

КУЗЊЕЦОВА КРИВА И ГРАДСКИ САОБРАЋАЈ ДОМЕНИ *I+M* ПРОГРАМА

МИОМИР ЈОВАНОВИЋ^{1*}

¹ *Универзитет у Београду – Географски факултет, Студентски трг 3/3, Београд, Србија*

Сажетак: У раду је анализирана валидност тзв. *ЕКС* концепта (Кузњецове криве) у сфери градског саобраћаја и урбаног развоја. Упоредна анализа дохотка *per capita*, индикатора локалног аерозагађења, емисије CO₂ и различитих просторних и саобраћајних стратегија развоја светских метропола, јасно показује да је значај *ЕКС* концепта и *I+M* програма крајње прецењен.

Кључне речи: Кузњецова крива, *I+M* програми, светске метрополе, градски саобраћај, локално аерозагађење, емисија CO₂

Увод

Проблем у вези са деградацијом животне средине, са економске тачке гледишта, проистиче из чињенице да животна средина нема (на тржишту) дефинисану *цену*, иако, очигледно, има (непроцењиву) *вредност*. Другим речима, сферу заштите животне средине карактеришу значајне несавршености тржишта:

1. екстерни ефекти - економски актери не сносе све трошкове, нити остварују све користи проистекле из њихових активности. Тако, на пример, многи аутори процењују да годишњи екстерни трошкови коришћења једног аутомобила износе приближно 3.000-4.000 USA\$ (Newman, P. 1999. стр. 56),
2. јавна добра - за разлику од приватних, јавна добра карактерише отворен приступ (није могуће никог искључити из њиховог коришћења); и непостојање ривалитета у потрошњи. У литератури се као примери јавних добара обично наводе: озонски омотач, национална одбрана, ватромет,
3. заједнички ресурси - карактерише их отворен приступ и ривалитет у потрошњи (њиховим коришћењем, смањује се количина тог добра за остале: пример - рибе у океану),
4. непотпуне тржишне информације - скривени квалитети роба и услуга који нису транспарентни за потрошача (видети детаљније у Hanley, N., Shogren, J., and White, B. 2001. стр. 16-33).

Несавршености тржишта настају када се власништво не може јасно дефинисати, када се власништво не може слободно преносити на друге, када се из коришћења добара не могу искључити остали, нити могу заштитити права њиховог

* E-mail: miomir@gef.bg.ac.rs

Рад представља део резултата истраживања на пројекту број 37010, који финансира Министарство науке и технолошког развоја Републике Србије.

коришћења. Стога је у овој сфери неопходна интервенција државе - а када су у питању глобална јавна добра, интервенција међународне заједнице.

У економске мере заштите животне средине од загађења спадају:

1. контрола обима/количине загађења (тзв. *I+M* програми) и
2. тржишни инструменти:
 - a. фискални инструменти (порези и доприноси) и
 - b. систем трансферабилних дозвола.

Сматра се да су *I+M* програми (*I+M inspection and maintenance*, енгл.) релативно једноставни, лаки за примену и брзо доводе до значајног смањења емисије загађења, тако да представљају најважније средство у борби против загађења животне средине у већини земаља ОЕЦД-а (Пешић, Р. 2002., стр. 102-103).

У овом раду показаћемо да је ефикасност *I+M* програма у сфери градског саобраћаја прецењена.

Све оштрији стандарди везани за квалитет горива и технологију мотора возила не представљају спасоносно решење ни за проблеме локалног аеро-загађења, нити за емисију CO₂. Фокусирањем на примену све оштријих стандарда емисије, занемарује се утицај наглог пораста коришћења моторних возила на степен аеро-загађења. Наиме, емисија стационарних извора може се релативно ефикасно смањити пооштреном регулативом, јер (по правилу) представљају крупне загађиваче животне средине и има их неупоредиво мање него мобилних извора (у САД, на пример, само 27.000, у односу на 200 милиона моторних возила). Међутим, на емисију загађења из мобилних извора (моторних возила) поред емисије по пређеном километру возила, пресудно утиче и обим остварених возило-километара *per capita* (видети: Heningen, B., Shah, F. 1998., стр. 497).

На обим коришћења моторних возила у светским метрополама (посебно на дужи и средњи рок) најзначајније утичу:

1. степен економског развоја метропола (ниво дохотка *per capita*),
2. инвестиције у саобраћајну инфраструктуру (и избор саобраћајне технологије),
3. цене и економски инструменти и
4. међузависност саобраћаја и градске форме и мере урбаног планирања.

Уобичајено је да се у литератури прецењује значај/улога економског развоја, док се међузависност саобраћаја и градске форме и мере урбаног планирања упорно занемарују. Такав је приступ снажно промовисан управо од стране Светске банке, кроз разне про-аутомобилске студије и инсистирање на тзв. *ЕКС* хипотези.

ЕКС концепт у сфери градског саобраћаја

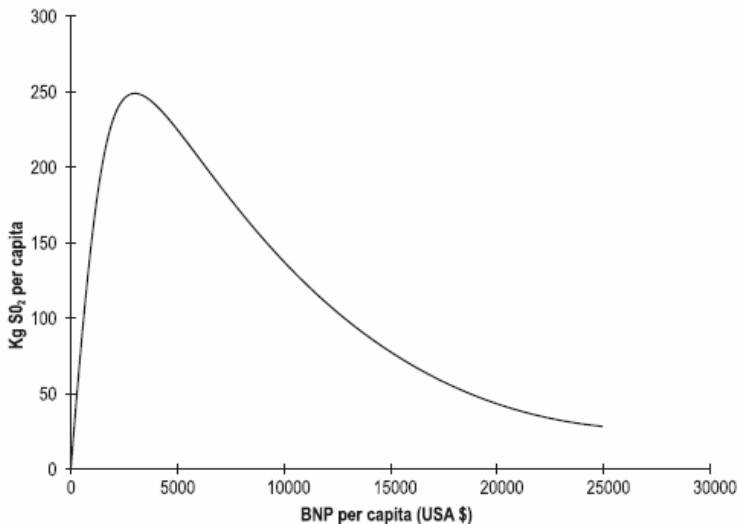
ЕКС концепт (*ЕКС- Environmental Kuznets Curve*, енгл.) први пут је изложен у **Гросмановој** и **Кругеровој** студији из 1991., затим популаризован у утицајној студији **Светске банке** из 1992. године "Економски развој и животна средина" и снажно подржан и од других аутора (Beckerman, W. 1992., стр. 481-496, Grossman G.M. and Krueger, A.B. 1991., World Bank. 1992. стр. 38, 39, Lomborg, B. 2001). Према *ЕКС* хипотези однос између степена економског развоја (израженог дохотком *per capita*) и (разних индикатора) деградације животне средине може се приказати инверзном **U** кривом. **Панајоту** истиче да преломна тачка економског развоја после које степен аерозагађења почиње нагло да се смањује износи приближно - 5.000 USA \$ *per capita* (видети: Panayotou, T. 1993).

Више фазе економског развоја, значи, неминовно воде све бољој заштити животне средине. Укратко, само у *почетној фази* економског развоја долази до нагле

деградације животне средине. У каснијим, *вишим фазама развоја* напоредо са порастом дохотка *per capita* расту и издвајања за заштиту животне средине - захваљујући:

1. измени привредне структуре (порасту удела услуга и информационих делатности у односу на удео индустријске производње) и примени чистијих технологија, и
2. порасту свести о штетним ефектима деградације животне средине (која резултира бољом правном и економском регулативом),

степен деградације животне средине, у ствари, почиње нагло да пада.



Графикон 1. Кузњецова крива

Према *ЕКС* хипотези економски развој не представља, значи, претњу, већ *решење* за проблеме заштите животне средине.

ЕКС концепт је, наравно, изазвао бројне теоријске контроверзе и претрпео жестоке критике (Carbajo, J. 1995., стр. 362-380, Dasgupta, S. Laplante, B. Wang, H. and Wheeler, D. 2002., стр. 147-168, Harbaugh, W. Levinson, A. and Wilson D.M. 2002., стр. 541-551, Koop, G and Toole, L. 1999., стр. 231-244, Perman, R. and Stern, D. 2003., стр. 325-347).

Често се губи из вида да се изворни *ЕКС* концепт у првом реду односи на деградацију животне средине узроковану *индустријом* (аерозагађење на претходном графикону представљено је емисијом SO₂), када претходна аргументација има смисла (наравно – измештање индустријских постројења из развијеног у неразвијени свет, ни у ком случају не води смањењу *глобалне* деградације животне средине).

Ако се у анализу, међутим, узму друге делатности, ситуација је потпуно другачија. Стога је посебно интересантно да чак и најљући опоненти овог концепта сматрају да се он може применити управо на сферу *урбаног развоја* (Stern, D. 2004., стр. 1435).

У наредној табели дати су индикатори локалног аерозагађења и емисије CO₂ у сфери градског саобраћаја, који јасно показују да је примена *ЕКС* хипотезе на урбани развој - крајње проблематична.

Табела 1. Индикатори локалног аерозагађења и емисија CO₂ које ствара градски саобраћај.

ГРАДОВИ	GRP per capita (USA \$)	индикатори локалног аеро- загађења per capita*	емисија угљендиоксида (kg/ per capita)
САД	26.822	133	4.541
западноевропски	31.721	88	1.888
богати азијски	21.331	38	1.158
земаља у развоју	2.862	66	836

* Полутанти обухваћени анализом су: CO, SO₂, NO_x и VHC.

Прорачунато према: Barter, P. 1999. *An International Comparative Perspective on Urban Transport and Urban Form in Pacific Asia: The Challenge of Rapid Motorization in Dense Cities*. Perth: Murdoch Un., стр. 168-175.

Очигледно је да међузависност нивоа економског развоја (изражена доходом *per capita*) и степена аерозагађења узрокованог градским саобраћајем у светским метрополама, уопште не одговара ЕКС хипотези. Наиме, управо градови САД, који имају изузетно висок ниво дохода *per capita* (26.822 USA \$) уједно бележе и највиши ниво индикатора локалног аерозагађења *per capita* (133) и емисије CO₂ (4.541 kg/*per capita*), што је у потпуној колизији са основном поставком ЕКС концепта да економски развој не представља претњу, већ решење за проблеме заштите животне средине.

Инсистирањем искључиво на подстицању економског развоја и примени све оштријих стандарда емисије, потпуно се занемарује утицај *пороства коришћења аутомобила и просторно-физичке структуре градова* на степен аерозагађења.

Уосталом, *потпуно занемаривање различитих просторно-физичких образаца развоја светских метропола карактеристично је за многе студије које се баве проблематиком градског саобраћаја*. Тако се у студијама Светске банке чак наводи да је: "...Развојни образац градова у земљама у развоју и у индустријски развијеним земљама веома сличан... Метрополе неразвијеног света имају, додуше, нешто веће густине насељености, али се и ове разлике смањују у великим метрополитенским подручјима..." (World Bank. 1997b, стр. 26)

Табела 2. Урбани и саобраћајни параметри великих градова (од преко милион становника)

ГРАДОВИ	Површина (км ²)	Просечна густина насељености (ст./км ²)	Обим коришћења аутомобила (пкм/ст)
САД	2.500	1.400	16.045
Аустралија	1.500	1.200	10.797
Канада	650	2.900	9.290
Европа	400	5.000	6.602
земље у развоју	450	17.000	2.379

Извор: Јовановић, М. 2005. *Међузавност концепта урбаног развоја и саобраћајне стратегије великог града*. Београд. Географски факултет.

Међузависност саобраћајне стратегије и урбаног развоја неупоредиво је комплекснија него што студије Светске банке упорно покушавају да докажу (видети World Bank. 1999, World Bank. 1998, World Bank. 1997a, World Bank. 1997b), док се

обрасци просторно-физичке структуре различитих светских метропола стварно *драматично разликују*. О томе сведоче подаци из наредне табеле.

Једино у светлу ових (потпуно различитих) *просторно-физичких* карактеристика светских метропола, анализа међузависности саобраћајне стратегије и аерозагађења добија свој пуни смисао.

Градски саобраћај и степен локалног аерозагађења

Често се подвлачи да коришћење моторних возила ствара више аерозагађења од било које друге људске активности (World Resources Institute, UN Governmental Programme and UN Development Programme. 1992., стр. 203, World Resources Institute, UN Governmental Programme and UN Development Programme. 1996., стр. 86).

Табела 3. Учешће моторних возила у укупном нивоу аерозагађења светских метропола (у %)

ГРАДОВИ	СО	НС	NOx	SO ₂	чврсте честице
Лос Анђелес	98	62	84	68	11
Атина	100	79	76	8	13
Будимпешта	81	75	46	х	х
Њу Делхи	90	85	59	13	37
Мексико Сити	97	53	75	22	35
Сао Паоло	94	89	92	64	39
Пекинг	39	75	46	х	х

Извор: World Resources Institute, UN Governmental Programme and UN Development Programme. 1996. *World Resources 1996-97 (The Urban Environment)*. New York: Oxford Un Press, стр. 86.

Најзначајнији аерозагађивачи које стварају моторна возила су азотни оксиди (NOx), сумпорни оксиди (SOx), лако испарљива органска једињења (VOC), угљен моноксид (CO), чврсте честице (у пречнику мање од 10 микрона - PM10) и олово.

Још су рана истраживања јасно показала да је Лондонски смог значајно утицао на смртност становништва. Уобичајено је да се у почетним фазама контроле аерозагађења пажња концентрише на *прашину и чврсте честице* и на *олово*. У земљама које су увеле безоловни бензин, ниво олова у крви становништва је драматично опао. У САД и Јапану, на пример, просечна концентрација олова у крви пала је на 1/3 нивоа забележених 70-тих година, док су у земљама у развоју сасвим уобичајени нивои концентрације олова који су опасни по здравље (World Bank. 1992., стр.53). Савремени програми све више се усмеравају на изворе озона (O₃) у *тропосфери*, контролу моторних возила и ефекте аерозагађења на људско здравље (главну тему овако замишљених програма).

Овакв приступ састоји се из две фазе: прво се установе стандарди аерозагађења везани за квалитет горива и технологију мотора возила, а потом контролише њихово спровођење. То су тзв. *I+M програми (inspection and maintenance, енгл.)*. Тако се стратегија контроле квалитета ваздуха, која се у последње две деценије користи у *земљама развијеног света*, у првом реду заснива на стандардима из домена регулације, а знатно мање на тржишно оријентисаној иницијативи. Највише успеха са оваквим *I+M* програмима су постигли Јапан и САД. У наредној табели дате су измене Федералних стандарда емисије аерозагађивача моторних возила у САД.

Табела 4. Промене Федералних стандарда емисије аерозагађивача за лака возила која користе бензин у САД (грам/миља)

	CO	VOC	NOx
претходни период	84,0	10,6	4,1
1968.-1969.	51,0	6,3	.*
1970.	34,0	4,1	-
1972.	28,0	3,0	-
1975.-1976.	15,0	1,5	3,1
1977.-1979.	15,0	1,5	2,0
1980.	7,0	0,41	2,0
1981.-1993.	3,4	0,41	1,0

* Уколико се не контролише, емисија NOx расте када се емисије HC и CO смањују

Извор: Small and Kazimi. 1995. On the Cost of Air Pollution From Motor Vehicles. *Journal of Transport Economics and Policy* 1, стр. 10.

Примени све ригорознијих стандарда емисије аеро-загађивача додаје се, ипак, превелик значај. Тако Светска банка, на пример, истиче да је "...У земљама у развоју загађеност ваздуха неупоредиво већа него у индустријски развијеним земљама... и да овај јаз драматично расте... јер су у последњих десет година *развијене земље примениле оштре мере да смање емисију*, док се ниво загађења у неразвијеним земљама стално погоршавао." (World Bank. 1992., стр. 50-51).

Новија истраживања у домену градског саобраћаја, међутим, јасно показују "... Да ови опсежни *I+M* програми, који се већ двадесетак година спроводе у САД, нису ни издалека били толико ефикасни у погледу смањења аерозагађења аутомобила, као што се то изворно очекивало. Наиме, и поред постигнутих побољшања у погледу смањења емисије аерозагађивача, већина градова САД није успела да задовољи задате стандарде... *јер су, једноставно, остварене редуције у емисији аерозагађивача по возило-километру, поништене значајним порастом пређених возило-километара.*" (Carbajo, J. 1995., стр. 3).

Зато градови САД (упркос имплементацији *I+M* програма) бележе *највећи* степен аеро-загађења *по становнику* на свету (133/ст), 3 пута већи од богатих азијских градова (38/ст), 2 пута већи од метропола неразвијеног света (66/ст), и за 50% већи него у европским метрополама (88/ст).

Табела 5. Индикатори локалног аерозагађења које ствара градски саобраћај.

ГРАДОВИ	Индикатори локалног аерозагађења per capita •	Загађење ваздуха на 1 ha урбанизоване површине •	Обим коришћења аутомобила (pkm/ст)	Просечна густина насељености (ст./km ²)
САД	133	42	16.045	1.400
западноевропски	88	98	6.602	5.000
богати азијски	38	181	2.386	15.300
земаља у развоју	66	241	2.379	16.600

• Полутанти обухваћени анализом су: CO, SO₂, NOx i VHC.

Прорачунато према: Barter, P. 1999. *An International Comparative Perspective on Urban Transport and Urban Form in Pacific Asia: The Challenge of Rapid Motorization in Dense Cities*. Perth: Murdoch Un., стр. 168-175.

Очигледно је да *изузетно низак степен аерозагађења по хектару* урбанизоване површине градова САД (42/ha), не представља резултат некаквих

пооштрених стандарда *I+M* програма, већ - њихових изразито *ниским густина насељености*.

Насупрот томе, метрополе неразвијеног света и богате азијске метрополе имају *најнижу* емисију аерозагађења *по становнику* - 2-3 пута мању од градова САД - али због својих *изразито високих густина насељености* бележе чак *6 пута већу емисију* аерозагађивача *по јединици градске површине* (у односу на градове САД). За овакав тип урбаног развоја довољан је већ и мали пораст моторизације и мобилности градског становништва - посебно коришћења аутомобила - да проузрокује огроман степен локалног аерозагађења.

Очигледно је да на концентрације *локалног* аерозагађења (CO, VOC, NOx) које ствара градски саобраћај значајније утичу густине насељености и нагли пораст коришћења аутомобила, од *I+M* програма.

Градски саобраћај и емисија CO₂

Последњих година у жижи интересовања научне и стручне јавности је *проблем глобалног отопљавања*. Како, у ствари, долази до овог нежељеног феномена? На климу пресудно утиче радијација Сунца. Прилив Сунчеве енергије коју Земља упија *на дуги рок* може се уравнотежити једино емисијом радијације из Земље и атмосфере. Међутим, један део ове "одлазеће" енергије *упијају GHG гасови* (*GHG - greenhouse gases, енгл.*) - *угљен диоксид и мета и нитро-оксиди* - смањујући тако нето-емисију енергије у простор. Да би се одржао глобални енергетски баланс, *површина Земље и атмосфера ће се загревати* до поновног успостављања равнотеже између "долазеће" и "одлазеће" енергије.

На глобално отопљавање, значи, пресудно утиче управо *емисија угљен диоксида*. Истраживања показују да је током последњих 30 година емисија угљен диоксида удвостручена, и да незаустављиво расте (напореда са порастом дохотка *per capita*) (World Bank. 1992., стр. 61, 158). Саобраћај игра изузетно значајну улогу у овом процесу - 60% емисије угљен диоксида настаје сагоревањем фосилних горива (World Bank. 1992., стр. 61, 158). Стога на ниво емисије CO₂ пресудно утичу: а) пораст (моторизоване) мобилности и б) нагли пораст учешћа аутомобила у градском саобраћају (видети детаљније у: Јовановић, М. 2005). Пучер наводи да су у САД *примарни извор угљен диоксида управо аутомобили* (Pucher, J. 1999. стр. 2).

Емисија угљен диоксида, међутим, и даље уопште није обухваћена *I+M* програмима (Eskeland, G. and Xie, I. 1995., стр. 3). Због чега земље развијеног света избегавају да се озбиљно позабаве овом "врућом темом" најбоље илуструје цитат из једне студије Светске банке: *"...Трошкови смањења емисије угљен-диоксида су веома високи, а користи мале, јер се сматра да ће ефекте ових побољшања највише осетити друге земље."* (World Bank. 1992., стр. 41). У којој мери је овакав приступ у колизији са концептом одрживог развоја није потребно ни коментарисати. Група најпознатијих светских климатолога (*International Panel on Climate Change*) је установила како је "да би се стабилизовао угљен-диоксид *на садашњем нивоу* неопходно *смањити његову емисију за 60%.*" (Newman, P. and Kenworthy, J. 1999., стр. 52).

И поред бројних драматичних упозорења о размерама проблема, тек се 1995. године у *Берлину* одржава прва конференција УН посвећена питањима глобалне климе, а 1997. године у *Кјотоу* усваја Конвенција о глобалној клими. Иако је значајно смањење емисије GHG гасова могуће остварити у свим секторима, "у већини извештаја међународних организација се, ипак, истиче да је то у градском саобраћају скоро неизводљиво." (Newman, P. and Kenworthy, J. 1999., стр. 52).

Овакав став не чуди уопште - пресудну улогу у процесу глобалног отопљавања имају управо најразвијеније земље, *које карактеришу нагли пораст (моторизоване) мобилности и емисије угљен диоксида*. До чега доводи оваква саобраћајна стратегија, упечатљиво илуструју показатељи обима коришћења аутомобила и укупне емисије угљен диоксида (у градском саобраћају) дати у наредној табели.

Табела 6. Укупна емисија угљен диоксида коју ствара градски саобраћај (kg/per capita).

ГРАДОВИ	емисија угљен диоксида (kg/per capita)	Аутомобил (vkm/st)
САД	4.541	11.155
Аустралија	2.789	6.571
Канада	2.434	6.551
Западна Европа	1.888	4.519
богати азијски	1.158	1.487
земље у развоју	836	1.353

Прорачунато према: Kenworthy, J., F. Laube et. al. 1999. *An International Sourcebook of Automobile Dependency in Cities*. Boulder: University Press of Colorado.

Градови САД у којима доминира аутомобил имају већу емисију угљен диоксида по становнику (*на, самим тим, и значајније утичу на измене глобалне климе*) од западноевропских, богатих азијских и метропола Трећег света заједно!

Улога градског саобраћаја метропола неразвијеног света у процесу глобалног отопљавања је, при том, данас готово занемарљива. Оне имају *5,5 пута мању емисију CO₂ по становнику* од градова САД. Међутим, будући да у њима данас живи *2,7 пута више* - а већ *2025. имаће 4 пута више становника* од метропола развијених земаља - даљи пораст коришћења моторних возила у земљама у развоју имаће погубне ефекте на глобалну емисију CO₂ (видети детаљније у: Јовановић, М. 2005).

Закључак

Из целокупне досадашње анализе произилази да је значај тзв. *I+M* програма у сфери градског саобраћаја крајње прецењен:

- чак и у развијеним земљама *које су увеле веома оштре стандарде емисије аерозагађења*, остварене редуције емисије по возило-километру *поништене су значајним порастом коришћења аутомобила*;
- драматични степен локалног аерозагађења у *метрополама неразвијеног света и богатим азијским метрополама* у знатно већој мери је последица њихових *огромних густина насељености*, него (релативно ниског) обима коришћења моторних возила;
- нагли пораст емисије CO₂ *који води глобалном отопљавању* - на кога пресудно утиче управо коришћење аутомобила - *овим I+M програмима уопште* није ни обухваћен.

Литература

- Anas, A. and Lindsey, R. (2011). "Reducing Urban Road Transportation Externalities: Road Pricing in Theory and in Practice". *Review of Environmental Economics and Policy*, volume 5, issue 1, 2011.
- Austin, D. and Dinan, T. (2005). "Clearing the air: The costs and consequences of higher CAFE standards and increased gasoline taxes". *Journal of Environmental Economics and Management*, 50(3).
- Banister, D. (2005). *Unsustainable Transport: City Transport in the New Century*. Routledge.
- Barter, P. (1999). *An International Comparative Perspective on Urban Transport and Urban Form in Pacific Asia: The Challenge of Rapid Motorization in Dense Cities*. Perth: Murdoch University.
- Barter, P. and Kenworthy, J. (1997). *Urban Transport and Land Use Patterns - Challenge and Opportunities in High Density Cities in East and Southeast Asia*. Perth: Asia Research Centre - Murdoch University.
- Beckerman, W. (1992). Economic growth and the environment: Whose growth? Whose environment? *World Development* 20.
- Cole, M.A. (2003). "Environmental optimists, environmental pessimists and the real state of the world." *Economic Journal* 113.
- Carbajo, J. (1995). "Motor Vehicle Air Pollution." *Journal of Transport Economics and Policy* 1/1995.
- Дабовић, Т., Ђорђевић, Д. (2009). "Ка реконструкцији просторног планирања." *Гласник српског географског друштва*, 88(3).
- Ђорђевић, Д., Дабовић, Т. (2009). "Седам модела планирања." *Гласник српског географског друштва*, 89(3).
- Dasgupta, S., Laplante, B., Wang, H. and Wheeler, D. (2002). "Confronting the environmental Kuznets curve." *Journal of Economic Perspectives* 16.
- Dunn, James. (1998). *Driving Forces: The Automobile, Its Enemies and the Politics of Mobility*. Washington DC: The Brookings Institution.
- ECMT. (2000). *Key Issues for Transport Beyond 2000 (15th International Symposium on Theory and Practice in Transport Economics)*. Thessaloniki: Aristotle University of Thessaloniki.
- Eskeland, G. and Xie, I. (1995). *Acting Globally While Thinking Locally (WP 1975)*. Washington DC: World Bank
- Grossman, G.M. and Krueger, A.B. (1991). Environmental impacts of a North American Free Trade Agreement. *NBER Working Paper 3914*. NBER, Cambridge, Mass.
- GTZ (ed.). (2012). *Urban Transport and Energy Efficiency. Sustainable Transport: A Sourcebook for Policy-makers in Developing Cities*. GTZ: Eschborn.
- Hanley, N., Shogren, J. and White, B. (2001). *Introduction to Environmental Economics*. Oxford University Press.
- Harbaugh, W., Levinson, A. and Wilson D.M. (2002). "Reexamining the empirical evidence of the environmental Kuznets curve." *Review of the Economics and Statistics* 84.
- Heningen, B., Shah, F. (1998). "Control of Stationary and Mobile Source Air Pollution." *Land Economics* 74(4).
- Hepburn, C. (2006). "Regulation by prices, quantities or both: a review of instrument choice". *Oxford review of economic policy*, Volume 22, No. 2.
- Јовановић, М., Врачаревић, Б. (2012). "Градски саобраћај и заштита животне средине-домети економских мера." *Гласник Српског географског друштва*, свеска 2.
- Јовановић, М. (2010). "Концепт критичног одрживог развоја и потрошња енергије у саобраћају метропола." *Гласник Српског географског друштва*, свеска 3.
- Јовановић, М. 2005. *Међузавност концепта урбаног развоја и саобраћајне стратегије великог града*. Београд. Географски факултет.
- Kenworthy, J., F. Laube et. al. (1999). *An International Sourcebook of Automobile Dependency in Cities*. Boulder: Un. Press of Colorado.
- Кооп, G and Toole, L. (1999). "Is there an environmental Kuznets curve for deforestation?" *Journal of Development Economics* 58.
- Lefèvre, B. (2009). "Urban Transport Energy Consumption: Determinants and Strategies for its Reduction. An analysis of the literature." *Cities and Climate Change*. Vol.2 / n°3.
- Litman, T. (2012). *Transportation Costs Analysis*. VTPI.
- Lomborg, B. (2001). *The Sceptical Environmentalist: Measuring the real state of the world*. Cambridge: Cambridge Un Press.
- Newman, Peter and Kenworthy, Jeffrey. (1999). *Sustainability and Cities: Overcoming Automobile Dependence*. Washington DC: Island Press.
- OECD/ECMT. (1996). *Urban Travel and Sustainable Development*. Paris: OECD.
- Panayotou, T. (1993). Empirical tests and policy analysis of environmental degradation at different stages of economic development. *Working Paper WP238, ILO Geneva*.

- Perman, R. and Stern, D. (2003). "Evidence from panel unit root and cointegration tests that environmental Kuznets curve does not exist." *Australian Journal of Agricultural and Resource Economics* 47.
- Пешић, Р. (2002). *Економија природних ресурса и животне средине*. Београд: ПАФ.
- Pucher, John. (1999). "Transportation Paradise: Realm of Nearly Perfect Automobile?". *Transportation Quarterly* 3/1999.
- Rosen, H. and Gayer, T. (2008). *Public finance (Eight edition)*. McGraw-Hill.
- Santos, G., et al. (2009). "Part I: Externalities and economic policies in road transport." *Research in Transportation Economics* 28.
- Small and Kazimi. (1995). "On the Cost of Air Pollution From Motor Vehicles." *Journal of Transport Economics and Policy* 1.
- Stern, D. (2004). "The Rise and Fall of the Environmental Kuznets Curve." *World Development* 32.
- Timilsina, G. and Dulal, H. (2010). "Urban Road Transportation Externalities: Costs and Choice of Policy Instruments." *The World Bank Research Observer*, vol. 26, no. 1.
- Timilsina, G. and Dulal, H. (2008). "Fiscal policy instruments for reducing congestion and atmospheric emissions in the transport sector: A review." *Policy Research Working Paper* 4652. The World Bank. Development Research Group, Sustainable Rural and Urban Development Team.
- World Bank. (1999). *Determinants of Motorization and Road Provision (WP 2042)*. Washington DC: World Bank.
- World Bank. (1998). *Vehicle, Roads and Roads Use: Alternative Empirical Specifications (WP 2036)*. Washington DC: World Bank.
- World Bank. (1997). *Motorization and Provision of Roads in Countries and Cities (WP 1842)*. Washington DC: World Bank.
- World Bank. (1997). *Patterns of Metropolitan Development: What Have We Learned? (WP 1841)*. Washington DC: World Bank.
- World Bank. (1996). *Sustainable Transport: Priority for Policy Sector Reform*. Washington DC: World Bank.
- World Bank. (1992). *World Development Report 1992: Development and the Environment*. New York: Oxford Un Press.
- World Commission on Environment and Development (WCED). (1987). *Our Common Future*. Oxford.
- World Resources Institute, UN Governmental Programme and UN Development Programme. (1992). *World Resources 1992-93*. New York: Oxford Un Press.
- World Resources Institute, UN Governmental Programme and UN Development Programme. (1996). *World Resources 1996-97 (The Urban Environment)*. New York: Oxford Un Press.
- United Nations Centre for Human Settlements (HABITAT). (1996). *Transport in the City of Tomorrow: The Transport Dialogue at HABITAT II*. New York: UN, IPTU and WB.
- United Nations. (2010). *World Urbanization Prospects: the 2009 revision*. New York: UN.

KUZNETS CURVE AND URBAN TRANSPORT THE SCOPE OF *I+M* PROGRAMS

MIOMIR JOVANOVIĆ^{2*}

² *University of Belgrade – Faculty of Geography, Studentski trg 3/3, Belgrade, Serbia*

Abstract: In this article possibilities of application of Kuznets Curve in the domain of urban development and urban transport are tested. Comparative analysis of GRP per capita, local air pollutant and CO₂ emission levels, and different urban and transport development strategies of world metropolises, clearly shows that *EKC* concept and *I+M* programs are highly overrated.

Keywords: Kuznets Curve, *I+M* programs, world metropolises, urban transport, local air pollution, CO₂ emissions

Introduction

The problem concerning environmental degradation, from the economic point of view, stems from the fact that the environment (on the market) does not have a defined *price*, although, apparently, it does have a (priceless) *value*. In other words, the domain of environmental protection is characterized by significant market imperfections:

1. external effects - economic actors do not bear all the costs, nor do they acquire all the benefits resulting from their activities. Therefore, for example, many authors estimate that external costs of a car use on an annual level amount to approximately \$3,000-\$4,000 (Newman, P. 1999. *ctp.* 56),
2. public goods - unlike private goods, public goods are characterized by an open access (individuals cannot be effectively excluded from use) and by a non-rivalry in consumption. Common examples of public goods in the literature include: national defence, ozone layer, public fireworks,
3. common goods - they are characterized by an open access and rivalry in consumption (use by one individual reduces availability to others: for example - fish in the ocean),
4. incomplete information - hidden quality of the goods and services which is not transparent to the consumer (see Hanley, N., Shogren, J., and White, B. 2001. pp. 16-33).

Market imperfections arise when the property cannot be clearly defined, when the property cannot be freely transferable, when the use of the goods can not exclude the others, and when the privacy rights cannot be protected. Hence the state intervention is necessary in this sphere - or when it comes to global public goods, the intervention of the international community.

Economic measures to protect the environment from pollution are:

1. Control of scope/amount of pollution (*I+M* programs - *Inspection and Maintenance*), and
2. Market instruments:
 - a) fiscal instruments (taxes and contributions), and
 - b) transferable permit system.

*E-mail: miomir@gef.bg.ac.rs

This paper contains the research results of the project No37010 supported by the Ministry of Science and Technological Development of the Republic of Serbia.

It is considered that *I+M* (inspection and maintenance) programs are relatively simple, easily applied and that they quickly lead to a significant reduction of pollution, which is why they are the most important tool in the fight against environmental pollution in most OECD countries (Pešić, R. 2002., pp. 102-103)..

In this paper we shall demonstrate that the efficiency of *I+M* programs in the sphere of urban transport is overrated.

Increasingly stringent standards related to fuel quality and the technology of vehicle engines prove not to be a life-saving solution either to problems of local air pollution, or to CO₂ emission. Focusing on the implementation of increasingly strict emission standards, the effect of the rapid increase in the use of motor vehicles on the degree of air pollution is neglected. Namely, the stationary source emission can be reduced relatively effectively by means of a stricter regulation, because the stationary sources represent major polluters of the environment and they are far fewer than the mobile sources (in the U.S., for example, only 27,000 compared to 200 million of motor vehicles). However, what crucially affects the emission of pollution from mobile sources (motor vehicles), in addition to the level of emission per 1 vehicle kilometer travelled, is the actual volume of vehicle-kilometers per capita (see Heningen, B., Shah, F. 1998., p. 497).

The extent of the use of motor vehicles in the world metropolises (especially in the long and medium term) is most significantly influenced by the following factors:

1. the level of economic development of the metropolis (the level of income per capita)
2. investment in transport infrastructure (and the choice of traffic technology)
3. prices and economic instruments and
4. interdependence of transport and urban form and urban planning measures.

It is not uncommon in the literature that the importance/role of economic development is overrated, whereas the interdependence of transport and urban form and extent of urban planning constantly remains ignored. Such an approach is strongly promoted by the World Bank, through a variety of pro-automotive studies and insistence on the so-called *EKC* hypothesis.

***EKC* concept in the sphere of urban transport**

The concept of *EKC* (Environmental Kuznets Curve) was for the first time revealed in **Grossman and Krueger's** study in 1991, then furtherly popularized in an influential study of the **World Bank** "Economic Growth and the Environment" in 1992, and then strongly supported by the number of authors, as well (Beckerman, W. 1992., pp. 481-496, Grossman G.M and Krueger, A.B. 1991., World Bank. 1992. pp. 38, 39, Lomborg, B. 2001). According to the *EKC* hypothesis the relationship between the rate of economic development (expressed in terms of income *per capita*) and (various indicators of) the degradation of environment can be illustrated by an inverted U-shaped curve. Panayotou points out that the turning point of economic development after which air pollution abruptly decreases is approximately - U.S. \$ 5,000 *per capita* (see Panayotou, T. 1993).

Higher levels of economic development, therefore, inevitably lead towards an increasingly better protection of the environment. In short, only in the *initial stage* of economic development is there a rapid degradation of the environment. In the subsequent, *higher stages of the development*, together with the higher income levels *per capita*, there is a growth in spending on environmental protection - thanks to:

a) changes in the economic structure (increasing share of services and information activities in relation to the share of industrial production) and the use of cleaner technologies and

b) increasing awareness of the harmful effects of environmental degradation (which results in better legal and economic regulation),
and the degree of the degradation of the environment begins to plummet.

Graph 1. Kuznets Curve

According to the *EKC* hypothesis, economic growth does not, therefore, represent a threat, but a *solution* to the problem of the protection of the environment.

The *EKC* concept has, of course, caused considerable controversial theories to arise and has been subject to severe criticism (Carbajo, J. 1995., pp. 362-380, Dasgupta, S., Laplante, B., Wang, H. and Wheeler, D. 2002., pp. 147-168, Harbaugh, W., Levinson, A., and Wilson D.M. 2002., pp. 541-551, Koop, G. and Toole, L. 1999., pp. 231-244, Perman, R. and Stern, D. 2003., pp. 325-347).

The fact that the original *EKC* concept actually refers to the degradation of the environment caused by *the industry* is often overlooked (air pollution from the previous chart was presented through SO₂ emission), in which case the previous argumentation makes sense (of course - dislocation of industrial plants from the developed to the undeveloped world, under no circumstances leads to a decrease of *global* degradation of the environment).

If the analysis, however, shifts to the other activities, the situation is completely different. Therefore it is particularly interesting that even the fiercest of opponents of this concept hold the opinion that it can be applied in the very sphere of *urban development* (Stern, D. 2004, p. 1435).

The following table illustrates the indicators of local air pollution and CO₂ emission in the sphere of urban transport, which clearly indicate that implementing the *EKC* hypothesis in the sphere of urban development is utterly problematic.

Table 1. Indicators of local air pollution and CO₂ emission, caused by urban transport

It is evident that the interdependence between the rate of economic growth (expressed in terms of income *per capita*) and the level of air pollution caused by urban transport in world metropolises, does not correspond to the *EKC* hypothesis at all. Namely, it is precisely in U.S. cities, in which there is an extremely high per capita income level (\$26.822), where simultaneously the highest level of indicators of local air pollution *per capita* (133) and CO₂ emission (4.541 kg/per capita) are recorded; which completely collides with the basic idea of the *EKC* concept that economic growth does not represent a threat, but a solution to the problem of the protection of the environment.

Insisting solely on the encouraging of economic growth and the implementation of increasingly stringent emission standards leads to a complete neglect of the impact that *increased car use* and *spatial-physical structure of the city* have on the level of air pollution.

Anyway, complete neglect of different spatial-physical patterns of development of world metropolises is the distinct characteristic of many studies that deal with the issues of urban transport. In the studies of the World Bank it is even stated that: "...The development pattern of cities in developing and industrial countries... exhibit similar patterns... Cities in developing countries typically have somewhat higher population densities than those in industrial countries, but the differences have been narrowing in the largest metropolitan areas." (World Bank. 1997b p. 26).

Interdependence between transport strategy and urban development is incomparably more complex than what the World Bank studies are constantly trying to prove (see World Bank. 1999, World Bank. 1998, World Bank. 1997a, World Bank. 1997b), whereas the patterns of the spatial-physical structure of different world

metropolises are really *dramatically different*. This is illustrated by the data in the following table.

Table 2. Urban and transport parameters of the large cities (with over 1 million citizens)

Only in the light of these (completely different) *spatial-physical* characteristics of world metropolises, does the analysis of the interdependence between the transport strategy and air pollution gain its full meaning.

Urban transport and the level of local air pollution

It is often underlined that the use of motor vehicles creates more air pollution than any other human activity (World Resources Institute, UN Governmental Programme and UN Development Programme. 1992., p. 203, World Resources Institute, UN Governmental Programme and UN Development Programme. 1996., p. 86).

Table 3. The share of motor vehicles in the total level of air pollution in the world metropolises (%)

The most significant air-pollutants which are caused by motor vehicles are nitrogen oxides (NO_x), sulfur oxides (SO_x), volatile organic compounds (VOC), carbon monoxide (CO), solid particles (less than 10 microns in diameter) and lead.

Even the earliest studies clearly indicated that the London smog significantly affected the premature mortality of the population. It is common in the beginning stages of air pollution control that the focus is on the *dust, solid particles and lead*. In the countries which introduced unleaded petrol, the level of lead in the blood of the population has dramatically decreased. In the USA and Japan, for example, the average concentration of lead in the blood is three times lower, compared to the level registered during the 1970's, while in the developing countries the levels of lead concentration which are considered harmful to health are quite common (World Bank. 1992., p. 53). Contemporary programs increasingly focus on the sources of ozone (O₃) *in the troposphere*, the control of motor vehicles, and the effects of air pollution on human health.

This type of approach consists of two phases: first the standards of air pollution in relation to the quality of fuel and the motor technology of the vehicle are determined, and then their implementation is controlled. These are the so-called *I+M* programs (inspection and maintenance programs). In this way, the strategy of the air quality control which has been used *in the developed countries* over the past two decades, primarily rests on the standards from the domain of the *regulation*, and far less on the *market-oriented* initiative. The greatest success with these *I+M* programs has been achieved by Japan and the USA. The following table presents the changes in the Federal standards of emission of motor vehicle air pollutants in the USA.

Table 4. Changes in the Federal standards of air pollutant emission for gasoline light vehicles in the USA (gram/mile)

Too much attention is, however, paid to the implementation of increasingly stringent standards of air pollutant emission. World Bank, for example, points out that "...In those developing countries now in the throes of industrialization, city air pollution is far worse than in today's industrial countries... High-income countries took measures to manage emissions, while pollution levels in developing exdeteriorated in low-income countries." (World Bank. 1992., pp. 50-51).

The latest research in the domain of urban transport, however, clearly indicates that these extensive *I+M* programs, which have been applied in the USA for about twenty years,

proved to be not even remotely as efficient in terms of decrease of air pollution of cars, as it was initially expected to be the case. Namely, even with the achieved improvement in terms of the decrease of air pollutant emission, most of U.S. cities failed to meet the given standards...*because, simply, the achieved reduction in the emission of air pollutants per vehicle-kilometre, is annulled by a significant increase of vehicle kilometres travelled.* (Carbajo, J. 1995., p. 3).

That is why (despite the implementation of *I+M* programs) the highest level of air pollution per capita in the world has been recorded in the USA cities (133/per capita), which is thrice as high as in the rich Asian cities (38/per capita), and twice as high as in the metropolises of undeveloped world (66/per capita), and 50% higher than in European metropolises (88/per capita).

Table 5. Indicators of local air pollution caused by urban transport

It is evident that the *extremely low level of air pollution per hectare* in the urbanized areas of the USA cities (42/ha), is not a result of some stricter standards of the *I+M* program, but of the notably *low population density*.

Contrary to this, metropolises in the undeveloped world and wealthy Asian metropolises have *the lowest* air pollution emission *per capita* - two-three times lower than the U.S. cities - but due to their *extremely high population density* they record even *six times higher emission* of air pollutants *per unit of the city area* (compared to the cities of the USA). For this type of urban development even a slight increase in motorisation rate and mobility within the city is sufficient - especially in terms of car use - to cause an enormous level of local air pollution.

It is evident that the concentration of local air pollution (CO, VOC, NO_x) caused by the urban transport is to a significantly greater extent affected by the population density and the abrupt increase in car use, than by the *I+M* programs.

Urban transport and CO₂ emission

In recent years, the focus of the scientific and professional communities is *the problem of global warming*. What, in fact, brings this undesired phenomenon about? What has the crucial influence on the climate is the sun radiation. Influx of solar energy absorbed by the Earth *in the long term* can only be balanced by emission of radiation from the Earth and atmosphere. However, one part of the "outgoing" energy is *absorbed* by the greenhouse gases (GHG) - *carbon dioxide and meta and nitro oxides* - thus reducing the net-emission in the space. To maintain the global energy balance, *the Earth surface and the atmosphere will be heated* until the balance between the "incoming" and "outgoing" energy is re-established.

Global warming is, therefore, crucially affected by the carbon dioxide emissions. Research shows that over the past 30 years, emissions of carbon dioxide have doubled, and are ever-increasing (in parallel with the growth of per capita income) (World Bank. 1992., pp. 61, 158). Transport plays an extremely important part in this process - 60% of carbon dioxide emission is caused by burning of fossil fuels (World Bank. 1992., pp. 61, 158). Therefore, the level of CO₂ emissions is crucially influenced by: a) an increase of (motorized) mobility, and b) a sharp increase in the share of cars in urban transport (for more details see: Jovanović, M. 2005). Pucher states that *the primary source of carbon dioxide* in the USA are cars themselves (Pucher, J. 1999. p. 2).

Emission of CO₂, however, still remains completely out of the scope of *I+M* programs (Eskeland, G. and Xie, I. 1995., p. 3). The reason why the developed world countries avoid to seriously deal with this "burning issue" is best illustrated by a citation

from a *World Bank* study: "...The costs of abatement in these cases are relatively high, and the benefits of changing behavior are perceived to be low - partly because (in the case of carbon dioxide) they would accrue mainly to other countries." (World Bank. 1992., p. 41). To what extent is such an approach in collision with the concept of a sustainable development is needless to be discussed. International Panel on Climate Change, has recognized "...That eventually just to stabilize carbon dioxide at present levels we will need to reduce emissions by 60 percent." (Newman, P. and Kenworthy, J. 1999., p. 52).

Despite all the dramatic warnings about the extent of the problem, it is only in 1995 that the first UN conference dedicated to the global climate issues was held in *Berlin*, followed by the adoption of the Kyoto Convention on climate change in 1997. Although substantial cuts in greenhouse gases are possible in all sectors, "...in nearly all (*international, MJ*) reports, however, *urban transportation* is seen as the really difficult area in which to make reductions." (Newman, P. and Kenworthy, J. 1999., p. 52).

This attitude is not at all surprising - the crucial role in the global warming is, in fact, played by the most developed countries, *which are characterized by the rapid increase of (motorised) mobility and CO₂ emission*. The striking consequences of this type of transport strategy are distinctly illustrated by the indicators of the volume of car use and the total CO₂ emission (in urban transport), given in the following table.

Table 6. Total CO₂ emission caused by the urban transport (kg/per capita)

The U.S. cities, in which *the cars are predominant*, have a higher carbon dioxide emissions per capita (*and, consequently, more significantly affect the global climate changes*) than Western European, wealthy Asian and Third World metropolises taken together!

The role the urban transport of the undeveloped world metropolises plays in the process of global warming today is, meanwhile, almost insignificant. They have *5.5 times lower CO₂ emission per capita* than the U.S. cities. However, due to the fact that today their population is 2.7 times larger - and by 2025. it will be 4 times larger than the population of the metropolises of the developed world - further increase in the use of motor vehicles in the developing countries will have devastating effects on the global CO₂ emission (for more details see: Jovanović, M. 2005).

Conclusion

The entire previous analysis shows that the importance of the so-called *I+M* programs in the field of urban transport is utterly overrated:

- *even in developed countries which have adopted very rigid standards of air pollution emissions*, emission reductions achieved per vehicle-kilometer *are annulled* by the significant increase in car use;
- a dramatic level of *local* air pollution in *undeveloped world cities* and *wealthy Asian metropolises* is to a much greater extent the result of their *huge population density*, than of their (relatively low) volume of use of motor vehicles;
- rapid increase in *CO₂ emissions that leads to global warming* - which is crucially affected by the very car use - is not included in the scope of the *I + M programs* at all.

References

See references on page 135