



# Vēsturisko ātruma datu interpretācija maršrutēšanas profilu izveidē

---

80. LU starptautiskā zinātniskā konference  
Sekcija «Geomātika»  
4.02.2022 @ LU DAC

JĀŅA SĒTA

# PAR MUMS

---

datu analīze, priekšapstrāde, testēšana

datu automātiska apstrāde, maršrutēšanas  
profilu izveide



**Dāvis Valters  
Immurs**



**Agris Puriņš**



**Kārlis Immers**



**Edgars Košovojs**

SIA "Jāņa sēta" Ģeotelpisko risinājumu virziens



# PREZENTĀCIJAS SATURS

---

Priekšvēsture



Izpēte un analīze



Datu apstrāde



Rezultāts



Izaicinājumi un nākotne





# PRIEKŠVĚSTURE

---





# TAGADĒJĀ MARŠRUTĒŠANA

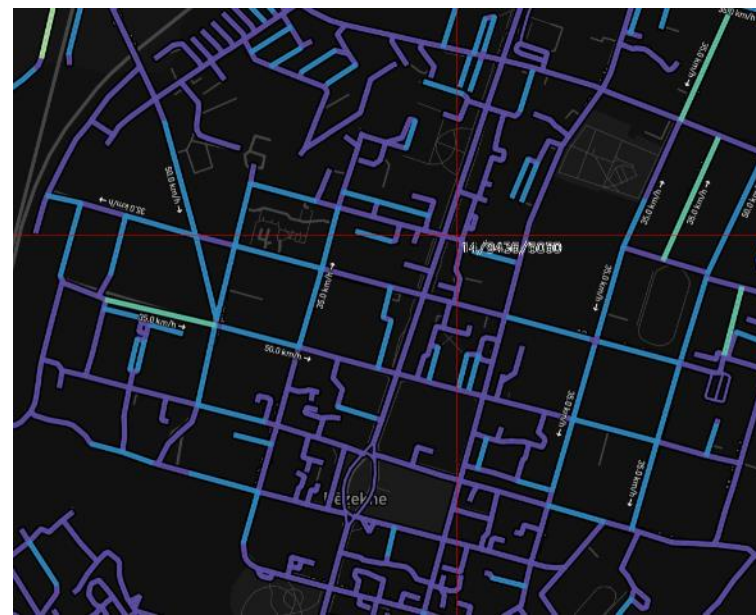
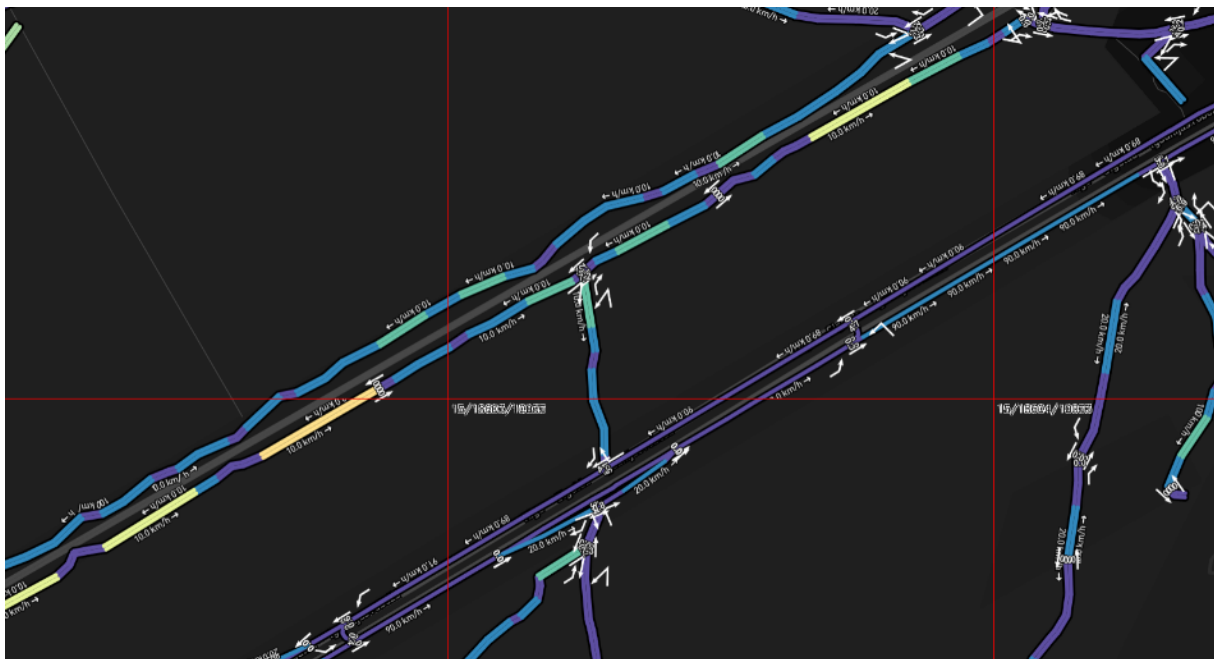
- Izveidota uz OSRM bāzes, adaptējot Jāņa sētas ceļu datus un kategorijas OSM formātā un pielāgojot profilu
- Patlaban divi publiskie profili:
  - auto 
  - gājēju 
- Vairāki pielāgoti profili (citi ātruma režīmi, izvairīšanās, specifiski atļautie/aizliegtie ceļu posmi u.tml.)



Vairāk: [developers.kartes.lv/routing](https://developers.kartes.lv/routing)

# PRINCIPI

- Ātrumi balstīti:
  - ceļa kategorijā (maģistrālais, galvenais, brauktuve teritorijā)
  - segumā (asfalts ātrāk, grants lēnāk)
  - atļautajā braukšanas ātrumā
  - atrašanās vietā (apdzīvota vieta Y/N)



# PROBLĒMA

Brauciena ilguma prognoze neatbilst  
realitātei...

..īpaši Rīgā



# DATU AVOTS

---

Autosekošanas dati:  
diennaktī 2,5-10 tūkstoši  
auto (vairums Rīgā un  
Pierīgā)

Zinām atrašanās vietu,  
braukšanas ātrumu un  
braukšanas virzienu





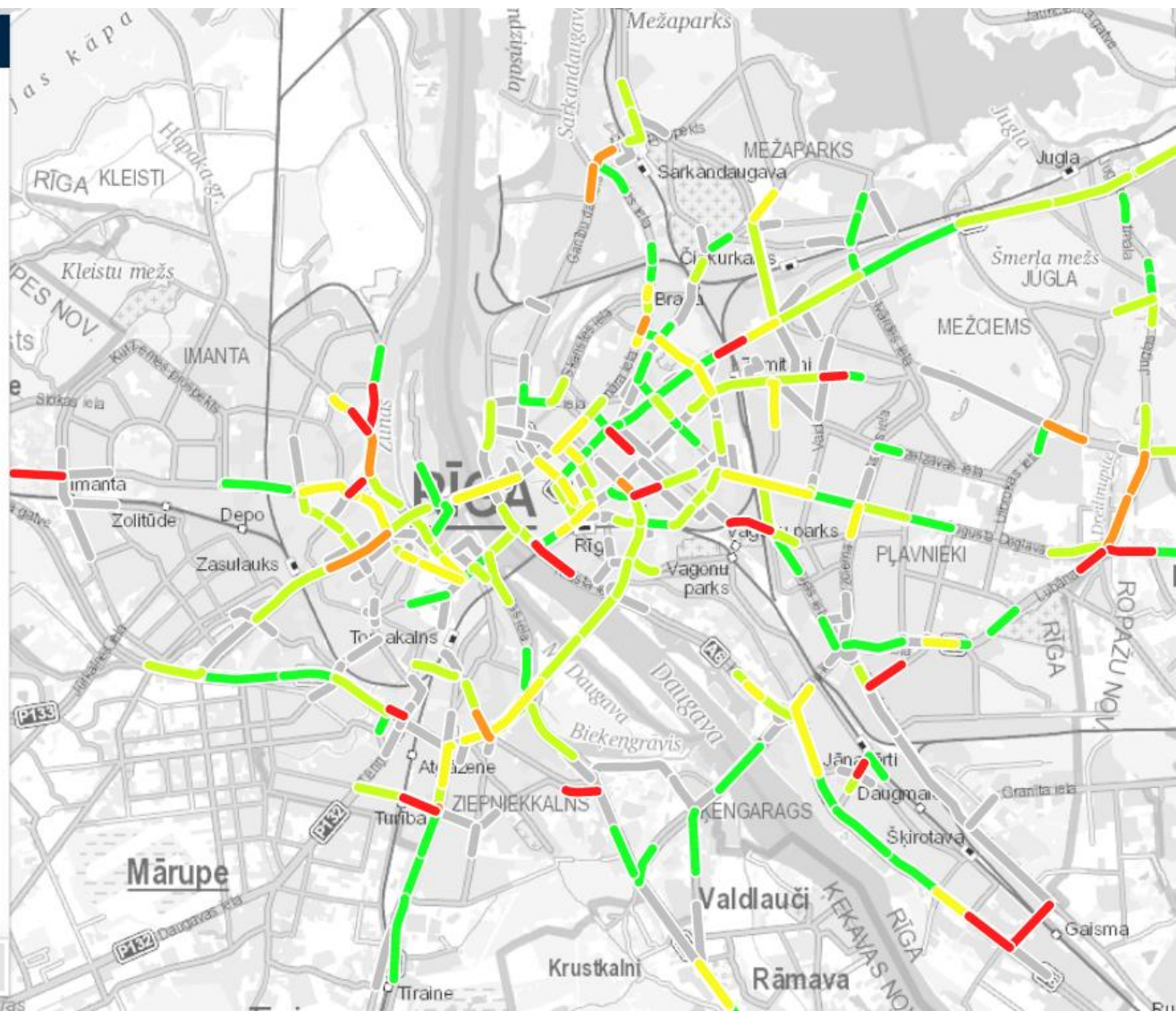


# TIEŠSAISTES DATI

## Skatīšanās pakalpojums (pa noteiktiem posmiem)

Posms	Šobrīd	Kavējums
Meklēt		
Krustpils iela (Kaudzīšu – Maskavas)	07:35	05:10
Jūrmalas gatve (Lazdu – Kurzemes prospekts)	05:53	05:00
Graudu iela (Dīķa – Vienības gatve)	04:39	03:39
Vietalvas iela (Vestienas – Matīsa)	04:12	02:54
Bruņinieku iela (K. Barona – Brīvības)	04:11	02:51
Kuldīgas iela (Daugavgrīvas – Slokas)	03:16	02:36
Maskavas iela (Višķu – Krustpils)	03:22	02:22
Daugavgrīvas iela (Lilijas – Buļļu)	02:59	02:11
Gaisa tilts (Krimuldas – Klijānu)	02:47	02:06
Dignājas iela (Stērstu – Ziepniekkalna)	02:34	01:49
Kalnciema iela (Dreiliņu – Slokas)	03:19	01:48
Krasta iela (Turgeņeva iela - Dzelzceļa tilts)	02:46	01:46
Buļļu iela (Dzegužu – Daugavgrīvas)	02:03	01:39
Avotu iela (Stabu – Lāčplēša)	02:29	01:32
Maskavas ielas pagrieziens uz Slāvu ielu	03:22	01:26
Lubānas iela (Betona iela – Dreiliņu aplis)	02:09	01:24

Iepriekšējie 1 lapa no 29 Nākamie

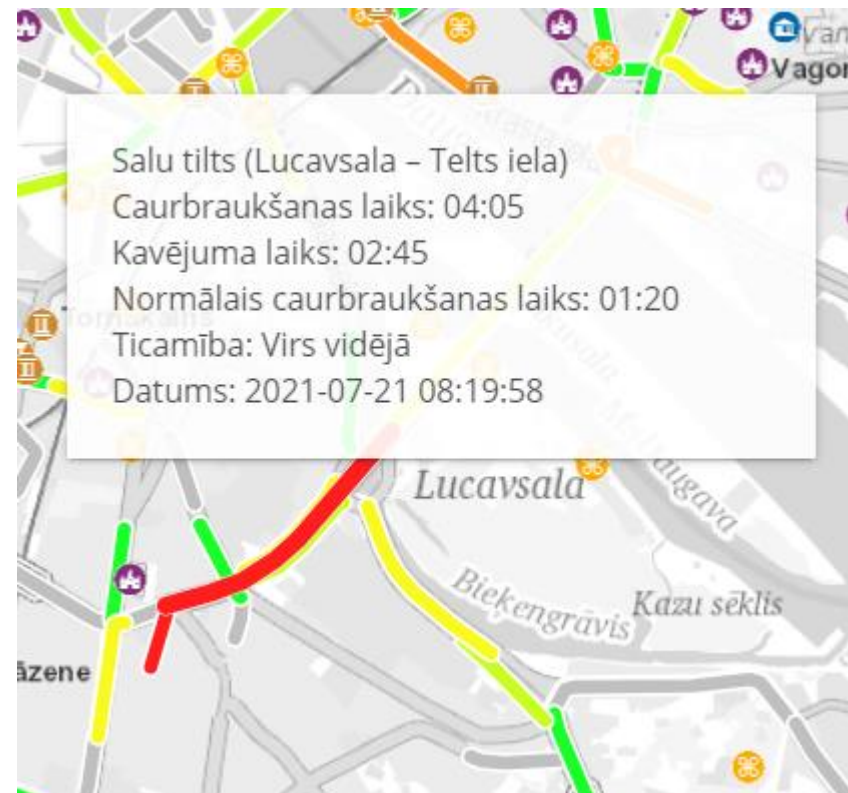


# TIEŠSAISTES DATI

Tiešsaistes dati atjaunojas reizi piecās minūtēs

Potenciāla iespēja – paplašināt aplūkojamās posmus, veidot jaunus

Skatīties «jēlos» datus





# TIEŠSAISTĒS DATI

API (pa noteiktiem posmiem)

Sīkāk:

<https://developers.kartes.lv/traficjam/>

```
"type": "FeatureCollection",
"crs": {
  "type": "name",
  "properties": {
    "name": "urn:ogc:def:crs:EPSG::4326"
  }
},
"features": [
  {
    "type": "Feature",
    "geometry": {
      "type": "LineString",
      "coordinates": [
        [
          24.133971,
          56.947178
        ],
        [
          24.134103,
          56.947178
        ],
        [
          24.1343,
          56.947177
        ],
        [
          24.135582,
          56.947149
        ],
        [
          24.137308,
          56.947075
        ],
        [
          24.140348,
          56.946883
        ],
        [
          24.140693,
          56.946865
        ],
        [
          24.141022,
          56.946865
        ],
        [
          24.141334,
          56.946855
        ]
      ]
    },
    "properties": {
      "width": 3,
      "r": 192,
      "g": 192,
      "b": 192,
      "opacity": 90,
      "name": "Valmieras iela (L\u0101dp\u0113\u0161a - \u0122ertr\u0161des)",
      "auto_count": "0",
      "normal_drive_time": "50",
      "drive_time": "0",
      "date": "2021-07-20 15:34:12",
      "level": 0,
      "id": "133971"
    }
  }
]
```

# Tiešsaistes dati $\neq$ panaceja

Eksperimentāli mēģināts izmantot maršrutēšanā, iekļaujot reāllaika braukšanas ātrumu

OSRM *Customize* pieeja

Tomēr mazais datu daudzums rada nepilnības...





# IZPĒTE UN ANALĪZE

---

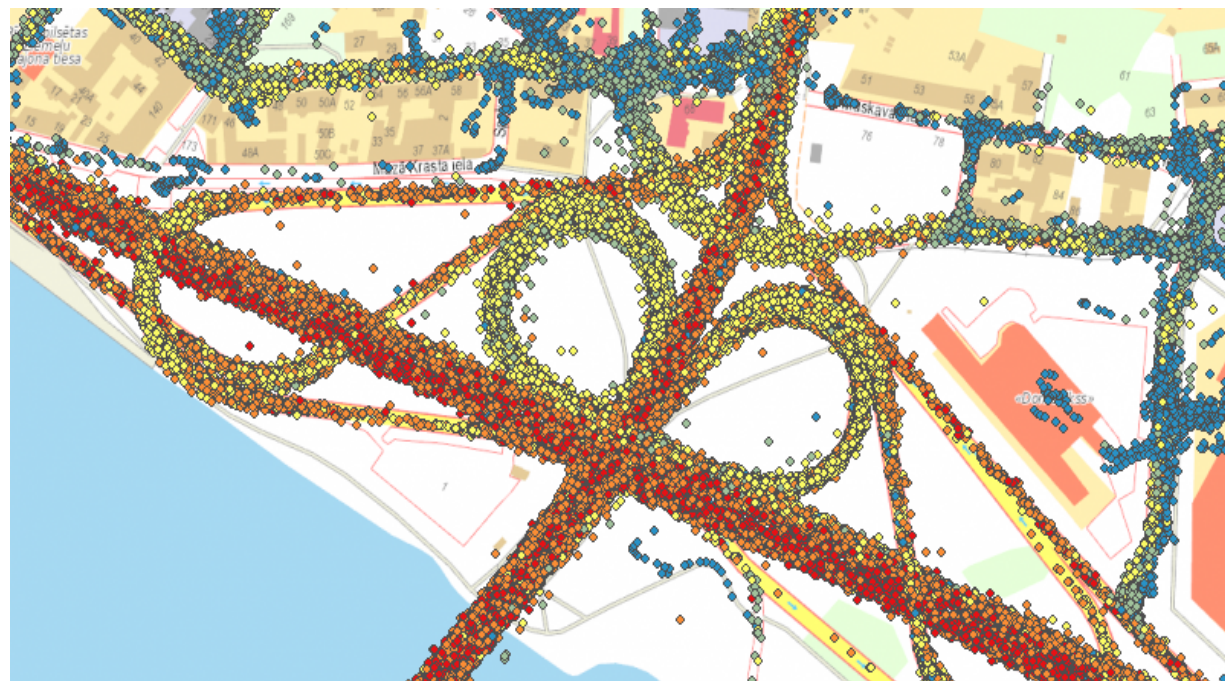


# VĒSTURISKIE DATI

---

Dati tiek uzkrāti no 2012. gada  
Latvijas mērogā objektīvi izmantojami  
galveno ielu, nozīmīgāko ceļu analīzei

Pārsvarā izmantojam ātrumu analīzei;  
pilsētās netieši parāda arī satiksmes  
intensitāti



# VĒSTURISKIE DATI

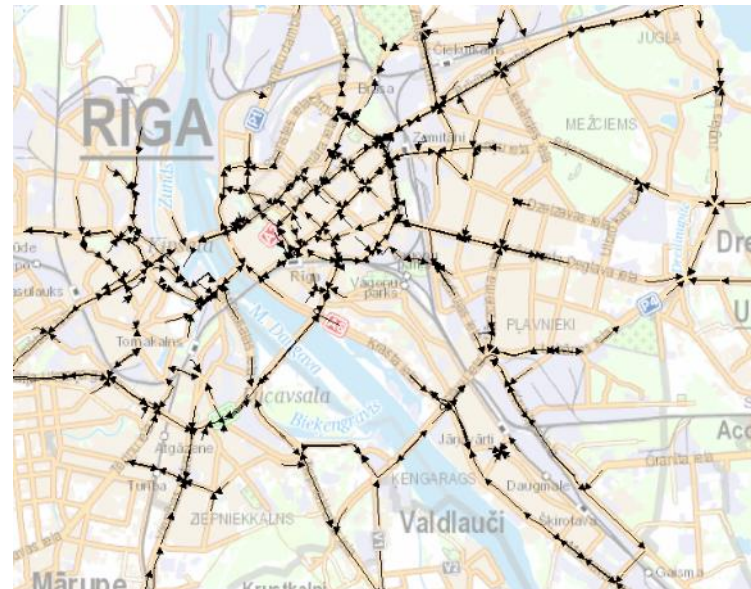
Sākām darbu pie universāla risinājuma  
jebkuras teritorijas datu analīzei

Mainīgie:

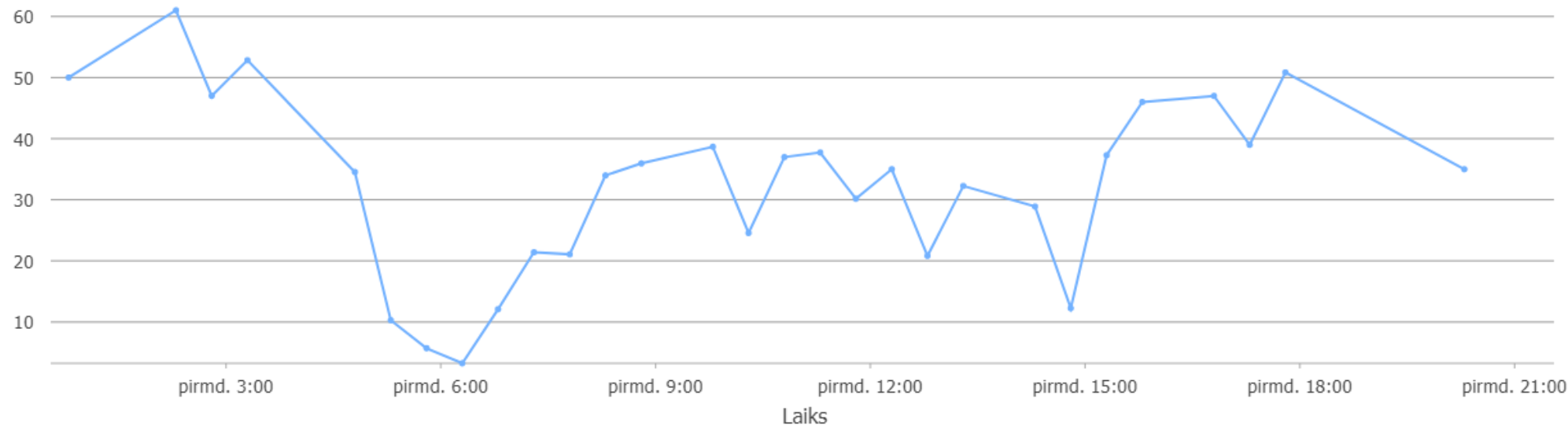
- *Iela vai areāls*
- *Laika logs (datumi)*
- *Diennakts laika logs (stundas)*



# SASTRĒGUMA POSMU ANALĪZE



Buļļu virzienā uz Daugavpils



Laiks pēc GMT





# LAIKA INTERVĀLU PRINCIPS

---

Darba diena sadalīta piecos intervālos (arī «pārtrauktos»)

Piektdienās/brīvdienās citi principi

Sastrēgumi ceļo -> lielāki laika logi: izlīdzina

maksimālās/minimālās vērtības

OSRM īpatnība: katrs ātruma profils = atsevišķa instance



# DATU APSTRĀDE

---

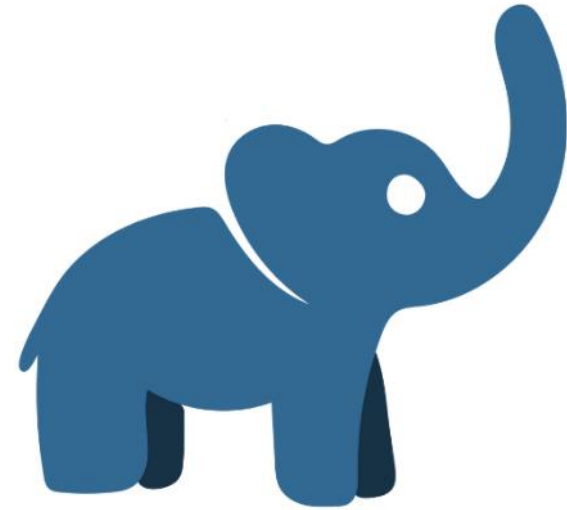


# TEHNOLOGIJA

---



PostgreSQL



Java™



# VĒSTURISKO ĀTRUMU POLIGONS

2020. gada

februāris-aprīlis

159 miljoni GPS punktu

18 GB



# PUNKTU PIESAISTE CEĻIEM

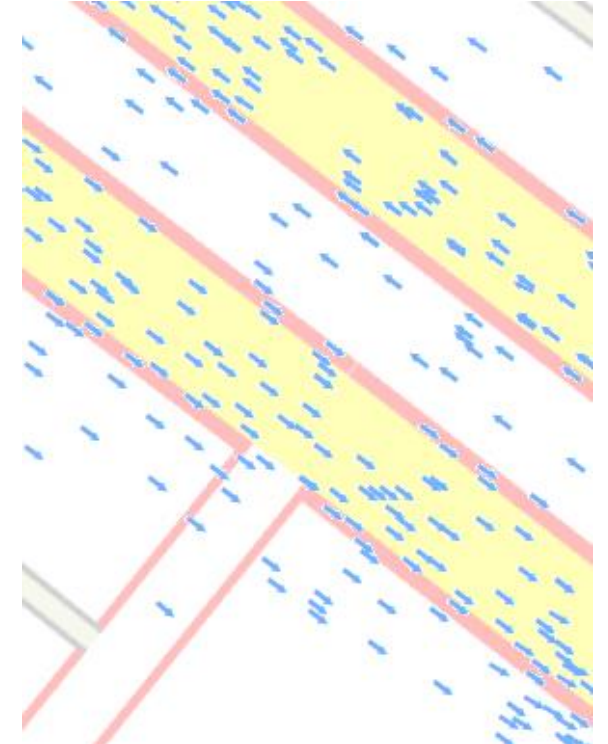
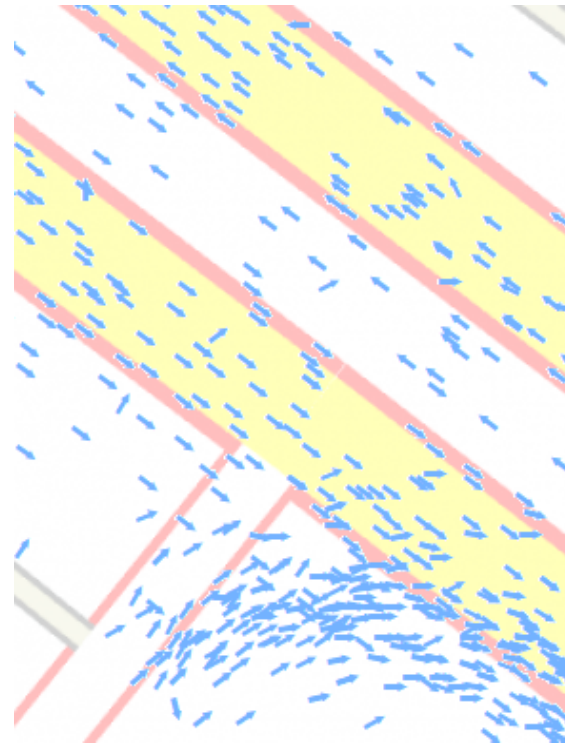
## VIRZIENS UN LENĶIS

GPS punktiem zināms braukšanas virziens, kas jāsalīdzina ar ceļu virzienu

*COMPASS/BEARING vs. DIR\_MEAN*

Īpaši būtiski: krustojumos, daudzlīmeņu šķērsojumos, pievadceļu pieslēgumos

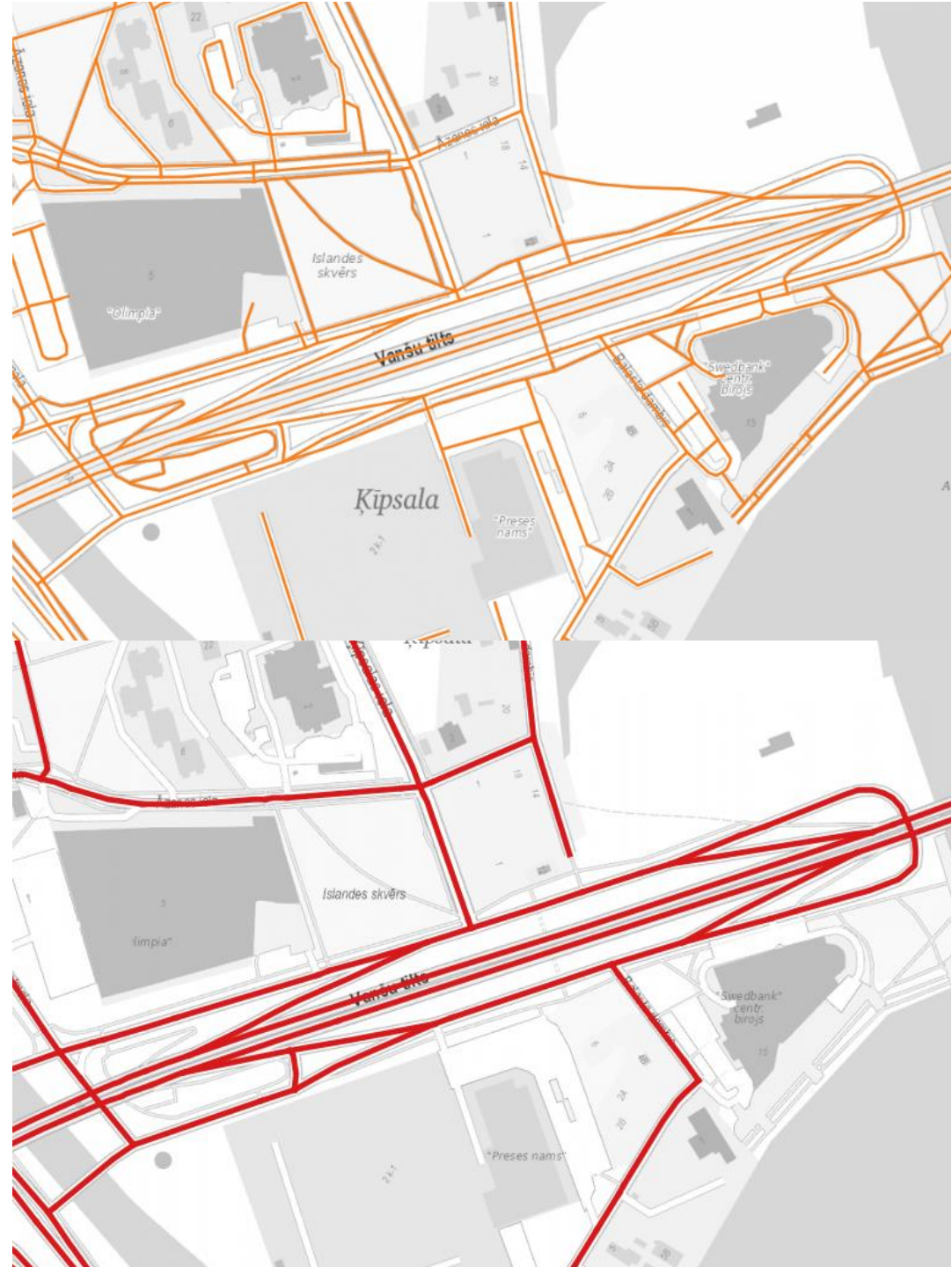
Meklējām:  $\pm 10$  metrus no ceļa ass un  $\pm 15$  grādu virziena amplitūdā



# CEĻU TĪKLA OPTIMIZĀCIJA

Atlasītas tikai nozīmīgie ceļi: **ielas, pašvaldības, valsts un LVM ceļi**

Pārējiem ceļiem atstāti teorētiskie ātrumi, kas ir relatīvi zemi



# ĀTRUMA APRĒĶINĀŠANA

$$t = \frac{x}{v}; \quad t_i = \frac{x_i}{v_i}$$

$$t = t_1 + t_2 + t_3$$

$$\frac{x_1 + x_2 + x_3}{v} = \frac{x_1}{v_1} + \frac{x_2}{v_2} + \frac{x_3}{v_3}$$

$$v = \frac{x}{\frac{x_1}{v_1} + \frac{x_2}{v_2} + \frac{x_3}{v_3}}$$

# PROCESS

1. sadala ceļus segmentus
2. piesaista GPS punktus pie ceļiem (ap diennakti)
3. sarēķina vidējās vērtības ceļiem (ap diennakti)





# REZULTĀTS

---



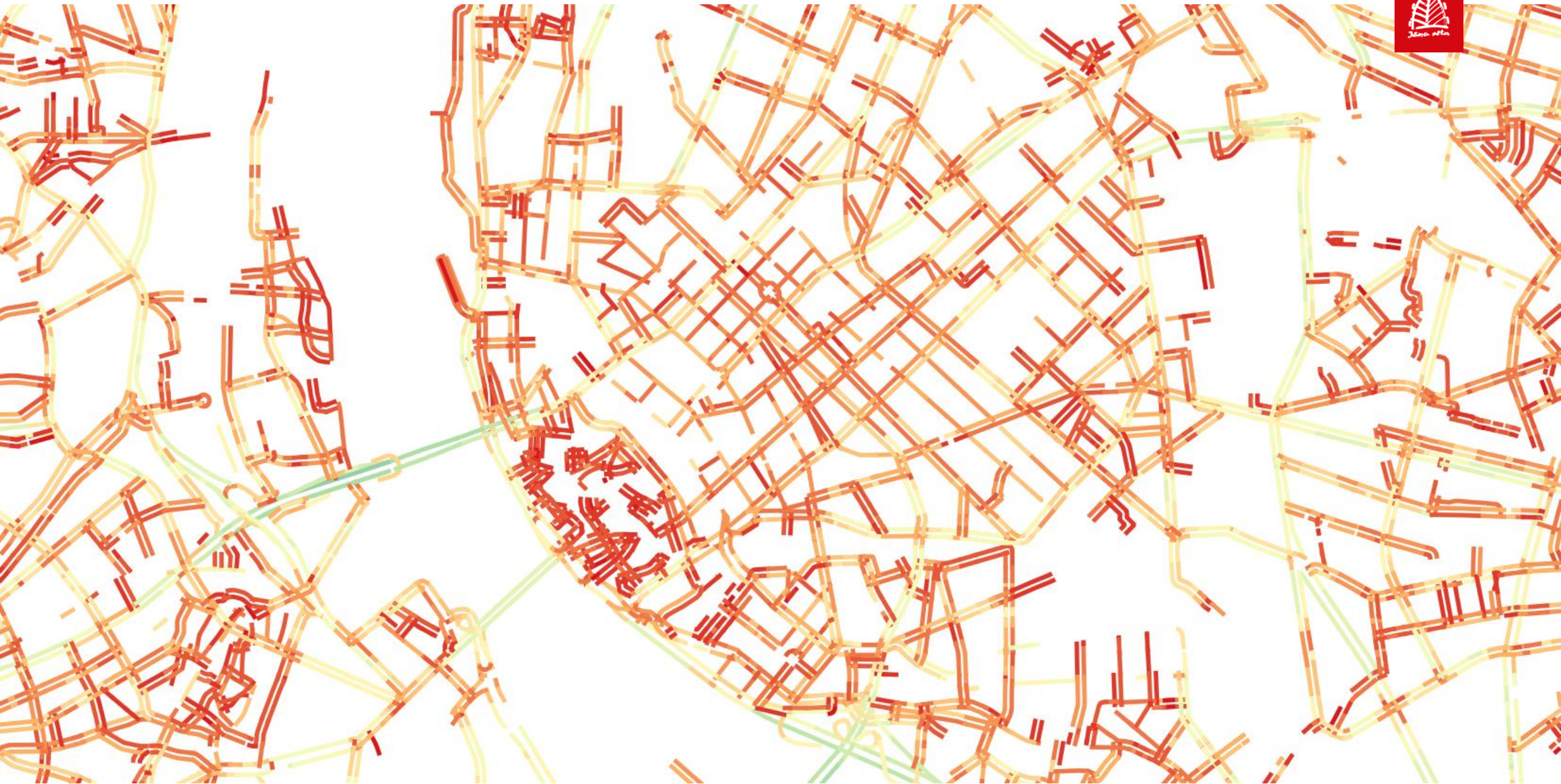


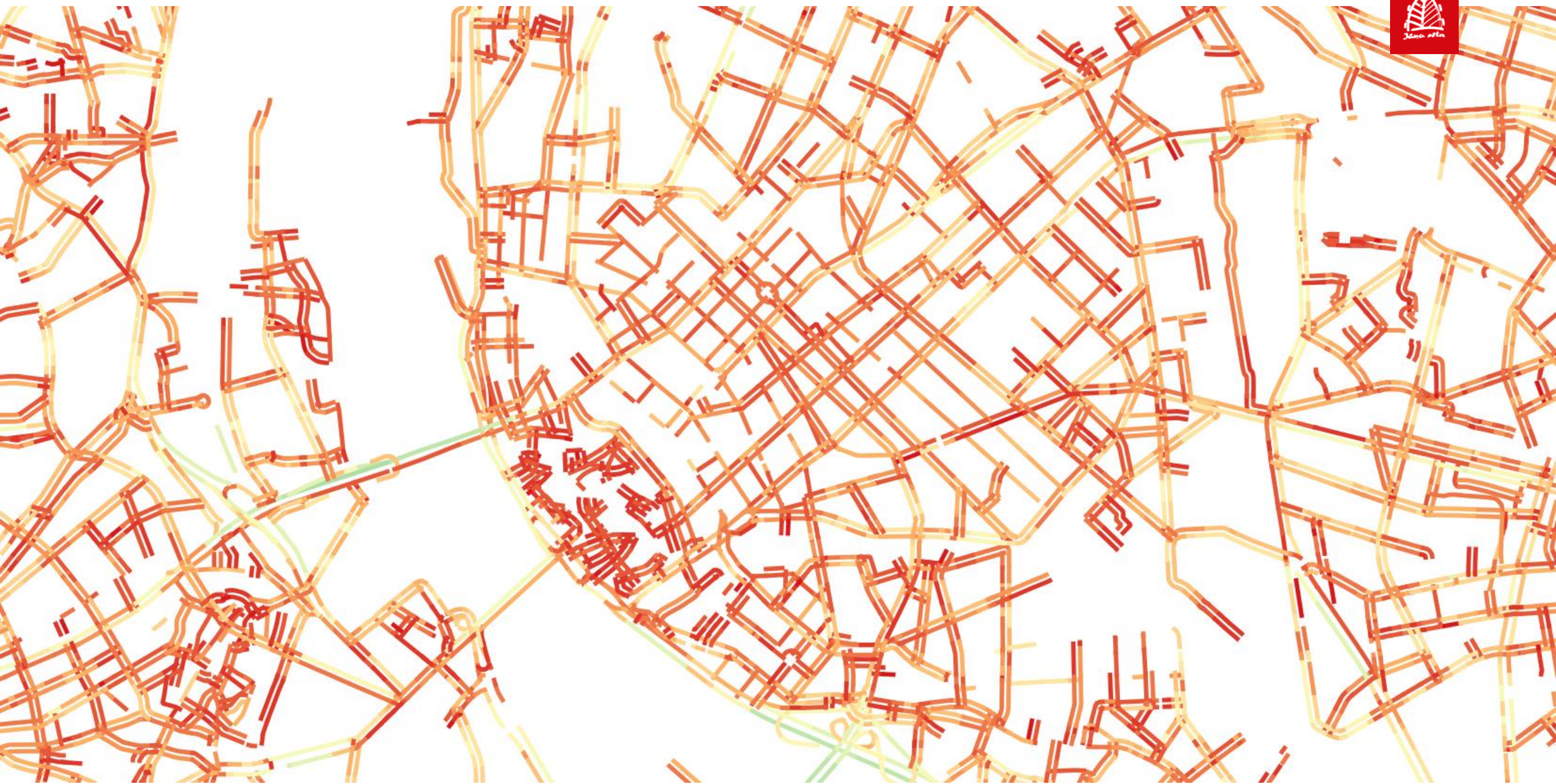
# IZVEIDOTAIS

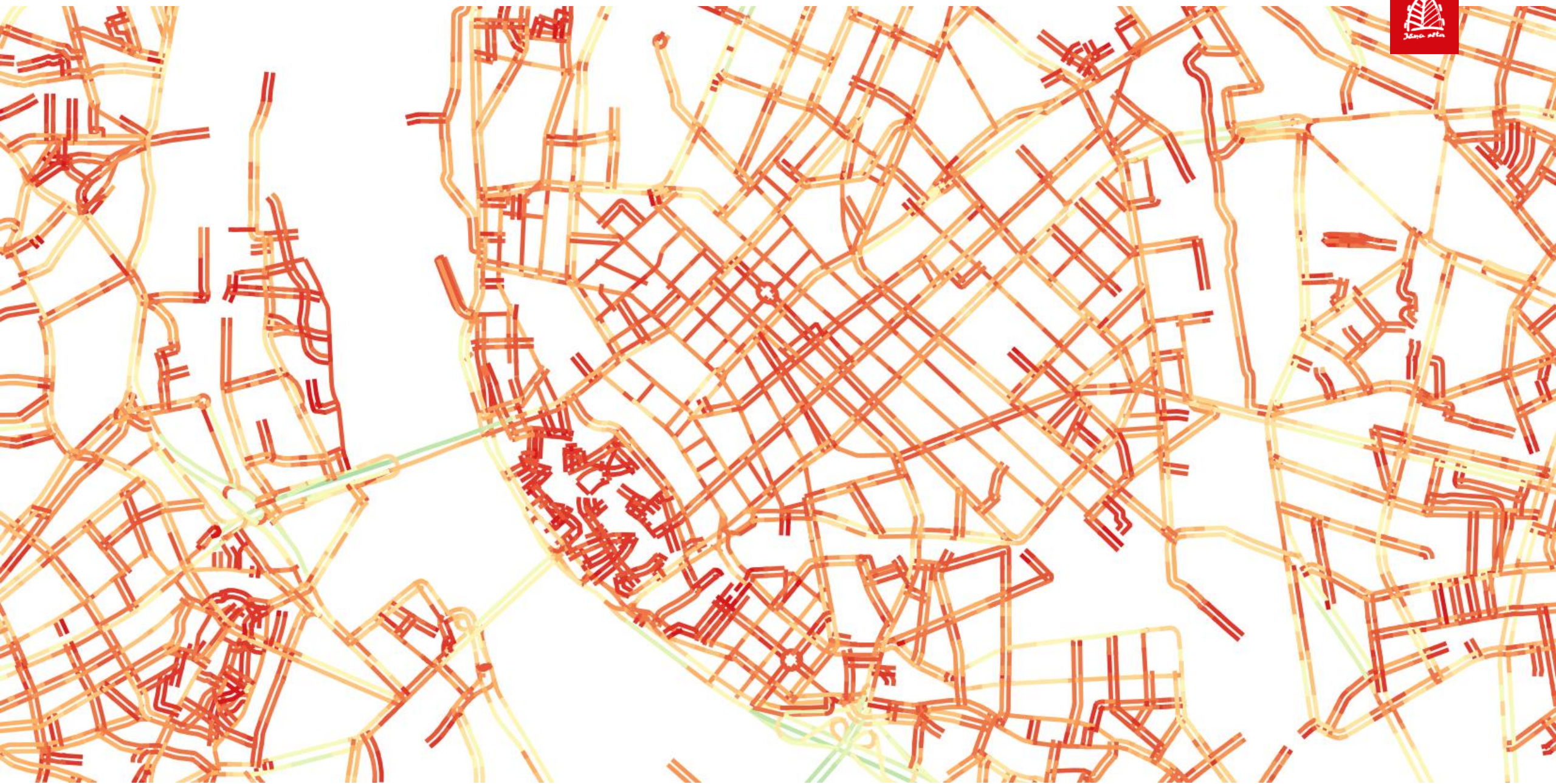
---

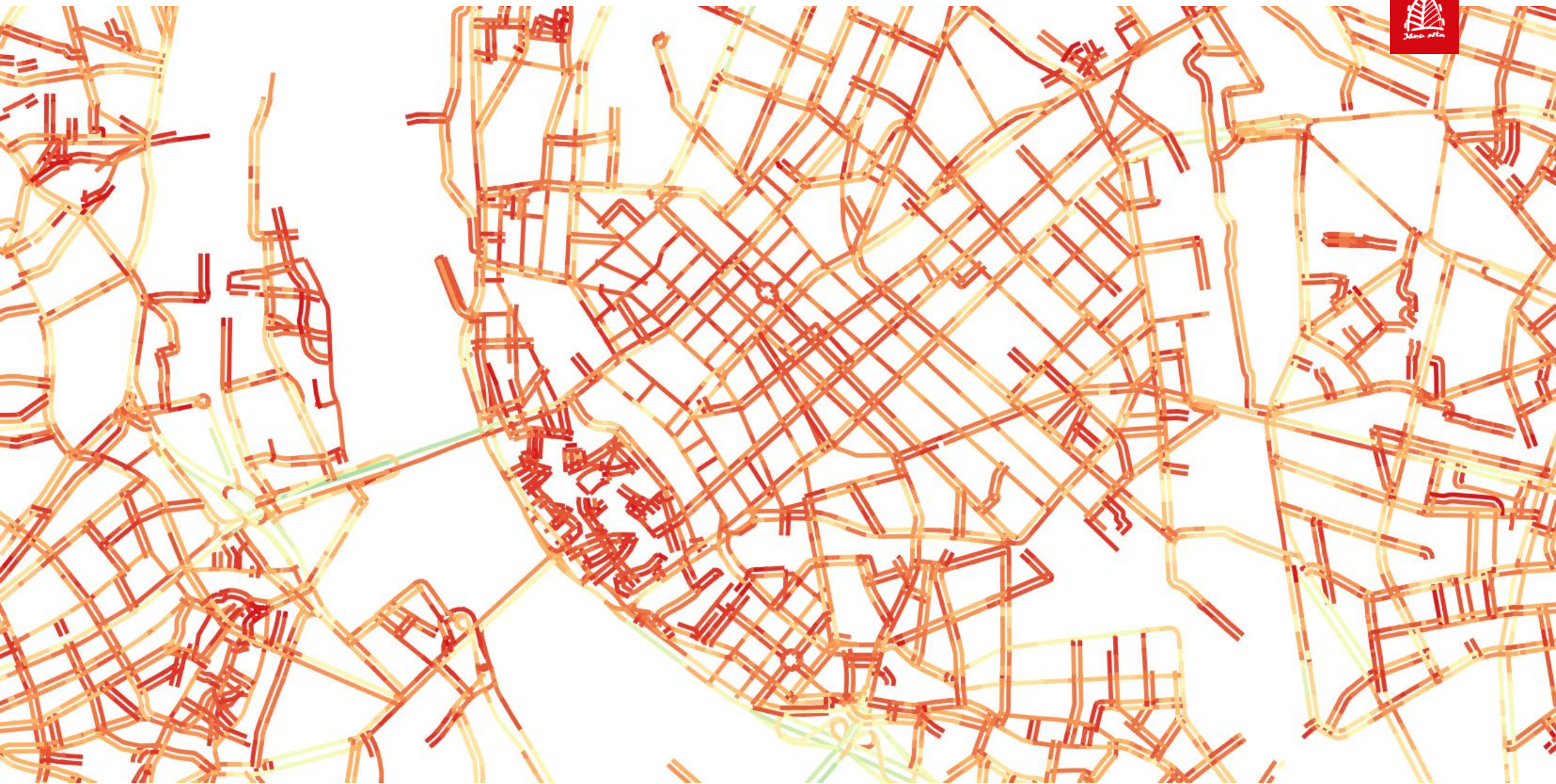
- Ielām iegūtas 5 vēsturiskā ātruma vērtības (abos virzienos)
- Izveidoti pieci maršrutēšanas profili un vēsturiskā ātruma maršruta API\*, kas izmanto attiecīgās nedēļas dienas un diennakts laikam atbilstošo ātrumu

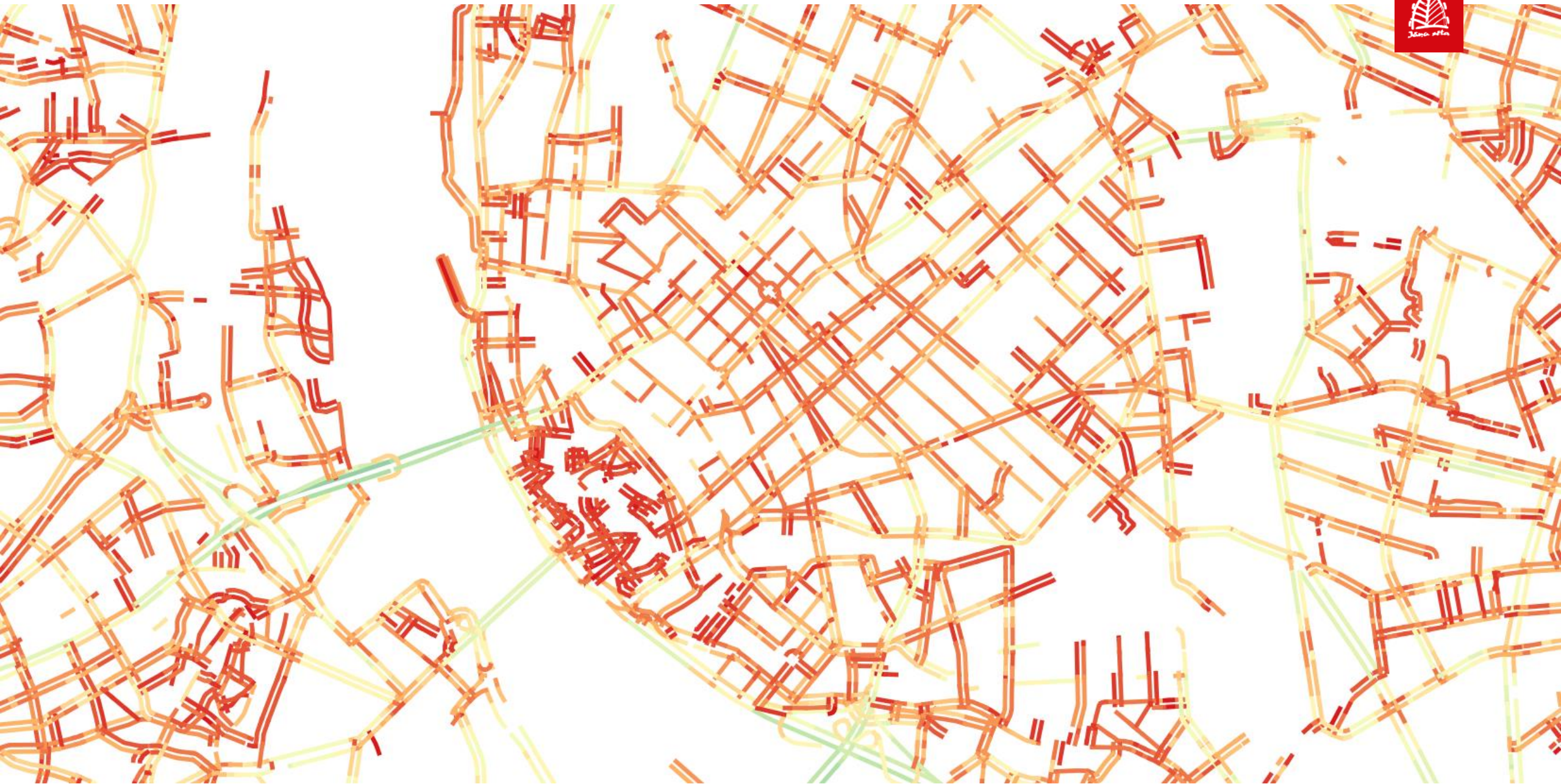
\*pagaidām klienta risinājumā











# TUVINĀJUMS

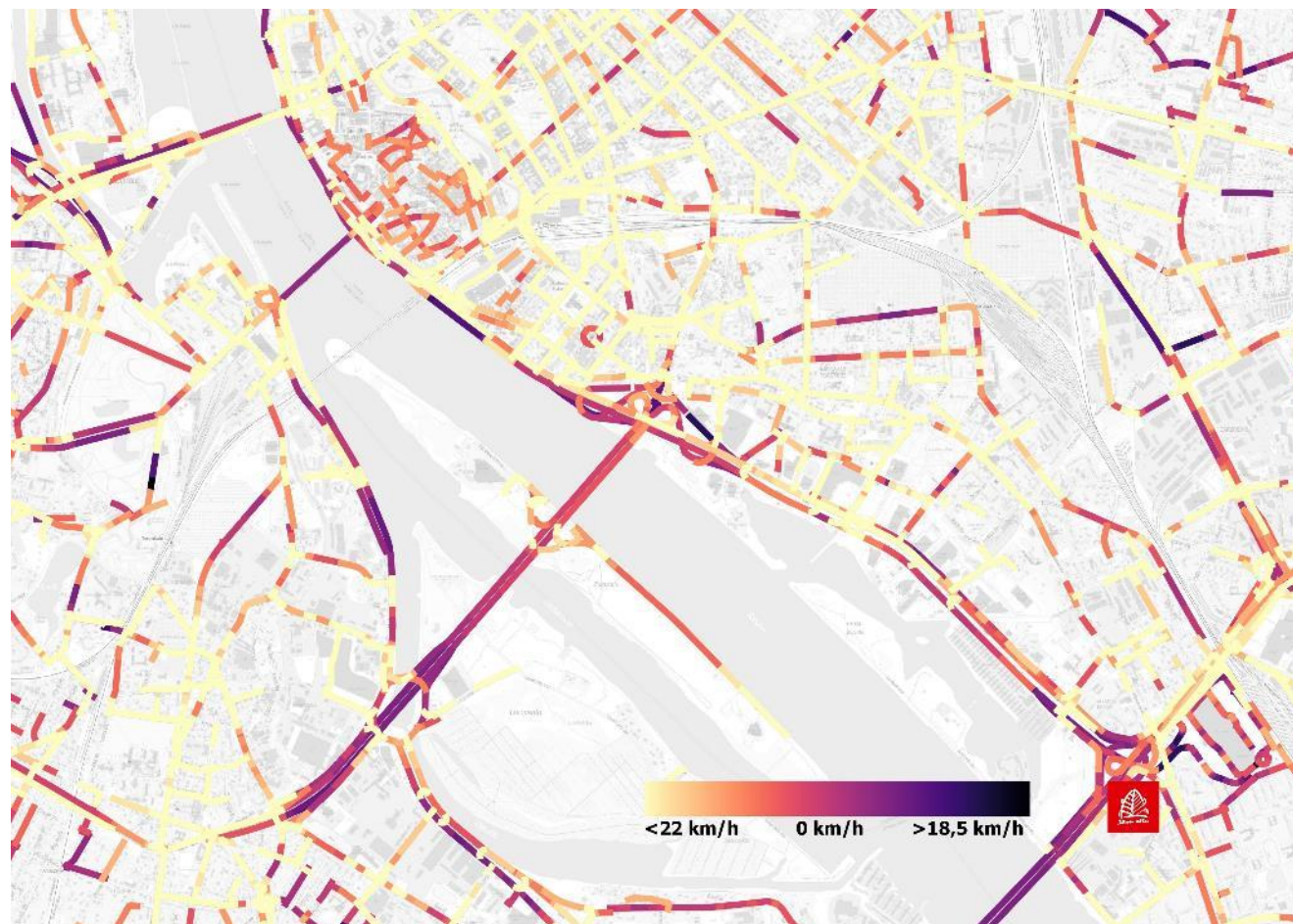




# ĀTRUMU MODELIS RĪGĀ

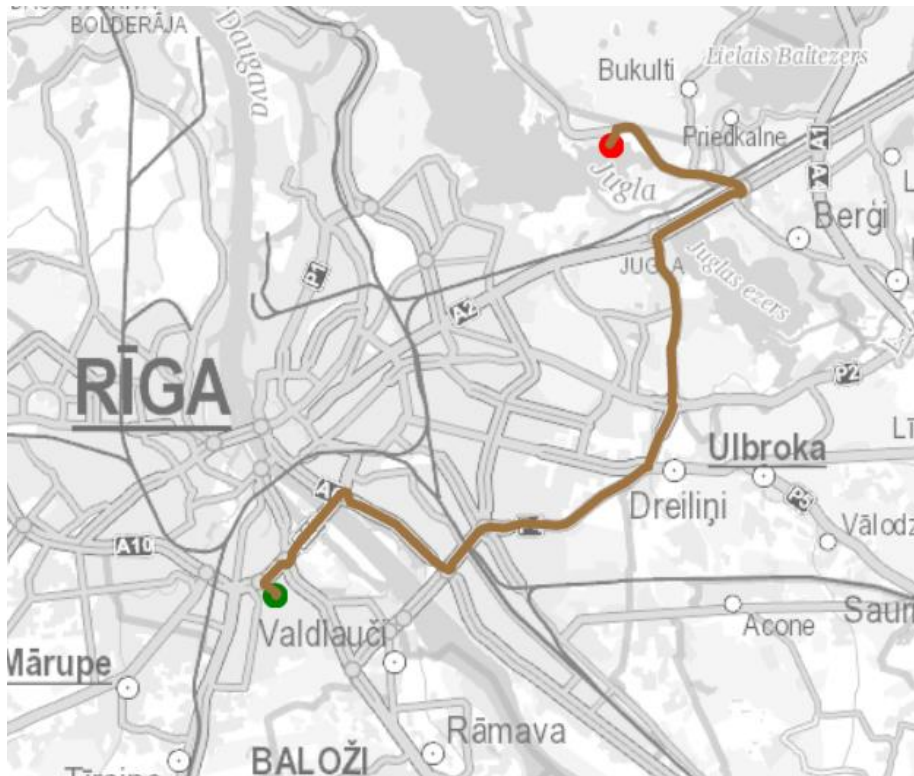
Automašīnu braukšanas ātruma  
nobīdes no atļautā ātruma  
darbadienās no rīta

Korelācija ar caurlaidību/segumu/  
atļauto ātrumu

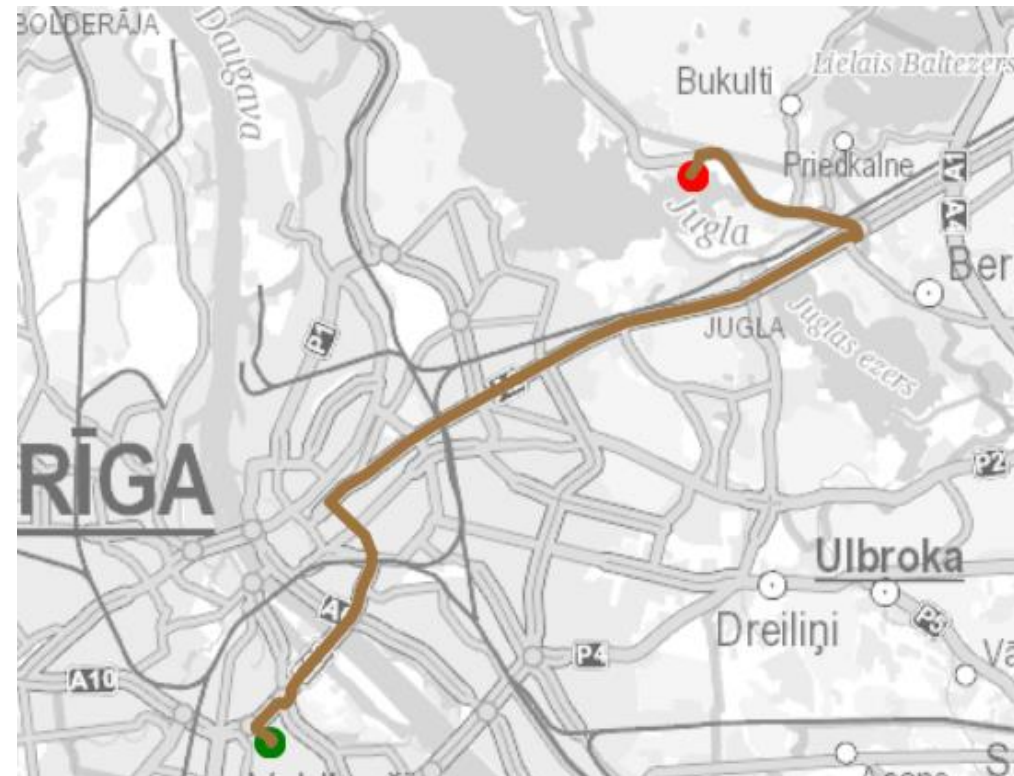


# Satiksmes intensitātes ietekme uz optimālā maršruta veidošanu

No rīta



Naktī

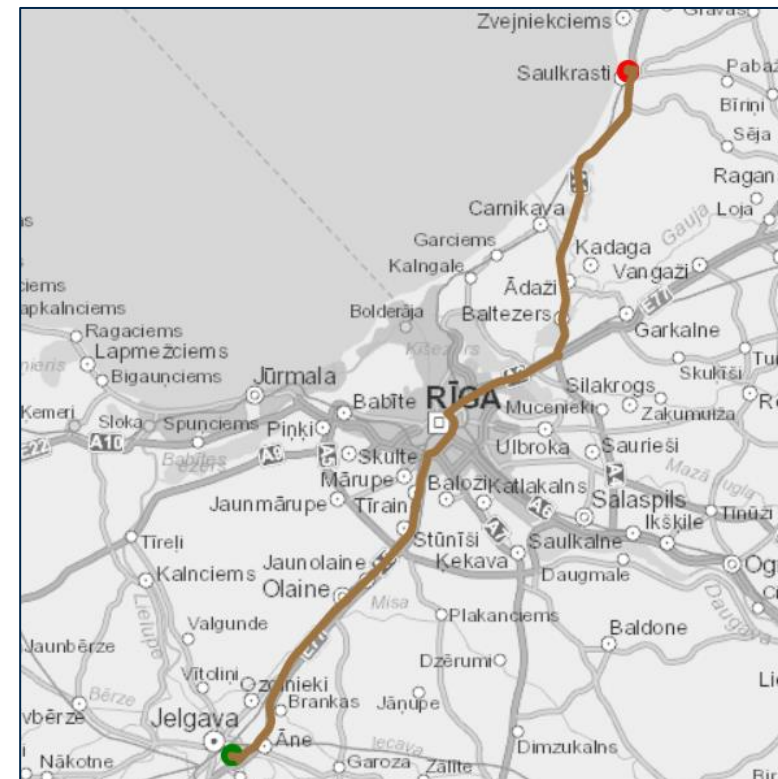


# Satiksmes intensitātes ietekme uz optimālā maršruta veidošanu

No rīta



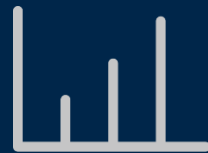
Naktī





# IZAICINĀJUMI UN NĀKOTNE

---



# **NĀKOTNES PLĀNI**

---

- **PROCESA/REZULTĀTA UZLABOŠANA**
- **PUBLISKI PIEEJAMS SERVISS**
- **PROGNOZĒŠANA/MAŠĪNMĀCĪŠANĀS**

# PROBLĒMAS/**UZLABOJUMI**

Ne visiem ceļiem aprēķinās vidējie ātrumi:

- pārāk maz datu punkti
- ir datu punkti, bet pārāk lielas GPS nobīdes
- ir datu punkti, bet nesakrīt leņķi

## Risinājums?

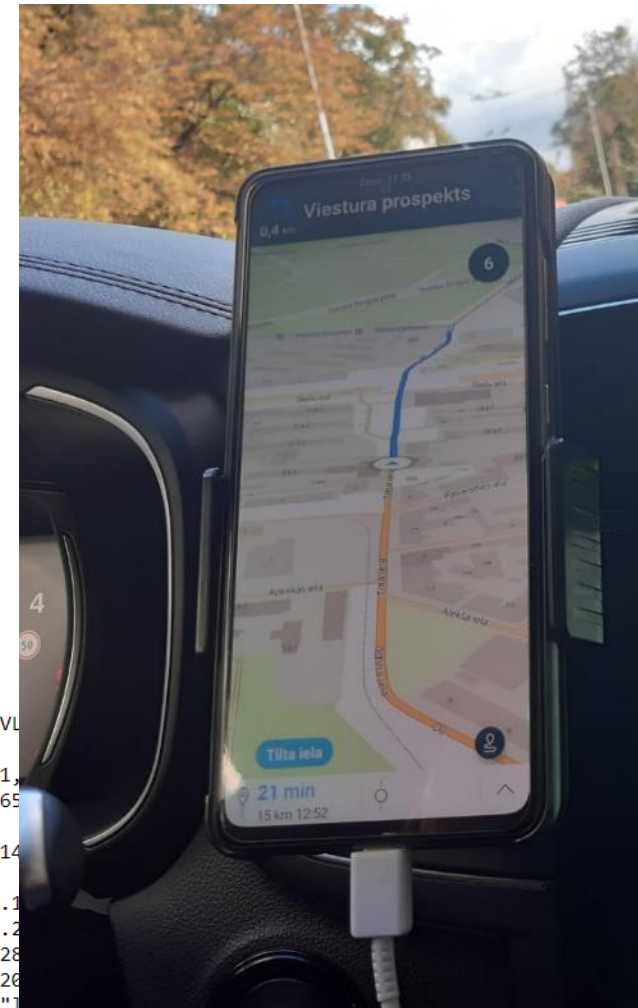
- Elastīgāka/gudrāka piesaiste
- Interpolācija
- Vienvirziena ielu nosacījums





# PUBLISKS SERVISS

- Plānojam ieviest *BalticMaps* portālā un mobilajās lietotnēs kā noklusēto režīmu
- Navigācijas lietotne
- Publisks API



```
{ "code": "Ok", "routes": [ { "geometry": "g|tzIyfcrcBbFpBF|@BlAPf@HBp@F?FAx@G|BKpF@R?TNFEHfCDFANpD@ZBh@BnB@NFzD?NFA@JAvH?hBB`AA\\DXRVL...@fGEM", "legs": [ { "annotation": { "metadatasource_names": [ "lua profile" ] }, "nodes": [ 2066424, 2066418, 2066403, 2066396, 2066394, 2066383, 2066380, 2066378, 2066377, 2066285, 2066284, 2066251, 2066250, 2066249, 2066245, 2066241, 2066211, 2066207, 2066205, 2066204, 2066203, 2066202, 2066201, 2066200, 2066199, 2066198, 2066197, 2066196, 2066195, 2066194, 2066193, 2066192, 2066191, 2066190, 2066189, 2066188, 2066187, 2066186, 2066185, 2066184, 2066183, 2066182, 2066181, 2066180, 2066179, 2066178, 2066177, 2066176, 2066175, 2066174, 2066173, 2066172, 2066171, 2066170, 2066169, 2066168, 2066167, 2066166, 2066165, 2066164, 2066163, 2066162, 2066161, 2066160, 2066159, 2066158, 2066157, 2066156, 2066155, 2066154, 2066153, 2066152, 2066151, 2066150, 2066149, 2066148, 2066147, 2066146, 2066145, 2066144, 2066143, 2066142, 2066141, 2066140, 2066139, 2066138, 2066137, 2066136, 2066135, 2066134, 2066133, 2066132, 2066131, 2066130, 2066129, 2066128, 2066127, 2066126, 2066125, 2066124, 2066123, 2066122, 2066121, 2066120, 2066119, 2066118, 2066117, 2066116, 2066115, 2066114, 2066113, 2066112, 2066111, 2066110, 2066109, 2066108, 2066107, 2066106, 2066105, 2066104, 2066103, 2066102, 2066101, 2066100, 2066099, 2066098, 2066097, 2066096, 2066095, 2066094, 2066093, 2066092, 2066091, 2066090, 2066089, 2066088, 2066087, 2066086, 2066085, 2066084, 2066083, 2066082, 2066081, 2066080, 2066079, 2066078, 2066077, 2066076, 2066075, 2066074, 2066073, 2066072, 2066071, 2066070, 2066069, 2066068, 2066067, 2066066, 2066065, 2066064, 2066063, 2066062, 2066061, 2066060, 2066059, 2066058, 2066057, 2066056, 2066055, 2066054, 2066053, 2066052, 2066051, 2066050, 2066049, 2066048, 2066047, 2066046, 2066045, 2066044, 2066043, 2066042, 2066041, 2066040, 2066039, 2066038, 2066037, 2066036, 2066035, 2066034, 2066033, 2066032, 2066031, 2066030, 2066029, 2066028, 2066027, 2066026, 2066025, 2066024, 2066023, 2066022, 2066021, 2066020, 2066019, 2066018, 2066017, 2066016, 2066015, 2066014, 2066013, 2066012, 2066011, 2066010, 2066009, 2066008, 2066007, 2066006, 2066005, 2066004, 2066003, 2066002, 2066001, 2066000 ], "speed": [ 13.7, 13.8, 13.8, 14.1, 14.1, 13.9, 13.3, 12.1, 13.6, 13.7, 13.9, 15.4, 13.3, 13.9, 13.9, 13.8, 14, 14.3, 14.4, 13.6, 12.4, 13.9, 16.2, 13.8, 13.4, 13.9, 14.1, 13.5, 5.6, 5.6, 5.4 ], "weight": [ 3.6, 4.1, 2.2, 2.8, 1.4, 1.1, 0.2, 0.2, 1.2, 2.6, 5.1, 0.4, 0.5, 4.2, 2.9, 1.5, 3.8, 0.6, 0.9, 2.3, 0.3, 3.9, 0.3, 2.7, 0.5, 11.9, 4, 2.5, 1.2, 1.1, 1, 0.7, 2.1, 4.1, 4.6, 2.5, 3.1, 1.6, 1.1, 0.2, 0.2, 1.3, 2.8, 5.3, 0.4, 0.5, 4.4, 3, 1.6, 3.9, 0.6, 0.9, 2.5, 0.4, 4.1, 0.3, 2.9, 0.5, 12.5, 4.2, 2.6, 1.2, 1.1, 1, 0.7, 2.2, 55.991795, 63.44537, 34.501474, 43.720211, 22.450929, 15.322068, 2.668418, 2.425557, 17.620428, 38.460691, 73.67582, 6.16504, 6.670265, 61.28851146, 40.046059, 6.701072, 173.513028, 58.962415, 36.709688, 16.782847, 15.679672, 14.005983, 10.083579, 30.037224, 54.514382, 18.918194, 20.905292, 15.26399, 24.183504, 20.567025, 222.866688, 5.399539 ], "steps": [ { "intersections": [ { "out": 0, "entry": [ true ], "bearings": [ 182 ], "location": [ 24.10617, 56.96418 ], "bearings": [ 182, 270 ], "entry": [ false, true, true ], "in": 0 }, { "driving_side": "right", "geometry": "g|tzIyfcrcBbFpBF|@BlAPf@H", "mode": "driving", "duration": 16.7, "maneuver": { "bearing_after": 182, "location": [ 24.106207, 56.964683 ], "bearing_before": 0, "type": "depart", "ref": "P1", "weight": 14.9, "distance": 220.1, "name": "Pulkve\u017ea Brie\u017ea iela"}, { "intersections": [ { "out": 4, "location": [ 24.10597, 56.96271 ], "bearings": [ 182, 270 ], "entry": [ false, true, true, true ], "in": 0 }, { "out": 2, "location": [ 24.10472, 56.96273 ], "bearings": [ 90, 180, 270 ], "entry": [ false, false, true ], "in": 0 }, { "out": 3, "location": [ 24.10351, 56.96279 ], "bearings": [ 0, 90, 180, 270 ], "entry": [ true, false, false, true ], "in": 1 }, { "out": 2, "location": [ 24.1033, 56.96278 ], "bearings": [ 90, 225, 255 ], "entry": [ false, false, true ], "in": 0 }, { "out": 2, "location": [ 24.10023, 56.96253 ], "bearings": [ 75, 180, 255 ], "entry": [ false, true, true ], "in": 0 }, { "driving_side": "right", "geometry": "otzIiecrCBp@F?FAx@G|BKpF@R?TNFEHfCDFANpD@ZBh@BnB@NFzD?NFA@JAvH?hBB`AA\\DXRVLpBt@A`BC`@Ab@B\\HvAz@bAj@NJ", "mode": "driving", "duration": 38.5, "maneuver": { "bearing_after": 260, "type": "turn", "modifier": "right", "bearing_before": 187, "location": [ 24.10597, 56.96271 ], "weight": 37, "distance": 465.2, "name": "Hanzas iela"}, { "intersections": [ { "out": 2, "location": [ 24.09836, 56.96244 ], "bearings": [ 0, 90, 180 ], "entry": [ true, false, true ], "in": 1 }, { "out": 2, "location": [ 24.09836, 56.96202 ], "bearings": [ 0, 90, 180 ], "entry": [ false, false, true ], "in": 0 }, { "out": 2, "location": [ 24.09836, 56.96046 ], "bearings": [ 0, 90, 180 ], "entry": [ false, true, true ], "in": 0 }, { "out": 1, "location": [ 24.09834, 56.95993 ], "bearings": [ 0, 180, 270 ], "entry": [ false, true, true ], "in": 0 }, { "out": 2, "location": [ 24.09822, 56.95932 ], "bearings": [ 30, 105, 195 ], "entry": [ false, false, true ], "in": 0 }, { "out": 1, "location": [ 24.0978, 56.95741 ], "bearings": [ 15, 195, 330 ], "entry": [ false, true, true ], "in": 0 }, { "driving_side": "right", "geometry": "gntzIiuarCfA@JAvH?hBB`AA\\DXRVLpBt@A`BC`@Ab@B\\HvAz@bAj@NJ", "mode": "driving", "duration": 45.4, "maneuver": { "bearing_after": 180, "type": "end of road", "modifier": "left", "bearing_before": 267, "location": [ 24.09836, 56.96244 ], "weight": 43.5, "distance": 614.9, "name": "Eksporta iela"}, { "intersections": [ { "out": 2, "location": [ 24.09752, 56.95699 ], "bearings": [ 15, 195, 285 ], "entry": [ false, true, true ], "in": 0 }, { "out": 1, "location": [ 24.0967, 56.9572 ], "bearings": [ 135, 315, 345 ], "entry": [ false, true, true ], "in": 0 }, { "driving_side": "right", "geometry": "elszIoparCG`AADALCLGXQd@_@t@_@_@uJfGEM", "mode": "driving", "duration": 57.2, "maneuver": { "bearing_after": 281, "type": "turn", "modifier": "right", "bearing_before": 201, "location": [ 24.09752, 56.95699 ], "weight": 54.3, "distance": 329.2, "name": "Eksporta iela"}, { "intersections": [ { "in": 0, "entry": [ true ], "bearings": [ 180, 270 ], "entry": [ false, true, true ], "in": 0 } ] } ] } ] }
```

# PROGNOZĒŠANA

- Patlaban balstās tikai uz nedēļas dienu un diennakts laiku
- Iespējams, izstrādāt mašīnmācīšanās modeli, kas balstās uz:
  - diennakts laiku
  - nedēļas dienu
  - gadalaiku
  - laikapstākļiem
  - svētku un pirmssvētku dienām u.c.





# PALDIES PAR UZMANĪBU!

---

**Saziņai:**

Dāvis Valters Immurs [davis.immurs@kartes.lv](mailto:davis.immurs@kartes.lv)

SIA «Jāņa sēta»

Krasta iela 105a, Rīga, Latvija, LV-1019

+371 67317540. [kartes@kartes.lv](mailto:kartes@kartes.lv)

[www.kartes.lv](http://www.kartes.lv)