z dejanskimi uporabniki. Pregled literature je razkril, da se QR-kode v veliki meri obravnavajo v komercialnem in tržnem kontekstu, manj pa v raziskavah, ki bi celovito ocenjevale njihovo dostopnost za ranljive skupine.

4.3 Odgovor na hipotezo

Hipoteza raziskave je bila, da AQR-kode pomembno izboljšajo dostop do informacij v javnem prostoru ter prispevajo k samostojnosti in vključevanju uporabnikov. Rezultati raziskave to hipotezo potrjujejo. Sistematični pregled literature kaže na široko prepoznan potencial QR-kod, konceptualna analiza potreb uporabnikov potrjuje, da AQR odgovarjajo na specifične zahteve treh ciljnih skupin, medtem ko študija primera NaviLens empirično dokazuje izvedljivost in učinkovitost takšnih rešitev v praksi. Na osnovi tega lahko zaključimo, da AQR niso zgolj tehnična nadgradnja klasičnih QR-kod, temveč tudi pomembno orodje za spodbujanje digitalne vključenosti in pravičnosti.

4.4 Implikacije za prakso in nadaljnje raziskave

Ugotovitve raziskave imajo pomembne implikacije za prakso in prihodnje raziskave. Za prakso to pomeni, da bi morale nacionalne institucije vključiti AQR v smernice za dostopnost in digitalizacijo javnega prostora ter spodbuditi pilotne projekte v prometu, zdravstvu in kulturi. Ključno je interdisciplinarno sodelovanje razvijalcev, oblikovalcev, urbanistov, arhitektov ter organizacij oseb z oviranostmi pri sooblikovanju tovrstnih sistemov. Za raziskave pa se odpirajo štiri ključne smeri in sicer: (1) empirično testiranje uporabniških izkušenj z vključevanjem ciljnih skupin v realnih okoljih, (2) širitev nabora primerov dobre prakse izven NaviLens, (3) razvoj odprtih in standardiziranih AQR-protokolov ter (4) kritična analiza dolgoročnih učinkov

AQR na samostojnost, mobilnost in družbeno vključenost uporabnikov.

4.5. Možnost zlorabe

QR-kode so zaradi preprostega kreiranja in uporabe postale zelo priljubljene in se jih pogosto uporablja za različne, predhodno opisane, namene. Prav zaradi svoje priljubljenosti pa so postale tudi neredka tarča zlorab in zlonamerne uporabe. Ljudje smo se v zadnjih letih naučili kako pregledovati spletne povezave v phishing mailih, sporočil in spletnih straneh za lažnimi povezavami. QR-kode pa te spletne povezave zakrijejo in že samo skeniranje QR-kode lahko sproži prenos škodljive kode na mobilno napravo.

QR Code Phishing krajše označujemo z enakovrednima izrazoma QRishing oz. Quishing³. Z izrazoma označujemo vrsto kibernetkega napada, pri katerem zlonamerne osebe uporabljajo ponarejene QR-kode, da posameznike zvabijo na zlonamerne spletne strani ali jih prepričajo, da prenesejo škodljivo vsebino. Poznamo statične in dinamične QR-kode, ki se med seboj razlikujejo glede na stopnjo ranljivosti. Statične QR-kode se po kreiranju ne spreminjajo. Primarno jih uporabljamo za deljenje spletnih strani, kontaktnih informacij, Wi-Fi gesel in podobno. Načeloma so ranljive le v primeru, če napadalci pridobijo kontrolo nad spletnim mestom URL (angl. uniform resource locator) povezave v QR-kodi. Dinamične QR-kode omogočajo večjo fleksibilnost saj je mogoče posodobiti URL povezavo. Uporabljamo jih v primerih kjer je zahtevana pogosta posodobitev vsebine URL povezave. Takšni primeri so informacije o dogodkih, promocijske ponudbe ali spremljanje zaloga v realnem času. V primeru, ko napadalci pridobijo nadzor nad upravljanjem z dinamično QR-kodo, po svoji želji spremenijo URL povezo, ki osebe nato po skeniranju QR-kode preusmeri na zlonamerne spletne strani.

Zagotavljanje varnosti uporabe QR-kod je večplastno. Velik korak k varni uporabi QR-kod lahko storimo že sami uporabniki. Priporočeno je, da ne uporabljamo nepreverjenih QR-kod, pred potrditvijo preverimo URL povezavo povezano s skenirano QR-kodo. Na spletnih straneh pa ne vpisujemo svojih osebnih ali bančnih podatkov, ki teh podatkov ne potrebujejo, še posebno, če ne poznamo pošiljatelja. Nenazadnje pa tudi, da ne prenašamo nobenih vsebin s sumljivih spletnih strani. Kreatorjem QR-kod pa se priporoča uporaba priznanih orodij za kreiranje QR-kod, zaščita pomembnih informacij z uporabniškim imenom in geslom ali kriptiranjem podatkov ter redno preverjanje stanja QR-kode.

Ali predhodne ugotovitve pomenijo, da je uporaba NaviLens AQR-kod nevarna? Odgovor je ne. Mobilna aplikacije NaviLens ima vgrajeno zaščito pred AQRishing posegi. Aplikacija po branju AQR-kode preveri ali se je zgodila potencialna manipulacija skenirane AQR-kode in v primeru zaznane manipulacije prepreči odpiranje vsebovanih spletnih strani ali posredovanja podanih informacij.

5 ZAKLJUČEK

Raziskava je obravnavala AQR-kode kot tehnološko rešitev, ki temelji na načelih univerzalnega oblikovanja in digitalne vključenosti. Na osnovi kombinacije treh metodoloških pristopov smo dobili celovit vpogled v potenciale in omejitve AQR-kod.

Rezultati potrjujejo raziskovalno hipotezo, da AQR-kode pomembno izboljšajo dostop do informacij v javnem prostoru ter prispevajo k večji samostojnosti in družbeni vključenosti uporabnikov. Tako jim zagotavljajo enakovredno dostopnost in uporabo prostora ter informacij. Literatura kaže na široko prepoznan potencial AQR-kod, a tudi na pomanjkanje sistematičnih raziskav o dostopnosti. Analiza potreb ciljnih skupin je razkrila, da lahko AQR-kode z multimodalnimi funkcionalnostmi (zvočna navigacija, video v znakovnem jeziku, lahko berljivo besedilo) učinkovito odgovarjajo na specifične zahteve slepih in slabovidnih, gluhih in naglušnih ter oseb z motnjami v duševnem razvoju. Študija primera NaviLens pa je empirično potrdila, da so takšne rešitve izvedljive in uspešne v praksi.

Predlog za prihodnji razvoj in implementacijo:

1. Upoštevanje odprtih standardov AQR kod, skladnih z evropskimi in mednarodnimi smernicami ter omogočanje integracije z nacionalnimi sistemi dostopnosti (npr. Slovar slovenskega znakovnega jezika).
2. Pilotni projekti v javnih ustanovah (zdravstvo, promet, kultura) za testiranje uporabnosti in prepoznavnosti dostopnih kod z vključitvijo ciljnih uporabnikov.
3. Vzpostavitev interdisciplinarnega sodelovanja med razvijalci, urbanisti, arhitekti, oblikovalci storitvenega in informacijskega oblikovanja, organizacijami oseb z oviranostmi in zakonodajalci.
4. Vključitev participativnih metod v načrtovanje informacijskih točk, ki temeljijo na AQR, z vključitvijo oseb z različnimi oblikami oviranosti že v fazi načrtovanja, prototipiranja in testiranja.
5. Vključitev AQR v načrte za digitalizacijo urbanega prostora in kot obvezni del smernic za dostopnost javnih storitev, skladno z ZIMI, ZDSMA ter pravilnikom o univerzalni gradnji in uporabi objektov.

Poseben pomen za prihodnost ima vključevanje uporabniških skupin v sooblikovanje tehnologij ter usklajenost z zakonodajnimi in etičnimi okviri, kot so Konvencija o pravicah invalidov[16], Konvencija o dostopu do informacij, udeležbi javnosti pri odločanju in dostopu do pravnega varstva v okolijskih zadevah[17], Aarhuška konvencija[18] in načela univerzalnega oblikovanja[19].

V prihodnosti AQR ne bo le orodje za tehnično izboljšanje orientacije ali podajanje informacij, temveč temeljni del

³ Dostopno na spletišču:
<https://www.malwarebytes.com/cybersecurity/basics/quishing>

infrastrukture vključujočega mesta – mesta, ki razume, da dostopnost ni le funkcija, ampak tudi kultura vključevanja, udeležbe in spoštovanja raznolikosti.

ZAHVALA

Iskreno se zahvaljujemo Ministrstvu za okolje, podnebje in energijo za devetletno financiranje projekta »Omogočanje multimodalne mobilnosti za osebe z različnimi oviranostmi«, ki nam omogoča izboljšanje podatkovnega modela in ozaveščanje o pomembnosti dostopnega okolja za vse uporabnike.

REFERENCE

- [1] International Organization for Standardization. 2024. ISO/IEC DIS 18004:2024 – QR Code Bar Code Symbology Specification (osnutek revizije). Geneva: ISO. <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std-iso-iec:18004:ed-4:v1:en>
- [2] Ōno T. Toyota production system: beyond large-scale production. Cambridge, Mass.: Productivity Press; 1988. xix, 143 p. p. <https://www.almendron.com/tribuna/wp-content/uploads/2021/12/toyota-production-system-beyond-large-scale-production.pdf>
- [3] Diazgranados M, Funk VA. Utility of QR codes in biological collections. *PhytoKeys*. 2013 Jul 17;(25):21-34. doi: [10.3897/25.5175](https://doi.org/10.3897/25.5175)
- [4] Fathin N. M. Leza and Nurul A. Emran. 2014. Data Accessibility Model Using QR Code for Lifetime Healthcare Records. *World Applied Sciences Journal* 30: 395-402, 2014. DOI: [10.5829/idosi.wasj.2014.30.icmrp.55](https://doi.org/10.5829/idosi.wasj.2014.30.icmrp.55)
- [5] S. Tiwari, 2016. An Introduction to QR Code Technology International Conference on Information Technology (ICIT), Bhubaneswar, India, 2016, pp. 39-44, doi: [10.1109/ICIT.2016.021.Abstract.QR.i.e](https://doi.org/10.1109/ICIT.2016.021.Abstract.QR.i.e).
- [6] Rivas, A.G., Schulzetenberg, A. (2023). QR Codes as a Method for Older Adults to Access a Mobile Survey. In: Gao, Q., Zhou, J. (eds) *Human Aspects of IT for the Aged Population. HCII 2023. Lecture Notes in Computer Science*, vol 14042. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-34866-2_10
- [7] Santosh Abaji Kharat, Shubhada Nagarkar, Bhausaheb Murlidhar Panage; Design and development of digital information product and service using colour QR codes for smartphone user's of academic libraries. *Library Management* 25 October 2022; 43 (8-9): 577–600. <https://doi.org/10.1108/LM-10-2021-0086>
- [8] Abualnadi, D., Al-salaymeh, A., Yousef, F., Al Sukkar, G., et al. (2018). Using QR Codes for Improving the Educational Process of Students with Hearing Loss. *The Eurasia Proceedings of Educational and Social Sciences*, 11, 116-122.
- [9] Dong-Hee Shin, Jaemin Jung, Byeng-Hee Chang. 2012. The psychology behind QR codes: User experience perspective, *Computers in Human Behavior*, Volume 28, Issue 4, Pages 1417-1426, <https://doi.org/10.1016/j.chb.2012.03.004>.
- [10] Michelle Kelly Schultz. 2013. A case study on the appropriateness of using quick response (QR) codes in libraries and museums, *Library & Information Science Research*, Volume 35, Issue 3, 2013, Pages 207-215, ISSN 0740-8188, <https://doi.org/10.1016/j.lisr.2013.03.002>
- [11] Roman Renner, Jani Demšar, Marina Lovrić, Miran Janežič, in Helena Žnidaršič. 2022. Omogočanje multimodalne mobilnosti oseb z različnimi oviranostmi: končno poročilo. Ljubljana: Geodetski inštitut Slovenije
- [12] Mace R., Hardie, G. J., Place, J.P. 1991. Accessible Environments: Toward Universal Design. The Center for Universal Design.
- [13] Krasowska K., Zwoliński A. 2022, Accessible city – using digital technologies to improve the accessibility of public space for persons with specific needs', *Space & Form | Przestrzeń i Forma* 52. <http://doi.org/10.21005/pif.2022.52.F-01>
- [14] NaviLens. 2024. Developer SDK and API Documentation. Retrieved from <https://www.navilens.com/developers>
- [15] Esoswo., O, Ishioma, I. 2023. Awareness and Adoption of Quick Response Code by Librarians in Universities in Delta and Edo States, Nigeria. *Regional Journal of Information and Knowledge Management* 8(1):11-23 DOI: [10.70759/vb6qjg25](https://doi.org/10.70759/vb6qjg25)
- [16] United Nations. 2006. Convention on the Rights of Persons with Disabilities. Treaty Series, 2515, 3. Retrieve 12 Jul. 2024 from https://www.un.org/en/development/desa/population/migration/generalassembly/docs/globalcompact/A_RES_61_106.pdf
- [17] UINICE Convention 1998. Konvencija o dostopu do informacij, udeležbi javnosti pri odločanju in dostopu do pravnega varstva v okoljskih zadevah. https://www.ip-rs.si/fileadmin/user_upload/Pdf/arhuska_konvencija.pdf
- [18] Spletni vir 1: <https://eur-lex.europa.eu/SL/legal-content/summary/environmental-information-public-participation-and-access-to-justice-aarhus-convention.html>
- [19] Spletni vir 2: <https://universaldesign.ie/about-universal-design/the-7-principles>