

## СЛЕДЕЊЕ НА АЕРОЗАГАДУВАЊЕТО НА НЕКОИ ДЕЛОВИ ВО СКОПЈЕ ОД ИЗДУВНИТЕ ГАСОВИ НА АВТОМОБИЛИТЕ

С. Петровска-Јовановиќ, Т. Тодоровски М. Калшакцијан и Д. Великов,

*Хемиски факултет, Универзитет „Кирил и Методиј“ — Скопје*

### ИЗВОД

Следејќи го перманентно аерозагадувањето на повеќе улици и крстосници во урбаната средина на Скопје, што е резултат на издувните гасови на автомобилите, почнувајќи од 1975 година, потоа во 1976 и 1979 година, (кога е применуван законот за пар—непар), ја определивме концентрацијата на азотен оксид, формалдехид, олово, како и канцерогената супстанца 3,4 бензпирен.

Резултатите од овие испитувања покажуваат дека концентрациите на испитуваните загадувачи од година во година се зголемуваат. Така максималните концентрации во 1979 год. во деновите кога сите возила се движат, за азотен оксид 6,60 пати ја надминува МДК, за формалдехид тоа е 7,20, додека за оловото максималниот фактор на загаденост изнесува 19,11. Додека во деновите кога половина од возилата несмеат да се движат, максималниот фактор на загаденост е 4,11, за формалдехид изнесува 4,55, додека за олово е 10,20. Факторите на загаденост за 3,4 бензпирен се движат од 1,66 до 3,11.

Ова секако загрижува, знаејќи ги ефектите на испитуваните загадувачи врз здравјето на жителите, како и на целата околина.

### УВОД

Загаденоста на основаните медиуми на човековата околина, промените во екосферата и штетните последици кои разни супстанции ги предизвикуваат на луѓето и во биосферата, го загрижуваат современото човештво. На многубројни меѓународни здруженија и собири во рамките на ООН се разгледуваат принципите и мерките за заштита и унапредување на човековата околина, а народите на светот се повеќе

се здружуваат на меѓународен план, со цел да се спречи понатамошното загадување на човековата околина и да се промени односот на човекот спрема средината која го опкружува.

Загаденоста на човековата околина во некои краеве на нашата земја, предизвикува загриженост на сите структури на нашето самоуправно друштво, со оглед на тоа да денес има 60 населби со помала или поголема загаденост на атмосферата.

Меѓутоа, иако во резолуциите и заклучоците на општествено-политичките заедници на сите нивоа, перманентно се истакнува потребата за заштита на човековата околина, конкретните општествени акции сепак, заостануваат зад вистинските потреби на општеството.

## Е К С П Е Р И М Е Н Т А Л Е Н Д Е Л

Аерозагадувањето во населените места се влошува, со развојот на индустријата, а особено со се поголемиот развој на моторниот сообраќај. За учеството на пооделните извори на загадувачи на воздухот, во урбаните средини на високо развиените индустриски земји во литературата (1) е дадено следното: со 60,6% учествуваат издувните гасови на автомобилите, потоа следува индустријата со 16,8%, термоцентралите со 14,1%, топлификацијата со 5,0% и на крајот разградување на отпадоците со 3,5 %.

Скопје е град кој се развива со брзо темпо, така да бројот на жителите рапидно расте. Токму затоа се соочува со проблемот загаденост на воздухот. Секако, најзагадени места се улиците, по кои се движат голем број на моторни возила и раскрсниците кои се регулирани со семафори, каде возилата стојат, работејќи во место т.е. под мал гас.

При тоа горивото не согорува потполно, така да се образуваат несогорени продукти, кои под дејство на фотохемиска реакција (2) преминуваат во оксиоргански соединенија.

Познати се околу 80 различни загадувачи на атмосферата кои потекнуваат од издувните гасови на моторните возила, но само некои од нив се вбројуваат во компоненти чие определување е особено значајни. Затоа и ние почнувајќи од 1975 година (3), перманентно работиме на нивно испитување, односно определување на концентрацијата на азотен оксид, формалдехид, олово и 3,4 бензпирен. Вакви испитувања во Скопје не се вршени, со исклучок на  $SO_2$  и чад во воздухот.

Нашите испитувања се вршени во текот на 1975 година, 1976, како и во 1979 година. Треба да се истакне дека во 1979 година испитувањата се вршени во два термина и тоа во деновите кога сообраќајот не е редуциран и во деновите кога сообраќајот е редуциран (вторник — четврток), во согласност со законските прописи пар—непар, со цел да се заштеди гориво и да се намали загаденоста на воздухот. Пробите на воздух се земани на тротоарор, на висина од 1,5 м од тлото, колку што е просечната висина на луѓето, користејќи стандартна апаратура —

аспиратор. Улиците и крстосниците каде што се вршени анализите, се избрани така да се со различна ширина, висина на околните згради, проветреност, различна фреквенција на сообраќајот, потоа видот на возилата — од аспект на погон со бензин или дизел гориво и други.

При определување на азотен оксид и формалдехид, воздухот се барбутира во раствор, а потоа се определува користејќи спектофотометриски методи (4). Преминувајќи ја интерферометриската метода, реакцијата алкална хидролиза на етил естер на цистеин катализирана со оловни јони, детално ја проучивме и ја разработивме како кинетичка метода за квантитативно определување на субмикро количини на олово преку следење на брзината на реакцијата (5). Како споредбена метода за определување на оловото од воздухот е користена спектрофотометриската метода. Канцерогената супстанција 3,4 бензпирен квантитативно е определена со методата хроматографија на хартија (6). За определување на оловото и канцерогените супстанции, воздухот се аспирира преку мембрански филтер, а потоа филтерот се обработува.

Добиените резултати при определувањето на азотен оксид се дадени во Табела—1, прикажани преку средниот фактор на загаденост,

Табела 1. Загаденост на воздухот со  $\text{NO}_2$  изразено преку фактор (F)

Табела 1.

Место на земање на пробата	Година	Фактор на загаденост
И. Р. Лола — ЈНА	1975	1,11
	1976	1,82
	1979 понеделник	2,11
	вторник	1,73
Партизанска — ЈНА	1975	2,50
	1976	5,60
	1979 понеделник	6,60
	четврток	4,11
М. Тито — И. Р. Лола	1975	1,65
	1976	1,70
	1979 понеделник	3,64
	четврток	2,47
М. Х. Василев — ЈНА	1975	1,18
	1976	1,43
	1979 понеделник	2,50
	четврток	1,83
Судска палата	1975	2,12
	1976	2,31
	1979 петок	4,01
	вторник	2,35
К. Рашич — 11 Октомври	1975	1,40
	1976	2,30
	1979 среда	4,45
	вторник	2,75

$$\text{МДК} = 0,085 \text{ мг. м}^{-3}$$

кој претставува однос помеѓу најдената и максимално дозволената концентрација (МДК), која за азотен оксид изнесува  $0,085 \text{ мг. м}^{-3}$ . Најдените концентрации покажуваат дека загадувањето е поголемо од МДК за 1,11 до 2,50 пати во 1975 година, односно 1,43 до 5,60 пати во 1976 година. Испитувањата во 1979 година кога сите возила се движат, во деновите понеделник, среда и петок, за 6,60 пати ја надминуваат МДК, додека максималниот определен фактор на загаденост за вторник и четврток е 4,11. Јасно се гледа, дека концентрацијата на азотен оксид во воздухот од година во година се зголемува, што е резултат на зголемената фреквенција на моторни возила.

На Табелата 2 се презентирани резултати од определувањето на формалдехид, кој е присутен во воздухот после согорувањето на дизел горивото, кое го користат тешките возила. Максималниот фактор на загаденост во 1975 година е 5,71, а во 1976 година е 6,12 и тоа на

Табела 2. Загаденост на воздухот со формалдехид изразено со фактор (F)

Табела 2.

Место на земање на пробата	Година	Фактор на загаденост
И. Р. Лола — ЈНА	1975	3,28
	1976	3,40
	1979 понеделник	5,51
	вторник	4,11
Партизанска — ЈНА	1975	3,14
	1976	3,38
	1979 среда	6,91
	четврток	4,00
М. Тито — И. Р. Лола	1975	2,09
	1976	2,57
	1979 среда	4,34
	четврток	3,60
М. Х. Василев — ЈНА	1975	2,19
	1976	2,83
	1979 среда	4,91
	четврток	3,71
Судска палата	1975	2,50
	1976	3,10
	1979 понеделник	5,27
	вторник	4,10
К. Рацин — 11 Октомври	1975	5,71
	1976	6,12
	1979 среда	7,20
	четврток	4,55

МДК =  $0,035 \text{ мг. м}^{-3}$

крстосницата К. Рацин — 11 Октомври, каде фреквенцијата на моторни возила со дизел гориво е најголема. Резултатите од испитувањата за 1979 година, во деновите кога сите возила можат да се движат, за 7,20 пати ја надминува МДК, а во вторник и четврток максималниот фактор на загаденост изнесува 4,55.

Оловото што се јавува во издувните гасови на моторните возила, е резултат на согорување на бензинот, на кој му се додава тетраетил олово, со цел да се зголеми октанскиот број. На Табела 3 се дадени резултатите од определувањето на олово на повеќе крстосници и улици

Табела 3. Загаденост на воздухот со Pb изразено преку фактор (F)

Табела 3.

Место на земање на пробата	Година	Време на земање		
		6,00—7,30	14,00—15,30	18,00—19,30 <sup>-1</sup>
И. Р. Лола — ЈНА	1975	2,29	5,03	4,66
	1976	2,61	6,24	5,76
	1979 понеделник	6,42	8,41	6,60
	четврток	3,50	5,00	3,20
Партизанска — ЈНА	1975	2,23	5,53	3,18
	1976	2,93	7,27	4,81
	1979 понеделник	8,63	9,31	8,00
	вторник	6,10	7,21	5,32
М. Тито — И. Р. Лола	1975	3,07	7,43	4,93
	1976	3,30	8,12	5,17
	1979 среда	8,32	10,84	7,50
	четврток	5,81	6,93	4,92
К. Рацин — 11 Октомври	1975	2,48	6,17	3,92
	1976	3,11	12,13	6,18
	1979 петок	8,20	19,11	10,18
	вторник	7,23	9,10	5,92
М. Х. Василев—ЈНА	1975	1,98	6,78	3,61
	1976	3,54	13,94	4,60
	1979 петок	10,12	15,22	8,37
	четврток	7,41	10,20	8,91
	1975	2,68	8,15	4,57
	1976	4,01	14,32	6,02
	1979 понеделник	7,38	18,17	9,14
	вторник	5,91	7,73	8,42

МДК = 0,70 микрограма. м<sup>-3</sup>

во Скопје. Се забележува дека насекаде факторот на загадување ја надминува МДК во сите периоди на денот. Распонот на вредностите

на факторот на загаденост во 1975 година е од 1,98 до 8,15, а во 1976 година е од 2,61 до 14,32. Во 1979 година максималниот фактор на загаденост е определен во петок кај крстосницата К. Рацин — 11 Октомври, во терминот од 14,00 — 15,30 часот и изнесува 19,11, додека во деновите кога половина од возилата несмеат да се движат, максималниот фактор изнесува 10,20. На оваа табела се забележува дека концентрацијата на оловото од 6,00 — 7,30 часот постепено расте, за да во периодот од 14,00 — 15,30 часот го достигне својот максимум. Потоа концентрацијата постепено опаѓа, што е покажано со резултатите добиени за периодот од 18,00 — 19,30 часот.

Применувајќи ја методата хроматографија на хартија, успеавме да ги одделиме и квалитативно да ги докажеме следните канцерогени супстанции во издувните гасови на моторните возила : антрацен, 3,4 бензпирен и 1, 2, 5, 6 дибензантрацен, (3).

Резултатите од определувањето на факторот на загаденост на воздухот со 3,4 бензпирен се прикажани на Табелата 4, од каде се забележува дека определените концентрации кај крстосницата К. Рацин 11 Октомври за 3,11 пати ја надминуваат МДК

Табела 4. Загаденост на воздухот со канцерогени супстанции (3, 4 бензпирен) изразени преку фактор (F)

Табела 4.

Место на земање на пробата	Фактор на загаденост
Партизанска — ЈНА	2,88
И. Р. Лола — ЈНА	1,66
М. Тито — И. Р. Лола	1,92
М. Х. Василев — ЈНА	1,33
К. Рацин — 11 Октомври	3,11

МДК = 0,15 микрограми. м<sup>-3</sup>

Од сите добиени резултати, се констатира дека испитуваните аерозагадувачи кои потекнуваат од издувните гасови на моторните возила, на сите испитувани крстосници и улици ги надминуваат дозволените концентрации повеќе пати. Различните резултати на испитуваните места, се објаснуваат пред се, со особините на сообраќајниците, т.е. ширина на крстосницата или улицата, висина на околните згради, видот на моторните возила, како и густината на сообраќајот која од година во година е поголема. За илустрација да наведеме дека во 1976 година на крстосницата ЈНА—И.Р.Лола од 6,00 — 7,30 часот поминале 2742 возила, додека на 21. 05. 1979 година низ истата крстосница, во терминот од 14,00 — 15,30 часот минале 4800 возила. При нашите испитувања забележавме дека при ветровито, дождливо и снежно време,

како и непосредно после тоа, концентарцијата на аерозагадувачите е скоро минимална, бидејќи водените капки и снегот делуваат како апсорбенци.

Во литературата (7) е констатирано дека некои супстанции од издувните гасови (јаглен моноксид, азотни оксиди, јагленоводороди, фотооксиданси и др.), кои се полесни или имаат приближно еднаква специфична тежина со атмосферскиот воздух, чија концентрација е измерена кај згради близу до прометни комуникации, покажува дека нема битна разлика на определените концентрации на тротоар и оние на 8-ми односно 12-ти кат, додека за јаглен моноксид и фотооксидансите, концентрациите на 12-ти кат се дури и поголеми одколку на тротоарот.

Ние вршевме вакви испитувања само за оловото (5) и определените концентрации покажуваат дека со зголемување на растојанието од коловозот и со зголемување на висината, количеството на оловото се намалува, така на 12-ти кат, тоа е минимално.

Треба да се истакне дека и заштитна зона од комбинирани насад (дрва и жбуње) го намалуваат загадувањето од издувните гасови за околу 30—40 % во лето, односно 5—7% во зима, ако почетната концентрација се зема како 100%.

Сите испитувани аерозагадувачи во голема мерка се штетни за здравјето на човекот. Акутните тровања, иако се ретки, најчесто се во врска со ненадејното зголемување на загаденоста на воздухот, кое се јавува при одредени метеоролошки состојби.

Хроничните манифестации, како последица на аерозагадувањето, се јавуваат после подолга експозиција на штетни материи. Најчесто настануваат промени во респираторниот систем а најновите експериментирања, укажуваат на многу подлабоки промени во целиот организам — анемија од различни степени, пореметување на метаболизмот, намалување на имунитетот, пореметување на ензимскиот систем, заостанување во растење и окостување, хроничен бронхитис, хроничен коњуктивитис и друго.

Конкретно, азотниот диоксид со хемоглобинот дава мета хемоглобин, кој ја намалува концентрацијата на хемоглобинот во крвта, со што организмот прима помалку кислород и целиот метаболизам е успорен. Штетното дејство на алдехидите се состои во тоа што тие ги дразнат органите за дишење што доведува до разни заболувања на овие органи. Исто така алдехидите предизвикуваат заболување на очите и кожата, како и инхибиторско лачење на секретите. Штетното дејство на оловото се огледа во тоа што се натрупува во коските во форма на терциерен оловен фосфат, кој е нерастворлив. Но во некои случаи, се преведува во секундарен оловен фосфат, кој е растоворлив и поминува во крвта, при што го труе целиот организам, а особено штетно делува на нервниот систем. Иако и денес не се зане правата причина за ракот, епидемиолошките испитувања ја откриваат неговата тесна поврзаност со аерозагадувањето, а особено со присуството на 3,4 бензпирен (8,9,10).

Да резимираме, концентрацијата на испитуваните штетни супстанции во атмосферата, кои се резултат на издувните гасови на автомобилите, од година во година е се поголема, а перисдите со загаден воздух над МДК се се подолги, но до сега не ја надминале критичната граница.

#### Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Е. М. Василева, О. М. Тамм, Хигиена и санитарија, бр. 1, Медицина, Москва (1970).
2. М. Т. Димитриев, Т. В. Соловева, Н. А. Китроскии, Хигиена и санитарија, бр. 10, Медицина, Москва, (1971)
3. Т. Тодоровски, В. Стевчевска, М. Калпакијан, С. Петровска, Аерозагадување на некои делови во Скопје од издувните гасови на автомобилите, Билтен на ТМФ, Скопје, том Љ, (1975)
4. Г. Курчагова, М. Аргирова, Методи за определување на атмосферски загадувачи, I и II дел, НИХИ, Софија, (1969)
5. С. Петровска Јовановиќ, Магистерска работа, ТМФ, Скопје, (1977)
6. Елена Звинча, Игиена, вол. 12, бр. 4, Селегеац, Романија, (1963)
7. М. Т. Димитриев, Н. А. Китроскии, Хигиена и санитарија, бр. 11, Медицина, Москва, (1968)
8. Л. М. Шабад, Т. А. Смирнов, Хигиена и санитарија, бр. 2, Медицина, Москва, (1969)
9. И. Л. Варшавскии, Б. Н. Доценко, Хигиена и санитарија, бр. 4, Медицина, Москва, (1970)
10. Н. Ф. Измеров, Хигиена и санитарија, бр. 6, Медицина, Москва, (1968)

#### THE FOLLOWING OF REGIONAL EXAMINATIONS OF AIR POLLUTION IN SKOPJE

S. Petrovska-Jovanović, T. Todorovski, M. Kalpakdžijan i D. Velikov

*Faculty of Chemistry, University „Kiril and Metodij“ — Skopje*

#### S U M M A R Y

Following the permanent air pollution in Skopje, starting in the 1975, 1976 and 1979 when is aplead the low for driving of odd and even numbers of cars, concentration of  $\text{NO}_2$ , formaldehyd, Pb, as well as the canceron substance 3,4 benspyren, has been determined. The results indicated that the concentration of the above substance is several time large than their permissible concentrations in the air.