

# Lietuvos Respublikos Seimo rinkimų rezultatų aiškinimas agentų modeliu

Aleksejus Kononovičius<sup>1,\*</sup>, Ainė Ramonaitė<sup>2</sup>

<sup>1</sup> VU Teorinės fizikos ir astronomijos institutas,

<sup>2</sup> VU Tarptautinių santykių ir politikos mokslų institutas,

\* aleksejus.kononovicius@tfai.vu.lt

2016-06-04

## Duomenų rinkiniai

2008 ir 2012 metų LR Seimo rinkimų daugiamandačių apylinkių rezultatai. 2008 metų duomenys surinkti iš 2034 apylinkių, 2012 metų – 2017 apylinkių. Apylinkių dydžiai gana įvairūs - nuo 100 iki 5000 registruotų rinkėjų.

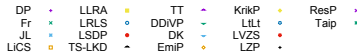
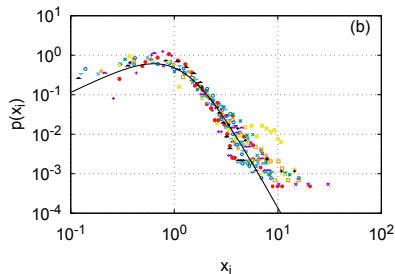
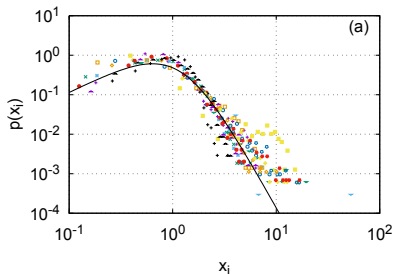
## Nagrinėjame:

balsų dalį tekusią partijoms ir nedalyvavusių rinkėjų dalį. Dalys skaičiuojamos apylinkių lygmeniu, registruotų rinkėjų skaičiaus atžvilgiu.

Didžioji dalis duomenų surinkta iš VRK svetainės iki 2016-05-13.

# Pirmas īspūdis

Balsai už partijas

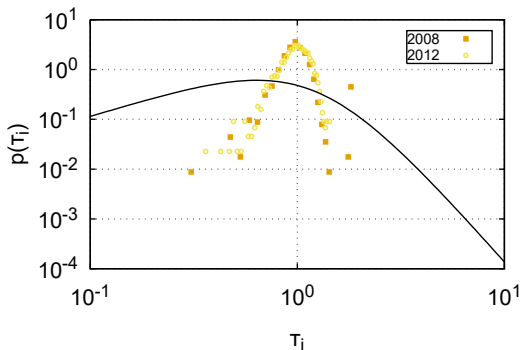


$$x_i(j) = \frac{\tilde{v}_i(j)}{\langle \tilde{v}_l(j) \rangle_l}, \quad \tilde{v}_i(j) = \frac{V_i(j)}{\sum_j V_i(j)}.$$

panašu: Fortunato, Catellano, PRL 99, 138701 (2007)

# Pirmo įspūdžio sugadinimas

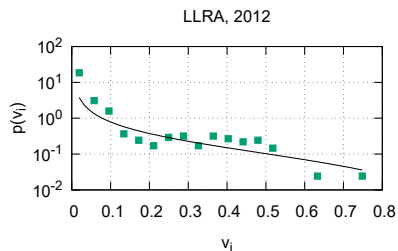
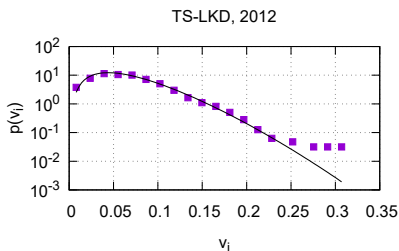
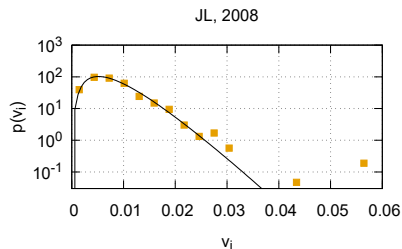
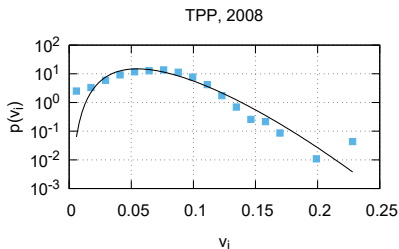
Nedalyvavimas skirtingose apylinkėse



$$\tau_i = \frac{R_i - \sum_j V_i(j)}{R_i}.$$

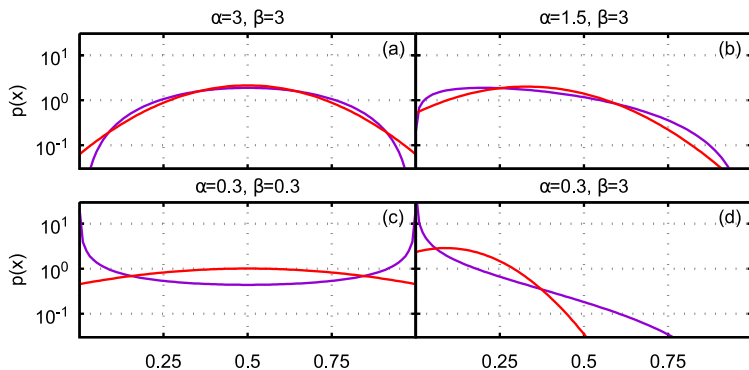
panašu: Borghesi *et al.*, PLoS ONE 7, e36289 (2012)

# Antras jspūdis – Beta kristinys



$$v_i(j) = \frac{V_i(j)}{R_i}, \quad p(v_i) \propto v_i^{\alpha-1} (1-v_i)^{\beta-1}.$$

# Beta skirstinys: “formas” ir savybės



$$p(x) = \frac{x^{\alpha-1}(1-x)^{\beta-1}}{B(\alpha, \beta)}, \quad 0 \leq x \leq 1.$$

$$\langle x \rangle = \frac{\alpha}{\alpha + \beta}.$$

# Empirinės $\alpha$ , $\beta$ vertės

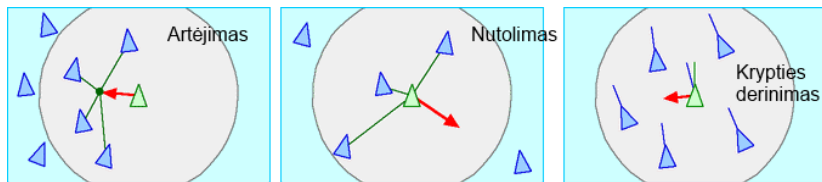
partija	2008		2012		PDP	0.1*	40	...	-	-
	$\alpha_i$	$\beta_i$	$\alpha_i$	$\beta_i$						
DP	2.89	55	5.54	40	LRS	0.1*	40		-	-
LSDP	3.18	50	4.76	44	LSDS	0.1*	175		-	-
TS-LKD	3.06	35	2.73	39	LCP	0.1*	75		-	-
LRLS	1.21	61	1.57	46	DK	-	-		2.08	61
TT	4.19	67	0.3*	10	“Taip”	-	-		0.3*	50
LLRA	0.1*	3	0.1*	2	KrikP	-	-		0.1*	50
LiCS	1.26	61	0.2*	22	LtLt	-	-		0.3*	150
LVZS	0.3*	15	0.3*	13	DDVP	-	-		0.3*	200
Fr	2.14	167	0.1*	50	EmiP	-	-		0.3*	300
JL	1.96	270	0.3*	150	ResP	-	-		0.2*	175
TPP	5.02	70	-	-	LZP	-	-		0.3*	300
NS	0.1*	10	-	-	-	31	25		26	26
...					Suma	56.81	-		45.92	-

\* – sunku pasakyti ar tiesa (tiek  $\alpha_i$ , tiek  $\beta_i$ ) ☺

# Agentų modeliavimas

Agentas – apibendrintas objektas, kuris modelyje pakeičia realų individą (pvz., žmogų, paukštį, banką, valstybę, ...).

Agentas turi tik pačias būtiniausias realaus individo savybes ir elgiasi pagal kiek galima paprastesnį algoritmą.

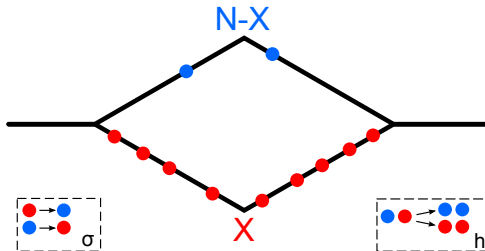
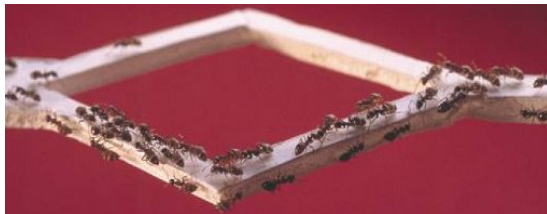


Elementarus paukščių pulkų modelis (<http://www.red3d.com/cwr/boids/>).

video: <https://www.youtube.com/watch?v=QbUPfMXXQIY>



# Agentų bandos jausmo modelio schema



viršutinis paveikslukas paimtas iš Detrain & Deneubourg, PLR 3 (2006)

## 2-būsenų agentų bandos jausmo modelio formulavimas

- 1 Kiekvienu laiko momentu pasirenkame atsitiktinį agentą.
- 2 Jei šis agentas yra “raudonoje” būsenoje, tai jis pereina į kitą grupę su tikimybe

$$P_{r \rightarrow m} = [\sigma_m + h(N - X)]\Delta t.$$

Priešingu atveju agentas keičia būseną su tikimybe

$$P_{m \rightarrow r} = [\sigma_r + hX]\Delta t.$$

Šio modelio stacionarus  $x = X/N$  pasiskirstymas yra Beta skirstinys,

$$p(x) \propto x^{\varepsilon_r - 1} (1 - x)^{\varepsilon_m - 1},$$

kur  $\varepsilon_i = \frac{\sigma_i}{h}$ .

- 1 Kiekvienu laiko momentu pasirenkame atsitiktinį agentą (tegu jis balsuoja už partiją  $i$ ).
- 2 Agentas būsenoje  $i$  pereina į kitą būseną su tikimybe:

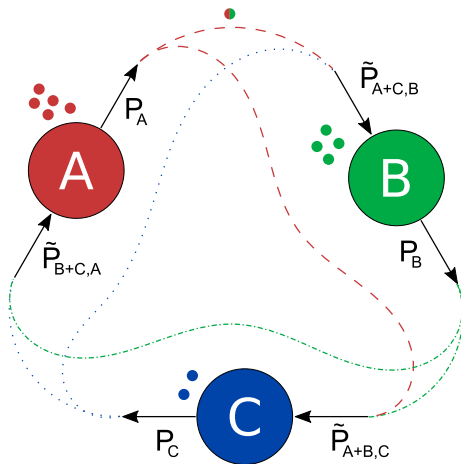
$$P_i = \sum_{j \neq i} [\varepsilon_j + X_j] h \Delta t = [\varepsilon_{-i} + (N - X_i)] h \Delta t.$$

- 3 Jei agentas perėjo, tai naujoji būseną parenkama proporcingai jos indėliui į perėjimo tikimybei,  $\tilde{P}_{i,j} \propto \varepsilon_j + X_j$ .

Drįsčiau teigti, kad  $x_i = X_i/N$  skirstinys ( $\forall i$ ) taip pat bus Beta skirstinys:

$$p(x) \propto x^{\varepsilon_i - 1} (1 - x)^{\varepsilon_{-i} - 1}.$$

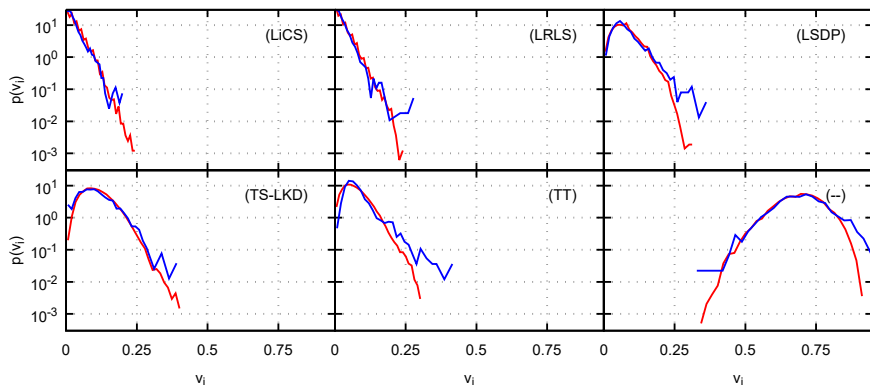
## 3-būsenų modelio schema



$$P_A = [\varepsilon_{-A} + (N - X_A)] h\Delta t = [\varepsilon_B + X_B + \varepsilon_C + X_C] h\Delta t = \tilde{P}_{A,B} + \tilde{P}_{A,C}.$$

# 2008 metų rinkimai

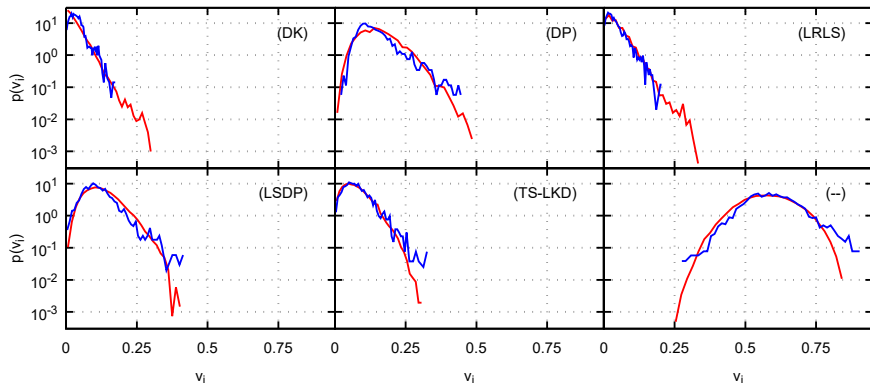
Apsiribojame LiCS, LRLS, LSDP, TS-LKD, TT ir nedalyvavimu; kitas atmetame



Duomenų (mėlyna) ir modelio (raudona) palyginimas. Modelio parametrai:  $\varepsilon_{TS-LKD} = 5$ ,  $\varepsilon_{TT} = 3.2$ ,  $\varepsilon_{LSDP} = 3.3$ ,  $\varepsilon_{LRLS} = 1.2$ ,  $\varepsilon_{LiCS} = 1.3$ ,  $\varepsilon_{-} = 31$ ,  $h = 1$ .

# 2012 metų rinkimai

Apsiribojame DK, DP, LRLS, LSDP, TS-LKD ir nedalyvavimu; kitas atmetame



Duomenų (mėlyna) ir modelio (raudona) palyginimas. Modelio parametrai:  $\varepsilon_{DP} = 5.72$ ,  $\varepsilon_{LSDP} = 4.93$ ,  $\varepsilon_{TS-LKD} = 2.82$ ,  $\varepsilon_{LRLS} = 1.64$ ,  $\varepsilon_{DK} = 1.1$ ,  $\varepsilon_{-} = 22$ ,  $h = 1$ .

# Papildytas $N$ -būsenų modelis

- 1 Kiekvienu laiko momentu pasirenkame atsitiktinį agentą (tegu jis balsuoja už partiją  $i$ ).
- 2 Agentas būsenoje  $i$  pereina į kitą būseną su tikimybe:

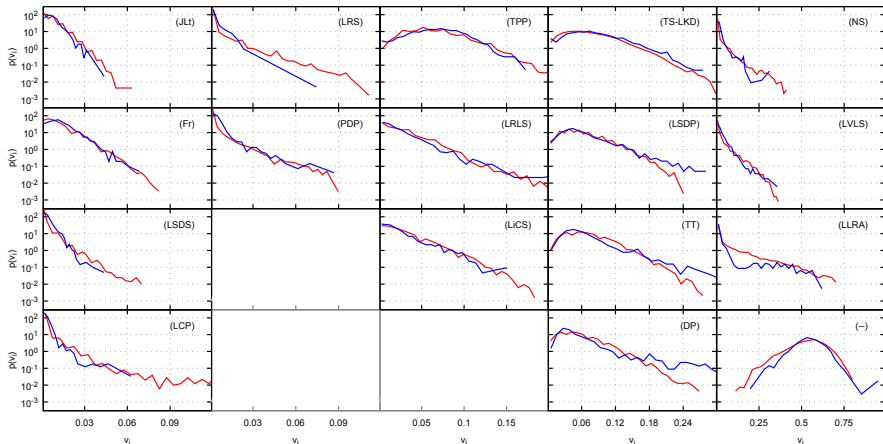
$$P_i = \sum_{j \neq i} [\gamma_i \varepsilon_j + X_j] h \Delta t = [\varepsilon_{-i} + (N - X_i)] h \Delta t.$$

- 3 Jei agentas perėjo, tai naujoji būseną išrenkama proporcingai indėliui į perėjimo tikimybę,  $\tilde{P}_{i,j} \propto \gamma_i \varepsilon_j + X_j$ .

Ar dabar  $x_i = X_i/N$  skirstinys bus Beta skirstinys nėra aišku. Jei visgi bus Beta, tai neaišku kokie bus jo formos parametrai. Turėtų galioti:

$$\alpha_i(N - X_i) = \sum_{j \neq i} \gamma_j \varepsilon_i X_j, \quad \beta_i X_i = \sum_{j \neq i} \gamma_i \varepsilon_j X_i = \gamma_i \varepsilon_{-i} X_i.$$

# 2008 metų rinkimai (pilnas)



Duomenų (mėlyna) ir modelio (raudona) palyginimas.

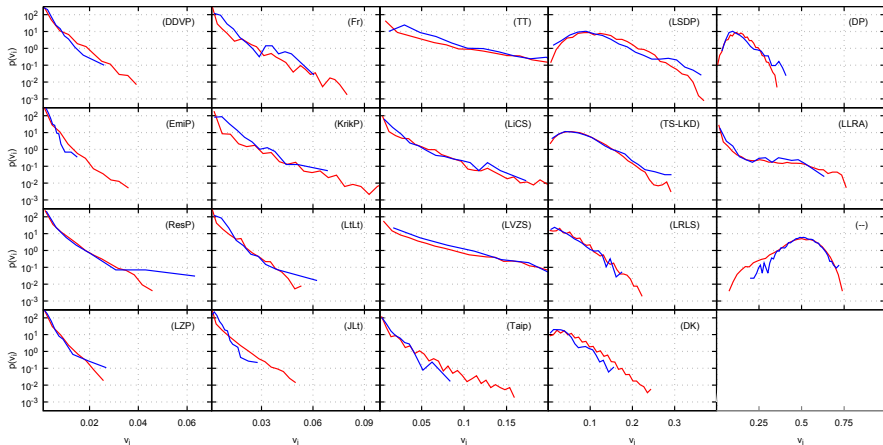


# Modelio parametrai (2008 metai)

	$\alpha_i$	$\hat{\gamma}_i$	$\varepsilon_i$	$\gamma_i$		...			
TS-LKD	3.06	0.7	3.06	0.75	LVZS	0.3*	0.3	0.3	0.3
TPP	5.02	1.4	5.02	1.5	NS	0.1*	0.2	0.1	0.2
TT	4.19	1.3	4.19	1.2	Fr	2.14	3	2.14	4
LSDP	3.18	0.9	3.18	1	JL	1.96	5	1.96	6
DP	2.89	1	2.89	1	PDP	0.1*	0.7	0.1	0.8
LRLS	1.21	1	1.25	1	LRS	0.1*	0.7	0.1	0.9
LiCS	1.26	1	1.26	1	LSDS	0.1*	3	0.25	2.5
LLRA	0.1*	0.05	0.15	0.05	LCP	0.1*	1.3	0.1	1
	...				–	31	1	29	1

$$N = 300, h = 1, \hat{\gamma}_i \approx \beta_i / \alpha_{-i}.$$

# 2012 metų rinkimai (pilnas)



Duomenų (mėlyna) ir modelio (raudona) palyginimas.

# Modelio parametrai (2012 metai)

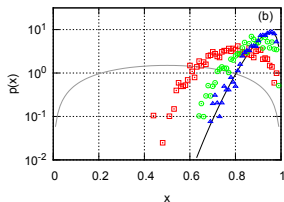
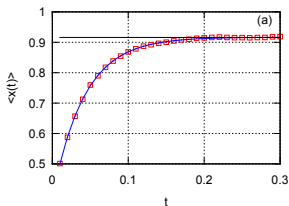
	$\alpha_i$	$\hat{\gamma}_i$	$\varepsilon_i$	$\gamma_i$		...			
DP	5.54	1	5.54	1	“Taip”	0.3*	1.1	0.3	1.2
LSDP	4.76	1	4.76	1	Fr	0.1*	1.1	0.1	1.2
TS-LKD	2.73	0.9	2.73	1	KrikP	0.1*	1.1	0.1	1.2
LRLS	1.57	1	1.57	1	LtLt	0.3*	3.3	0.3	3.5
DK	2.08	1.4	2.08	1.1	JL	0.3*	3.3	0.3	4
TT	0.3*	0.2	0.3	0.25	DDVP	0.3*	4.3	0.3	6
LLRA	0.1*	0.04	0.1	0.05	EmiP	0.3*	6.5	0.3	10
LVZS	0.3*	0.3	0.3	0.3	ResP	0.2*	3.8	0.2	4
LiCS	0.2*	0.5	0.2	0.5	LZP	0.3*	6.5	0.3	10
	...				–	26	1.3	31	1.5

$$N = 300, h = 1, \hat{\gamma}_i \approx \beta_i / \alpha_{-i}.$$



# Parametrų įvertinimas

- Kokia yra parametrų prasmė politologiniame kontekste? ( $\varepsilon$  - politinė reklama, ideologijos patrauklumas, agituotojai, ...)
- Ar parametrų rinkinys yra vienalytis? Ar daugialypis? (pvz., skirtingos socialinės/demografinės/etninės grupės gali skirtingai vertinti partijas)
- Kokia yra laikinė dinamika? Kam lygus  $h$ ? (pvz., kaip greitai pakinta partijos balsų pasiskirstymas po didesnės naujienos (tokios kuri pakeičia  $\varepsilon$ ))



## Apylinkių dydžiai svyruoja

nuo 80 iki 7000 registruotų rinkėjų 2008 metų rinkimuose ir nuo 70 iki 5000 registruotų rinkėjų 2012 metų rinkimuose.

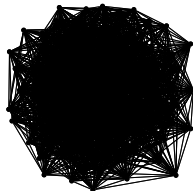
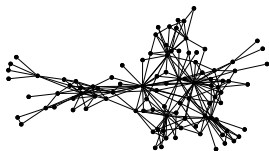
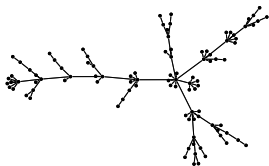
## Dėl to:

- atsiranda “diskretumo” efektų,
- gali atsirasti “mažų sistemų” efektai.

Papildoma problema – dažniausiai mažos/didelės apylinkės yra kaimuose/miestuose.

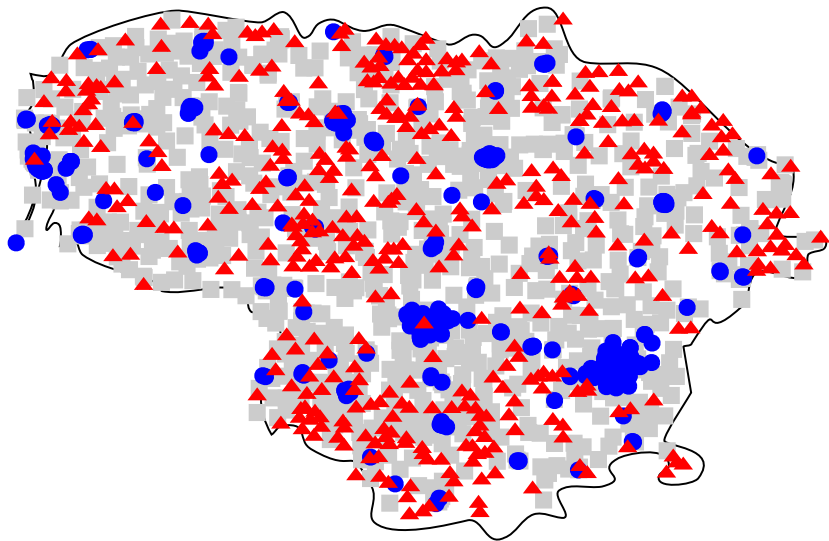
# $N$ -priklausomybės problema

Kokia yra visuomenės socialinio tinklo struktūra? Koks jo tankėjimo dėsnis?



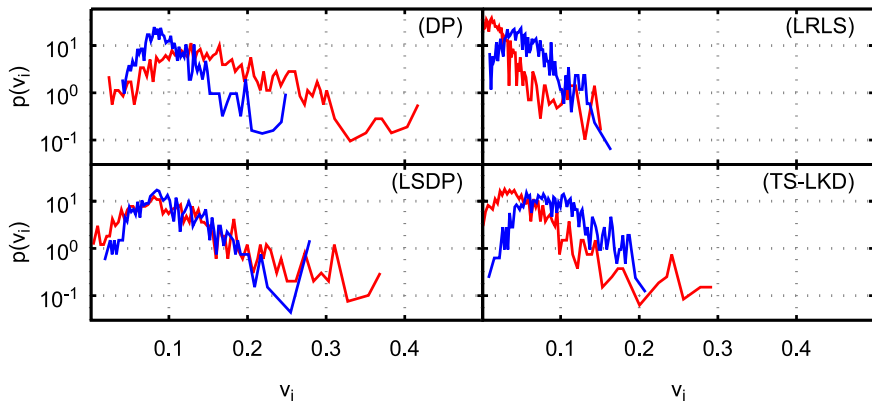
Skirtingi tankėjimai,  $\langle d \rangle \propto N^\delta$  ( $\delta = 0, 0.3, 1$ ).

# Maža/didelė = Kaime/Mieste





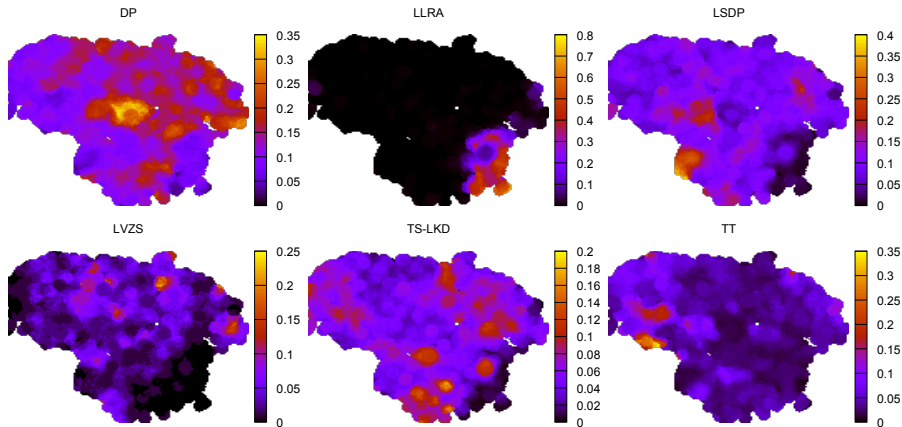
# Maža/didelė = Kaime/Mieste



2012 metų rinkimai – mažų apylinkių (raudonai) ir didesnių apylinkių (mėlynai) rezultatų palyginimas.

# Erdvinis balsavimo netolygumas

2012 metų rinkimų pavyzdys



Ar atskiros apylinkės tarpusavyje sąveikauja? (vidutinis balsų procentas 10 km spinduliu)

# Ačiū už dėmesį!

