



VG TU Miestų statybos katedrai 50 metų

Įvadas į transporto srautų modeliavimą: tikslas, uždaviniai,  
modeliavimo lygmenys, duomenų poreikiai ir programinė įranga

Vytautas Grigonis

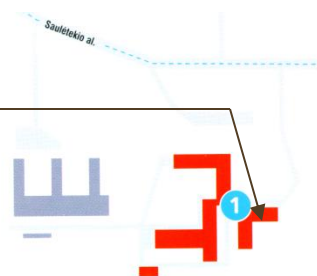
**Adresas:**

Miestų statybos katedra

Aplinkos inžinerijos fakultetas

Saulėtekio al. 11

LT-10223, Vilnius



Telefonas (370 52) 744719,

Faksas (su priedašu „Miestų statybos  
katedrai“) (370 52) 744731

El. paštas: [msk@vgtu.lt](mailto:msk@vgtu.lt)

## Pristatymo struktūra

- **(I) Transporto srautų modeliavimo (TSM) taikymo aktualumas;**
- **(II) Tikslas ir uždaviniai;**
- **(III) Modeliavimo lygmenys;**
- **(IV) Makro modeliavimas;**
- **(V) Mikro modeliavimas.**
- **(VI) Apibendrinimai ir programinės įrangos įvairovė**

# I. Dokumentai apibrėžiantys TSM taikymą (STR)

- **STR 2.06.04:2014** „Gatvės ir vietinės reikšmės keliai“;
- 9. Pagrindiniai techniniai sprendiniai, projektuojant vietinės reikšmės kelio trasą, ... turi garantuoti... **ekonominius bei aplinkosaugos reikalavimus.**
- 12. Nustatant kelio kategoriją ir projektuojant planą, ... reikia atsižvelgti į **20 metų projektinį kelio naudojimo laikotarpį.**

## (I) Dokumentai apibrėžiantys TSM taikymą (Normos)

- **Urbanizuotų teritorijų susisiekimo sistemų planavimo normos (Patvirtintos Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2015 m. vasario 12 d. įsakymu Nr. D1-110);**
- **Normos privalomos teritorijų planavimo proceso metu;**
- **Susisiekimo sistemos planavimas apima susisiekimo esamos būklės analizę ir įvertinimą; susisiekimo procesų prognozę; problemų ir tikslų nustatymą; tikslams įgyvendinti reikalingų sąlygų, t. y. planavimo sprendinių, nustatymą, įgyvendinimo eiliškumą.**

## (I) Dokumentai apibrėžiantys TSM taikymą (Normos)

- **Rengiant miestų, turinčių daugiau kaip 50 tūkstančių gyventojų, bendruosius planus, atliekamas transporto srautų makro modeliavimas** (modeliavimas, orientuotas į bendrą (sistemini) visų transporto priemonių ar pėsčiųjų eismą gatvių tinkle), įvertinant gyventojų ir darbo vietų perspektyvinį išsidėstymą planuojamoje teritorijoje.
- **Transporto srautų mikro modeliavimas** (modeliavimas, orientuotas į atskirų transporto priemonių ar pėsčiųjų eismą gatvių tinklo dalyje) atliekamas rengiant vietovės lygmens kompleksinio ar specialiojo teritorijų planavimo dokumentus, kai:
  - reikia numatyti didelio pralaidumo sankryžas, kurios gali užimti didesnę teritoriją nei esamos gatvių raudonosios linijos;
  - reikia numatyti įvažiavimus ir išvažiavimus į didelius traukos objektus (dideli viešojo naudojimo pastatai, prie kurių transporto srautas piko metu numatomas ne mažiau kaip 100 aut./h) ar vietas.

## (II) Susisiekimo Sistema (SS)

- ▶ Susisiekimo sistema - tai pėsčiųjų, keleivių ir transporto priemonių bei jų eismui reikalingos techninės infrastruktūros, informacinių ir eismą reguliuojančių priemonių visuma.





## (II) Tikslas ir uždaviniai

Susisiekimo sistemų planavimo tikslas: susisiekimo planavimo sprendiniai turi garantuoti normatyvines gyventojų susisiekimo, krovinių pervežimo ir specialiosios paskirties transporto priemonių eismo sąlygas, taip pat susisiekimo būklę, palankią socialinei ir ekonominei plėtrai.

Sprendiniai privalo suformuoti palankias sąlygas šiems procesams (uždaviniai):

- susisiekimo poreikio (gyventojų važiavimo transporto priemonėmis) transporto priemonėmis sumažinimui;
- gyventojų laiko, skirto susisiekimui, trukmės sumažinimui;
- mažesnei lengvųjų ir krovinių automobilių ridai;
- viešojo susisiekimo reikšmės augimui bendro susisiekimo sistemos atžvilgiu;
- mažesniai eismo nelaimių skaičiui;
- gyvenamosiose, poilsio, viešosios paskirties, gydymo, mokslo, švietimo įstaigų ir kitose jautriose eismo poveikiui teritorijose transporto priemonių keliamo triukšmo lygio sumažinimui;
- transporto priemonių oro skaičiuojamosios taršos 4.2.6 p. minėtose teritorijose sumažinimui;
- susisiekimo reikmėms būtinos miesto teritorijos sumažinimui;
- **ekonomiškai ir socialiai pagrįstai susisiekimo kainai.**

## (II) Transporto srautų modeliavimo tikslas

*Transporto srautų modeliavimas yra priemonė, kurios pagalba mes galime analizuoti susisiekimo sistemai keliamus tikslus, o vėliau priimti pagrįstus ir subalansuotus sprendimus.*

Pagrindiniai modeliavimo uždaviniai:

miesto teritorijos plėtros įtaka SS (progozė);

atskirų traukos objektų įtaka SS;

ekonominis statybos objektų pagrindimas ir variantų palyginimas (remiantis tam tikrais kriterijais);

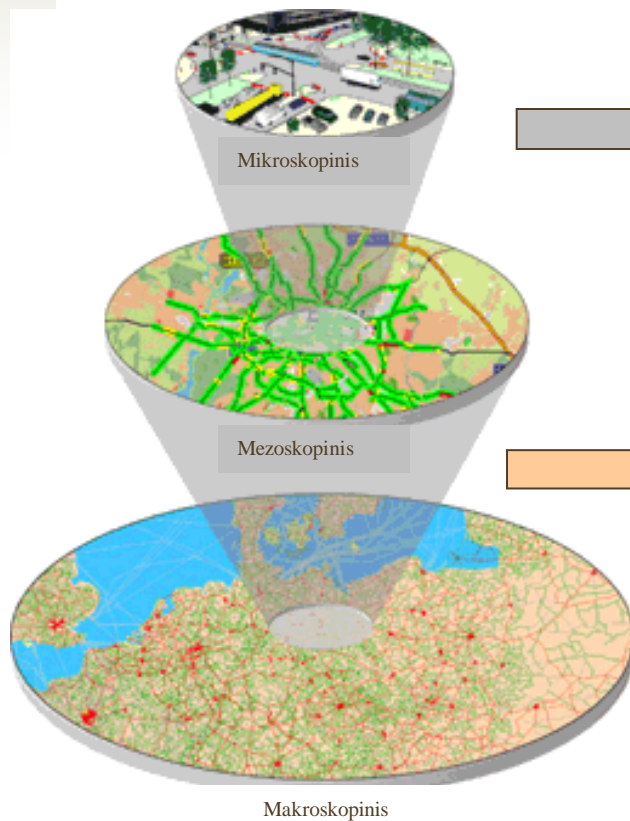
... Evakuacijos modeliavimas, Pėsčiųjų srautų modeliavimas, Keleivių srautų VT modeliavimas ir t.t.



## (III) Modeliai, jų tipai ir savybės

- Modeliai iš esmės yra abstrakčios konstrukcijos, kuriomis mėginama pavaizduoti tik kai kurias realaus pasaulio savybes.
- Modelio sąvokos apibrėžimus galima rasti ne tik moksliniuose, bet ir populiariuose šaltiniuose. Pavyzdžiui, tarptautinių žodžių žodyne, teigiama, kad *„modelis – originalo atvaizdas, tapatus pasirinktu struktūros lygmeniu arba pasirinktomis funkcijomis“*.
- Kitas populiarus šaltinis, kompiuterinė enciklopedija *MS Encarta Reference Library* (2004) teigia, kad *„model - a simplified version of something complex used, for example, to analyze and solve problems or make predictions“*.

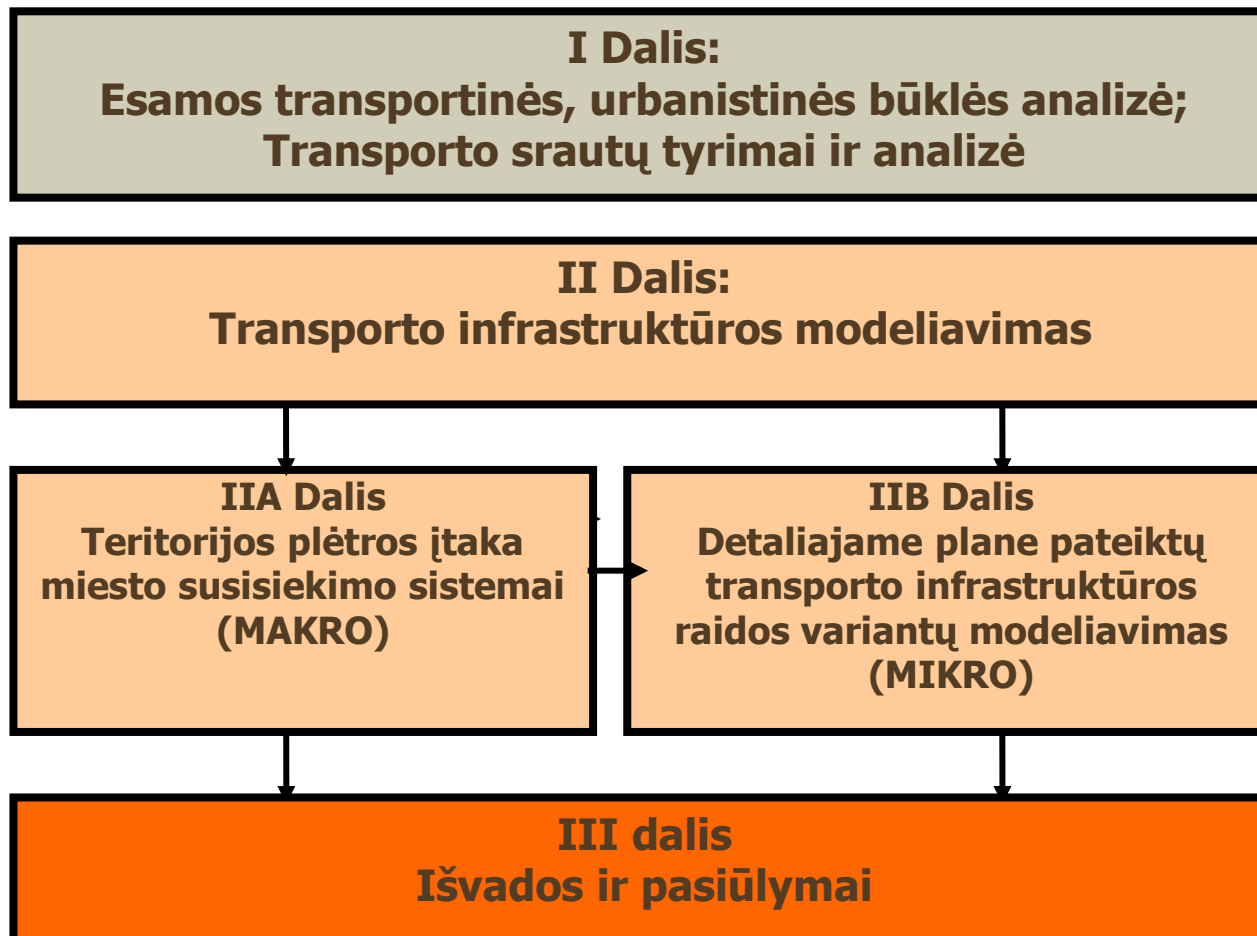
## (III) Modeliavimo lygmenys



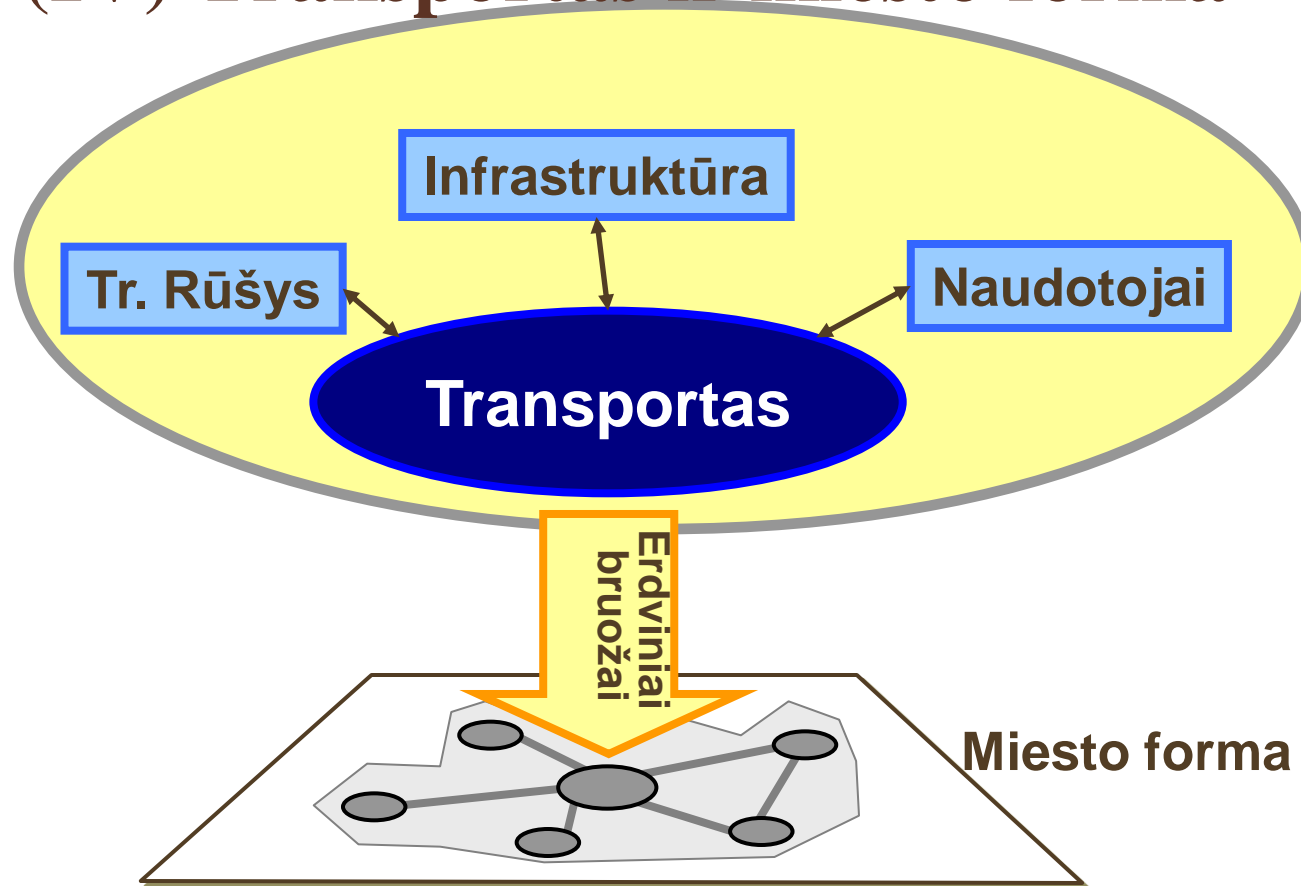
- Detaus plano arba projektinis lygmuo
- 1. Planuojamo objekto įtakos aplinkinei teritorijai nustatymas;
- 2. Planuojamų gretimų gatvių, įvažiavimų ir sankryžų techninių parametru įvertinimas.

- Bendrojo ir specialiojo plano lygmuo
- 1. Objekto ir miesto plėtros įtaka miesto transporto sistemai;
- 2. Miesto atskirų infrastruktūros plėtros variantų įvertinimas ir informacija mikro-modeliavimui.

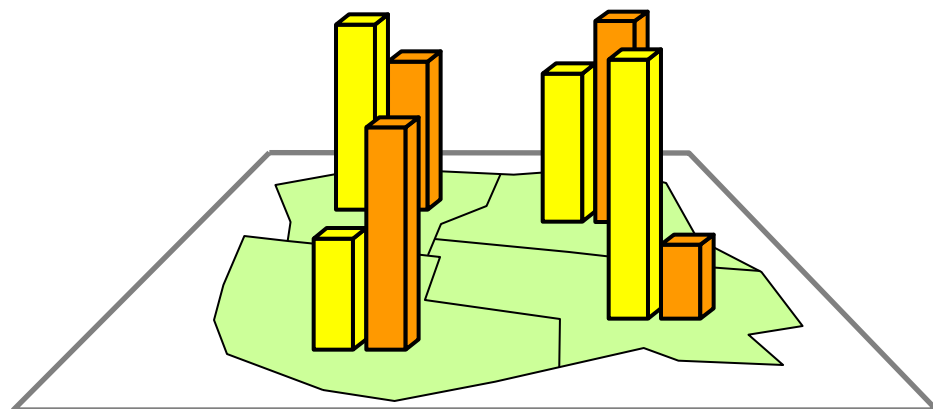
## (III) Bendroji projektų struktūra



## (IV) Transportas ir miesto forma

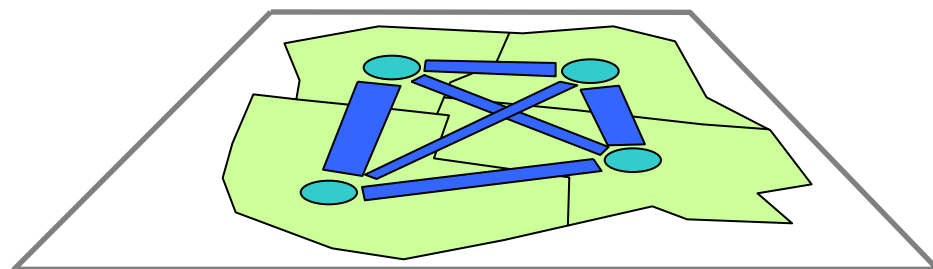


## (IV) MAKRO: Transporto/Žemės naudojimo sistemos komponentai



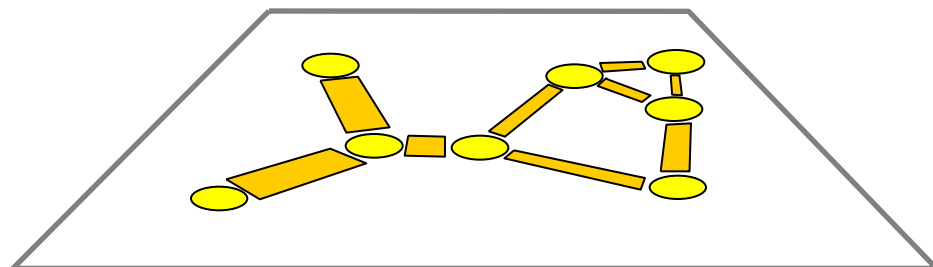
**Žemės naudojimas**

- Ekonomikos teorijos
- Vietos pasirinkimo teorija
- Eismo generavimas ir trauka



**Erdvinė sąveika**

- Erdvinės sąveikos modeliai
- Nuotolis
- Modalinis pasiskirstymas



**Transporto infrastruktūra**

- Pasiekiamumas
- Priskyrimo modeliai
- Pralaidumas

## (IV) Duomenų poreikis

- Žemės naudojimas;
- Kelionių skaičius bei pobūdis;
- Kelionės rodikliai (modalinis pasidalijimas, kelionės trukmė, kaina);
- Kalibravimo duomenys (srautai gatvėse);
- Susisiekimo sistemos grafas, geometrija, atributai.

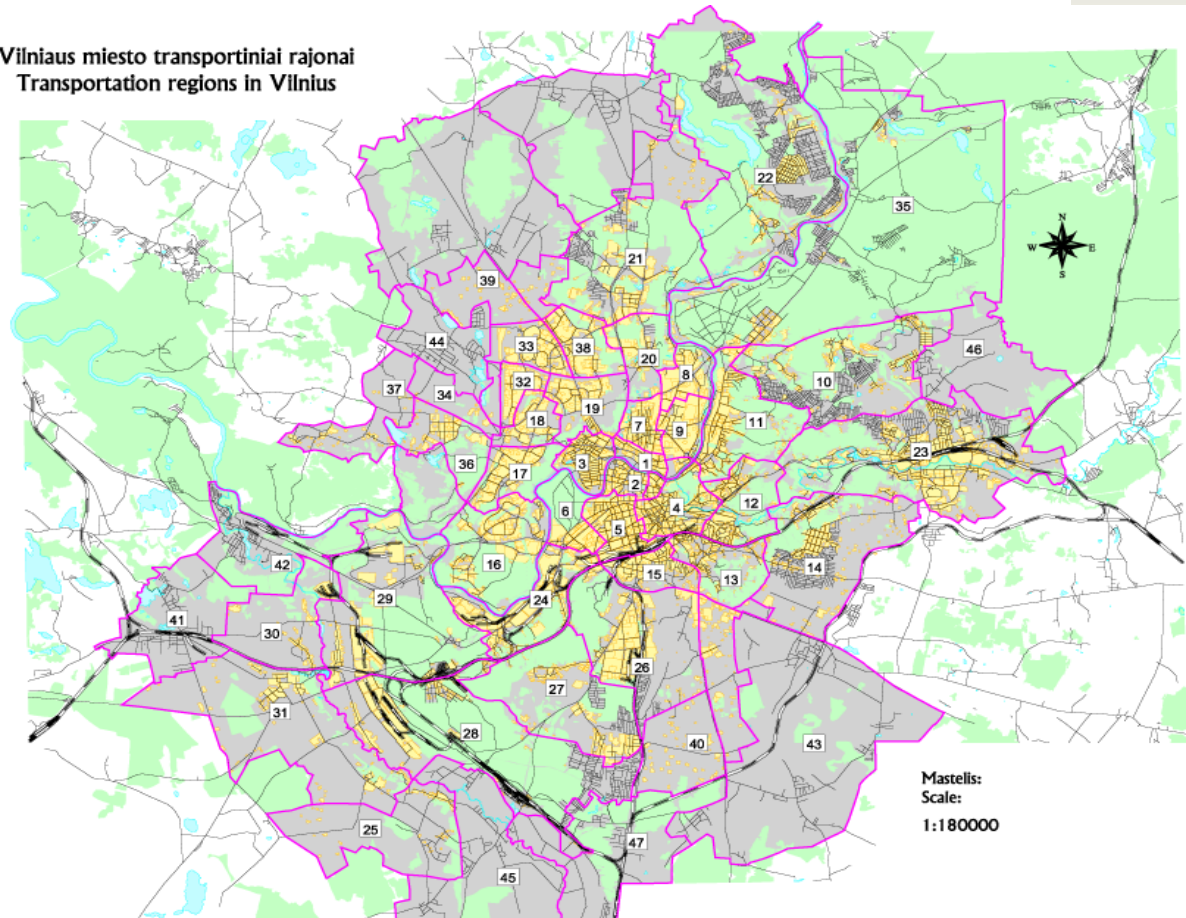


# (IV) Vilniaus miesto skirstymas į transportinius rajonus

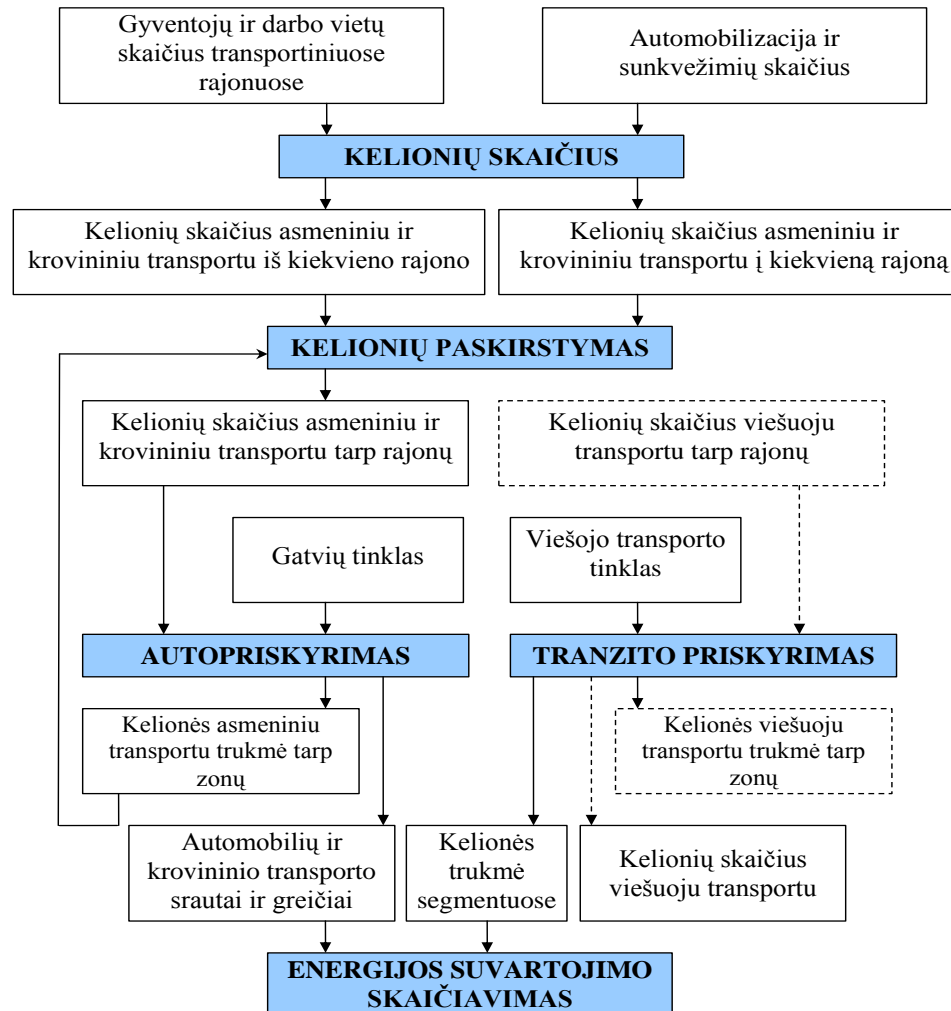
## Transportiniai rajonai parenkami:

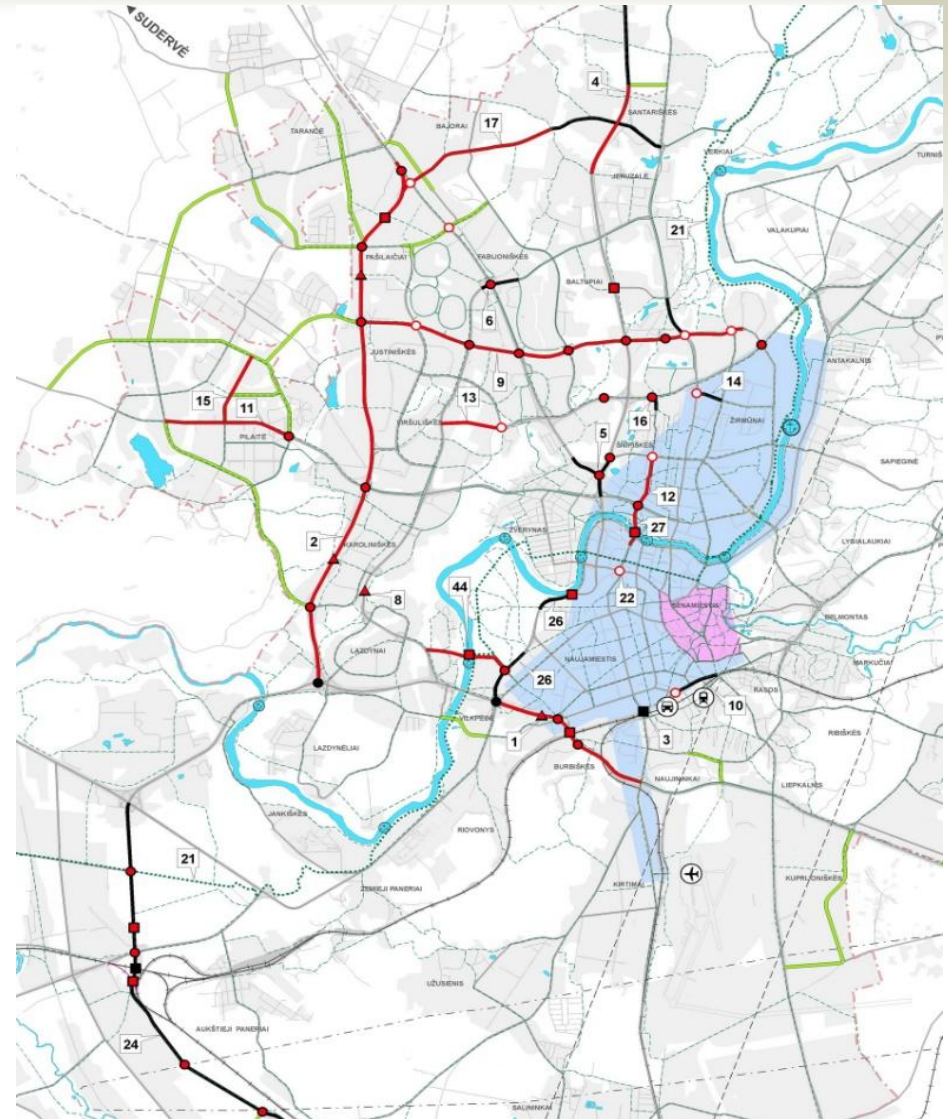
- Maždaug vienodo dydžio (rajone žmonės gali lengvai susisiekti pėsčiomis);
- Rajonas turi būti kiek įmanoma vienalytis (gyvenamasis, pramoninis, administracinis);
- Rajonų ribos turėtų sutapti su dirbtinėm ar esamom ribomis.

Vilniaus miesto transportiniai rajonai  
Transportation regions in Vilnius



## (IV) Bendroji modelio struktūra







## (IV) Analizuoti variantai

### ANALIZUOTI VARIANTAI

**1. 2015  
Nedarome  
projekto**

Kelionių LMTS skaičius -  
65571 kel./piko valandą  
Esama gatvių infrastruktūra

**2. 2015  
Darome  
projektą**

Kelionių LMTS skaičius -  
65571 kel./piko valandą  
Hipotetinė Vilniaus BP  
numatyta susisiekimo  
infrastruktūra su III etapu ir  
Šiaurine gatve.

**3. 2040  
Nedarome  
projekto**

Kelionių LMTS skaičius -  
69292 kel./piko valandą.  
Hipotetinė Vilniaus BP  
numatyta susisiekimo  
infrastruktūra be III etapo ir  
Šiaurinės gatvės.

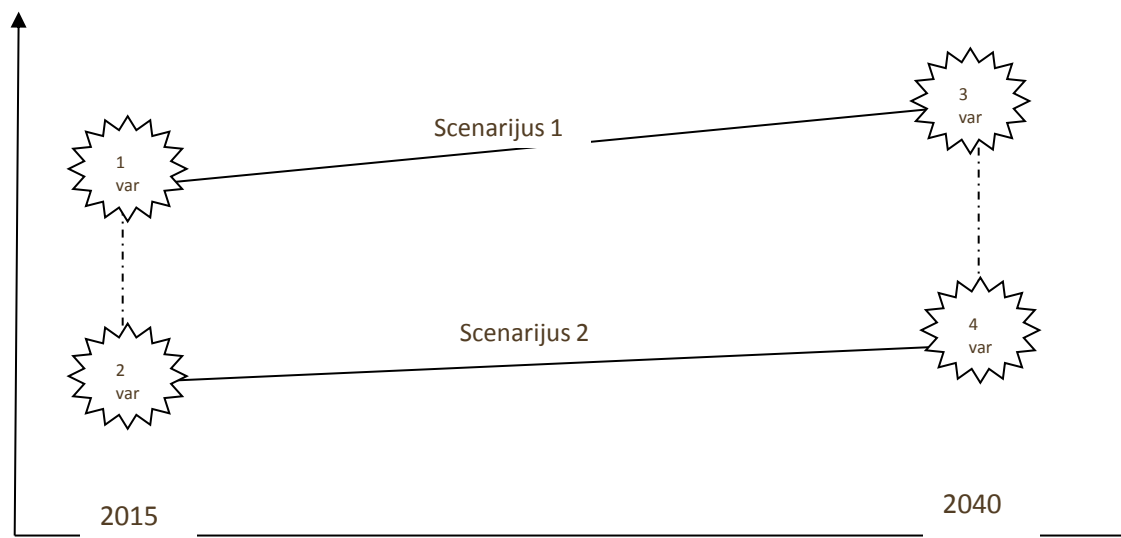
**4. 2040  
Darome  
projektą**

Kelionių LMTS skaičius -  
69292 kel./piko valandą.  
Hipotetinė Vilniaus BP  
numatyta susisiekimo  
infrastruktūra su III etapu ir  
Šiaurine gatve.



## (IV) Modeliavimo rezultatai

	Scenarijus 1	Scenarijus 2	Scenarijus 1	Scenarijus 2
LMTS modeliavimo rezultatai	1 Variantas	2 Variantas	3 Variantas	4 Variantas
Valandinė rytinio piko rida (km)	833991	834654	905210	905226
Vidutinis srauto greitis (km/h)	37,32	38,18	37,35	38,44
Kelionių trukmė (val./per piko val.)	22350	21859	24233	23549
Vidutinė vienos kelionės trukmė (min.)	20,45	20,00	20,98	20,39
Kelionių skaičius	65571	65571	69292	69292
Vidutinis kelionės ilgis (km)	12,72	12,73	13,06	13,06
Kelionės trukmės ekonomija (val./per piko val.)		491		684



## (V) Mikro modeliavimas: taikymo sritys

- ◆ Projektuotojai modeliuoja:
  - ITS, Advanced Traveller Information Systems (ATIS) and Advanced Traffic Management Systems (ATMS);
  - Siūlomus naujos statybos arba rekonstrukcijos sprendinius;
  - Dinamines eismo valdymo sistemas;
  - Eismo įvykių padarinių suvaldymo schemas;
  - Realaus laiko navigacines sistemas;
  - Adaptyvias šviesoforų valdymo sistemas;
  - Apmokestinimo sistemas ir eismo juostų užimtumo sistemas (elektroninis mokesčių surinkimas, HOV juostų naudojimas, juostų užimtumo prognozė)
  - Jautrumo analizė keičiant techninius parametrus.



## (V) Mikro modeliavimas: modeliuojami objektai

Object / phenomenon	Modelled	Object / phenomenon	Modelled
Queue spill back	87%	Parked vehicle	35%
Weaving	77%	Pedestrians	26%
Incidents	65%	Weather conditions	26%
Commercial vehicle	61%	Elaborate engine model	19%
Roundabouts	58%	Search for parking space	13%
Public transports	52%	Bicycles / motorbikes	10%
Traffic calming measures	42%		

## (V) Duomenų poreikis

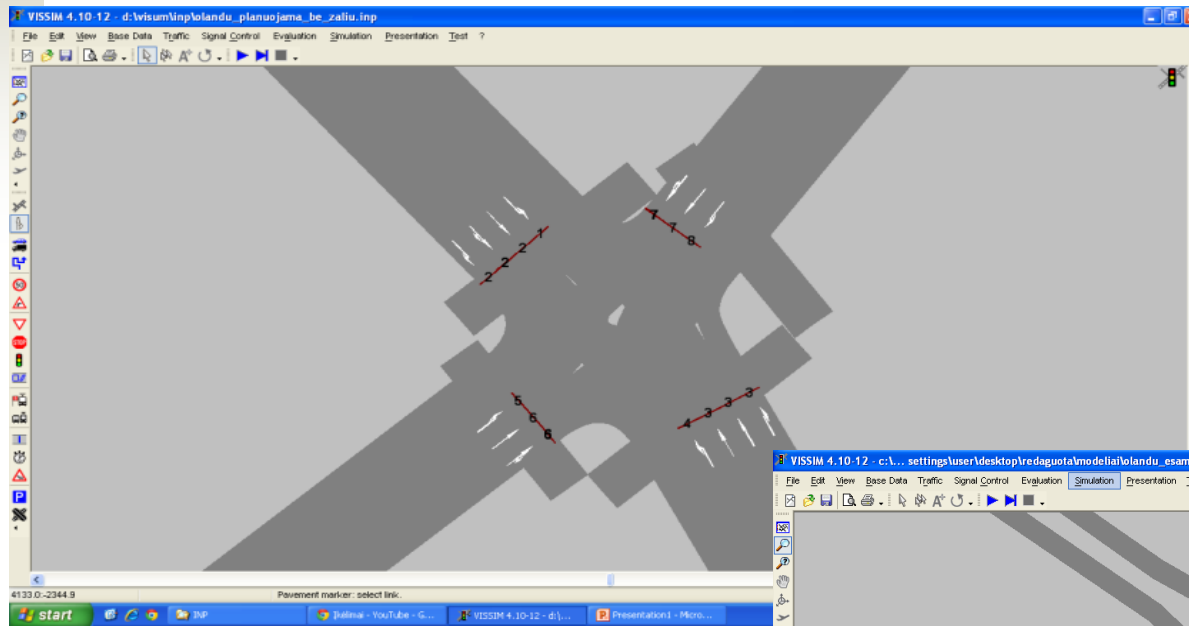
- Kelionių skaičius bei pobūdis analizuojamame gatvių tinkle;
- Srauto sudėtis;
- Gatvių techniniai parametrai;
- Leistini greičiai;
- Eismo reguliavimas ir prioritetai.

# (V) Žiedinė vs Šviesoforinė sankryža

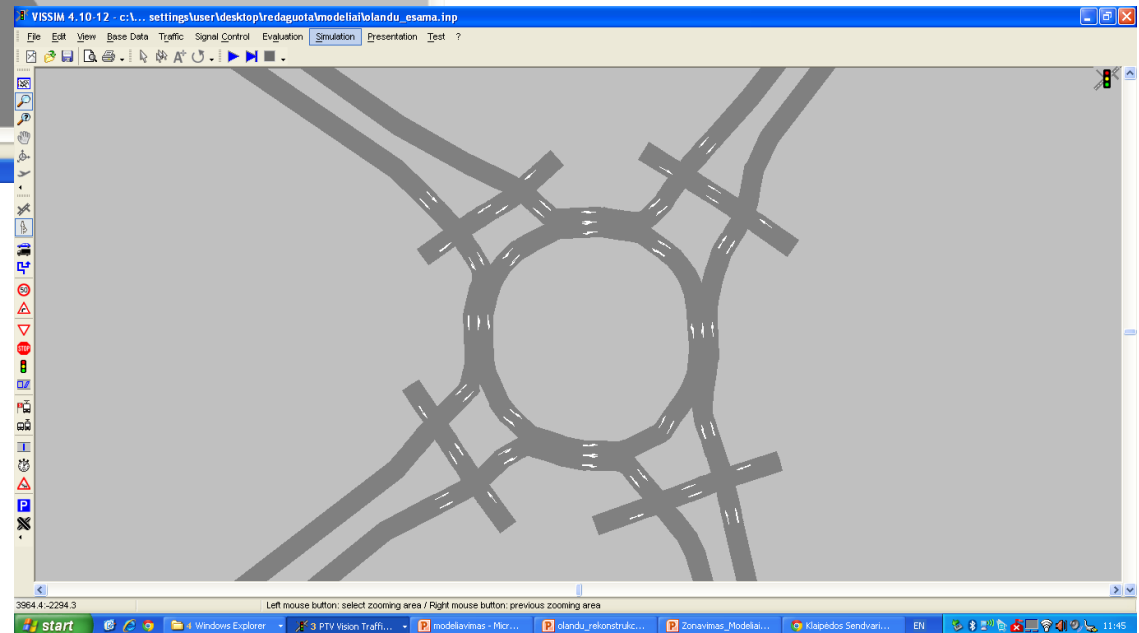
- Apkrova: eismo dalyvių/val.  
(1000 pėsčiųjų/val. ir 8000 tr.pr./val.)
- Sumodeliuoti variantai:
  - 1 var: Esama padėtis;
  - 2 var: Keturšalė šviesoforu reguliuojama sankryža be žalių rodyklių;
  - 3 var: Keturšalė šviesoforu reguliuojama sankryža su žaliom rodyklėm;



# (V) Žiedinė vs Šviesoforinė sankryža



VS



# (V) Žiedinė vs Šviesoforinė sankryža

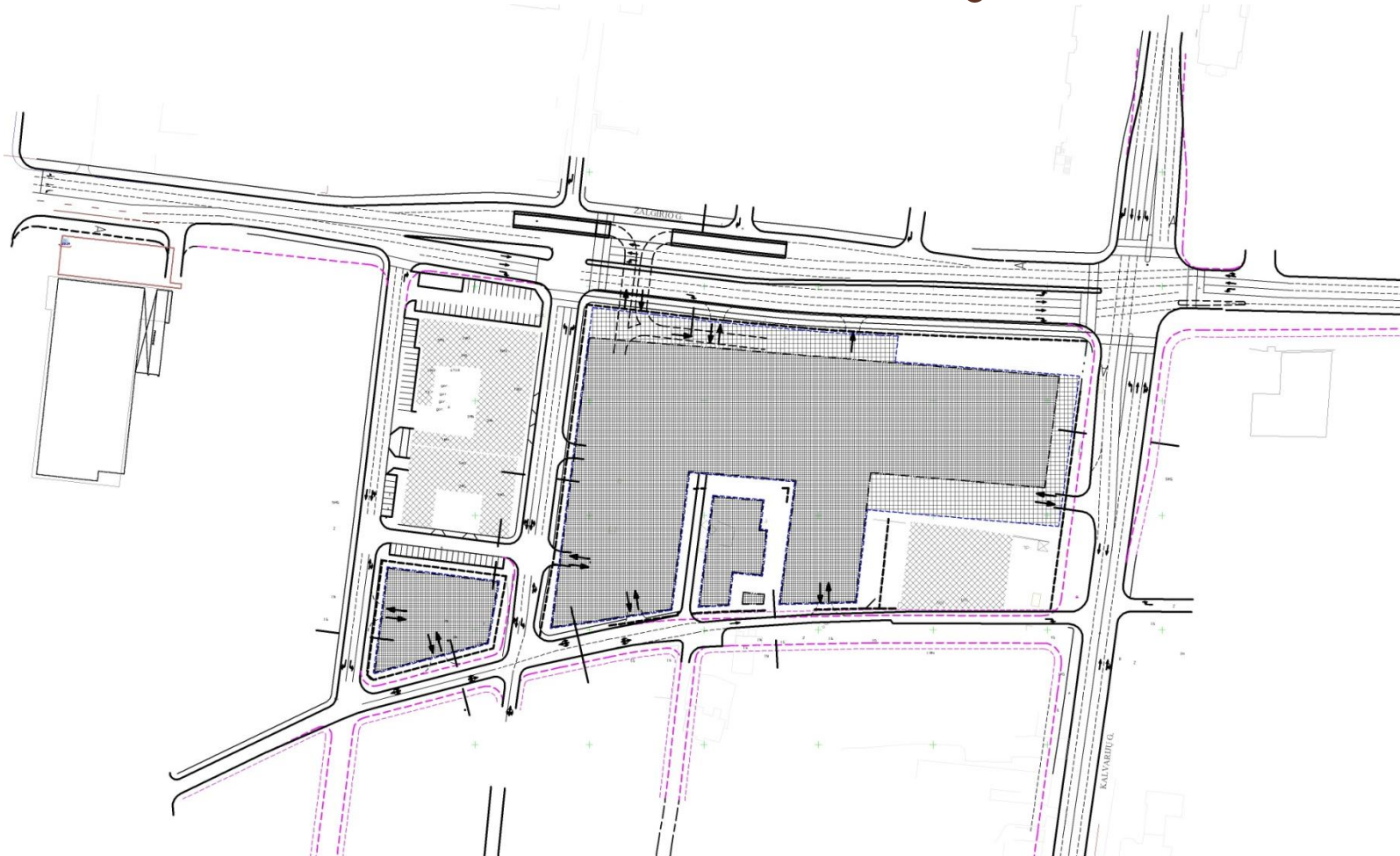
- Koks yra sankryžų laidumas ?

Kriterijus	1 var	2 var	3 var
Eismo dalyvių skaičius likęs tinkle	721	625	615
Eismo dalyvių skaičius išvykęs iš tinklo/ pravažiavo sankryžą	3244	4467	4762

- Išvada: Keturšalė šviesoforu reguliuojama sankryža 1,4 karto laidesnė už žiedinę reguliuojamą kelio ženklais.



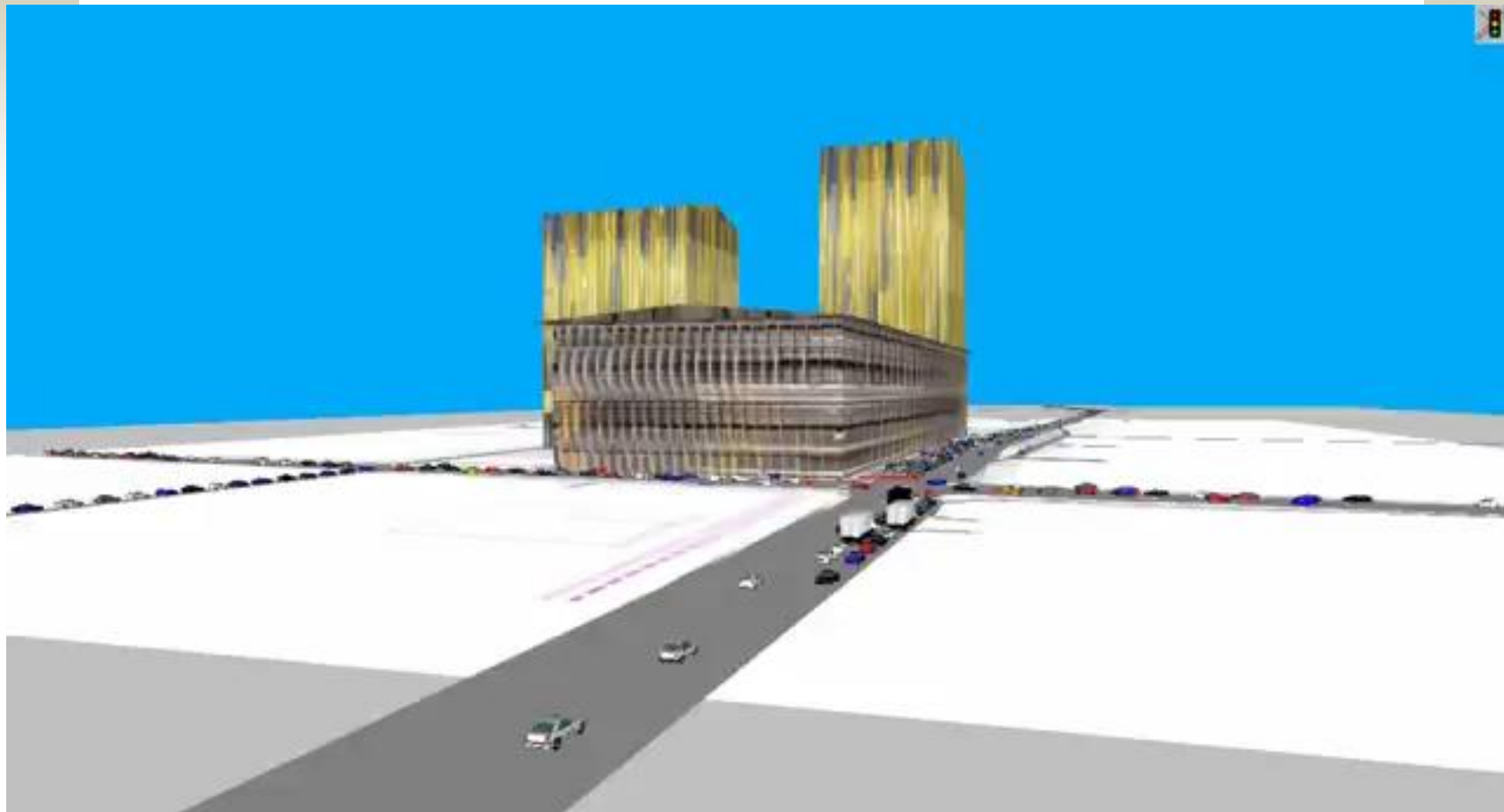
# (V) Mikro: Detaliajame plane pateiktų transporto infrastruktūros raidos variantų modeliavimas





## (V) Modeliavimo prielaidos

- Modeliuoti vakarinio piko valandos (17-18 val.) transporto srautai, modelis sudarytas kalibruotas pagal tyrimų rezultatus;
- Modeliavimas buvo atliekamas “žingsnis po žingsnio” pradedant nuo esamos situacijos modelio kalibravimo, atskirų detaliojo plano variantų modeliavimo ir baigiant pasiūlymų gerinančių transportinę situaciją modeliavimu;
- Modeliuojant situaciją VISUM 9.34 programa buvo naudojama kaip pagalbinė/tarpinė priemonė, o galutinis mikro-modelis buvo paruošiamas naudojant VISIM 4.10 programą.



## (V) Detaliajame plane pateiktų transporto infrastruktūros raidos variantų modeliavimas

- **1 Variantas:** 1 etapas 2008 m.
- **2 Variantas:** 2 etapas 2008 m.
- **3 Variantas:** 1 etapo šviesoforų reguliavimas
- **4 Variantas:** 1 etapo eismo organizavimo pertvarkymas
- **5 Variantas:** 2 etapo eismo organizavimo pertvarkymas
- **6 Variantas:** 2 etapo eismo organizavimo pertvarkymas ir nėra išvažiavimų į Žalgirio gatvę
- **7 Variantas:** 2 etapo eismo organizavimo pertvarkymas 2013 m.

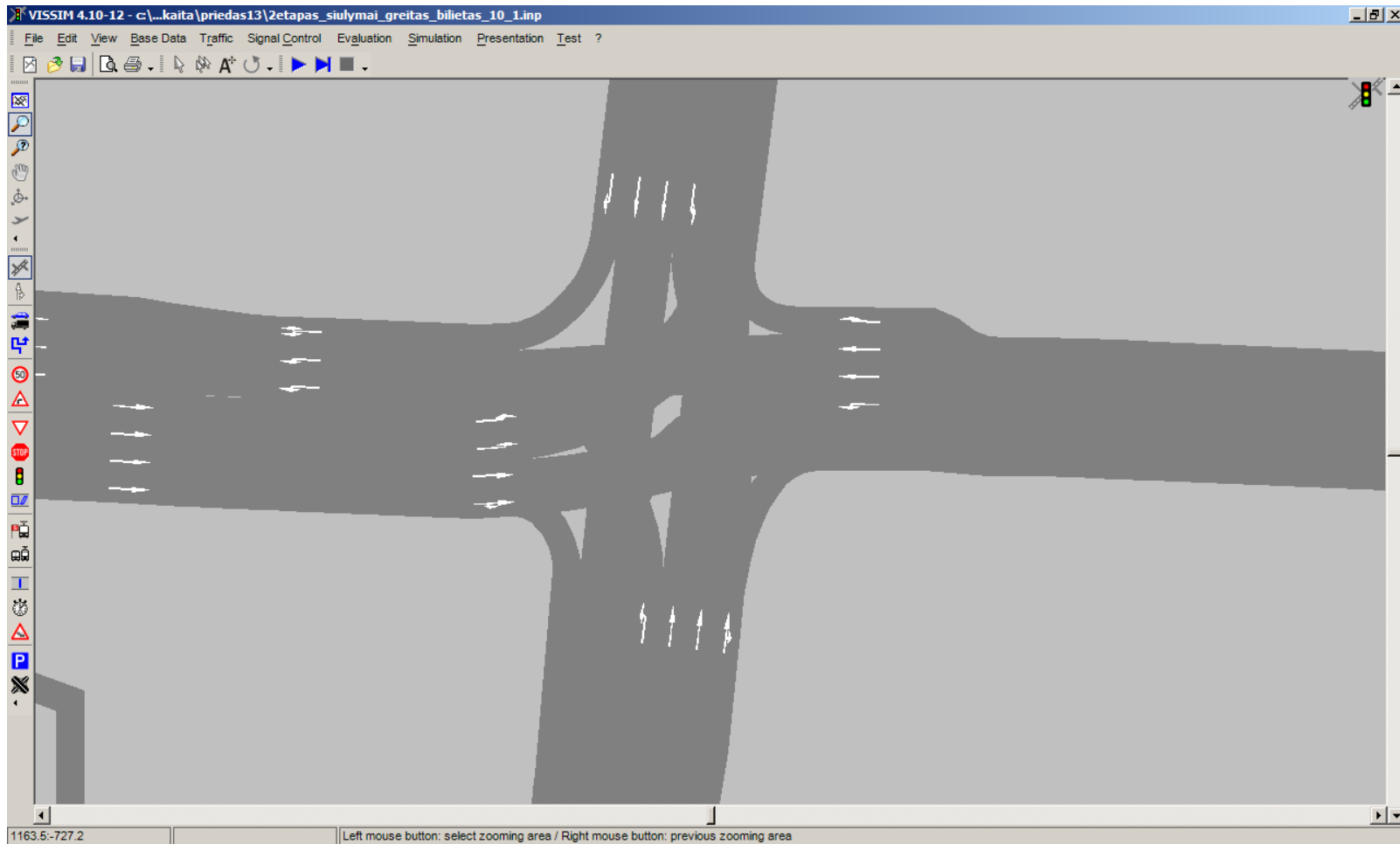
## (V) Detaliajame plane pateiktų transporto infrastruktūros raidos variantų palyginimas

Kriterijus	Bazinis Variantas	1 Variantas	2 Variantas	3 Variantas	4 Variantas	5 Variantas	6 Variantas	7 Variantas
<b>Modeliavimo rezultatai:</b>								
Automobiliai išvažiuojant iš tinklo	6344	5606	6650	5986	7572	7879	7879	8497
Automobilių skaičius likęs tinkle	293	1101	904	1708	468	431	451	857
Automobiliai neišvažiuojant į tinklą	0	553	751	822	222	36	23	949
Kelionių trukmė val./piko val.	250,79	728,27	582,77	649,78	393,15	347,78	357,31	662,09
Vidutinis srauto greitis, km/h	21,44	6,37	9,1	7,83	16,13	18,05	18,49	10,67
Valandinė vakarinio piko rida, km	5376,15	4635,15	5302,89	5085,33	6341,57	6574,63	6606,94	7066,3
Bendras sustojimams sugaištas laikas, h	63,52	445,96	325,64	363,32	160,14	122,01	127,15	307,2
Vidutiniškai vienos transporto priemonės sugaištas laikas sustojimams, s	34,45	239,37	155,19	191,22	71,71	52,855	54,95	118,23
LOS (Aptarnavimo lygis)	E	F	F	F	F	E	E	F



## (V) IŠVADOS IR PASIŪLYMAI

1.

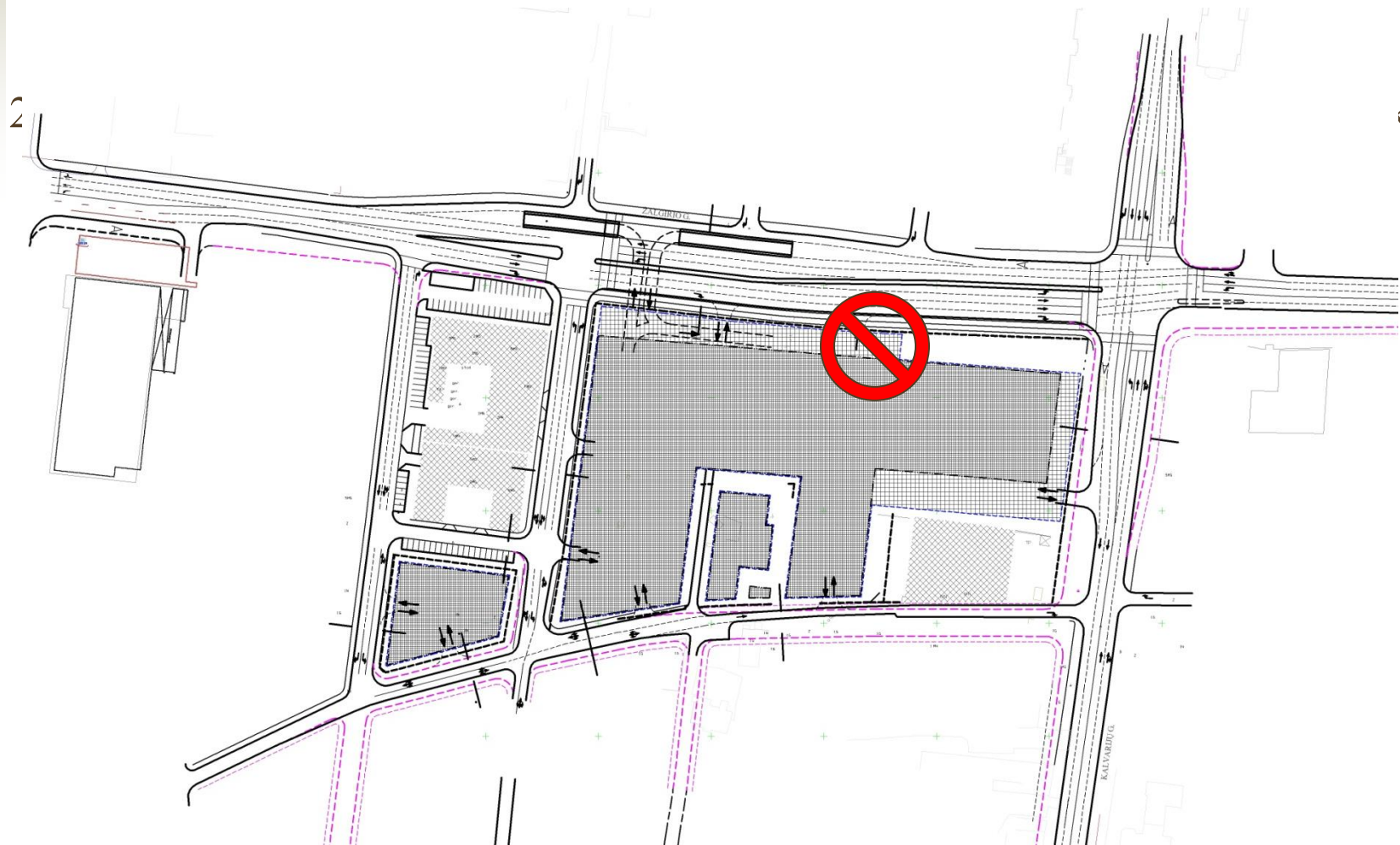




VGTU Miestų statybos katedra 50 metų



## (V) IŠVADOS IR PASIŪLYMAI



cyti.













## (VI) Apibendrinimai

- **Miesto susisiekimo sistemų modeliavimas naudingas Plėtotojams, Savivaldybėms ir Visuomenei;**
- **Nors Miestų susisiekimo sistema yra prieštaringa sistema miesto darnos požiūriu, bet geriausią variantą galime parinkti tik modeliavimo būdu;**
- **Didelis duomenų poreikis ir jų gavimo kaina yra viena iš pagrindinių problemų sudarant modelius Lietuvos miestams;**
- **Nepagrįsti sprendimai kainuoja brangiau...**

## (VI) Kokią modeliavimo priemonę naudoti?

- CORSIM – FRESIM ir NETSIM mikro-modeliavimas;
- SIDRA – mikro-modeliavimas, specializuojasi sankryžų palyginime;
- PTV VISION – VISUM, VISSIM, P2, kiti priedai makro ir mikro modeliavimas;
- TRANSYT - mikro-modeliavimas;
- EMME/3 – makro-modeliavimas;
- AIMSUN- mikro-modeliavimas;
- DRACULA – mikro-modeliavimas;
- TRANSIMS – makro-modeliavimas (open tool);
- PARAMICS – mikro-modeliavimas;
- CUBE – mikro ir makro modeliavimas (citolabs).

## (VI) Kokią modeliavimo priemonę naudoti?

Model	Organisation	Country
AIMSUN2	Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona	
ANATOLL	ISIS and Centre d'Etudes Techniques de l'Equipement	
AUTOBAHN	Benz Consult - GmbH	
CASIMIR	Institut National de Recherche sur les Transports et la Sécurité	
CORSIM	Federal Highway Administration	
DRACULA	Institute for Transport Studies, University of Leeds	
FLEXYT II	Ministry of Transport	
FREEVU	University of Waterloo, Department of Civil Engineering	
FRESIM	Federal Highway Administration	
HUTSIM	Helsinki University of Technology	
INTEGRATION	Queen's University, Transportation Research Group	

## (VI) Mikro modelių klasifikacija pagal eismo pobūdį

Urban	Motorway	Combined	Other
CASIMIR	AUTOBAHN	AIMSUN2	ANATOLL
DRACULA	FREEVU	CORSIM	PHAROS
HUTSIM	FRESIM	FLEXSYT II	SHIVA
MICSTRAN	MIXIC	INTEGRATION	SIMDAC
NEMIS	SISTM	MELROSE	
NETSIM		MICROSIM	
PADSIM		MITSIM	
SIGSIM		PARAMICS	
SIMNET		PLANSIM-T	
SITRA-B+		TRANSIMS	
SITRAS		VISSIM	
THOREAU			