

# Использование моделирования на макроуровне для поддержки принятия решений при изменении транспортной инфраструктуры города.

---



<http://tsi.lv/>

Михаил Саврасов



<http://las.tsi.lv/>



# Содержание доклада

---

- Постановка задачи для моделирования
- Разработка макромодели в пакете VISUM
- Планирование и проведение экспериментов
- Анализ результатов экспериментов

# Постановка задачи для моделирования

---

# Задача

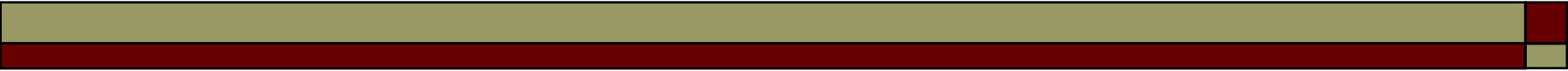
---

- **Объект исследования:** Транспортная инфраструктура города Лиепай
- **Цель исследования:** Принятие решение о целесообразности введение новых элементов транспортной инфраструктуры с точки зрения транспортных потоков

# Планируемые изменения в инфраструктуре города

---

- **Восстановление моста Кароста.**
- **Создание дублера для улицы Бривибас при въезде в город со стороны Риги.**
- **Строительство нового моста через железнодорожный перегон, соединяющего 2 района города Яунлиепаю и Зиемелю.**
- **Использование улиц Ганибу и Зирню в качестве улиц с односторонним движением.**



# Планируемые изменения в инфраструктуре города

---

# Необходимо принять решение о:

---

- Целесообразности строительства моста через железнодорожный перегон
- Числе полос для нового моста
- Целесообразности введение одностороннего движения по улицам Ганибу и Зирню
- Дальнейших изменениях в транспортной сети города

# Построение макромоделли в пакете VISUM

---

# Транспортная модель

## Модель транспортного спроса

Содержит **данные** транспортного спроса:

- Транспортные районы: Источник, цель, число поездок
- Кривая транспортного спроса (например, рассматриваемого за 24 часа)

## Модель сети

Содержит **данные** транспортного предложения:

- Транспортные системы
- Транспортные узлы
- Транспортные узлы/остановки
- Отрезки и линии ОТ

## Модель взаимодействия

Содержит методики оценки взаимодействия:

- Модель ИТ: распределение транспортных потоков, расчет параметров
- Модель ОТ: создание маршрутов и расчет их рентабельности
- Экологическая модель: выброс вредных веществ, шумовые воздействия

## Результаты

- Таблицы и данные (рассчитанные атрибуты объектов сети)
- Матрицы параметров (время в пути, количество пересадок...)
- Графические результаты (изохроны, графики интенсивности ...)

# Методология создания модели в пакете VISUM

---

- Определения библиотек:
  - Типы Линков
  - Транспортные системы
  - Транспортные режимы
- Построение транспортной инфраструктуры с использованием объектов link и node
- Зонирование объекта исследования
- Матрица корреспонденций (OD матрица)

# Исходные данные

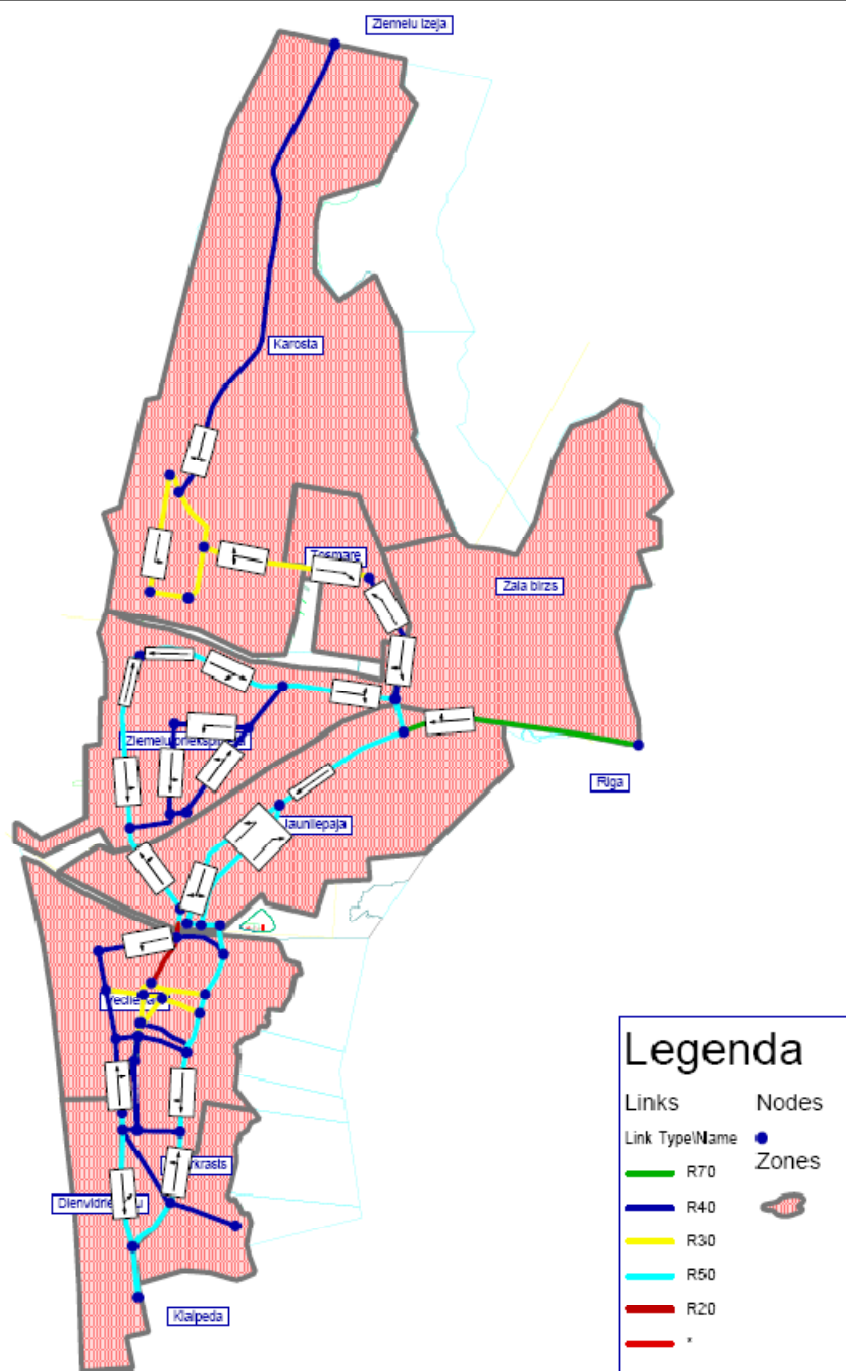
---

- Сеть путей движения для различных видов транспорта, ее свойства и условия движения (включая ПДД)
- Матрица транспортных передвижений, которая состоит из данных транспортного предложения и транспортного спроса

# Транспортная инфраструктура

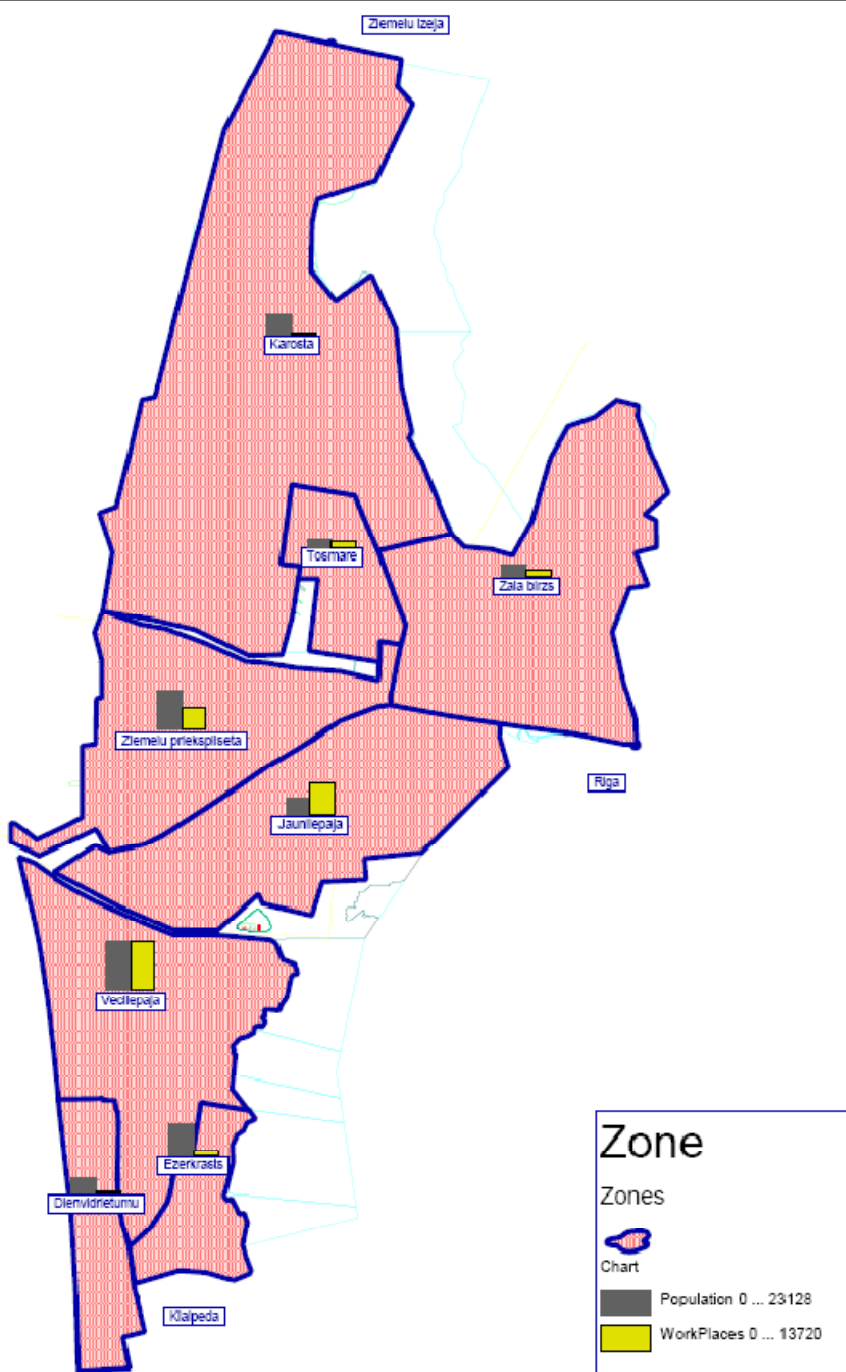
## Характеристики

- 50 узлов
- 70 линков 5 типов.
- Для каждого узла заданы возможные направления движения
- Транспортная система – **легковой автотранспорт**



# Зонирование

- 8 ВНУТРЕННИХ ЗОН
  - Dienvidrietumu
  - Ezerkrasts
  - Vecliepaja
  - Jaunliepaja
  - Ziemeļrietumu
  - Zala birzs
  - Tosmare
  - Karosta
- 3 ВНЕШНИЕ ЗОНЫ
  - Riga
  - Klaipeda
  - Ziemulu izeja



# Матрица корреспонденций на 2007 год

Zones		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
	Name	6549.600	Dienvidrietu...	Ezerkrasts	Veclepaja	Ziemelu prie...	Jaunlepaja	Zala birzs	Tosmare	Karosta	Riga	Klaipeda	Ziemelu izeja
	6549.600	Totals	645.800	224.400	2003.400	845.000	1496.600	341.800	481.800	170.800	261.000	65.000	14.000
1	Dienvidrietumu	378.500	5.100	14.400	150.000	35.000	100.000	21.000	21.000	10.000	16.000	5.000	1.000
2	Ezerkrasts	751.700	15.500	22.200	300.000	68.000	200.000	42.000	42.000	19.000	32.000	9.000	2.000
3	Veclepaja	1064.000	125.000	45.000	200.000	115.000	320.000	71.000	71.000	33.000	65.000	15.000	4.000
4	Ziemelu priekspilseta	1085.000	22.000	40.000	203.000	354.000	263.000	57.000	57.000	28.000	45.000	13.000	3.000
5	Jaunlepaja	1042.800	376.800	29.400	296.400	69.000	126.000	42.600	42.600	21.000	33.000	5.000	1.000
6	Zala birzs	529.000	11.400	20.400	213.000	45.000	138.600	25.200	31.200	16.200	24.000	3.000	1.000
7	Tosmare	324.000	22.000	7.000	75.000	17.000	30.000	10.000	142.000	5.000	12.000	3.000	1.000
8	Karosta	464.600	54.000	15.000	177.000	41.000	70.000	26.000	28.000	18.600	28.000	6.000	1.000
9	Riga	752.000	12.000	26.000	330.000	75.000	212.000	40.000	40.000	17.000	0.000	0.000	0.000
10	Klaipeda	130.000	2.000	4.000	47.000	21.000	30.000	6.000	6.000	2.000	6.000	6.000	0.000
11	Ziemelu izeja	28.000	0.000	1.000	12.000	5.000	7.000	1.000	1.000	1.000	0.000	0.000	0.000

Утренний час пик 9:00 – 10:00

# Калибровка модели

---

- Выбор алгоритма распределения трафика по сети (assignment algorithm)
- Выбор вида и параметров VDF (volume delay function). //capacity restraint function//

# Алгоритм распределения трафика (*Incremental*)

Parameters Incremental assignment procedure

OD demand share per iteration step

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
30	20	10	5	5	5	5	5	5	5	5	0

Random round of OD demand

OK Cancel

**Алгоритм:** Процедура распределяет трафик по сети итеративно, выбирая на каждой итерации маршрут с наименьшим сопротивлением (в данном случае – это время перемещение по маршруту).

**Параметризация:** указывается процент использования OD матрицы на каждом шаге алгоритма (итерации)

# Volume delay function

---

- Пакет насчитывает 14 видов VDF.
- Была выбрана VDF- BPR3

$$\begin{cases} t_{cur} = t_0 \cdot (1 + a \cdot sat^b) & \text{if } sat < sat_{crit} \\ t_{cur} = t_0 \cdot (1 + a \cdot sat^b) + (q - q_{max}) \cdot d & \text{if } sat \geq sat_{crit} \end{cases}$$

$$sat = \frac{q}{q_{max} \cdot c}$$

$$sat_{crit} = 1$$

$$a = 1; b = 2; c = 1; d = 5$$

$q_{max}$  - пропускная способность линка

$q$  – текущий объем трафика

$t_0$  – время перемещения в свободном поток  $t_0 = S/V$

$t_{cur}$  – время перемещения по линку в нагруженной сети

# Планирование и проведение экспериментов

---

# Матрица корреспонденций на 2018 год

Zones			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	Name	11092.520	Dienvidrietu...	Ezerkrasts	Veclepaja	Ziemelu prie...	Jaunlepaja	Zala birzs	Tosmare	Karosta	Riga	Klaipeda	Ziemelu izeja
	11092.520	Totals	1097.860	381.480	3665.780	1134.700	2544.220	581.060	819.060	290.360	443.700	110.500	23.800
1	Dienvidrietumu	643.450	8.670	24.480	255.000	59.500	170.000	35.700	35.700	17.000	27.200	8.500	1.700
2	Ezerkrasts	1277.890	26.350	37.740	510.000	115.600	340.000	71.400	71.400	32.300	54.400	15.300	3.400
3	Veclepaja	2068.800	212.500	76.500	600.000	195.500	544.000	120.700	120.700	56.100	110.500	25.500	6.800
4	Ziemelu priekspils...	1542.700	37.400	68.000	345.100	300.000	447.100	96.900	96.900	47.600	76.500	22.100	5.100
5	Jaunlepaja	1772.760	640.560	49.980	503.880	117.300	214.200	72.420	72.420	35.700	56.100	8.500	1.700
6	Zala birzs	899.300	19.380	34.680	362.100	76.500	235.620	42.840	53.040	27.540	40.800	5.100	1.700
7	Tosmare	550.800	37.400	11.900	127.500	28.900	51.000	17.000	241.400	8.500	20.400	5.100	1.700
8	Karosta	789.820	91.800	25.500	300.900	69.700	119.000	44.200	47.600	31.620	47.600	10.200	1.700
9	Riga	1278.400	20.400	44.200	561.000	127.500	360.400	68.000	68.000	28.900	0.000	0.000	0.000
10	Klaipeda	221.000	3.400	6.800	79.900	35.700	51.000	10.200	10.200	3.400	10.200	10.200	0.000
11	Ziemelu izeja	47.600	0.000	1.700	20.400	8.500	11.900	1.700	1.700	1.700	0.000	0.000	0.000

# 4 сценария развития событий (2018)

---

## □ 1 Сценарий. Базовый сценарий

- Восстановление моста Кароста
- Создание дублера для улицы Бривибас при въезде в город со стороны Риги

## □ 2 Сценарий

- Строительство нового моста через железнодорожный перегон, соединяющего 2 района города Яунлиепаю и Зиемелю

## □ 3 Сценарий

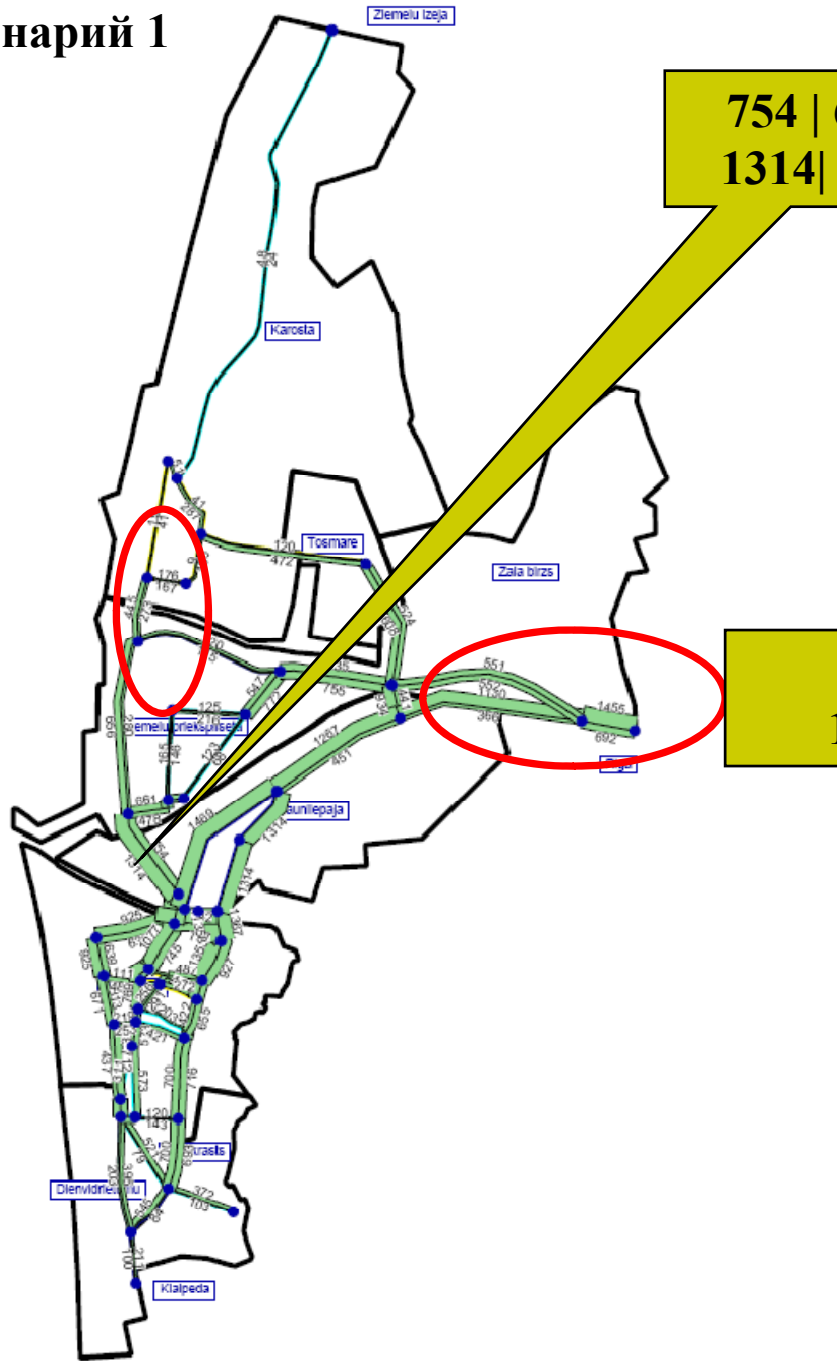
- Использование улиц Ганибу и Зирню в качестве улиц с односторонним движением

## □ 4 Сценарий

- Строительство нового моста через железнодорожный перегон, соединяющего 2 района города Яунлиепаю и Зиемелю
- Использование улиц Ганибу и Зирню в качестве улиц с односторонним движением

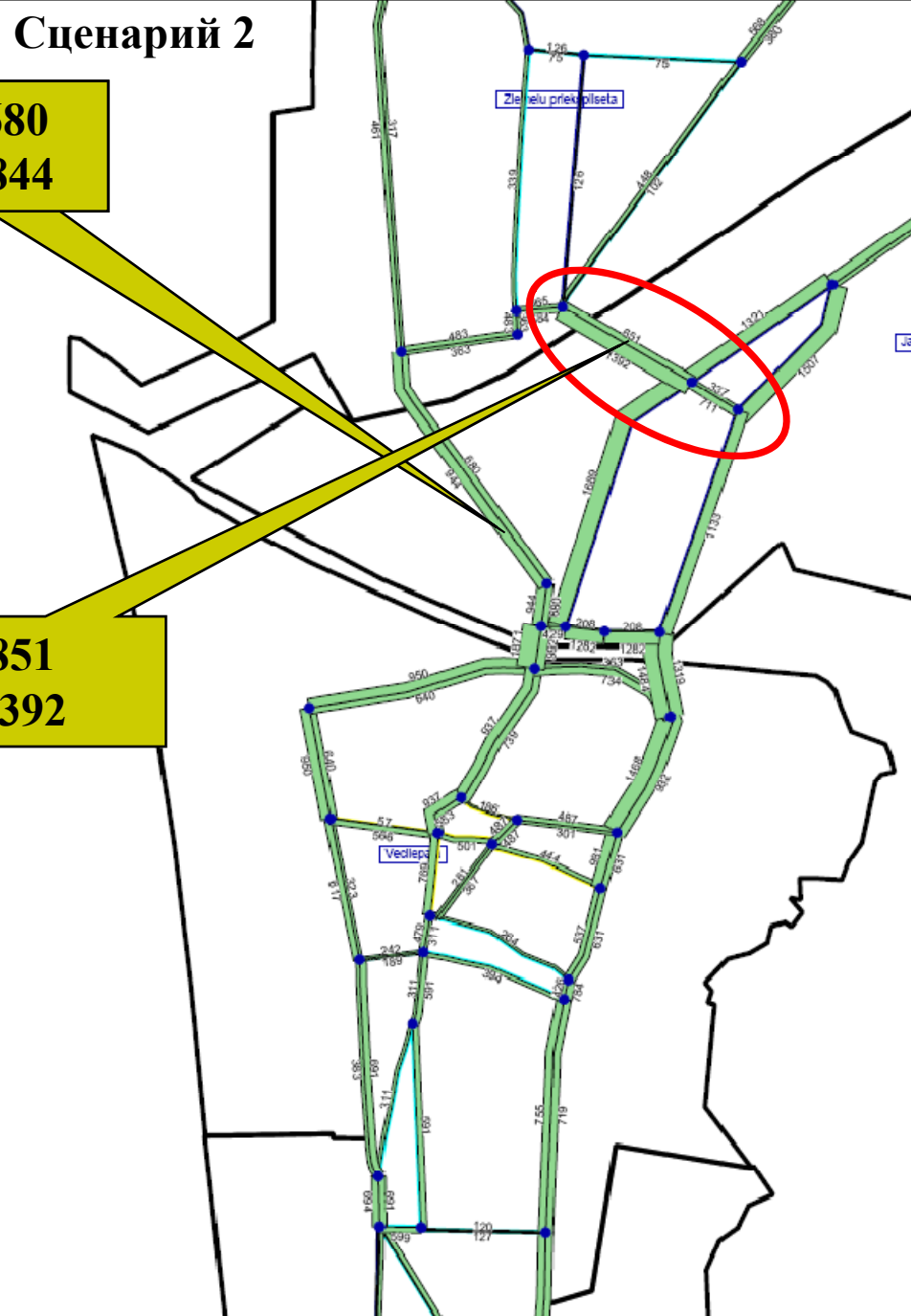
# Сценарий 1

# Сценарий 2



**754 | 680**  
**1314 | 844**

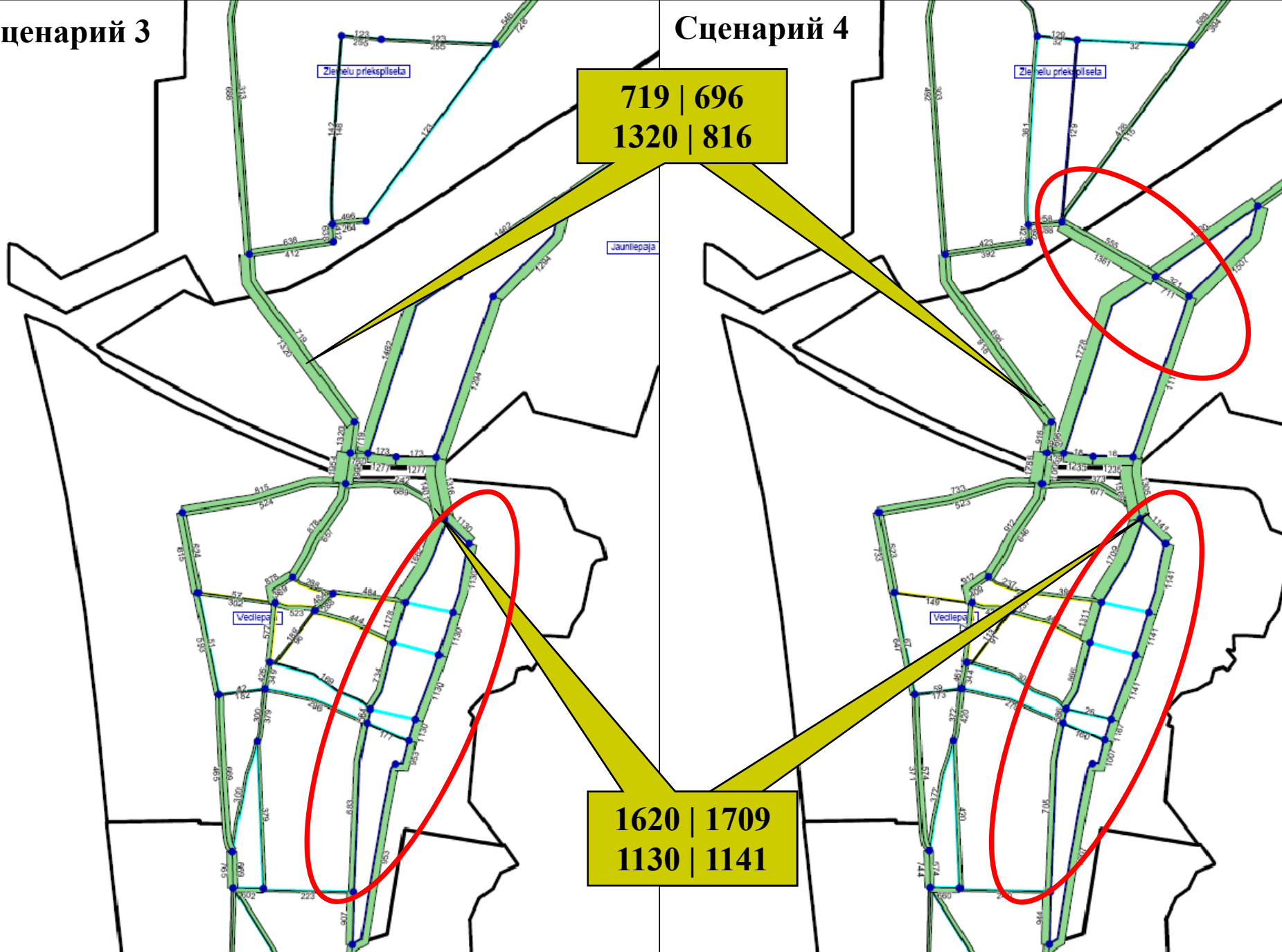
**851**  
**1392**



M 9.44 PTV AG Created on: 16.11.2007	Operator: 10. Zīm. Pirmajam scenārijam plusmu sadalījums	Liepāja_const_2.ver 1:57561	VISUM 9.44 PTV AG Created on: 16.11.2007	Operator: 13. Zīm. Otrajam scenārijam plusmu sadalījums (centrs)	Liepāja_new_bridge_ 1:19014
---	---	--------------------------------	---	---	--------------------------------

# Сценарий 3

# Сценарий 4



# Выводы на основании экспериментов

---

- Введение всех планируемых элементов транспортной инфраструктуры целесообразно
- Принято решение о числе полос для нового моста – 2 полосы в каждом направлении
- Выявлены узкие места транспортной инфраструктуры (2018)



# Заключение

---

- В проекте реализована модель распределения транспортного потоков на 2007 год в г. Лиепая
- На базе данных 2007 года произведена калибровка параметров модели (алгоритм распределения, VDF функция)
- Проведены 4 эксперимента, которые соответствуют 4 сценариям (2018 год)
- По данным экспериментов сделаны выводы о целесообразности введения новых элементов транспортной инфраструктуры, а также выявлены узкие места транспортной сети

# Город Лиепая



- Население – 85710
- Плотность – 1419 жит/км<sup>2</sup>
- Общая длина улиц – 297 км
- Число автомобилей – 24415
- Число автомобилей на 1000 жителей - 284