

ИСТОРИЈАТ И ИЗВОРИ ЗАГАЂЕЊА ВАЗДУХАИлић Предраг¹, Марковић Светлана¹, Јањуш Зоран²¹ Институт заштите, екологије и информатике, Бања Лука² Градска управа, Бања Лука**Abstract****ILIĆ, P., Svetlana MARKOVIĆ, Z. JANJUŠ: HISTORY AND SOURCES OF AIR POLLUTION** [Institut zaštite, ekologije i informatike, Vidovdanska 43, Banja Luka]

Air pollution does not represent only "privilege" of the present, but its history goes back to the period before Christ. Ancient Greeks and Romans had problems with air pollution in their cities, when they considered coal smoke to have "harmful influence on human health". First pollution that was present in households was caused by cooking and using firewoods and coal in households. Afterwards, through Industrial Revolution in XVIII century, appeared many other sources of air pollution, related to industrial processes. Nowadays, this whole situation is different and air pollution increases fast in the most parts of the world, mainly because of industrialization, increased use of fossil fuel and more and more population in urban areas.

Key words: air pollution, source of air pollution, environmental protection**Сажетак**

Загађење ваздуха није само "привилегија" садашњости, већ историја аерозагађења сеже у период прије нове ере. Антички Грци и Римљани су имали проблема са загађењем ваздуха у њиховим градовима, када су за угљени дим имали одређење "штетан по људско здравље". Основно загађење у кућама које се јављало се односило на кување и ложење дрва и угља у домаћинствима, а потом, доласком индустријске револуције у XVIII вијеку јавили су се и многи други извори загађења ваздуха из индустријских процеса. Данас је ситуација потпуно другачија и загађење ваздуха је у огромном порасту у већем дијелу свијета, првенствено због индустријализације, повећаног коришћења фосилних горива и повећања популације у градским областима.

Кључне ријечи: аерозагађење, извор загађења ваздуха, заштита животне средине**УВОД**

Индустријски развој без значајнијих мјера заштите животне средине резултирао је дуготрајним присуством загађујућих материја у компонентама животне средине (вода, ваздух и земљиште), као и великом производњом отпада. Загађење животне средине, самим тим и ваздуха је данас попримило огромне размјере, да су чак значајне концентрације загађујућих материја забиљежене на Антарктику. Међу њима има итекако опасних и канцерогених, као што су перзистентне органске загађујуће материје: полихлоровани бифенили и друге материје (Кl á n o v á и сар., 2008), као и DDT, који је нађен у леду поларних капа, тамо гдје никада није употребљаван (Ја б л а н о в и ћ и сар., 2003). Аерозагађењем се модификују природне карактеристике атмосфере и оно није само локални проблем. Велике количине загађујућих материја се преносе на велике удаљености и загађење постаје све више међународни проблем, недаћа планете Земље и свих њених становника. Перзистентне органске загађујуће материје су свеprisутне, откривене у сваком медијуму животне средине (тлу, седиментима, води) у биотичком и абиотичком матриксу, чак и у регионима у којима никада нису били употребљавани (Арктик и Антарктик) (В о ј и н о в и ћ - М и л о р а д о в и сар., 2006). Значајна загађења се биљеже у скоро свим земљама на цијелој земаљској кугли, као што је случај у Португалу, Данској и многим другим подручјима (Oliveira и сар., 2007), али и на подручју Бање Луке (Илић и сар., 2006; Илић и Јањуш, 2008; Илић и сар., 2009; Lammel и сар., 2010a; Lammel и сар., 2010b;

Гашић и сар., 2010). Неадекватна санација отпадних материјала, урбанизација и развој саобраћаја довели су до пораста штетних хемијских једињења у ваздуху.

ИСТОРИЈАТ АЕРОЗАГАЂЕЊА

Загађен ваздух, понекад неподношљив за дисање, штетан је за све живе организме, руши здравље становништва, мијења околину, нагриза зграде и угрожава културе (Грубешаић, 2007). Аерозагађење није само "привилегија" данашњости. Асирски краљ Тукулти је 900. године прије нове ере посјетио град Хит, западно од Вавилона и извијестио о необичном мирису подлоге која је коришћена за путеве. Антички Грци и Римљани су имали проблема са загађењем ваздуха у њиховим градовима, када су за угљени дим имали одређење "штетан по људско здравље" (Karatzas, 2001). Основно загађење у кућама које се јављало се односило на кување и ложење дрва и угља у домаћинствима, а потом, доласком индустријске револуције у XVIII вијеку јавили су се и многи други извори загађења ваздуха из индустријских процеса. Јасно је да се човјек сусрео са загађењем још од тренутка када је први пут открио ватру, а непријатности узроковане загађењем ваздуха је уочио када је почео користити фосилна горива. Повећање загађења се јавило експанзијом индустрије и саобраћаја и ниво загађења је углавном у корелацији са степеном индустријализације одређеног региона и густином саобраћаја (Рожаја и Јаблановић, 1982). Енглеска краљица, Елеанор, је 1157. године напустила родни град Нотингем због неподношљивог мириса који је био посљедица загађења сагоријевањем дрва. Постоје писани трагови да је у Лондону током владавине Едварда III уочен проблем загађења ваздуха, а сам краљ је 1306. године забранио употребу угља у Лондону. Њему нису били потребни материјални докази у смислу мјерних вриједности, што је данас потребно донијети као доказ да се дјелује против загађивача, иако је загађивање очигледно. Веома једноставно је била ријешена казнена политика и прекршиоцима је била одузета свака могућност њеног поновног кршења јер је био погубљен због првог прекршаја (Матас и сар., 1989). И други енглески владари су у току наредних вијекова покушавали да забране или бар умање употребу угља у Лондону увођењем посебних такси (Ричард II), контролом транспорта (Хенри V). И сама алергична на дим угља, Елизабета I (1533-1603) је декретом забранила коришћење угља за ложење за вријеме засједања Парламента (Јаблановић, 1995).

У XX вијеку загађење ваздуха је било препознато као значајан социјални проблем. У периоду између 1930. и 1950. године наведене су бројне епизоде загађења, као нпр. тровање са H_2S у Белгији (*Meuse Valley*) 1930. године, затим у Пенсилванији, САД (*Donora*) 1984. године, у Мексику (*Poza Rica*) 1950. године и у Лондону од 1950. до 1952. године, као једна од најупечатљивијих епизода загађења, често спомињана у литератури, позната као "лондонски смог". Само у периоду 5-9. децембра 1952. од загађења ваздуха умрло је, према процјенама, 2484 становника, док је смртност у току предстојеће три недеље износила 753 до 945 особа (Жарковић, 1962). Загађење је настало из индустрије и емисијом из аутомобила, чији се број значајно повећао. Током 1940. године нова форма загађења ваздуха је забиљежена у Лос Анђелесу, позната као смог, који није био резултат мијешања дима са маглом. Фотохемијски смог, који је постао познат, настао је од аутомобила, термоелектрана, рафинерија и осталих извора емисија повезаних са сунчевим свјетлом и формирањем озона, формалдехида и киселина (Russell, 1991; Martilli, 2001). У долини Мезе, у индустријском крају, од 1-5. децембра 1930. године због температурне инверзије је дошло до јаке кумулације магле која је мирисала на сумпордиоксид. Код већег броја људи су се јавиле сметње на апарату за дисање са симптомима кардиоваскуларне инсуфицијенције. Краткотрајни симптоми су били упала тракта за дисање, ретростернални болови, кашљање, диспнеје,

астматични напади и цијаноза. У току посљедња два дана трајања ове магле умрле су 63 особе, углавном лица која су иначе боловала. Магла у Донори 1948. године трајала је 4 и по дана и дала је сличне симптоме као она на долини Мезе, а у разном степену је погодила 40% становништва и коштала живота 20 особа. Као и у долини Мезе и у овом случају умрле особе су од раније боловале од болести на кардиореспираторном систему (Жарковић, 1962).

Прва истраживања загађења ваздуха, у циљу доношења законске регулативе су била усмјерена на испитивање токсичности загађујућих материја на људско здравље и целокупан живи свијет. Истраживања су довела до формирања разних центара у којима су се настављала истраживања из ове области, гдје су настављена испитивања токсичности загађујућих материја из атмосфере, као и максималне концентрације којима може становништво бити изложено (Ching и сар., 2001). Друга важна информација за законску регулативу јесу концентрације актуелних загађујућих материја. Нови инструменти који су развијени и многе мреже мониторинга ваздуха у различитим градовима широм свијета су постављене. Трећа значајна информација за законодавца је била контрола нивоа загађења ваздуха и редукација загађења, за шта се временом развио низ, прво метеоролошких, а затим модела за квалитет ваздуха (Martilli, 2001).

ИЗВОРИ ЗАГАЂЕЊЕ ВАЗДУХА

Аерозагађење или загађење ваздуха подразумијева присуство гасова и других садржаја у ваздуху који му нису својствени по природном саставу (Кристофоровић-Илић и сар., 2002). Загађивање ваздуха представља директно или индиректно уношење супстанци у ваздух од стране човјека што резултује таквим штетним утицајима који угрожавају људско здравље, наносе штету животним ресурсима и екосистемима, материјалној својини и који оштећују или утичу на разоноду и остале врсте законског коришћења животне средине (*Закон о заштити ваздуха "Службени гласник Републике Српске", бр. 52/02*) и може имати штетне посљедице на квалитет животне средине и здравље људи (Богдановић и Гржетић, 2005). Оно заправо представља преношење штетних природних и синтетичких материја у атмосферу као директна или индиректна посљедица човјечије дјелатности (Стевановић и сар., 2003). Велики број једињења, гасова те течних и чврстих честица могу да се појаве у ваздуху као загађујуће материје: прашина или аероседимент, лебдеће честице, чађ, једињења сумпора, угљенмоноксид, једињења азота, волатилна органска једињења, фотохемијски оксиданти и сл. и могу знатно да мијењају уобичајени састав ваздуха. Атмосфера, поред претходно наведених загађујућих материја које се уобичајено појављују у урбаним срединама, може да садржи и специфичне загађујуће материје које емитује индустрија нпр. олово, сумпорводоник, хлор, флуориди, азбест, полихлоровани бифенили, диоксини и сл. Једноставно речено, ваздух је загађен када се у њему нађу материје које су стране његовом природном саставу или ако се удио неког од природних састојака повећао (Секулић и сар., 2003). Аерозагађење се дефинише и као загађеност ваздуха "које може, али не мора да се осјети чулима вида и мириса, а манифестује се преко нарушеног људског здравља, оштећења биоценоза и екосистема, кородираних изграђених објеката и њихових дијелова, умањене видљивости, непријатних мириса и друго" (Ђукановић, 2001). Аерозагађење подразумијева сваку промјену у саставу и стању ваздуха, која прелази границу прилагодљивости људског организма и доводи до његовог оболијевања.

Извор загађивања ваздуха представља објекат или процес који под унутрашњим или спољашњим утицајем одаје (емитује) нечистоће у атмосферу. Том приликом се у атмосферу испуштају огромне количине различитих загађујућих материја (гасова, пара

и честица), што сем загађења ваздуха, може путем киселих падавина изазвати несагледиве последице по водене екосистеме, шумске комплексе, земљиште и вегетацију. Загађење доводи до појаве киселих падавина, загађења плићих водоносних слојева и оштећења биљног свијета, чиме се директно угрожава процес самопречишћења ваздуха.

Извори загађења ваздуха су различити. То су прије свега процеси сагоријевања угља и нафте у електранама, топланама и индивидуалним кућним ложиштима, индустријска постројења (нафтна, хемијска, металуршка, прехранбена), издвни гасови саобраћајних возила и тешких машина, процеси на депонијама отпада и др. Значајне количине загађења могу да се ослободе из расхладних уређаја, спрејова и са хемијски третираних пољопривредних површина. Велики извори загађења су свакако процеси сагоријевања. Током ових процеса стварају се угљендиоксид, угљенмоноксид, продукти термичког разлагања и непотпуног сагоријевања угљоводоника (парафини, олефини, алдехиди, кетони, полициклични ароматични угљоводоници, чађ), оксиди азота и сумпора и честице (чврсте или течне) (Г р у б е ш и ћ, 2007).

Аерозагађење у урбаним срединама се дефинише као појава загађујућих материја у ваздуху, чији су извори у самом граду, или се налазе у ближој околини. Извори загађења из околине се најчешће налазе на правцу доминантних вјетрова. Та загађења зависе од топографских, демографских, метеоролошких карактеристика, степена индустријализације и врсте индустријске дјелатности. Осим тога, зависи од физичко-географских услова, величине урбаног подручја, близине, врсте и површине вегетацијског покривача и површинских вода.

Загађен ваздух је онај који у себи садржи нове састојке до тада непознате у уобичајеном саставу ваздуха, или садржи енормно повећање компонената уобичајеног састава ваздуха. Загађени ваздух садржи гасове, паре, димове, прашине и друге материје из различитих извора, у количинама које могу да штетно утичу на здравље људи, животну средину и материјална добра. Загађења могу да настану под утицајем физичких и биолошких промјена и могу да мијењају хемијске и физичке структуре животне средине и тако утичу на екосистем, а једна промјена у екосистему доводи ланчано до других промјена. Загађивач је извор који доводи до загађења, а то су најчешће термоенергетски објекти, индустријска постројења, саобраћај и други извори који потичу из људске активности (пољопривредна дјелатност, занатске дјелатности, грађевинарство, рударство и сл.). Загађивачем се могу сматрати и природне појаве (нпр. вјетрови) које зависе од климатских фактора и могу да својом активношћу створе у ваздуху услове загађења (К о ј о в и ћ и с а р., 2006).

Загађујуће материје или супстанције, или штетне материје представљају гасовите материје, суспендоване чврсте честице у релативно сувом или влажном ваздуху (аероседимент, чађ, прашина), разне отровне и опасне материје у земљишту и води. У Табели 1 дат је молекуларни састав и карактеристике главних загађујућих материја у ваздуху.

Табела 1. Молекуларни састав и карактеристике главних загађујућих материја у ваздуху (С т е в а н о в и ћ и с а р., 2003) (модификовано)

Загађујућа материја	Састав	Карактеристике
Сумпордиоксид	SO ₂	Без боје, тежак, у води растворљив гас, оштрог мириса, иританс
Честице	промјенљив	Чврсте честице или течне капљице укључујући испарења, дим, прашину и аеросоле
Азотдиоксид	NO ₂	Црнкастосмеђ гас, растворљив у води
Угљоводоници (и друга испарљива једињења)	промјенљив	Многобројна једињења водоника и угљеника
Угљенмоноксид	CO	Без боје, мириса и укуса, хемијски загушљиви гас, слабо растворљив у води

Озон	O ₃	Блиједоплави гас, растворљив у води, нестабилан, опорог мириса
Сумпорводоник	H ₂ S	Безбојан гас, врло непријатног мириса на покварена јаја, слабо растворљив у води
Флуориди (нпр. флуорводоник HF)	промјенљив	Оштри, безбојни, растворљиви у води гасови (флуороводоник)
Азотмоноксид	NO	Безбојан гас, слабо растворљив у води
Олово	Pb	Метал, јавља се у разним једињењима са различитим карактеристикама
Жива	Hg	Метал, јавља се у разним једињењима са различитим карактеристикама

Загађујуће материје могу да буду у сва три агрегатна стања и означавају материју чије испуштање у животну средину утиче или може утицати на њен природни састав, особине и интегритет. Уобичајени су и изрази узети из стране литературе, на примјер "штетни агенс, полутант, контаминант", који се користе за означавање свих загађујућих фактора животне средине: хемијске, физичке и биолошке природе. У српском језику је уобичајено да се за загађујуће материје често употребљава израз "полутант", који је постао одомаћен и у свакодневном говору. У раду ће се користити израз загађујућа материја, као домаћи израз, а уједно и израз који се користи у домаћој регулативи из области загађења ваздуха.

Систематизација извора загађивања ваздуха се може извршити на основу различитих критеријума. Према врсти извора загађивања ваздуха подразумијева се подјела на природно и вјештачко (Табела 2).

Природно се карактерише ограниченим трајањем и израженом локалношћу, нпр аерозагађење изазвано вулканима и пожарима и антропогено, које је глобално и трајно и представља највећи извор загађења ваздуха а резултат је људске дјелатности, односно активности.

Загађење ваздуха се може посматрати као локално, регионално и глобално. Локално подразумијева градове и крупније индустријске регионе, регионални простор од неколико километара, па и читави континент и глобално, које је карактеристично за цијелу атмосферу. Глобално загађење је посљедица локалног и условљено је ваздушним струјама којима се загађен ваздух из једних области преноси у друге, удаљене регионе. Тада се говори о прекограничном загађењу.

Табела 2. Природни и антропогени загађивачи атмосфере (Г р у б е ш и ћ, 2007)

Гас	Извор	
	Главни антропогени	Природни
Сумпордиоксид (SO ₂)	Сагоријевање угља и нафте, топионице обојених метала и црна металургија	Вулкани
Водониксулфид (H ₂ S)	Хемијски процеси	Вулкани, биолошка активност у мочварама
Угљенмоноксид (CO)	Сагоријевање, мотори са унутрашњим сагоријевањем	Шумски пожари, реакције терпена
Азотни оксиди (NO _x)	Сагоријевање	Бактеријска активност у земљишту, електрично пражњење
Амонијак (NH ₃)	Обрада отпада	Биолошко разлагање
Азотсубоксид (N ₂ O)	Индиректно, коришћењем азотних ђубрива	Биолошка активност у земљишту
Угљоводоници (CH ₄)	Сагоријевање, мотори са унутрашњим сагоријевањем, хемијски процеси	Биолошки процеси
Угљендиоксид (CO ₂)	Сагоријевање	Биолошко разлагање, из океана

На подручју Европе највећи проблем данас представљају повећане концентрације приземног озона због његовог штетног дејства на здравље и екосистеме, а затим проблем киселих киша, највише због штетног утицаја на шуме.

АНТРОПОГЕНИ ИЗВОРИ ЗАГАЂЕЊА

Активношћу човјека у атмосферу се испуштају милиони тона различитих загађујућих материја-чврстих честица, димова, гасова и пара органског и неорганског поријекла међу којима су материје са различитим физичким и хемијским дјеловањем, отровне материје, радиоактивне материје, биолошки материјал, што мијења састав атмосфере и битно утиче на живи свијет на Земљи (К о ј о в и ћ и с а р., 2006). Својом дјелатношћу човјек је измијенио првобитни састав атмосфере. Загађујуће материје из многих извора загађења, неизбјежних пратилаца урбаног живота, у облику гаса, дима, прашине, пепела, чврстог отпада и отпадних вода убацују се у ваздух, што доводи до његове промјене. Загађење ваздуха је сложен проблем, јер загађујућа материја се може јавити у облику бројних гасовитих, течних (аеросол) или чврстих хемијских материја. У оквиру цјелокупног загађења гасови представљају приближно 90% тежинских загађујућих материја (С т е в а н о в и ћ и с а р., 2003).

Загађење ваздуха је у огромном порасту у већем дијелу свијета, првенствено због индустријализације, повећаног коришћења фосилних горива и повећања популације у градским областима. Емисије, које су остварене у атмосферу и које су узроковане људским активностима су врло комплексан проблем (Р е г у и с а р., 1983). Аерозагађење је од почетка индустријске ере изазвало значајне проблеме у високоразвијеним земљама, гдје аутомобили имају све већи удио загађења у другој половини XX вијека (С т е в а н о в и ћ и с а р., 2003), као и XXI вијеку.

Ваздух се сматра загађеним уколико садржи одређене супстанце у концентрацијама које изазивају штетне посљедице код живих организама, прије свега код човјека, а све већи развој савремених привредних дјелатности доводи до појаве све веће количине и већег броја нових штетности које се испуштају у ваздух и угрожавају човјечанство. Развијене земље помјерају и премјештају такве технологије у земље у развоју, па постоји још већи проблем глобалног загађења због немогућности спречавања емисије, јер сиромаштво тих земаља онемогућава провођење одговарајућих мјера заштите животне средине (К о ј о в и ћ и с а р., 2006).

Између појединих загађујућих материја и појединих утицаја на животну средину постоје јасне везе (Табела 3).

Табела 3. Веза између загађујућих материја и појединих утицаја на животну средину

Утицај	PM	HMs	POPs	SO ₂	NH ₃	NO ₂	NM VOC	CO	CH ₄	CO ₂	N ₂ O
Локални (здравље)											
Регионални											
Киселе кише											
Еутрофизација											
Приземни озон											
Глобални											
Ефекат стаклене баште (индиректни)											
Ефекат стаклене баште (директни)											

Легенда: PM-честице (дим и чађ), HMs-тешки метали, POPs-перзистентне органске загађујуће материје, SO₂-сумпордиоксид, NH₃-амонијак, NO₂-азотдиоксид, NM VOC-неметанска испарљива органска једињења, CO-угљенмоноксид, CH₄-метан, CO₂-угљендиоксид, N₂O-азотсубоксид

Са антропогеним загађивањем природа се први пут сусрела у тренутку када је човјек свјесно запалио ватру и почео подизати насеља. Ефекти тог загађивања били су занемарљиви. Значајније загађивање ваздуха отпочело је употребом фосилних горива, најприје у XIII а потом у XVII вијеку, да би крајем IXX, а нарочито у XX вијеку дошло

до наглог скока степена загађења ваздуха упоредо са почецима и интензивирањем коришћења нафте и њених деривата, повећањем обима саобраћаја, а потом и развоја индустрије.

Вјештачки извори загађења ваздуха подразумевају загађивање изазвано од стране човјека директно или индиректно процесима које обавља или којима управља. Они обухватају много ширу област и могу се подијелити на пет група:

Загађивање ваздуха термо и нуклеарним енерганима. Ова група подразумева све изворе загађивања у процесима трансформисања енергије горива у неки други облик енергије, првенствено трансформисане у топлотну и електричну енергију. У ову групу спадају: електране, топлане и комбинована постројења.

Загађивање ваздуха у индустрији и пољопривреди, обухватају различите технолошке операције и процесе као што су у металургији, хемијској и другим индустријама и разне пољопривредне операције као што су копање, запрашивање и слично, којима се загађује животна средина.

Загађивање ваздуха свим врстама транспортних средстава. Ту се обухватају сва загађивања приликом сагоријевања бензина, дизел горива, бугана, водоника и других погонских материја. Саобраћај је, уз енергетику и индустрију, значајан извор емисија загађујућих материја у животну средину, чак је његов удио у укупним емисијама азотних оксида значајно већи од емисије из осталих сектора. У оквиру саобраћајног сектора друмски саобраћај је најзначајнији извор готово свих загађујућих материја (Табела 4).

Табела 4. Релативни односи главних узрочника загађења ваздуха (Г р у б е ш и ћ, 2007)

Главни узроци атмосферског загађења	Релативни однос
Гасови и друга испарења из превозних средстава	51%
Загађења из индивидуалних ложишта	16%
Шумски пожари	15%
Индустријски дим	14%
Дим од спаљивања кућног отпада	4%

Загађивање ваздуха сагоријевањем отпадних материја. Обухватају све процесе у којима се због нагомилавања разних непотребних материја и заузимања простора врши њихово спаљивање, било у посебним пећима, било на отвореном простору.

Загађивање ваздуха у свим осталим дјелатностима. Пошто је заиста тешко извршити класификацију вјештачких извора загађивања, она је овдје извршена према удјелу у општем загађивању ваздуха, па ова задња група обухвата све процесе који нису обухваћени претходним, као што су нпр. процеси хемијског чишћења, штампања, фарбања, рушења зграда, коришћење спрејева, запрашивања у циљу уништења инсеката и свих осталих који доводе до загађивања ваздуха.

Према начину настанка загађујуће материје се дијеле на примарне и секундарне (С е к у л и ћ и с а р., 2003).

Примарне загађујуће материје потичу из познатих извора (димњака и др.), не распадају се лако и емитују се директно у атмосферу. Као примарне загађујуће материје ваздуха најчешће су једињења угљеника, сумпора, азота и халогена, затим чврсте и кондензоване честице и радиоактивне материје. Једињења сумпора, азота, угљеника, најчешће се јављају у виду оксида. Примарне загађујуће материје ваздуха могу се налазити у облику честица, течних или чврстих, малих димензија. Ваздух могу да загађују различите партикуле: дим, прашина, аеросол, чађ и измаглица.

Састав секундарних загађујућих материја ваздуха је мање познат. Оне настају физичкохемијским реакцијама. тј. сједињавањем и међусобним мијешањем природних загађујућих материја или у интеракцији са природним састојцима ваздуха (фотохемијски смог). Најзначајније секундарне загађујуће материје у ваздуху су једињења сумпора, азота, угљеника и озон.

Према распореду извора загађивања ваздуха постоје:

Појединачни или тзв. тачкасти извори који подразумевају изоловане или међусобно довољно удаљене изворе, тако да им простор који загађују није исти. Под овом врстом извора подразумевају се обично термоелектране, рафинерије или топионице поред којих у околини нема других постројења па су оне једини извор загађења у тој области. Линијски распоређени извори подразумевају путеве тј. њихову ближу околину, којима се крећу транспортна средства односно извори загађивања.

Површински распоређени извори подразумевају велики број мањих извора ваздушног загађења, који загађују исту запремину ваздушног простора. Примјер су градови, индустријски центри у којима изворе чине нпр. котловнице за гријање, мање фабрике и сл.

Извори загађења одају нечистоће у облику честица, гасова и честица и гасова, те се на основу тог критеријума може извршити подјела извора у зависности од нечистоће коју извор одаје.

Према времену трајања загађивања, подјела је извршена на:

Изворе трајног загађивања (високе пећи, термоелектране и друго),

Изворе повременог загађивања.

Постоји и подјела вјештачких извора загађења на стационарне, покретне и изворе загађења у затвореним просторима.

Стационарни извори су карактеристични за подручја везана за пољопривредне активности, рударство и каменоломе, индустрију и индустријска подручја, као и урбане средине (загријавање, спаљивање отпада, индивидуална ложишта и др.). Покретни извори обухватају све врсте возила са унутрашњим сагоријевањем, док извори загађења у затвореним просторима обухватају дим из цигарете, биолошка загађења (полен, гриње, инсекте и алергене поријеклом од домаћих животиња), емисија од сагоријевања и загријевања, емисија од различитих материјала и материја као што су исп арљива органска једињења, олово, радон, азбест и сл.

Врло значајни извори загађујућих материја су индустријска и кућна ложишта на фосилна горива (угаљ, нафта и земни гас) са циљем добијања енергије. Загађујуће материје које се емитују из тих извора су сумпордиоксид, органска и неорганска прашина, чађ, азотни оксиди и сл. Индустријска и кућна ложишта са циљем загријавања просторија имају сезонски карактер. У нашим крајевима је то од октобра до маја мјесеца.

Мобилни извори загађујућих материја су моторна возила, чији број стално расте, те су све већи загађивачи ваздуха у насељима а и ван њих током цијеле године. Сагоријевањем бензина и других нафтних деривата у моторним возилима у ваздух доспијевају бројни и опасни састојци (чађ, сумпорни оксиди, азотни оксиди, угљенмоноксид, олово и сл.).

ПРИРОДНИ ИЗВОРИ ЗАГАЂЕЊА

Природни извори загађења ваздуха су одувијек присутни у биосфери: разношење земље и пијеска, дим шумских и степских пожара, вулкани, минерални и термални извори, космичка прашина, површине океана и друге елементарне катастрофе (Стевановић и сар., 2003) и за сада их није могуће контролисати. У ту групу спадају минерали, биљни, животињски и микробијални полутанти (Рожаја и Јаблановић, 1982). Хемијске и физичке особине и штетност појединих материја које се ослобађају из природних извора су различите. У појединим земљама, са великим извориштима нафте, постоје дугогодишњи пожари, који непрестано трају и представљају један од сталних природних загађивача атмосфере, док загађење ваздуха вулканском активношћу може бити повременог, а понекад и сталног карактера, јер

вулкани у стању мировања у атмосферу ослобађају H_2S , CO и метан (Јаблановић, 1995).

У природне изворе загађивања убрајају се: прашина ношена вјетром, аероалергени (полен и остали), честице морске соли, дим, летећи пепео и гасови од шумских пожара, гасови из мочвара, микроорганизми (бактерије и вируси), магла, вулкански гасови (метан, угљоводоници, оксиди азота и др.) и пепео, природна радиоактивност, метеорска прашина, природна испарења и озон настао приликом варницења. У тропским шумама може доћи до распадања органске материје, што изазива појаву различитих гасовитих једињења, као нпр. метан, кетоне, алдехиде и многе друге сложене угљоводонике, који се емитују у атмосферу и учествују у стварању озона (Стевановић и сар., 2003). Шуме четинара ослобађају терпене, изнад мочвара се шире испарења H_2S и NH_3 , сулфати и нитрати. Дрвенасте врсте биљака излучују у атмосферу на стотине врста угљоводоника и њихових деривата (Јаблановић, 1995). Извор загађења је и сам човјек са својим метаболизмом, што нарочито долази до изражаја у великим градовима и густим популацијама. Човјек у просјеку дневно ослобађа 10 m^3 ваздуха засићеног парама воде које садржи 4% угљендиоксида, 600 g зноја итд. (Рожаја и Јаблановић, 1982). Како на природно загађење човјек нема утицаја, потребно је обратити посебну пажњу на антропогено загађивање ваздуха, односно атмосфере, јер високе концентрације загађујућих материја, најчешће у градовима, стварају људи и није их лако елиминисати из животне средине, као што је то био случај у преиндустријском периоду.

Као типичан примјер природног извора загађења, на које човјек нема утицаја јесу ерупције вулкана. При ерупцији вулкана Ел Чикона (*El Chichon*) (Мексико) 29 марта 1982. године у атмосферу је доспјело око $0,5 \text{ km}^2$ пепела, камена и вулканске прашине. Директно је у атмосферу доспјело 40 000 тона HCl , што је узроковало повећање концентрације за 40%. Истовремено је у атмосферу доспјело 20 милиона тона сумпордиоксида, што је приближно 10% годишње емисије емитоване спаљивањем угља и нафте. Чак и без већих ерупција вулкани емитују знатне количине гасовитих загађења. Тако је вулкан Килауа (*Kilauea*) (Хаваји) у периоду од 1956. до 1983. године емитовао у тропосферу 7,6 милиона тона сумпора (претежно као H_2S и SO_2), 500000 тона хлоридне киселине и 2,2 милиона тона флуороводоника. Сем тога, дневно емитује 800 kg пара живе и низ угљоводоника: метан, алдехиде, кетоне, толуол и друге материје. Уз сталне мање емисије угљендиоксида вулкани га могу изненада емитовати и у већим количинама, као што је то био случај у августу 1986. године у Камеруну, када је због земљотреса из језера Ниос ослобођена количина угљендиоксида усмртила више од 1700 људи (Матас и сар., 1989).

Појавом нових извора загађења животне средине и све веће урбанизације са развојем људског друштва, присутнији је и проблем загађења ваздуха алергеним поленом. Иако је велики значај у постојању разноврсности и богатству флоре, одређен број биљних врста су алергене биљке које изазивају штетне ефекте по људско здравље. Овакве биљне врсте продукују веће количине полена, цвјетног праха у ваздуху, што је у уској вези са периодом у години када цвјетају (Тепић и Илић, 2006). Полен појединих биљних врста достиже високе концентрације у ваздуху, преноси се вјетром и с обзиром да на значајан дио људске популације има негативан утицај окарактерисан је као загађивач ваздуха. Велика продукција поленових зрна и преношење полена вјетром који су особине анемофилних биљних врста омогућавају да се полен преноси на удаљеност од 10–100 km. На тај начин осјетљиве особе инхалирају ону дневну дозу алергена која код њих може да изазове алергијску реакцију. Аерополен се може сматрати природним загађивачем животне средине, а карактеристике полинације као што су периоди полинације и дневне концентрације полена могу бити коришћени као параметри дефинисања загађивања ваздуха (Радишић и сар., 2006). Мјерењем

концентрације алергена омогућава се свакодневна информација сензибилним особама за превенцију, као помоћ у ефикасном лијечењу пацијената у здравственим институцијама, побољшању рада комуналних служби које треба да раде на сузбијању корова и полинације алергених биљака и слично (Милењковић, 2007).

Како закони о заштити животне средине и заштити ваздуха Републике Српске не предвиђају постојање природних процеса загађивања, било би неопходно исте укључити у закон и развити аеропалинолошку мрежу у оквиру система за редовно праћење аерозагађења. Метеоролошки параметри, као што су падавине, температура и влажност ваздуха су важни због прогнозе концентрације и врсте полена у ваздуху. Коначан циљ спровођења оваквих мјерења и истраживања би био да се обезбиједи правремена информација за јавност како би се омогућила ефикаснија превенција алергијских болести код људи (Радишић и сар., 2006). Сва истраживања треба спроводити у складу са стандардима Међународног удружења за аеробиологију (IAA). Превентивна мјера за смањење полена у градовима је избјегавање врста са алергеним својствима у парковима и зеленим површинама, а садња оних које немају или имају мало алергено својство. За прављење аеропалинолошких извештаја и прогноза, врши се идентификација полена 24 биљне врсте (лијеска, јова, тиса и чемпреси, бријест, топола, јавор, врба, јасен, бреза, граб, платани, орах, храст, бор, конопља, траве, липа, боквица, киселице, коприве, штирови, пелин, амброзија и дуд). Временски период током којег се врши континуирано узимање узорака дефинисан је од стране Међународног удружења за аеробиологију (IAA) и код нас почиње око 1. фебруара (вријеме почетка цвјетања лијеске и јове) и траје до првих дана новембра (завршетак цвјетања пелина и амброзије).

Узимање узорака врши се специјалним уређајем – колектором, помоћу кога се може тачно одредити концентрација полена сваке биљне врсте (број поленових зрна на 1 m³ ваздуха), тачан дан, чак и тачно вријеме датих концентрација. Према IAA стандарду, количина преко 30 поленових зрна у m³ је количина полена која изазива алергијске реакције (Милењковић, 2007).

ЗАКЉУЧАК

Аерозагађење представља не само локални, већ и међународни проблем. Загађење ваздуха није само проблем данашњице, већ је представљало проблем и у периодима прије нове ере. Из тог периода постоје писани трагови да се говорило о непријатним мирисима, који иако су били значајно мањи у односу на данашњост, представљали су велики проблем за становништво и санкције су биле изузетно строге, чак је у одређеним периодима у историји починилац који би изазвао загађење био погубљен.

Данас не постоје драконске казне, постоји законска регулатива, али упркос наведеном, извори загађења ваздуха, првенствено антропогени, као што је индустрија и саобраћајна средства, представљају значајан проблем, који је тешко контролисати и смањити испуштање загађујућих материја на атмосферу и уопште животну средину.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ching, J. K. S., A. Lacser, D. Byun and W. Benjey (2001): Air quality modelling at neighbourhood scales to improve human exposure assessment', Proceedings of the Urban Air Quality conference, Louraki (Greece).
2. Gasić B., M. MacLeod, J. Klánová, M. Scheringer, P. Ilić, G. Lammel, A. Pajović, K. Breivik, I. Holoubek, K. Hungerbühler (2010): "Quantification of sources of PCBs to the atmosphere in urban areas: A comparison of cities in North America, Western Europe and former Yugoslavia", Environmental

- Pollution, Oxford, Elsevier, Switzerland. ISSN 0269-7491, 2010, vol. 158, no. 10, pp. 3230-3235.
3. Ilić, P., M. Vojinović-Miloradov, S. Marković, Z. Janjuš, A. Jovović, P. Petrović (2009): Simulation of pollution levels of nitrogen oxides in a typical urban area of Banja Luka – Republic of Srpska, Bosnia and Herzegovina. The 2nd international WeBIOPATR workshop-particulate matter: research and management 29 August-2 September 2009. Mećavnik, Mokra Gora.
 4. Karatzas, K. (2001): Some historical aspects of urban air quality management. The Third International Conference on Urban Air Quality and Fifth Saturn Workshop. Measurement, Modelling and Management, 19–23 March 2001, Loutraki, Greece, Institute of Physics, Extended Abstracts CD-ROM, Canopus Publishing Limited.
 5. Klánová, J., N. Matykiewiczová, Z. Máčka, P. Prošek, K. Láska & P. Klán (2008): Persistent organic pollutants in soils and sediments from James Ross Island, Antarctica, *Environmental Pollution*, Volume 152, Issue 2, March 2008, Pages 416-423, ISSN 0269-7491.
 6. Lammel G., J. Klánová, P. Ilić, J. Kohoutek, B. Gasić, I. Kovacić, N. Lakić, R. Radić (2010a): "Polycyclic aromatic hydrocarbons on small spatial and temporal scales – I. Levels and variabilities". *Atmospheric Environment*, Oxford, Elsevier. ISSN 1352-2310, 2010, vol. 44, no. 38, pp. 5015-5021.
 7. Lammel G., J. Klánová, P. Ilić, J. Kohoutek, B. Gasić, I. Kovacić, L. Škrdlíková (2010b): "Polycyclic aromatic hydrocarbons on small spatial and temporal scales – II. Mass size distributions and gas-particle partitioning". *Atmospheric Environment*, Oxford, Elsevier. ISSN 1352-2310, 2010, vol. 44, no. 38, pp. 5022-5027.
 8. Martilli, A. (2001): Development of an urban turbulence parameterisation for mesoscale atmospheric models. Laurea in Fisica, Università degli Studi di Milano Lausanne, EPFL.
 9. Oliveira, C., C. Pio, C. Alves, M. Evtyugina, S. Santos, V. Gonçalves, T. Nunes, A. J. D. Silvestre, F. Palmgren, P. Wåhlin & S. Harrad (2007): Seasonal distribution of polar organic compounds in the urban atmosphere of two large cities from the North and South of Europe. *Atmospheric Environment* Volume 41, Issue 27, p.p. 5555-5570
 10. Perry, GB., H. Chai, DW Dickey, RH. Jones, RA. Kinsman, CG. Morrill, SL. Spector & PC. Weiser (1983): Effects of particulate air pollution on asthmatics. *American Journal of Public Health* 1983; 73: 50-4.
 11. Russell, A. G. (1991): 'Air pollution: components, causes and cures', *Encyclopedia of Applied Physics*, 1, 489-514.
 12. Богдановић, С., И. Гржетић (уредници) (2005): JUGOLEX GLOSAR. REC-Канцеларија у Србији и Црној Гори и RAMBOLL-NATURA AB Stocholm. Нови Сад.
 13. Војиновић-Милорадов, М., Ј. Јакшић, М. Турк, Д. Адамовић, И. Холоубек, Ј. Кланова, Т. Вукавић (2006): Концентрациони нивои POP у биотском и абиотском матриксу. Зборник радова "Екологија, здравље, рад, спорт" 3, 4, 5. Први међународни конгрес "Екологија, здравље, рад, спорт", Бања Лука, 19-23. јун 2006., Бања Лука. ISBN 99938-716-8-0, п.п. 111-114.
 14. Грубеша, И. (2007): Загађивање атмосфере, Заштита, Бр. 17. п.п. 88-89. Сарајево.
 15. Ђукановић, М. (2001): Екоречник. Појмовник о животној средини. Веларта. Београд.
 16. Жарковић, Г. (Уредник) (1962): Превентивна медицина. Друго прерађено и допуњено издање. Издавачко предузеће "Веселин Маслеша", Сарајево.

17. Закон о заштити ваздуха ("*Службени гласник Републике Српске*" број 52/02)
18. Илић, П., З. Јањуш (2008): Процјена квалитета ваздуха са аспекта присуства сумпордиоксида. Научно-стручни скуп са међународним учешћем "Савремене технологије за одрживи развој градова", Бања Лука, 14-15. новембар 2008., Институт заштите, екологије и информатике, Бања Лука. Зборник радова UDK: 502.131.1(082), ISBN: 978-99938-846-1-3. пп. 281-290.
19. Илић, П., К. Којовић, С. Тепић, Љ. Ерић (2006): Први подаци о раду аутоматске станице за праћење квалитета ваздуха у Бањој Луци. Зборник радова. Прва научно-стручна конференција са међународним учешћем "Заштита ваздуха и здравље", Бања Лука, 20-21. април 2006., Институт заштите, екологије и информатике, Бања Лука. ISBN 99938-846-0-X, п.п. 133-140.
20. Илић, П., С. Тепић, Љ. Ерић (2007): Депонија комуналног отпада као извор загађења и утицај на људско здравље. *MATERIA SOCIO MEDICA, Journal of the society of social medicine-Public health of V&N. March, 2007. Vol. 19 No. 1., pp 50-52.*
21. Јаблановић, М. (1995): Биљке у загађеној средини. Научна књига. Приштина.
22. Јаблановић, М., П. Јакшић, К. Косановић (2003): Увод у екотоксикологију. Универзитет у Приштини, Природно-математички факултет. Косовска Митровица.
23. Којовић, Ј., М. Павловић, М. Гашић, Љ. Прерадовић, П. Илић, С. Тепић, Н. Лакић, Л. Јочић (2006): "Дјеловање аерозагађења на појаву хроничног бронхитиса код школске дјеце" (суфинансијер Министарство науке и технологије Владе Републике Српске) (2005-2006. год.).
24. Кристофоровић-Илић, М., М. Радовановић, Л. Вајагић, З. Јевтић, Р. Фолић, С. Крњетин, Р. Обркнежев (2002): Комунална хигијена. Прометеј, Нови Сад.
25. Матас, М., В. Симончић, С. Шобот. (1989): Заштита околине данас за сутра. Школска књига. Загреб.
26. Миленковић, И. (2007): Полен у урбаном подручју. ЕкоИст' 07, Еколошка Истина/Ecological Truth, 27. – 30. 05. 2007. Сокобања.
27. Радишић, П., Т. Пејак, Б. Шикопарија, С. Шимић (2006): Загађивање животне средине алергеним аерополеном. Зборник радова. Прва научно-стручна конференција са међународним учешћем "Заштита ваздуха и здравље", Бања Лука, 20-21. април 2006., Институт заштите, екологије и информатике, Бања Лука.
28. Рожаја, Д., М. Јаблановић (1982): Загађивање и заштита животне средине. Завод за уџбенике и наставна средства Социјалистичке Аутономне Покрајине Косова. Приштина.
29. Секулић, П., Р. Кастори, В. Хаџић (2003): Заштита земљишта од деградације. Научни институт за ратарство и повртарство Нови Сад, 230 страна. Нови Сад.
30. Стевановић, Б., Л. Кнежић, С. Чикарић, Г. Илић-Попов, Г. Караман, Б. Недовић, Д. Тодић, В. Вукасовић, М. Вујошевић, Б. Стојановић, С. Тошовић, Б. Божовић, Д. Мијовић, Ј. Ангелус, М. Пантовић, Ђ. Стефановић (2003): Енциклопедија: животна средина и одрживи развој, књига тачних одговора. Ecolibri, Београд, Завод за уџбенике и наставна средства, Српско Сарајево.

31. Тепић, С., П. Илић (2006): Преглед алергених врста биљака на подручју општине Билећа као извора аерозагађења. Зборник радова. Прва научно-стручна конференција са међународним учешћем "Заштита ваздуха и здравље", Бања Лука, 20-21. април 2006., Институт заштите, екологије и информатике, Бања Лука.

Примљено: 11.04.2011.

Одобрено: 07.03.2012.