

2.

Ukoliko mogu dobro izračunati s karte, ukupan broj prijelaza jest 37 pošto do prijelaza dolazi svako malo zbog povoljnijih uvjeta za drugu baznu postaju na različitim lokacijama, no ako samo računamo prijelaze na nove bazne postaje (tj. ako ne računamo prijelaze na bazne postaje na koje je uređaj već bio spojen) onda ih ima 12. Identifikatori (cell id) tih baznih postaja su:

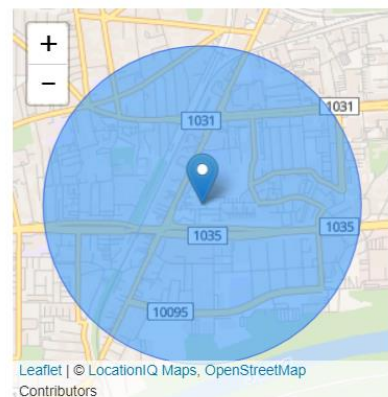
10394124, 10394125, 10394144, 10394145, 10394381, 10404619, 10404620, 10658060, 10658081, 10660875, 10660877, 10660895

3.

a)

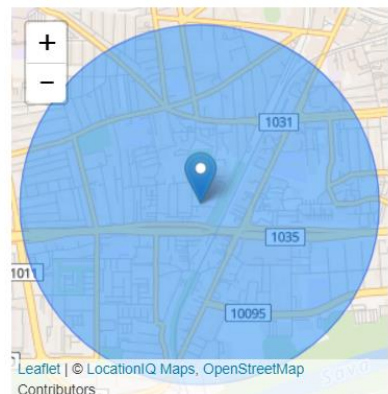
```
1 {
2   "token": "pk.d82fbd1f5df9226d",
3   "radio": "lte",
4   "mcc": 219,
5   "mnc": 2,
6   "cells": [{
7     "lac": 10115,
8     "cid": 10394144,
9     "psc": 0
10  }],
11   "address": 1
12 }
```

```
1 {
2   "status": "ok",
3   "balance": 96,
4   "lat": 45.795365,
5   "lon": 15.961358,
6   "accuracy": 809,
7   "address": "Zeleni trg, Cvjet
8 }
```



```
1 {
2   "token": "pk.d82fbd1f5df9226d",
3   "radio": "lte",
4   "mcc": 219,
5   "mnc": 2,
6   "cells": [{
7     "lac": 10115,
8     "cid": 10394145,
9     "psc": 0
10  }],
11   "address": 1
12 }
```

```
1 {
2   "status": "ok",
3   "balance": 96,
4   "lat": 45.79545,
5   "lon": 15.956077,
6   "accuracy": 918,
7   "address": "Nova cesta, MO St
8 }
```



```

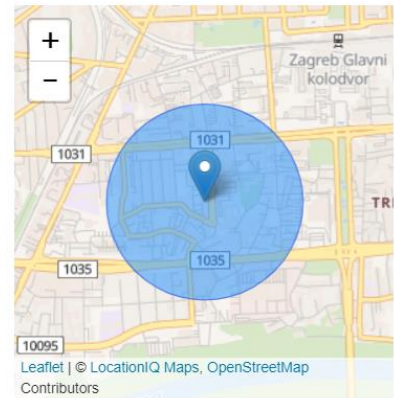
1 {
2   "token": "pk.d82fbd1f5df9226d",
3   "radio": "lte",
4   "mcc": 219,
5   "mnc": 2,
6   "cells": [{
7     "lac": 10115,
8     "cid": 10394381,
9     "psc": 0
10  }],
11   "address": 1
12 }

```

```

1 {
2   "status": "ok",
3   "balance": 93,
4   "lat": 45.797047,
5   "lon": 15.970036,
6   "accuracy": 500,
7   "address": "Alexandera von Hu
8 }

```



```

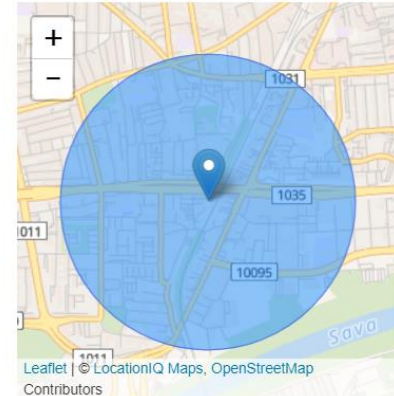
1 {
2   "token": "pk.d82fbd1f5df9226d",
3   "radio": "lte",
4   "mcc": 219,
5   "mnc": 2,
6   "cells": [{
7     "lac": 10114,
8     "cid": 10404619,
9     "psc": 0
10  }],
11   "address": 1
12 }

```

```

1 {
2   "status": "ok",
3   "balance": 92,
4   "lat": 45.793658,
5   "lon": 15.956244,
6   "accuracy": 747,
7   "address": "Zagrebačka avenij
8 }

```



```

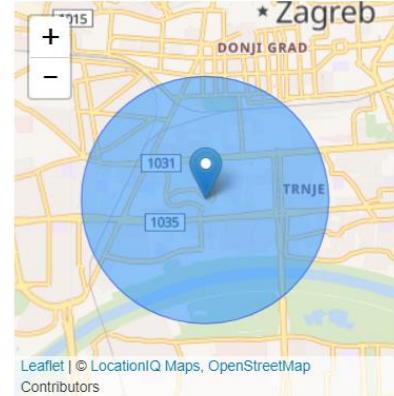
1 {
2   "token": "pk.d82fbd1f5df9226d",
3   "radio": "lte",
4   "mcc": 219,
5   "mnc": 2,
6   "cells": [{
7     "lac": 10115,
8     "cid": 10658060,
9     "psc": 0
10  }],
11   "address": 1
12 }

```

```

1 {
2   "status": "ok",
3   "balance": 91,
4   "lat": 45.795991,
5   "lon": 15.969634,
6   "accuracy": 1246,
7   "address": "Vrbik IV., Vrbik,
8 }

```



```

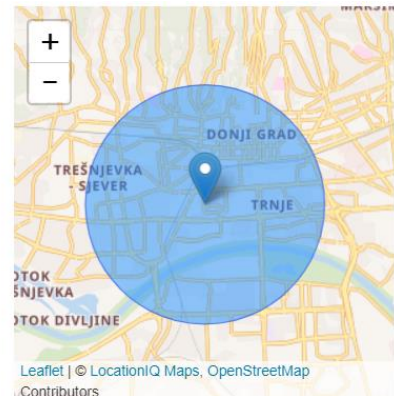
1 {
2   "token": "pk.d82fbd1f5df9226d",
3   "radio": "lte",
4   "mcc": 219,
5   "mnc": 2,
6   "cells": [{
7     "lac": 10115,
8     "cid": 10658081,
9     "psc": 0
10  }],
11   "address": 1
12 }

```

```

1 {
2   "status": "ok",
3   "balance": 90,
4   "lat": 45.797015,
5   "lon": 15.96498,
6   "accuracy": 2414,
7   "address": "Poljička ulica, c
8 }

```



Request: 1 Cell - LTE

```
1 {
2   "token": "pk.d82fbd1f5df9226d",
3   "radio": "lte",
4   "mcc": 219,
5   "mnc": 2,
6   "cells": [{
7     "lac": 10115,
8     "cid": 10660877,
9     "psc": 0
10  }],
11   "address": 1
12 }
```

Response:

```
1 {
2   "status": "ok",
3   "balance": 100,
4   "lat": 45.793778,
5   "lon": 15.961305,
6   "accuracy": 2548,
7   "address": "Slavonska avenija"
8 }
```

Location:



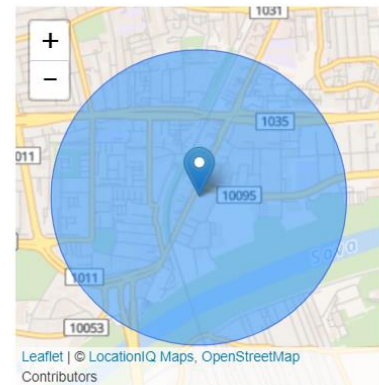
Request: 1 Cell - LTE

```
1 {
2   "token": "pk.d82fbd1f5df9226d",
3   "radio": "lte",
4   "mcc": 219,
5   "mnc": 2,
6   "cells": [{
7     "lac": 10114,
8     "cid": 10404620,
9     "psc": 0
10  }],
11   "address": 1
12 }
```

Response:

```
1 {
2   "status": "ok",
3   "balance": 99,
4   "lat": 45.790371,
5   "lon": 15.956533,
6   "accuracy": 777,
7   "address": "Savska cesta, Kne"
8 }
```

Location:



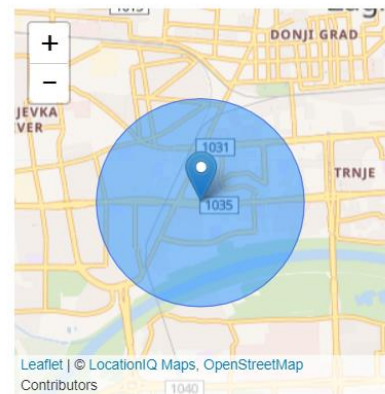
Request: 1 Cell - LTE

```
1 {
2   "token": "pk.d82fbd1f5df9226d",
3   "radio": "lte",
4   "mcc": 219,
5   "mnc": 2,
6   "cells": [{
7     "lac": 10115,
8     "cid": 10394124,
9     "psc": 0
10  }],
11   "address": 1
12 }
```

Response:

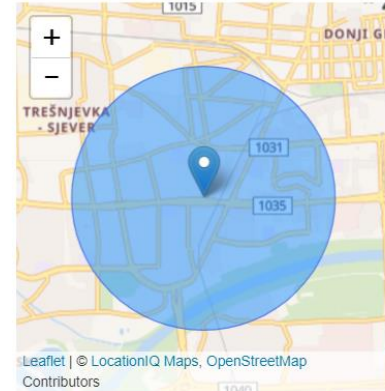
```
1 {
2   "status": "ok",
3   "balance": 98,
4   "lat": 45.794186,
5   "lon": 15.961895,
6   "accuracy": 1078,
7   "address": "Slavonska avenija"
8 }
```

Location:



```
1 {
2   "token": "pk.d82fbd1f5df9226d",
3   "radio": "lte",
4   "mcc": 219,
5   "mnc": 2,
6   "cells": [{
7     "lac": 10115,
8     "cid": 10394125,
9     "psc": 0
10  }],
11   "address": 1
12 }
```

```
1 {
2   "status": "ok",
3   "balance": 97,
4   "lat": 45.79464,
5   "lon": 15.955227,
6   "accuracy": 1360,
7   "address": "Zadarska ulica, M"
8 }
```



b)

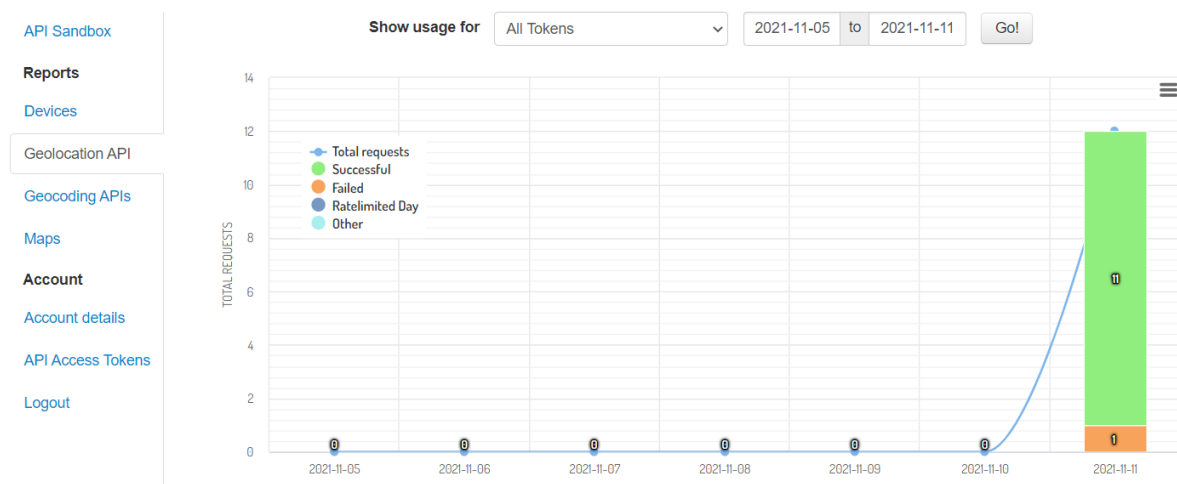
Rezultati dobiveni pomoću aplikacije odgovaraju podacima dobivenim iz aplikacije prikazanim na karti, tj. ono što mogu uočiti je da mobitel na koju god baznu postaju bio spojen, uvijek se nalazio unutar okrugla pokrivenosti koja pokazuje aplikacija. Neke bazne postaje sam mogao i fizički uočiti prilikom šetnje, što još više potvrđuje točnost podataka aplikacije. No naravno, ukoliko pokušamo izračunati točnu lokaciju neke bazne postaje samo prema mojem mjerenju, vjerojatno dobivena lokacija neće biti točna zbog načina njihova rada jer npr. antene najčešće nisu 360°... (Ref.

[https://wiki.opencellid.org/wiki/FAQ#I know where cell tower x exactly is but OpenCell ID shows another position](https://wiki.opencellid.org/wiki/FAQ#I_know_where_cell_tower_x_exactly_is_but_OpenCell_ID_shows_another_position))

c)

Preciznost prikazanog položaja bazne postaje u OpenCellID-ju se može poboljšati što većim brojem napravljenih testova koji uključuju tu neku baznu postaju. Naravno, ne bi bilo loše dodati i opciju manualne tj. direktne selekcije položaja bazne postaje, ukoliko korisnik to želi i može, tj. ako fizički vidi baznu postaju i može je označiti na mapi.

d)



4.

a)

MCC (Mobile Country Code) – id koji definira državu u kojoj se nalazi mreža

MNC (Mobile Network Code) – id koji definira operatora

LAC (Location Area Code) – id koji definira pojedino lokacijsko područje

Cell_id – jedinstveni identifikator ćelije, dobiva se formulom $256 * \text{short_cell_id} + \text{RNC}$

Short_cell_id – kraći jedinstveni identifikator (u ovom slučaju, pretpostavljam da je to eNB-ID)

RNC - Radio Network Controller

PSC – Vjerojatno se misli na PCI pošto se radi o LTE-u, a to je Physical Cell Identity, isto jedan od identifikacijskih oznaka za označavanje ćelija.

ASU (Arbitrary strength unit) – jedan od načina izražavanja jačine signala

Dbm – jačina signala u dbm

TA (Timing advance) – vremenski pomak odašiljanja radi sinkronizacije

Lat – zemljopisna širina mjerenja

Lon - zemljopisna dužina mjerenja

Accuracy – Unutar koliko metara je točno mjerenje

Speed – brzina kretanja prilikom mjerenja

Bearing – smjer kretanja prilikom mjerenja

Altitude – trenutna visina prilikom mjerenja

Measured_at – vrijeme i datum mjerenja

Net_type – vrsta mreže na koju je uređaj spojen (npr. GSM, UTMS, LTE...)

Neighboring – je li bazna postaja susjedna (u ovim mjeranjima je uvijek false, jer su spremljene samo bazne postaje na koje je uređaj trenutno spojen)

Device – Ime uređaja

RSRP (Reference Signal Received Power) – Mjera primljene jačine signala

RSRQ (Reference Signal Received Quality) – Mjera primljene kvalitete signala

b)

U tablici je lako uočljivo da prilikom hodanja kako se kvaliteta signala neke bazne postaje smanjuje, ukoliko postoji neka druga bazna postaja koja ima bolje parametre signala, događa se prespajanje. Kada se prespajanje izvrši, možemo vidjeti da je i većini slučajeva razina signala na novoj baznoj postaji veća nego na staroj.

c)

Duž snimljene rute nije bilo prijelaza između različitih generacija javne pokretne mreže, a to sam odredio prema „net_type“ stupcu u CSV datoteci, gdje na svim mjeranjima piše da se koristio LTE.

5.

Susjedne bazne postaje su one koje se nalaze u dometu mobilnog uređaja, a na njih mobilni uređaj trenutno nije spojen. Mobilni uređaj stalno prati njihove razine signala te ukoliko se pokaže da je jedna od susjednih baznih postaja trenutno ima bolje parametre od trenutne, mobilni uređaj će napraviti prespajanje sa trenutne na jednu ('najbolju') susjednu baznu postaju.