

UNIVERZA V LJUBLJANI
FAKULTETA ZA RAČUNALNIŠTVO IN INFORMATIKO

David Cesar

Kontrola smučarskih kart z mobilnim čitalcem RFID

DIPLOMSKO DELO

VISOKOŠOLSKI STROKOVNI ŠTUDIJSKI PROGRAM PRVE
STOPNJE RAČUNALNIŠTVO IN INFORMATIKA

Mentor: doc. dr. Mira Trebar

Ljubljana, 2013

Rezultati diplomskega dela so intelektualna lastnina avtorja in Fakultete za računalništvo in informatiko Univerze v Ljubljani. Za objavlanje ali izkoriščanje rezultatov diplomskega dela je potrebno pisno soglasje avtorja, Fakultete za računalništvo in informatiko ter mentorja.



Datum: 9.10.2013

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za računalništvo in informatiko izdaja naslednjo nalogo:

Kandidat: **DAVID CESAR**

Naslov: **KONTROLA SMUČARSKIH KART Z MOBILNIM ČITALCEM RFID**
CONTROL OF SKI PASSES WITH A MOBILE RFID READER

Vrsta naloge: Diplomsko delo visokošolskega strokovnega študija prve stopnje

Tematika naloge:

Številna smučišča že uporabljajo tehnologijo RFID za elektronsko kontrolo kart ob vstopu na posamezne proge. Kandidat naj predstavi nadaljnje možnosti mobilne rešitve za preverjanje veljavnosti kart tudi na terenu v primerih zlorab ali morebitnih napak. V ta namen naj analizira zahteve po komunikacijski infrastrukturi za dostop do centralne podatkovne baze na oddaljenem strežniku. Za mobilni čitalec RFID naj razvije in implementira rešitev, ki bo na osnovi dveh tehnologij, Oracle APEX in spletnih storitev omogočala pregled in preverjanje podatkov na strežniku. Predstavi naj rezultate testiranj in jih ovrednoti glede na zahteve v realnem okolju.

Mentor:

doc. dr. Mira Trebar

Dekan:

prof. dr. Nikolaj Zimic



IZJAVA O AVTORSTVU DIPLOMSKEGA DELA

Spodaj podpisani David Cesar, z vpisno številko **63010190**, sem avtor diplomskega dela z naslovom:

Kontrola smučarskih kart z mobilnim čitalcem RFID

S svojim podpisom zagotavljam, da:

- sem diplomsko delo izdelal samostojno pod mentorstvom doc. dr. Mire Trebar
- so elektronska oblika diplomskega dela, naslov (slov., angl.), povzetek (slov., angl.) ter ključne besede (slov., angl.) identični s tiskano obliko diplomskega dela
- soglašam z javno objavo elektronske oblike diplomskega dela v zbirki »Dela FRI«.

V Ljubljani, dne: 14.10.2013

Podpis avtorja:

Zahvala

Iskreno se zahvaljujem mentorici doc. dr. Miri Trebar za strokovno pomoč, usmerjanje in nasvete pri nastajanju te diplomske naloge.

Prav posebna zahvala gre tudi moji ženi in hčerki za vso podporo in potrpežljivost v času pisanja diplomske naloge.

Kazalo vsebine

POVZETEK.....	1
ABSTRACT	3
1 UVOD.....	5
2 UPORABA TEHNOLOGIJE RFID NA SMUČIŠČIH.....	7
2.1 TEHNOLOGIJA RFID	10
2.1.1 Značke RFID	12
2.1.2 Tiskalniki RFID	13
2.1.3 Prehodni terminal RFID.....	16
2.1.4 Mobilni čitalec RFID.....	17
2.2 KOMUNIKACIJSKO OMREŽJE	18
2.3 PROGRAMSKA ORODJA.....	19
2.3.1 Podatkovna baza Oracle	19
2.3.2 Platforma .NET in razvojno okolje Visual Studio.....	20
2.3.3 Oracle Application Express.....	20
2.3.4 Spletne storitve	21
3 MOBILNI SISTEM RFID ZA NADZOR KART	23
3.1 IMPLEMENTACIJA.....	24
3.2 REŠITEV Z ORODJEM ORACLE APEX	28
3.3 REŠITEV S SPLETNIMI STORITVAMI.....	30
4 TESTIRANJE	35
5 SKLEPNE UGOTOVITVE	37
6 LITERATURA.....	39

Seznam kratic

2G	- 2nd generation (mobile telecommunications)
3G	- 3rd generation (mobile telecommunications)
AFI	- Application Family Identifiers
ANSI	- American National Standards Institute
APEX	- Application Express
BCL	- Base Class Library
CSS	- Cascading Style Sheets
DSFID	- Data Storage Format Identifier
EAS	- Electronic Article Surveillance
EDGE	- Enhanced Data rates for Global Evolution
FCL	- Framework Class Library
GPRS	- General Packet Radio Service
GPS	- Global Positioning System
HSDPDA	- High Speed Downlink Packet Access
HTML	- Hyper Text Markup Language
IEC	- International Electrotechnical Commission
IFF	- Identification Friend and Foe
ISO	- International Organization for Standardization
PL/SQL	- Procedural Language/Structured Query Language
RDBMS	- Relational Database Management System
RFID	- Radio Frequency Identification
SDK	- Software development kit
SOAP	- Simple Object Access Protocol
SQL	- Structured Query Language
TCP/IP	- Transmission Control Protocol/Internet Protocol
TFT LCD	- Thin Film Transistor Liquid Crystal Display
UDDI	- Universal Description, Discovery and Integration
USB	- Universal Serial Bus
WSDL	- Web Services Description Language
XHTML	- eXtensible Hyper Text Markup Language
XSLT	- Extensible Stylesheet Language Transformations

Povzetek

V diplomski nalogi je predstavljena tehnologija RFID za izvedbo kontrole smučarskih kart na terenu. Uporabljen je mobilni čitalec RFID, ki mora imeti ves čas delovanja dostop do centralne podatkovne baze na oddaljenem strežniku. V ta namen smo preučili rešitve za uporabo brezžičnega ali mobilnega omrežja z namenom zagotavljanja čim boljših zmožnosti delovanja sistema. Za obstoječo rešitev fiksne kontrolnega sistema smučišča z uporabo RFID tehnologije je zasnovana in implementirana dodatna funkcionalnost za nadzor smučarskih kart, ki vključuje aplikacijo za mobilni čitalec RFID M3 Sky. Implementacija vključuje dve različni tehnologiji (Oracle APEX in spletne storitve), kjer je potrebno za obe rešitvi razviti aplikacijo, ki bo nameščena na strežniku, in mobilno aplikacijo, ki bo nameščena na čitalcu. Aplikacija na strežniku bo zajemala podatke iz podatkovne baze in jih posredovala mobilni aplikaciji, na kateri se bodo ti podatki prikazovali. Na podlagi prikazanih podatkov se nato ugotavljajo napake in zlorabe pri uporabi smučarskih kart. Rešitvi bomo med seboj primerjali in predstavili njune prednosti in slabosti.

Ključne besede: radio frekvenčna identifikacija, mobilni čitalec RFID, kontrola pristopa, nadzor, smučišče.

Abstract

This thesis presents the possibilities of using RFID technology for implementation ski pass control on the ski resort. The mobile RFID reader must have all the time the access to a central database on a remote server. For this purpose, we have examined solutions for wireless and mobile networks to provide the best possible capabilities of the system. The existing fixed control system solution of a ski resort which RFID technology usage is presented with an additional functionality to control ski passes, including an application for a mobile RFID reader M3 Sky. The implementation includes two different technologies (Oracle APEX and Web Services), where for both cases it is necessary to develop an application that will be installed on a server and a mobile application that will be installed on the reader. Application on the server will query the data from the database and submit them to the mobile application, where these data will appear. Based on the data shown subsequently reveals errors and fraud in the use of ski passes. Both solutions will be compared and presented with their strengths and weaknesses.

Keywords: Radio frequency identification, mobile RFID reader, access control, surveillance, ski resort.

1 Uvod

Računalniško podprt informacijski sistem na smučiščih je zelo pomemben za delovanje smučišča, tako za goste, kot tudi za upravljavce smučišč. Gost pride na smučišče z namenom, da lahko brez zapletov in čim hitreje uporablja ponujene storitve. Upravljavcem smučišč pa sistem omogoča boljšo kontrolo pred nepooblaščenno uporabo storitev na smučiščih, preglede o prehodih, zavrženih kartah in pregled drugih pomembnih podatkov.

Informacijski sistem, ki ga bomo obravnavali, uporablja brezkontaktno kontrolo pristopa, kar pomeni, da se gosta identificira, ko se približa s karto prehodnemu terminalu na razdalji približno 15 cm. Pri tem nam je v veliko pomoč tehnologija RFID (radio frekvenčna identifikacija) [1,2]. Na to tehnologijo danes prehajajo že vsa smučišča, tako v tujini, kot tudi v Sloveniji [3,4].

Odločili smo se, da se obstoječi informacijski sistem nadgradi z dodatno funkcionalnostjo. S pomočjo mobilnega čitalca RFID bi kjerkoli na smučišču, prebrali karto in dobili potrebne informacije, s katerimi bi si lahko pomagali pri odkrivanju napak. Na aplikaciji se bodo prikazovali razni podatki o veljavnosti karti, ki bi povedali, ali je veljavna na določenem smučišču, kakšno je obdobje veljavnosti in koliko točk je možno porabiti. Pri točkovni veljavi so prehodni terminali ovrednoteni z določenim številom točk. Z vsako identifikacijo karte na prehodnem terminalu se to število točk odšteje od prejšnjega števila točk na karti. Ob večdnevni kartah je znan tudi imetnik, zato se prikaže tudi podatke o njem. Prikaže pa se tudi število prehodov na določen dan. Namen diplomske naloge je razviti aplikacijo, ki bi omogočala prikaz zgoraj omenjenih podatkov. Z zbranimi podatki pa si lahko pomagamo odkriti napake in zlorabe pri uporabi smučarske karte. V primeru, da je bila karta na prehodnem terminalu zavržena, pogledamo podatke o veljavnosti karte in preverimo, če je ta karta veljavna na tem smučišču, ali je pravo obdobje veljavnosti na tisti dan in preverimo število veljavnih točk. S podatkom o imetniku kart si pomagamo takrat, ko želimo preveriti, ali je smučar res imetnik karte. Lahko bi jo ukradel, si jo sposodil od nekoga drugega ali pa celo ponaredil.

2 Uporaba tehnologije RFID na smučiščih

Informacijski sistem smučišča je razdeljen na sistem za prodajo kart (blagajna) in sistem za kontrolo kart (prehodni terminal). Njuno delovanje vključuje medsebojno komunikacijo, oba pa uporabljata isto podatkovno bazo. V podatkovni bazi se shranjujejo podatki o prodanih kartah. To so podatki o ceni, tipu karte, datumu in blagajni nakupa. Ponavadi se pri večdnevnih kartah shranjujejo tudi podatki o kupcu. Pomemben je tudi podatek, na katerem smučišču karta velja. S shranjenimi podatki tako sistem za kontrolo kart preverja veljavnost karte. Sistem za kontrolo kart ne preverja samo njene veljavnosti, temveč se shranjuje tudi zgodovina o prehodih in zavrnitvah. Pri neuspešni identifikaciji se zabeleži tudi razlog, zakaj je bila karta zavrnjena. S temi podatki se lahko nato izdelajo razni statistični pregledi o uporabi kart, ki jih upravljavec smučišča želi.

Prehodni terminali imajo vgrajene tako čitalce RFID, kot tudi čitalce črtne kode. Lahko ima vgrajena oba čitalca ali pa samo enega izmed njiju. V primeru karte s črtno kodo jo je potrebno vstaviti v režo. Na ta način čitalec črtne kode prebere kodo, ki je natisnjena na karti. V primerjavi s čitalci črtne kode čitalci RFID omogočajo brezkontaktno identifikacijo na prehodnem terminalu. Smučarska karta je lahko nekje v žepu in je ni potrebno vzeti iz njega, saj se lahko smučar samo približa prehodnemu terminalu in se ga lahko identificira. To je zelo priročno, saj imajo ponavadi smučarji v rokah smuči, smučarske palice itd. Kontrola pristopa s tehnologijo RFID je kot kaže zelo dobra rešitev, saj večina smučišč tako v Sloveniji, kot tudi v tujini prehaja nanjo [3,4].

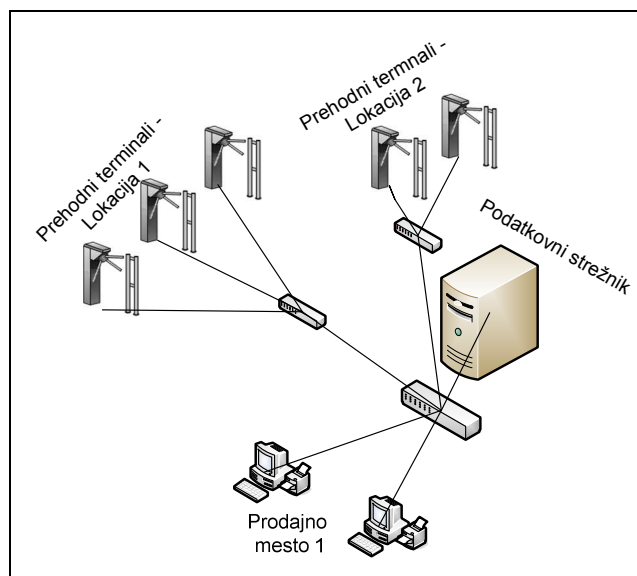
Kompleksnost informacijskega sistema je na smučišču odvisna od:

- števila prodajnih mest in s tem tudi, koliko blagajn je na vsakem izmed njih,
- števila kontrolnih mest ter števila prehodnih terminalov, ki so priklopljeni na vsakem izmed njih.

Blagajne in prehodne terminale se lahko poveže s centralnim strežnikom z običajnimi mrežnimi kabli. Z večanjem števila prodajnih ali kontrolnih mest ter obširnosti mest pa se lahko vključi tudi povezave z optičnimi kabli.

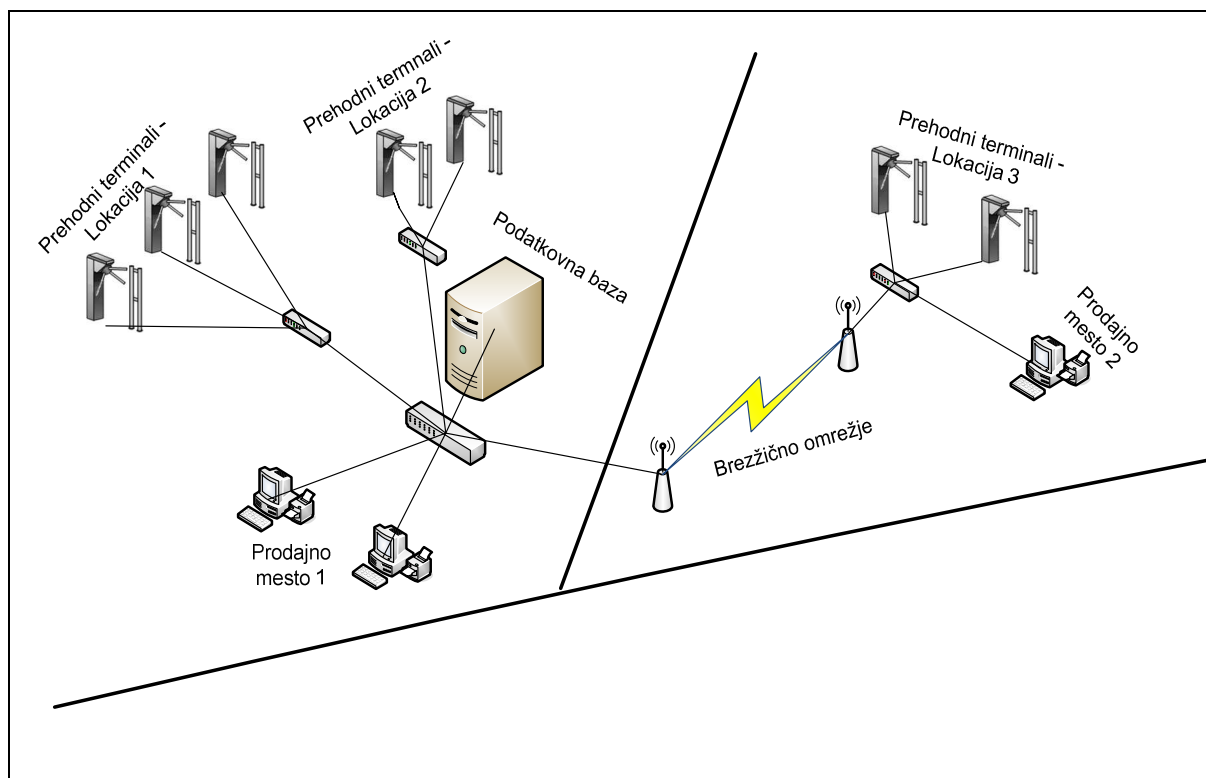
Sistem za nadzor kart na smučišču lahko vsebuje poljubno število prodajnih mest in prav tako kontrolnih mest, ki se lahko nahajajo na različnih lokacijah. Na Sliki 1 je prikazana ena od možnih rešitev, ki ima:

- eno prodajno mesto z dvema blagajnama. Na blagajnah so nameščene programske rešitve za prodajo kart in strojna oprema za izdelavo kart (tiskalniki). Vsaka blagajna na prodajnem mestu komunicira s podatkovno bazo na strežniku.
- Kontrolni sistem na dveh lokacijah. Na lokaciji 1 se nahajajo trije, na lokaciji 2 pa dva prehodna terminala. Obe kontrolni lokaciji sta povezani v isto komunikacijsko omrežje kot prodajno mesto in uporabljata isto podatkovno bazo.



Slika 1: Primer arhitekture sistema

Pri gradnji informacijskega sistema za smučišča je potrebno razmisliti tudi o tem, da so lahko smučišča oddaljena tudi nekaj kilometrov od fizične postavitve strežnika s podatkovno bazo, ter da povezava po kabljih ni možna. V takem primeru se uporablja brezžična povezava z usmerjenimi antenami. Ena od glavnih zahtev takšne rešitve pa je, da sta oddaljeni anteni v vidnem polju ena z drugo in med njima ni ovir. Slika 2 prikazuje nadgradnjo osnovnega sistema z brezžično povezavo, na katero je povezano eno prodajno mesto z eno blagajno, in eno kontrolno mesto, ki ima dva prehodna terminala.



Slika 2: Arhitektura z vključenim brezžičnim omrežjem

Za pristop na smučišče mora imeti uporabnik veljavno smučarsko karto, ki si jo mora kupiti na blagajni. V odvisnosti od ponudbe smučišča lahko izbira med različnimi vrstami kart, ki se razlikujejo glede na:

- **starost:** otroška, mladinska, odrasla, za upokojence itd.
- **čas ali obdobje veljave:** dopoldanska, popoldanska, nočna, sezonska, letna itd.
- **število točk:** Vsak prehodni terminal je ovrednoten z določenim številom točk. S tem ko se beleži prehod s takšno karto, se tudi odšteje število točk, ki je določeno za prehodni terminal.

Po nakupu karte sledi kontrola pristopa na smučišče. V ta namen se uporabljajo prehodni terminali. Ko prehodni terminal prebere karto (črtna koda, RFID karta z elektronsko kodo), se prijavi v podatkovno bazo in dobi informacijo, ali je karta veljavna in ali se lahko dovoli pristop na smučišče. Ker je prehodni terminal vedno povezan s podatkovno bazo, se beležijo vse aktivnosti na določenem prehodnem terminalu. Iz tega je razvidno, kje se je določena karta identificirala. V primeru sezonskih kart je poznan tudi lastnik karte, kar še poveča kontrolo in omogoča upravitelju smučišča, da dobi praktično vse preglede in statistike, ki si jih je zaželel.

Kot je že bilo omenjeno, se z uveljavljanjem tehnologije RFID čitalci črtnih kod čedalje bolj umikajo s smučišč tako v Sloveniji, kot tudi v tujini. Nekaj izmed teh razlogov, ki omogočajo njeno uveljavitev, so:

- Značke RFID so danes cenovno dostopnejše, kot so bile včasih.
- Brezkontaktna identifikacija. S karto, ki vsebuje značko RFID, se približamo anteni prehodnega terminala, kar pa pri karti s črtno kodo ni mogoče, saj mora biti koda v vidnem polju žarkov čitalca.
- Pri uporabi tehnologije RFID se zmanjšajo tudi napake pri branju kode. Pri črtni kodi se je pogosto dogajalo, da se karte ni dalo prebrati oziroma se jo je prebralo napačno. Razlogi za to so bili večinoma v:
 - slabšem tisku črtne kode,
 - zbledeli črtni kodi,
 - slabšem branju čitalca,
 - zmečkani karti na mestu, kjer je natisnjena črna koda.

2.1 Tehnologija RFID

Radio frekvenčna identifikacija (RFID) je tehnologija, ki za prenos podatkov uporablja radijske valove [1,2]. Na eni strani imamo značko RFID in na drugi strani čitalec, s katerim preberemo vsebino, ki je zapisana na znački RFID.

Prve raziskave tehnologije RFID so se začele med drugo svetovno vojno. Uporabljali so jo za vohunjenje in zaznavo letalskega prometa, ki je identificiral, ali je letalo prijateljsko ali sovražno. V sedemdesetih letih prejšnjega stoletja so se pojavile prve oblike današnjih značk RFID. Imele so vgrajen 16-bitni spomin in so se uporabljale za sistem cestninjenja.

Tehnologija RFID se je do danes že zelo dobro razvila in se jo uporablja na različnih področjih, kot so:

- parkirni sistemi;
- kontrola pristopa v dvorane, športe objekte, bazene, smučišča itd.;
- sistemi cestninjenja;
- kontrola javnega prometa,;
- alarmni sistemi v trgovinah. Nekje na blagu se nahaja značka RFID, V primeru, da se s takim blagom približamo alarmnemu sistemu, se ta aktivira;

- logistika, pa naj bo to v povezavi z blagom v kakšni trgovini, skladišču, letališču za kontrolo prtljage, knjigarni, sledenju življenjskega cikla živil itd.;
- identifikacija živali na kakšnih večjih kmetijah. Dandanes se uporablja tudi za identifikacijo domačih ljubljencev.

RFID je kot komunikacijska tehnologija določena s standardi, ki določajo souporabo frekvenčnega območja z drugimi napravami, kot so: radio, televizija, mobilni aparati itd. [1]. Glede na frekvenčno območje delovanja RFID sistemov delimo na:

- nizkofrekvenčne (LF - Low Frequency: 125–134.2 kHz and 140–148.5 kHz),
- visokofrekvenčne (HF - High Frequency: 13.56 MHz),
- ultra visokofrekvenčne (UHF - Ultra High Frequency: 868–928 MHz).

Največji vpliv v industriji RFID imata standarda ISO/IEC (International Organization for Standardization/International Electrotechnical Commission) in EPCglobal. V nadaljevanju je naštetih nekaj poglobitvenih ISO/IEC standardov:

- ISO 14223 – identifikacija živali,
- ISO/IEC 14443 - HF (13.56 MHz); potni listi. Standard se uporablja tudi v mobilnih napravah, ki vsebujejo NFC tehnologijo [14],
- ISO/IEC 15693 - HF (13.56 MHz); brezkontaktno pametno plačevanje ter kreditne kartice,
- ISO/IEC 18000 – upravljanje predmetov,
- ISO/IEC 18092 – telekomunikacije,
- ISO/IEC 18185 – elektronske ključavnice,
- ISO/IEC 21481 – telekomunikacije.

Sistemi RFID se delijo tudi na način napajanja oddajnika (aktivni in pasivni RFID) ter glede na način prenosa informacije preko radijskih valov (induktivni in elektromagnetni RFID) .

- **Aktivni RFID:** oddajniki imajo poleg antene in čipa tudi baterijo, ki napaja vezje oddajnika. Slabost takšnega sistema je njegova cena in velikost. Prednost se nahaja v večji moči oddajanja, s tem tudi v daljšemu dometu in zanesljivosti prenosa podatkov v neprijaznem okolju (voda, kovine itd.).
- **Pasivni RFID:** oddajniki za razliko od aktivnih ne uporabljajo svojega napajanja. Potrebno energijo dobijo neposredno iz inducirane signala v anteni. S tem se oddajniku zmanjša cena in dimenzija, vendar se izgubi domet in zanesljivost.

2.1.1 Značke RFID

V diplomski nalogi se bodo uporabljale I-CODE SLI značke RFID, ki temeljijo na ISO/IEC 15693 standardu na frekvenci 13.56 MHz [5]. Na Sliki 3 je predstavljena značka RFID, ki vsebuje čip in anteno. Na voljo je 1024 bitov spomina, razdeljenega na 32 blokov velikosti 4 bajte. Na vsakem čipu je zapisana 64-bitna unikatna identifikacijska koda, ki jo jamči proizvajalec. Razdalja med čitalcem in karto je pri branju lahko od 1 do 1.5 metra, pri čimer je v veliko pomoč antena na znački RFID.



Slika 3: Izgled značke RFID; Antena in čip

Karte, ki vsebujejo značko RFID, so lahko po zunanosti iz temperaturno občutljivega papirja (Slika 4a) ali pa so to plastične kartice (Slika 4b). Od tega je tudi odvisno, kateri tiskalnik se bo uporabil za tiskanje karte.



Slika 4a: Izgled papirnate karte



Slika 4b: Izgled plastične karte

Moduli RFID na tiskalnikih, prehodnih terminalih in mobilnem čitalcu obračajo zapis na znački RFID, tako da ni nujno, da je vsebina, ki je zapisana s tiskalnikom, enaka vsebini, ki jo nato preberemo z modulom RFID v mobilnem čitalcu ali prehodnem terminalu, pa čeprav gre za isto vsebino. Algoritma za obračanje vsebine v prvotno stanje seveda ni težko ugotoviti, je pa tako obračanje kode dovolj dobro, da posameznika odvrne od poskušanja. Novejše značke

RFID je možno tudi zaščititi z geslom in tako preprečiti branje ali pisanje. Lahko pa tudi trajno zaklenemo določene bloke in tako onemogočimo nadaljnjo pisanje [1].

2.1.2 Tiskalniki RFID

Zaradi različnih tipov kart je potrebno uporabiti temu primerno tudi različne tiskalnike [6,7,8,12,15]. V primeru tiskanja papirnatih kart, se uporabljajo termični tiskalniki (Slika 5a), za tisk plastičnih kart pa tiskalniki z barvnim trakom (Slika 5b). Termični tiskalniki s pomočjo temperature natisnejo zeleno besedilo na temperaturno občutljivo površino karte. Tiskalniki plastičnih kart prav tako uporabljajo temperaturo, vendar se v tem primeru z njeno pomočjo nanese zelen odtenek barve iz barvnega traku na površino karte.



Slika5a: Tiskalnik papirnatih kart



Slika5b: Tiskalnik plastičnih kart

Tiskalnik papirnatih kart uporablja posebne ukaze, s pomočjo katerih se natisne izgled karte in tudi prebere ali zapiše podatke v uporabniški spomin značke RFID. Spodaj sta prikazana dva primera uporabe ukazov za komunikacijo s tiskalnikom. Primer zapisovanja v spomin in branja iz spomina kart je prikazan na Sliki 6. V ta namen se uporabljajo posebni ukazi, ki omogočajo manipulacijo z modulom RFID.

```
<RFC>  
<RL>  
<RC345,130><F7>UID:  
<RC345,165><F7><RFS2,0>  
<NR>  
<RFW2,0,0>*DATA*  
<RC060,200><F9>READ0<RFR2,0,4,0>  
<RC080,200><F9>READ1<RFR2,1,4,0>  
<p>
```

Slika 6: Primer pisanja in branja podatkov na značko RFID

Na Sliki 7 je primer ukazov, ki so poslani tiskalniku za končni izgled na karti (Slika 8). Za komunikacijo med računalnikom in tiskalnikom se uporablja mrežni vmesnik preko TCP/IP protokola. Gonilniki na računalniku niso potrebni, saj za to poskrbijo bazne procedure in funkcije v podatkovni bazi Oracle. Primer bazne funkcije je prikazan na Sliki 9, kjer je predstavljeno pisanje vsebine in nato branje zapisane vsebine.

```
<PL1050><TTF3,8><RC30,110>BL.  
<RC30,150>RIKOM  
<RC30,240>957965  
<RC30,380>22.08.2011 14:10  
<RC390,50>www.rikom.si  
<TTF3,10>  
<RC300,110>CESAR  
<RC300,320>DAVID  
<RC215,110>Velja do:  
<TTF3,14>  
<RC205,250>11.03.2011  
<TTF3,12>  
<RC135,110>TESTNI  
<RC165,110>VZOREC  
<RC30,100><X3><FL8>:1234561234567890:  
<RC30,640><X3><FL8>:1234561234567890:  
<p>
```

Slika 7: Primer ukazov za izgled karte



Slika 8: Izgled na karti

```
CREATE FUNCTION (p_koda IN varchar2,  
                p_ip IN varchar2,  
                p_port IN number) RETURN varchar2 IS  
    p_con utl_tcp.connection;  
    rlen pls_integer;  
    out_data varchar2(300);  
BEGIN  
    p_con := utl_tcp.open_connection(p_ip,p_port,1);  
    rlen := utl_tcp.write_text(p_con,<RFW2,0,0>||p_koda);  
    rlen := utl_tcp.write_text(p_con,<RFR2,0,24,1>);  
    out_data := utl_tcp.get_text(p_con,256);  
    rlen := utl_tcp.write_text(p_con,<p>);  
    utl_tcp.close_connection(p_con);  
    return out_data;  
EXCEPTION  
    WHEN OTHERS THEN return 'ERR:'||sqlerrm;  
END;
```

Slika 9: Bazna funkcija za pisanje in branje RF vsebine

Pri tiskalniku plastičnih kart z modulom RFID uporabljamo komplet programskih orodij za razvijanje programske opreme ali s tujko Software Development Kit (SDK), ki nam pomaga uskladiti interakcijo med modulom RFID in modulom za tiskanje.

S pomočjo kompleta programskih orodij je bila razvita aplikacija, s katero se natisne karto in sprogramira čip na njej. V procesu tiska se karta pomakne v doseg vgrajenega modula RFID, kar omogoča, da se podatki zapišejo v spomin značke RFID. V primeru, da je zapis uspel, se karto pomakne v območje tiskanja, kjer se na njeno površino natisnejo še podatki. Na koncu se nanese še zaključni sloj, ki poskrbi za obstojnost tiska. Slika 10 prikazuje programsko kodo opisanega postopka.

```
Call DisplayCardError(Printer.DeviceName, True)
If (SetInteractiveMode(Printer.hdc, True) <> 0) Then
  With di
    .cbSize = LenB(di)
    .lpszDocName = "DataCard"
    .lpszOutput = vbNullString
    .lpszDataType = vbNullString
  End With
  If (StartDoc(Printer.hdc, di) > 0) Then
    If (StartPage(Printer.hdc) > 0) Then
      Call RotateCardSide(Printer.hdc, True)
      If (FeedCard(Printer.hdc, ICE_SMARTCARD_FRONT +
ICE_GRAPHICS_FRONT)) Then
        writeOk = writeCard()
        If writeOk = "OK" Then writeOk = readCard() End If
        If writeOk = l_koda Or force_print = "D" Then
          WindowOnTop True
          If writeOk <> l_koda Then MsgBox writeOk End If
          Call SmartCardContinue(Printer.hdc, ICE_SMART_CARD_GOOD)
          Call DisplayCardError(Printer.DeviceName, False)
          NATISNI_IZGLED
          Call DisplayCardError(Printer.DeviceName, True)
        Else
          MsgBox writeOk
          Call SmartCardContinue(Printer.hdc, ICE_SMART_CARD_ABORT)
        End If
      End If
      EndPage (Printer.hdc)
    End If
  EndDocAPI (Printer.hdc)
End If
Call SetInteractiveMode(Printer.hdc, False)
End If
Call DisplayCardError(Printer.DeviceName, True)
```

Slika 10: Primer zapisa RF vsebina in tiskanje izgleda na karto

2.1.3 Prehodni terminal RFID

Vsak prehodni terminal (Slika 11) je samostojna strojna oprema in je sestavljen iz:

- motorja za odpiranje vrat,
- krmilne elektronike,
- svetlobne in zvočne signalizacije,
- čitalca kart (RFID, črna koda),
- LCD prikazovalnika.

Motor za odpiranje vrat in signalizacija sta krmiljena z integrirano osnovno ploščo, ki uporablja protokol TCP/IP in se povezuje neposredno na strežnik s podatkovno bazo, kjer glavni programski modul pregleda veljavnost vsake karte, ki jo prebere čitalec. Signalizacija

je implementirana z zeleno in rdečo lučjo ter zvokom, kar je programirano glede na tip in veljavnost karte.

V odvisnosti od tega, katere karte se bodo uporabljale, se lahko dodajajo različni čitalci kart. Prehodni terminali lahko imajo poleg modulov RFID vgrajene tudi čitalce črtne kode. Lahko sta nameščena oba izmed modulov ali pa samo eden izmed njiju. V primeru tehnologije RFID mora imeti prehodni terminal tudi temu primerno anteno in bralni modul RFID, s katerimi se prebere vsebino značke RFID v smučarskih kartah.

Prehodni terminali so lahko nameščeni posamezno ali pa je lahko več terminalov v vrsti (od dva do osem ali več). V primeru, ko je v vrsti več prehodnih terminalov, lahko pride do tega, da karto zazna sosednji bralni modul in se tako omogoči prehod na napačnem terminalu. Da bi odpravili takšne probleme, se uporabi sinhronizacijska naprava, ki poskrbi za vklapljanje bralnih modulov. Na vsakih nekaj milisekund se vklopi samo en bralni modul in prepreči branje sosednjega.



Slika 11: Prehodni terminal

2.1.4 Mobilni čitalec RFID

Za implementacijo rešitve v diplomski nalogi smo uporabili mobilni čitalec podjetja M3 mobile [9]. Gre za model M3 Sky. Čitalec je robusten in tako primeren za uporabo na smučišču v različnih vremenskih razmerah.

Sistemske specifikacije mobilnega čitalca so:

- **Operacijski sistem:** Windows Mobile 5.0, ki ga je mogoče nadgraditi na 6.1.
- **Prikazovalnik:** 3.5" TFT LCD, občutljiv na dotik.
- **Procesor:** PXA 270 520Mhz (možna je razširitev na 624MHZ).
- **Pomnilnik RAM:** 128MB.
- **Pomnilnik "flash":** 128MB (možna je razširitev na 256MB).

Mobilni čitalec je možno nadgraditi s številnimi uporabnimi moduli. Ne glede na to, da lahko vsebuje veliko število modulov, je vseeno še vedno vse integrirano v dokaj majhnem ohišju (Slika 12). Vsak od naštetih modulov je zgolj možnost, ki si ga izbere kupec sam glede na svoje potrebe. Mobilni čitalec se lahko nadgradi z moduli:

- RFID (ISO 14443 tip A/B, ISO 15693),
- čitalec črtne kode,
- barvna kamera z bliskavico in samodejnim ostrenjem,
- 2G (GPRS/EDGE) in 3G(HSDPDA) mobilno omrežje,
- WiFi (802.11 b/g),
- Bluetooth,
- Sirf III GPS.



Slika 12: Mobilni čitalec M3 Sky

2.2 Komunikacijsko omrežje

Sistem na smučišču je bil zastavljen kot "on-line" sistem, kjer so blagajne za prodajo kart in prehodni terminali neposredno povezani s podatkovno bazo v istem komunikacijskem omrežju. S pomočjo takega sistema je vzdrževanje in posodabljanje opreme možno tudi z

oddaljenim internetnim dostopom. Naročnikom se lahko tako nudi oddaljeno pomoč pri programih. Ker so vsi podatki centralizirani na enem mestu, jih je tako lažje varovati in zagotavljati varnostne kopije.

Tako RFID značke, kot tudi RFID zapisovalci so danes praktično dostopni že vsakomur. S tako prosto dostopno tehnično opremo bi lahko hitro izdelali dvojnik smučarske karte ter ga posredovali nekemu drugemu. V takem primeru "on-line" sistem prepreči istočasno uporabo dvojnika na kakšnem drugem delu smučišča. Sistem s pomočjo podatkovne baze in nadzornega programja ugotovi dvojno uporabo iste karte ter jo zavrne.

Komunikacijsko omrežje je odvisno od kompleksnosti sistema:

- V primeru majhnih sistemov, ki so zgolj na eni lokaciji, večinoma samo z nekaj prehodnimi terminali in blagajno, zadostujejo običajni mrežni kabli. Tudi strežnik je lahko zgolj nekoliko močnejši računalnik, ki je lahko hkrati uporabljen tudi kot blagajna.
- Za bolj kompleksne sisteme, kjer imamo večje število prehodnih terminalov in blagajn in so po možnosti razpršeni na različnih lokacijah, je priporočena uporaba povezave po optičnih kablji. Na tako omrežje se lahko nato poveže strežnike, prehodne terminale, blagajne, kamere, internetni dostop za goste, sisteme za zasneževanje in tudi druge naprave. S tem se investicija v tako omrežje zelo obrestuje.
- Za oddaljene lokacije, kjer ni možna povezava po kablji, se uporabi brezžične povezave do strežnika. Naprava se lahko nato preko brezžične povezave priključi na eno od zgoraj omenjenih rešitev.

2.3 Programska orodja

Za potrebe pri razvoju nadzora smučarskih kart se uporabljajo tudi različni programski jeziki in platforme. Celotni sistem deluje na podatkovni bazi Oracle 9i. Na strežniku podatkovne baze je nameščen tudi Oracle Application Express (Oracle APEX). Razvoj programske opreme na mobilnem čitalcu in spletnih storitev je osnovan na platformi .NET, razvojnem okolju Visual Studio 2008 in programskem jeziku C#.

2.3.1 Podatkovna baza Oracle

Oracle RDBMS (Relational Database Management System) je relacijska baza podatkov in je programsko orodje, s katerim [11]:

- shranjujemo podatke (tabele, razredi, indeksi ...),
- organiziramo podatke (podatkovni in procesni model),
- vzdržujemo podatke (transakcije – vnašanje, brisanje, spremembe),
- iščemo podatke (poizvedbe).

V podatkovni bazi lahko zasledimo tri ključne programske jezike:

- SQL (Structured Query Language): Najbolj razširjen in standardiziran (ANSI/ISO) strukturirani povpraševalni jezik za delo s podatkovnimi bazami.
- PL/SQL (Procedural Language/Structured Query Language): Razširitev za SQL v sami podatkovni bazi Oracle. Sintaksa programskega jezika je podobna programskemu jeziku Pascal.
- Java: Objektno orientiran programski jezik, ki je podoben programskemu jeziku C in C++.

2.3.2 Platforma .NET in razvojno okolje Visual Studio

Platforma .NET je programsko orodje, ki deluje na Microsoft Windows operacijskem sistemu [10]. Vključuje veliko knjižnico, Framework Class Library (FCL), in podpira kar nekaj programskih jezikov. Vsak programski jezik lahko uporablja tudi kodo, ki je napisana v drugem programskem jeziku. Base Class Library (BCL) je na voljo vsem programskim jezikom, ki jih podpira platforma .NET in je del knjižnice FCL.

Za razvoj se uporablja programsko orodje Visual Studio, s katerim se lahko razvija aplikacije v ukaznem načinu, kot tudi aplikacije z grafičnim programskim vmesnikom skupaj z Windows formami, spletnimi stranmi, spletnimi aplikacijami in spletnimi storitvami. Visual studio podpira veliko programskih jezikov, kot so C/C++, VB.NET, C#, F#. Z dodatno namestitvijo potrebnih komponent pa podpira tudi druge programske jezike, kot so M, Python in Ruby. Podpira tudi spletne jezike XML/XSLT, HTML/XHTML, JavaScript in CSS, ki so namenjeni spletnemu programiranju [13].

2.3.3 Oracle Application Express

Oracle Application Express (Oracle APEX) je orodje za hitri razvoj spletnih aplikacij, ki uporabljajo podatkovno bazo Oracle [11]. Za razvoj zadostuje samo spletni brskalnik in zelo malo programerskega znanja. Oracle APEX je polno podprta in brezplačna možnost pri podatkovni bazi Oracle. Za programiranje se uporablja programski jezik PL/SQL, ter SQL za

poizvedbe. Za dodatno funkcionalnost in izgled lahko uporabimo tudi HTML, JavaScript, CSS in tudi JQuery [13].

Oracle APEX se v sistemu smučarskega središča uporablja za razne preglede financ, prehodov, obiskov itd. Razvite so tudi uporabniške aplikacije, kot so monitor prehodov, koledar za shranjevanje dogodkov itd.

2.3.4 Spletne storitve

Pod spletne storitve razumemo standardizirano pot za integracijo spletnih aplikacij z uporabo XML, SOAP, WSDL in UDDI odprtih standardov [13].

- **XML:** označevanje podatkov.
- **SOAP:** prenos podatkov.
- **WSDL:** opisovanje storitev, ki so na voljo.
- **UDDI:** prikaz storitev, ki so na voljo.

Prvotno so bile spletne storitve namenjene komunikaciji med podjetji in klienti. S pomočjo spletnih storitev lahko organizacije komunicirajo, ne glede na to, kakšno informacijsko tehnologijo uporabljajo znotraj podjetja.

3 Mobilni sistem RFID za nadzor kart

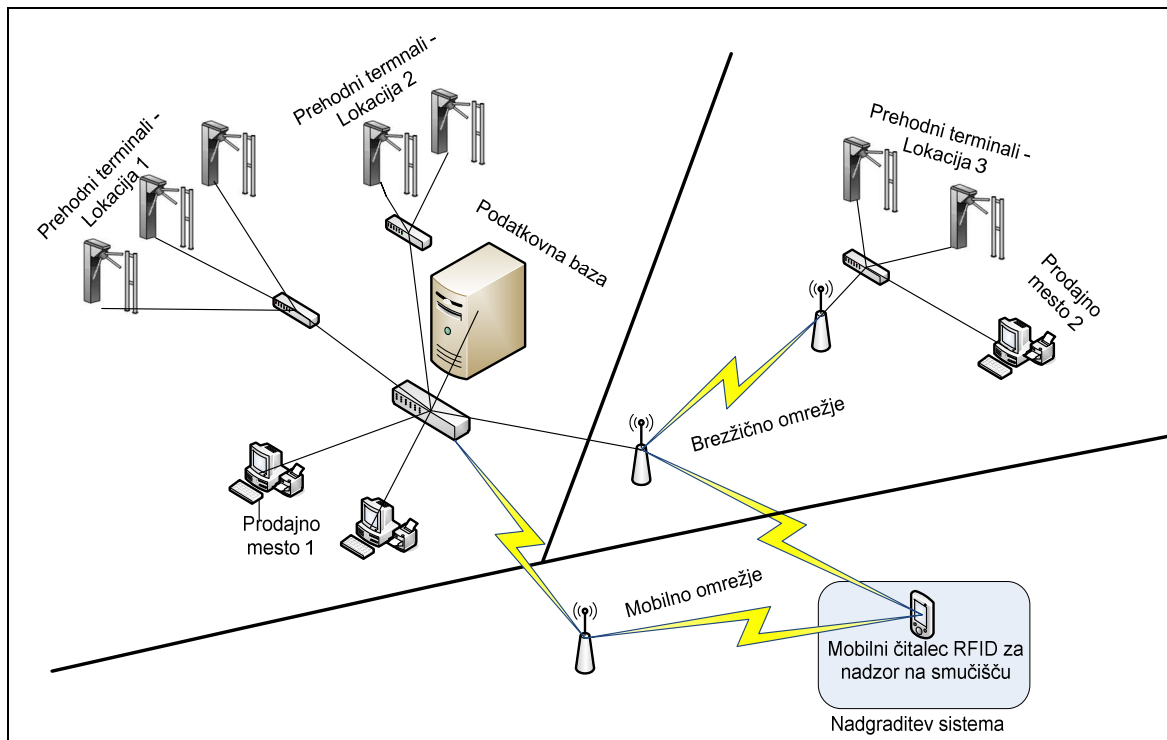
Sistem za prodajo in nadzor kart s tehnologijo RFID v praksi že deluje in je vpeljan na več kot polovici vseh smučišč v Sloveniji. Vključena so Mariborsko Pohorje, Ribniško Pohorje, Ribnica na Pohorju, Kope, Kranjska Gora, Vogel, Cerčno in Trije kralji. Z željo ponuditi novo funkcionalnost upravljavcem smučišč, se razvija dodatni modul za kontrolo kart na smučišču. Dodatni nadzor se lahko opravlja ob pojavu problema pri identifikaciji ali po opravljeni identifikaciji karte na prehodnem terminalu.

- Ob pojavu problema pri identifikaciji bi se nadziralo karte, ki so bile na prehodnem terminalu zavrnjene. Tako se lahko uporabniku poda informacijo, zakaj je njegova karta zavrnjena. Nadzornik dobi informacije, ki jih bo uporabil za nadaljnjo diagnosticiranje napake. V primeru zavrnitve veljavne karte lahko pomeni, da je nekaj narobe na samem prehodnem terminalu oziroma na kontrolnem sistemu.
- Po opravljeni identifikaciji, ko je uporabnik že na smučišču, pa bi se preverjala zloraba kart. Pri kartah s sliko se preveri, ali je gost res njen lastnik, s katero se je identificiral na prehodnem terminalu. Namreč, karto si je lahko sposodil ali celo ukradel.

V ta namen bomo razvili mobilno aplikacijo za mobilni čitalec M3 Sky z RFID modulom, ki se bo povezoval na obstoječi sistem. Mobilno aplikacijo bomo razvili z orodjem Visual Studio 2008 s programskim jezikom C# v .NET okolju. Povezava do strežnika in s tem do podatkovne baze bo mogoča tako preko brezžične povezave, kot tudi preko mobilnega omrežja (Slika 13). Nova funkcionalnost na smučišču bo implementacija dveh različnih tehnologij (Oracle APEX in spletne storitve) v mobilni aplikaciji za nadzor kart na smučišču. Ker gre za dve različni tehnologiji, bo potrebno za obe rešitvi razviti aplikacijo, ki bo nameščena na strežniku, in mobilno aplikacijo, ki bo nameščena na mobilnem čitalcu. Na mobilnem čitalcu želimo dobiti informacije o karti in njenem imetniku ter število prehodov na dan. Ti podatki nam bodo pomagali ugotavljati napake in zlorabe v sistemu.

- S pomočjo orodja Oracle APEX verzije 3.1 izdelamo pregledne, ki prikazujejo zelene informacije. Razvijemo tudi mobilno aplikacijo, ki bo pregledne prikazovala na mobilnem čitalcu. Večji del uporabniškega vmesnika mobilne aplikacije naredimo v orodju Oracle APEX. Glavna logika mobilne aplikacije je branje kode iz značke RFID in prikaz pregledov, ki so bili narejeni v orodju Oracle APEX. Vsi podatki, ki se prikazujejo v mobilni aplikaciji, vključno z izgledom, so del Oracle APEX aplikacije.

- Z orodjem Visual Studio 2008 izdelamo spletne storitve, ki iz podatkovne baze berejo želene podatke. Kot programski jezik izberemo C# v .NET okolju. Pri rešitvi s spletnimi storitvami je ves uporabniški vmesnik narejen v mobilni aplikaciji.



Slika 13: Arhitektura sistema s prikazano nadgradnjo

3.1 Implementacija

Pri razvoju mobilne aplikacije smo si zadali cilj, da prikažemo osnovne podatke o karti in njenem imetniku ter število prehodov na dan. Ob prodaji smučarske karte se v spomin značke RFID shrani unikatna koda, katero prehodni terminal prebere s pomočjo modula RFID in glede na njo ugotavlja veljavnost. Da dobimo iz podatkovne baze na mobilni čitalec prave podatke za določeno karto, moramo najprej prebrati kodo, ki je zapisana na znački RFID. Po branju kode pa se v mobilni aplikaciji nadaljuje postopek pridobivanja podatkov iz podatkovne baze. Izdelali bomo dve mobilni aplikaciji, ki bosta pravzaprav prikazovali iste podatke, vendar z drugačno tehnologijo (Oracle APEX in spletne storitve).

Koda na znački RFID smučarske karte je niz štiriindvajsetih števil, s katero lahko v podatkovni bazi pridemo do raznih podatkov o karti in njenem imetniku ter kje in kdaj je bila karta zabeležena. Iz podatkovne baze bi lahko dobili še marsikateri podatek, vendar se bomo v diplomski nalogi omejili zgolj na nekaj podatkov, ki jih potrebujemo za osnovni nadzor kart na smučišču. Lahko bi prikazali tudi finančne podatke, kot je na primer številka računa,

blagajna, datum prodaje, znesek računa, blagajnik ter ostale postavke na tem računu. Lahko bi se prikazovala tudi analitika prehodov ali zavrnitev karte za določen dan, na katerem prehodnem terminalu in kdaj se je določena karta identificirala in ali je bila identifikacija uspešna ali ne. Če je identifikacija neuspešna, bi lahko prikazali tudi razlog za zavrnitev.

Slika 14 prikazuje I-CODE SLI (ISO/IEC) značko RFID smučarske vozovnice, ki deluje na frekvenci 13.56 MHz [5]. Za shranjevanje podatkov je na voljo je 1024 bitov spomina, razdeljenega na 32 blokov velikosti 4 bajte. Na vsakem čipu je zapisana 64-bitna unikatna identifikacijska (UID) koda, ki jo jamči proizvajalec (Blok-4, Blok-3). Unikatno UID kodo se zapiše že med procesom produkcije značke RFID v tovarni in se pozneje ne more spreminjati. Bajt 1 na bloku Blok-2 predstavlja način Electronic Article Surveillance (EAS) (0 onemogočeno, 1 omogočeno). Bajt 2 bloka Blok-2 je namenjen možnosti Application Family Identifier (AFI). Z vpisom različnih vrednosti lahko opredelimo družino značk RFID, ki bodo delovale le na določenih čitalcih RFID. Data Storage Format Identifier (DSFID) se nahaja na bajtu 3 bloka Blok -2. Uporablja se za predstavitev logične organizacije podatkov na znački RFID. Pogoji za dostop za pisanje se zapišejo na blok Blok-1. Zaklene se lahko vsakega izmed 28 uporabniških blokov. Zaklep je trajen in se ga ne da razveljaviti. Koda je zapisana v prvih treh blokih (Blok0, Blok1, Blok2) značke RFID. V primeru na Sliki 14 bi bila prebrana 128-bitna koda v šestnajstiškem zapisu (000001020304050607080910).

Blok -4	UID0	UID1	UID2	UID3	UID nižji bajti
Blok -3	UID4	UID5	UID6	UID7	UID višji bajti
Blok -2		EAS	AFI	DSFID	EAS,AFI,DSFID
Blok -1	00	00	00	00	Pogoji za dostop za pisanje
Blok 0	00	00	01	02	Uporabniški podatki
Blok 1	03	04	05	06	
Blok 2	07	08	09	10	
Blok 3					
...	
Blok 26					Uporabniški podatki
Blok 27					

Slika 14: Spomin značke RFID – ICODE; ISO/IEC 15693

Za branje kode iz spomina značke RFID je na voljo komplet programskih orodij za razvijanje programske opreme ali Software Development Kit (SKD), ki ga nudi proizvajalec mobilnega čitalca in nam omogoča manipulacijo z vgrajenim modulom RFID ter je na voljo programiranju na platformi .NET. S pomočjo vključenih funkcij v SDK lahko upravljamo z modulom RFID:

- **RDR_OpenComm:** Inicializira in odpre serijska vrata (COM1, COM2, itd.) mobilnega čitalca.
- **RDR_OpenReader:** Odpre modul RFID na določenih serijskih vratih z določeno identifikacijsko številko.
- **RDR_GetReaderConfig:** Vrne trenutne nastavitve modula RFID.
- **RDR_SetReaderConfig:** Spreminja konfiguracijo modula RFID.
- **RDR_SendCommandGetData:** Pošlje ukaz modulu RFID in sprejema odgovore.
- **RDR_EmptyCommRcvBuffer:** Zbriše medpomnilnik serijskih vrat.
- **RDR_AbortContinuousReadExt:** Prekine ukaz za neprekinjeno branje v ASCII in binarnem načinu.
- **RDR_SendCommandGetDataTimeout:** Pošilja ukaze modulu RFID in sprejema podatke s pretečenim časom (timeout).
- **RDR_SleepComm:** Prekine komunikacijo s serijskimi vrati.
- **RDR_WakeupComm:** Ponovno vzpostavi komunikacijo s serijskimi vrati.

Ko se v mobilni aplikaciji konča postopek branja kode na znački RFID, se prične pridobivanje podatkov. Za pridobivanje podatkov iz podatkovne baze Oracle se uporabijo poizvedbe SQL. Prej prebrana koda pa se uporabi kot parameter v poizvedbah. Spodaj je naštet seznam podatkov, ki se jih bo prikazovalo v mobilni aplikaciji. Tako orodje Oracle APEX kot tudi spletne storitve uporabljata iste poizvedbe SQL, ki jih nato vsaka na svoj način posredujeja mobilni aplikaciji.

- **Veljavnost:** ugotavljanje veljavnosti karte na smučišču. Primer SQL poizvedbe za ugotavljanje veljavnosti karte:

```
SELECT
    preveri_kodo('T'||:KODA||'000 ')
FROM
    dual;
```

- **Imetnik:** v primeru sezonskih kart se izpisujejo podatki o imetniku karte.
 - Slika
 - Ime in priimek
 - Spol
 - Datum rojstva
 - Kraj bivanja
 - Država bivanja

Poizvedba SQL za prikaz podatkov o imetniku karte:

```
SELECT
    IM.slika,
    IM.imetnik,
    PK.koda
    IM.spol,
    IM.rojen,
    IM.kraj,
    D.drzava
FROM
    imetniki IM,
    drzave D,
    karte PK
WHERE
    PK.koda = :KODA AND
    IM.kgzapst=PK.kupec AND
    D.st_drzave=IM.st_drzave
```

- **Dnevni seštevek prehodov:** pregled števila prehodov na določen dan. Poizvedba SQL za prikaz števila prehodov na določen dan:

```
SELECT
    count(*) st,
    trunc(cas) dan
FROM
    prehodi
WHERE
    koda= :KODA
GROUP BY trunc(cas)
ORDER BY trunc(cas) desc
```

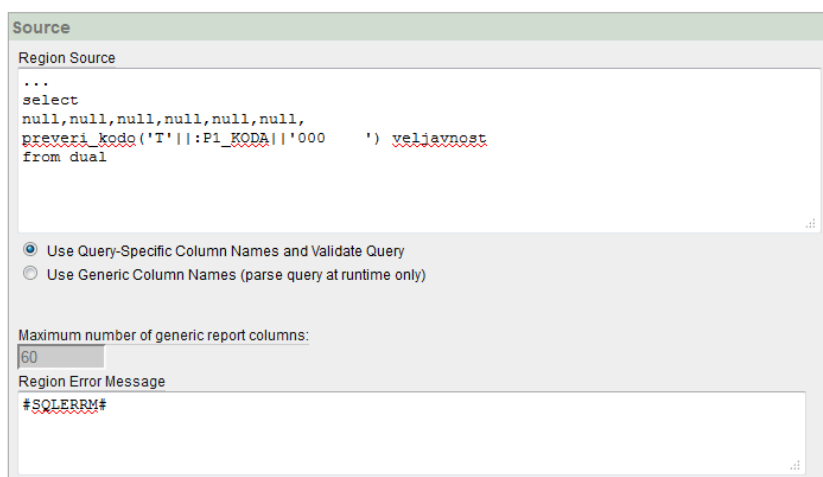
- **Karta:** sistemski podatki o karti.
 - Datum izdaje
 - Naprave na katerih velja karta
 - Obdobje veljave
 - Točke
 - Tip karte
 - Koda
 - Serijska številka

Poizvedba SQL za prikaz podatkov o karti:

```
SELECT
    datum_izdaje,
    veljavne_naprave,
    obdobje_od,
    obdobje_do,
    tip,
    koda,
    ser_st
FROM
    karte
WHERE
```

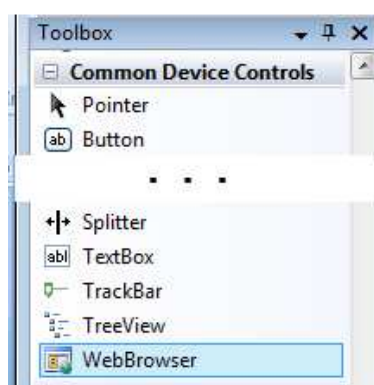
3.2 Rešitev z orodjem Oracle APEX

Z orodjem Oracle APEX smo vnaprej pripravili preglede, ki prikazujejo želene podatke o karti. Na Sliki 15 je prikazan primer poizvedbe v razvojnem okolju Oracle APEX, s katero preverjamo veljavnost karte v podatkovni bazi.



Slika 15: APEX; SQL poizvedba za prikaz veljavnosti karte

Pri razvoju mobilne aplikacije je za prikaz pregledov uporabljen kontrolnik spletnega brskalnika. Kontrolnik se nahaja v orodjarni programskega okolja Visual Studio (Slika 16) na področju "Common Device Controls" pod imenom "Web browser". Z njim se izogne odpiranju zunanjih spletnih brskalnikov (Internet Explorer, Opera Mini itd.), ki bi podaljšali čas prikaza podatkov.



Slika 16: Kontrolnik spletnega brskalnika

Na Sliki 17 je prikazan del programske kode, s pomočjo katere se prebere vsebina iz prvih treh blokov spomina značke RFID in jo s pomočjo parametra v naslovu spletne strani

(označeno z rdečo barvo) prenesemo v okolje Oracle APEX. Vnaprej pripravljene pregledi glede na dobljeno kodo prikazujejo podatke, ki jih želimo videti.

```
dllACG.RDR_SendCommandGetData("pon", "", ref buffer);
dllACG.RDR_EmptyCommRcvBuffer();
buffer = "";
dllACG.RDR_SendCommandGetDataTimeout("c", "", ref buffer, 2000);
dllACG.RDR_AbortContinuousReadExt();
dllACG.RDR_SendCommandGetDataTimeout("s", "", ref buffer, 2000);
if (buffer == "N")
{
    koda1.Text = "Karta ni v dosegu!";
    dllACG.RDR_SendCommandGetData("poff", "", ref buffer);
    return;
}
dllACG.RDR_EmptyCommRcvBuffer();
buffer = "";
koda1.Text = "";
for (int j=0;j<=2;j++)
{
    dllACG.RDR_SendCommandGetData("rb", "0"+j, ref buffer);
    koda1.text = koda1.text + obrni_kodo(buffer);
}
string url = "https://localhost/pls/apex/f?p=113:1::NO:RP:P1_KODA:" + koda1.Text;
System.Uri uri = new System.Uri(url);
webBrowser1.Navigate(uri);
dllACG.RDR_SendCommandGetData("poff", "", ref buffer);
```

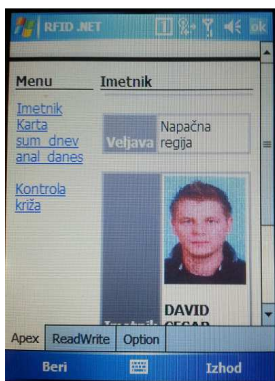
Slika17: Primer branja kode in prenos kode v Oracle APEX

Primer na Sliki 18 prikazuje imetnika in veljavnost smučarske karte. Glede na to, da je imetnik znan, lahko sklepamo, da gre za karto z daljšo veljavnostjo (sezonska, letna ...). Če imetnik karte ni znan, na primer v primeru dnevnih kart, prikazujemo samo veljavnost karte.

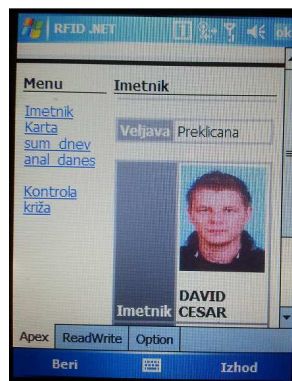


Slika18: Prikaz podatkov o imetniku karte

V primeru, da karta ni veljavna na določenem smučišču, poizvedba o veljavnosti dobi odgovor "Napačna regija" (Slika 19a). Ob preklicani karti pa dobi odgovor "Preklicana" (Slika 19b).



Slika 19a: Prikaz veljavnosti - Napačna regija



Slika 19b: Prikaz veljavnosti – Preklicana

3.3 Rešitev s spletnimi storitvami

V .NET okolju smo razvili aplikacijo spletnih storitev, ki vračajo podatke o karti in njenem imetniku ter število prehodov na dan. Na Sliki 20 je prikazana programska koda spletne storitve za poizvedbo o veljavnosti karte na smučišču. Spletna storitev se poveže na Oracle podatkovno bazo in izvede poizvedbo o karti, ki se jo preverja.

```
[WebMethod]
public DataTable Veljavnost(String p_koda)
{
    DataTable dt = new DataTable();
    dt.TableName = "veljavnost";
    dt.Columns.Add("veljavnost");

    DataTable dterr = new DataTable();
    dterr.TableName = "error";
    dterr.Columns.Add("napaka");

    OracleConnection conn = new OracleConnection(connection_string);
    String p_sql = "select "
        + " preveri_kodo('T'" + p_koda + "'000 ' ) veljavnost "
        + " from "
        + " dual";
    try
    {
        conn.Open();
        OracleCommand cmd = new OracleCommand(p_sql);
        cmd.Connection = conn;
        cmd.CommandType = CommandType.Text;
        OracleDataReader reader = cmd.ExecuteReader();
        while (reader.Read())
        {
            DataRow dr = dt.NewRow();
            dr["veljavnost"] = Convert.ToString(reader["veljavnost"]);
            dt.Rows.Add(dr);
        }
        return dt;
    }
    catch (Exception ex)
    {
        DataRow drerr = dterr.NewRow();
        drerr["napaka"] = ex.Message;
        dterr.Rows.Add(drerr);
        return dterr;
    }
    finally
    {
        conn.Dispose();
    }
}
```

Slika 20: Primer spletne metode za preverjanje veljavnosti kode

Na Sliki 21 je predstavljena programska koda mobilne aplikacije za branje karte in klic spletne storitve za prikaz veljavnosti karte. Programska koda prebere podatke iz prvih treh blokov (Blok0, Blok1, Blok2) značke RFID. Po končanem branju podatkov se izvrši klic spletne storitve, ki vrne podatek o veljavnosti karte (označeno z rdečo barvo). Podatek o veljavnosti se nato prikaže na zaslonu mobilnega čitalca.

```

dllACG.RDR_SendCommandGetData("pon", "", ref buffer);
dllACG.RDR_EmptyCommRcvBuffer();
buffer = "";
dllACG.RDR_SendCommandGetDataTimeout("c", "", ref buffer, 2000);
dllACG.RDR_AbortContinuousReadExt();
dllACG.RDR_SendCommandGetDataTimeout("s", "", ref buffer, 2000);
if (buffer == "N")
{
    koda1.Text = "Karta ni v dosegu!";
    dllACG.RDR_SendCommandGetData("poff", "", ref buffer);
    return;
}
dllACG.RDR_EmptyCommRcvBuffer();
buffer = "";
String koda = "";
for (int j = 0; j <= 2; j++)
{
    dllACG.RDR_SendCommandGetData("rb", "0" + j, ref buffer);
    koda = koda + obrni_kodo(buffer);
}
WSR1.Service1 mysrv = new WSR1.Service1();
DataTable veljava = mysrv.Veljavnost(koda);
if (veljava.Rows.Count > 0)
{
    label16.Text = Convert.ToString(veljava.Rows[0]["veljavnost"]);
    this.Refresh();
}
koda1.Text = koda;
dllACG.RDR_SendCommandGetData("poff", "", ref buffer);

```

Slika 21: Primer branja kode in klic spletne storitve za prikaz veljavnosti karte

Prikaz veljavnosti karte in podatkov o imetniku karte prikazuje Slika 22. Iz slike je razvidno, da gre za veljavno karto. V primeru veljavne karte se na zaslon izpiše "OK".



Slika 22: Prikaz veljavnosti karte in podatkov o imetniku karte

Primer neveljavne karte na določenem smučišču prikazuje Slika 23a, Slika 23b pa prikazuje veljavnost preklicane karte. V primeru dnevnih kart, kjer ni podatkov o lastniku, se prikazuje samo veljavnost karte.



Slika 23a: Prikaz veljavnosti karte - Napačna regija



Slika 23b: Prikaz veljavnosti karte - Preklicana

Že iz zaslonskih slik je razvidno, da je mobilna aplikacija s spletnimi storitvami (Slika 22 in Slika 23) nekoliko drugačna od tiste z orodjem Oracle APEX (Slika 18 in Slika 19). Razlog je predvsem v tem, da so prikazani podatki rešitve z orodjem Oracle APEX predstavljeni kot internetna stran, ki se prikazuje v mobilni aplikaciji. To internetno stran bi lahko uporabili tudi kot samostojno aplikacijo. Dodati bi bilo potrebno le tekstovno polje za vpis kode in gumb, s katerim bi se izvršila poizvedba podatkov. Mobilna aplikacija z uporabo spletnih storitev je nekoliko drugačna. S pomočjo spletnih storitev dobimo samo podatke. Polja, kamor se prikažejo ti podatki, pa določimo pri razvoju mobilne aplikacije.

4 Testiranje

Po končani implementaciji obeh rešitev smo se odločili, da ju testiramo na obstoječem informacijskem smučišču Mariborskega Pohorja. Menili smo, da bi bilo testiranje na realnem sistemu še najbolj primerno, saj nam tako ni potrebno simulirati okolja. Pripravili smo si dvajset različnih kopij smučarskih kart z različnimi veljavnostmi, nato pa karte preverjali z obema implementiranima rešitvama na različnih internetnih povezavah. Smučarske karte so bile natisnjene z različnimi variantami za preverjanje veljavnosti, kot so na primer:

- **Veljavna:** Veljavna karta.
- **Neveljavna:** Potekla je časovna omejitev.
- **Napačna regija:** Karta ni dovoljena na izbranem smučišču.
- **Neznan tip:** Napačna koda, ki ni v bazi.

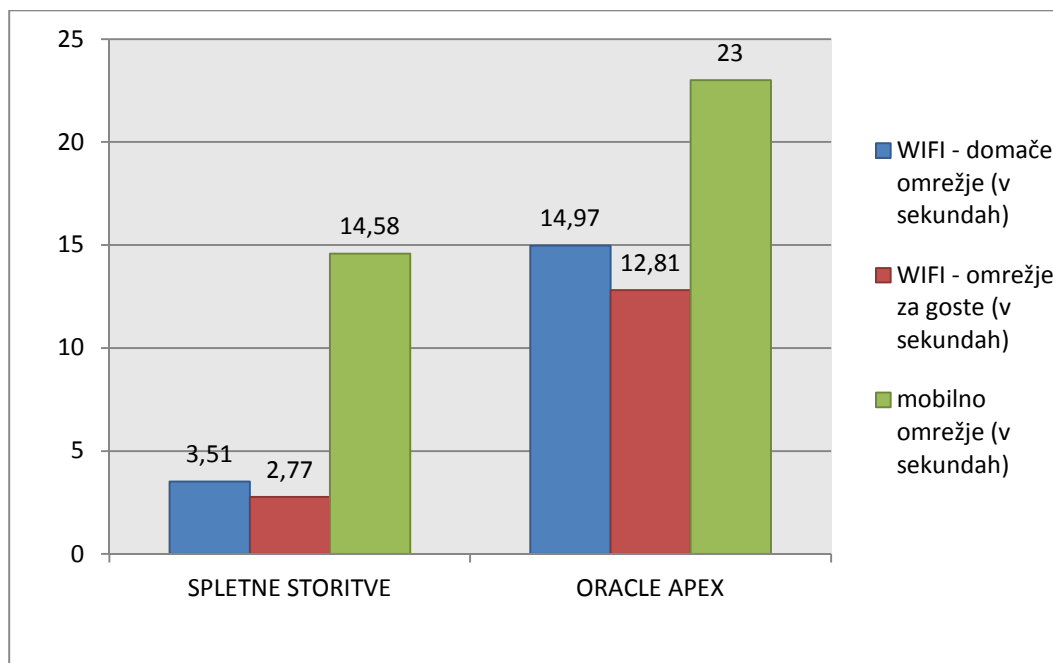
Na voljo smo imeli naslednje internetne povezave:

- **WiFi – Domače omrežje:** dostop je bil omogočen z uporabo brezžične povezave v lokalnem omrežju hiše. Uporabljena je bila hitrost prenosa 1 Mbps do uporabnika (angleško: "download") in 256 kb/s od uporabnika (angleško: "upload").
- **WiFi – Omrežje za goste:** uporabljena je bila brezžična povezava za goste, ki je del komunikacijskega omrežja smučišča. Hitrost prenosa podatkov je bila 10 Mb/s v obe smeri.
- **Mobilno omrežje:** EDGE omrežje. Glede na zagotovilo ponudnika mobilnih storitev naj bi ta povezava omogočala prenos podatkov do 236 kb/s.

Za mobilno aplikacijo je najpomembneje, da je hitra in zanesljiva. S tem se izognemo nepotrebnim gnečim pri nadzoru kart ter omejevanju smučarjevega dragocenega časa, ki ga je namenil za koriščenje svojega prostega časa. Zato smo se pri testiranju usmerili predvsem v merjenje časa, ki ga aplikaciji potrebuje, za branje kode iz značke RFID in prikaz zelenih podatkov iz podatkovne baze na zaslon mobilnega čitalca. Za merjenje časa smo uporabili štoparico, s pomočjo katere se je meril čas od začetka branja karte in do trenutka, ko so bili vsi podatki prikazani na zaslonu.

Slika 24 prikazuje graf, ki predstavlja rezultate dobljenih meritev. Prikazani rezultati so povprečni časi, ki jih je posamezna aplikacija potrebovala pri različnih načinih dostopa do sistema pri branju dvajsetih kart. Z vsako aplikacijo na določeni povezavi smo izvedli dvajset meritev ter nato izračunali povprečje dobljenih časov. Iz slike je razvidno, da je najboljša

rešitev s spletnimi storitvami z brezžično povezavo. Najdaljši časi so bili doseženi na rešitvi z Oracle APEX orodjem. Tudi mobilna povezava se ni obnesla najbolje, saj je tudi pri rešitvi s spletnimi storitvami trajalo v povprečju 14,58 sekund, da so se naložili vsi podatki.



Slika 24: Povprečni časi meritev

Tabela 1 prikazuje rezultate najkrajše in najdaljše čase posamezne meritve.

Tehnologija	Omrežje	Najkrajši čas (v sekundah)	Najdaljši čas (v sekundah)
Oracle APEX	WIFI - doma	5,5	20,2
	WIFI - gosti	8,9	23,1
	mobilno omrežje	19,3	28,9
Spletne storitve	WIFI - doma	2,2	8
	WIFI - gosti	2	4
	mobilno omrežje	7,6	31,3

Tabela 1: Najhitrejši in najkrajši časi meritev

5 Sklepne ugotovitve

Pri testiranju smo prišli do zanimivih ugotovitev, ki so bile v večini primerov pričakovane. Že zaradi načina izvedbe rešitve z orodjem Oracle APEX smo dobili pomisleke, ali je to res pravi način za razvoj mobilne aplikacije. Treba je priznati, da prikazovanje zunanje aplikacije s kontrolnikom internetnega brskalnika ni najbolj elegantna rešitev. Zato smo se odločili, da implementiramo mobilno aplikacijo tudi s spletnimi storitvami. S tem smo dobili možnost, da ju med seboj primerjamo in povzamemo nekaj sklepnih ugotovitev. V nadaljevanju je prikazanih nekaj najpomembnejših ugotovitev, ki smo jih odkrili pri razvoju in testiranju aplikacije (Tabela 2).

	Oracle APEX	Spletne storitve
<i>Prednosti</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Hiter razvoj aplikacij. • Manj programiranja • Ni prevajanja programske kode. • Potrebno manj znanja o programiranju. • Uporabimo lahko kot samostojno aplikacijo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Hiter prikaz podatkov
<i>Slabosti</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Počasen prikaz podatkov 	<ul style="list-style-type: none"> • Počasnejši razvoj aplikacij. • Potrebno več programiranja • Potrebno prevajanje programske kode. • Potrebno več znanja o programiranju

Tabela 2: Prednosti in slabosti obeh rešitev

Če bi se morali odločati za eno izmed rešitev, bi bila verjetno kombinacija obeh. Informacije, ki jih želimo imeti takoj na zaslonu, bi se prikazovale s pomočjo spletnih storitev. Ostale preglede, ki bi jih lahko vključili naknadno, pa bi se implementiralo v APEX okolju. Tako bi dobili hitro aplikacijo za podatke, ki morajo biti v trenutku na voljo, ter aplikacijo z dodatnimi pregledi, ki izboljšajo ugotavljanje kakršnih koli nepravilnosti.

Ne glede na to, katero možnost se uporabi, pa bi se bilo potrebno posvetiti hitrosti obeh. Predstavimo lahko dva problema, ki bi se ju dalo z manjšim posredovanjem tudi odpraviti. S tem pripomoremo k pohitritvi rešitev:

- Ugotovili smo, da ozko grlo rešitev predstavljajo velikosti nekaterih slik imetnikov smučarskih kart. Slike pri testiranju niso bile pravilno optimizirane za uporabo na spletu, saj so bile uporabljene takšne, kot so bile narejene pri izdelavi kart. Slike se pri izdelavi kart skenirajo in prenesejo v mapo, ki je v skupni rabi na strežniku. Če bi se slike ustrezno optimizirale, bi se to poznalo tudi na krajšem času izvajanja rešitev, vsaj pri mobilnem omrežju, kjer so časi kar dolgi.
- Testiranje smo izvedli na brezžičnem omrežju smučišča, ki je namenjen gostom. To omrežje je ločeno od omrežja, na katerem je podatkovna baza informacijskega sistema smučišča. Rešitev bi bila postavitvev brezžičnega omrežja v lokalno omrežje in ne preko internetnega ponudnika. S tem manjšim posegom v komunikacijsko omrežje bi se mobilni čitalec povezoval znotraj omrežja informacijskega sistema in s tem imel neposreden dostop do podatkovne baze na strežniku.

V zadnjih nekaj letih so se začeli pojavljati tudi prvi pametni telefoni in tablični računalniki z NFC (Near Field Communication) čipom [14]. Ker vgrajen čip podpira med drugim tudi standard ISO 15693, se tudi na tem področju ponuja možnost zamenjave mobilnega čitalca za takšen pameten telefon. Podobno rešitev, ki smo jo uporabili za naš dlančnik, bi lahko implementirali tudi za pametni telefon oziroma tudi za tablični računalnik, ki bi imel vgrajen NFC čip in bi z večjo diagonalo zaslona dobili lepši pregled nad podatki. Navsezadnje bi lahko podobno aplikacijo ponudili gostom, da bi si jo namestili na svoj pametni telefon ali tablični računalnik. Aplikacija bi bila namenjena pregledom, kje vse se je s svojo karto smučal, ter prikaz skupnih višinskih metrov. Primeren bi bil tudi kakšen grafični prikaz oziroma animacija, ki prikazuje zemljevid prog, po katerih je gost smučal.

6 Literatura

- [1] Syed Ahson, Mohammad Ilyas, *RFID Handbook; Applications, Tehnology, Security, and Privacy*, Florida, Taylor & Francis Group, 2008
- [2] V. Daniel Hunt, Albert Puglia, Mike Puglia, *RFID-A guide to radio frequency identification*, New Jersey, John Wiley & Sons Inc., 2007
- [3] (2013) The Barcode News, *RFID Cards Offer a Slick Solution for Ski Resorts*. Dostopno na: <http://barcode.com/20110505546/rfid-cards-offer-a-slick-solution-for-ski-resorts.html>
- [4] (2009) Jill Gambon, *RFID Journal: Benefits Up and Down the Ski Slope*, Dostopno na: http://www.rfidjournal.net/masterPresentations/live2009/np/Awards_Vail_final.pdf
- [5] (2013) Philips Semiconductors, *Data sheet, I•CODE SLI, Smart Label IC, SL2 ICS20, Functional Specification*, Revision 3.1, Februar 2005. Dostopno na: http://www.nxp.com/documents/data_sheet/058031.pdf
- [6] (2013) Boca systems. Dostopno na: <http://www.bocasystems.com/>
- [7] (2013) Custom group. Dostopno na: <http://www.customgroup.eu/>
- [8] (2013) Datacard group. Dostopno na: <http://www.datacard.com/>
- [9] (2013) M3 mobile. Dostopno na: http://www.m3mobile.net/products/products_view.asp?s1=1&s2=5&s3=33
- [10] (2013) Microsoft. Dostopno na: <http://www.microsoft.com>
- [11] (2013) Oracle. Dostopno na: <http://www.oracle.com/>
- [12] (2013) Stimare. Dostopno na: <http://www.stimare.net/>
- [13] (2013) w3schools.com. Dostopno na: <http://www.w3schools.com/>
- [14] (2013) Near field communication. Dostopno na: http://en.wikipedia.org/wiki/Near_field_communication
- [15] (2013) Zebra Technologies. Dostopno na: <http://www.zebra.com/>