

Штетно дејство загађивача ваздуха на човека

- загађивачи ваздуха, осим што умањују његов квалитет, неповољно утичу на здравље људи као и на остали живи свет
- постоји много токсиколошких студија који указују на везу између квалитета ваздуха (садржаја појединих компоненти) и неких болести
- обично плућних, срчаних, болести нервног система, тумора
- човек се удисањем ваздуха лако трује
- ваздух који удахне улази у плућне алвеоле које су у директној вези са крвотоком
- алвеоле су обавијене мембранама које пропуштају све гасове које дођу до њих, њихова функција и иначе да врше размену O_2 и CO_2
- тако компоненте ваздуха улазе директно у крвоток
- ако ваздух није чист у крвоток не прелази само O_2 , већ и све супстанце у одређеној мери

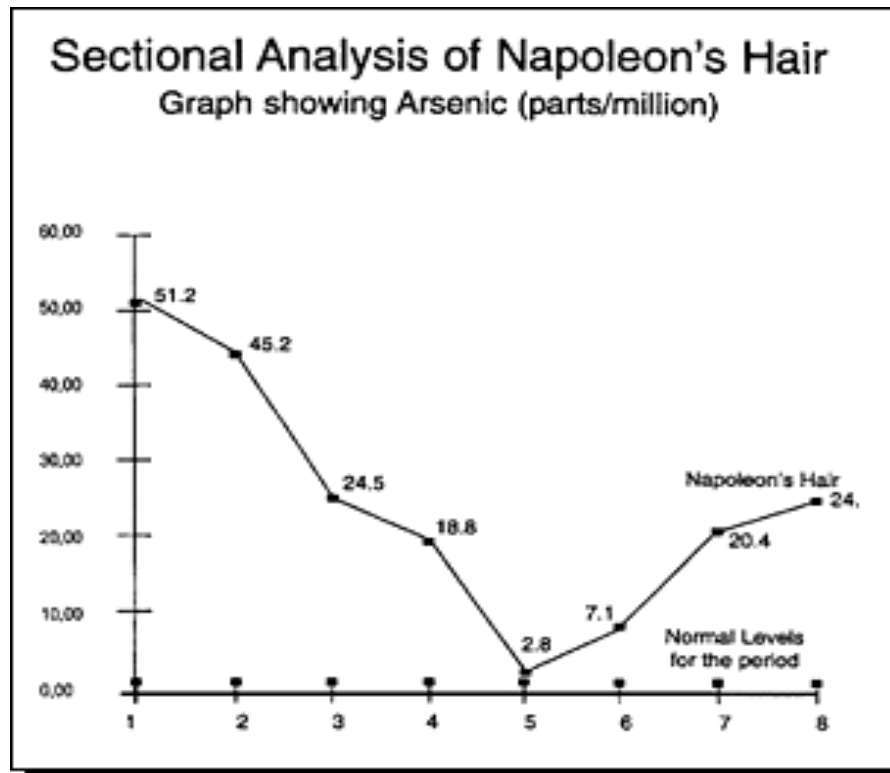
- загађивачи ваздуха и јесу ефикасни јер доспевају директно у крвоток
- загађена вода и земљиште се могу избећи, загађени ваздух не може
- одрастао мушкарац, у стању мировања, за један сат удахне 6 dm^3 , за цео дан и до $8,5 \text{ m}^3$ ваздуха
- одрасла жена у стању мировања удахне око 20% ваздуха мање
- због велике удахнуте запремине, и мале [] загађивача брзо дејствују
- при тешком физичком раду, човек удахне и 150 dm^3 , па је и изложенији утицају загађивача
- дисањем се мења састав ваздуха, при издисању [N_2] порасте са 79,03% на 80,2%, [CO_2] са 0,04 % до 4%, [O_2] опадне са 20,93% на 15,8%
- људски организам најпре реагује на тровање ваздухом

- тровања водом и храном имају спорије дејство, јер њихови загађивачи наилазе на различите препреке, разне одбрамбене механизме
- данас практично нема сумње да постоји веза између загађења ваздуха и разних болести- бронхитиса на пример
- бронхитис настаје као последица пушења, прехладе или присуства загађивача у ваздуху
- загађивачи ваздуха узрокују хронични бронхитис, то је често само почетна фаза у развоју других озбиљних болести
- човек користи преко 30000 различитих супстанци, све могу да доспеју у ваздух
- многе од њих имају токсично дејство
- прва листа непожељних супстанци састављена у САД 1973. године
- у тој листи набројане 24 најчешће штетне супстанце у ваздуху

- у међувремену је листа проширена на око 100-110 супстанци непожељних у ваздуху
- неке од тих супстанци су канцерогене, неке мутагене, неке тератогене, неке опште токсичне, неке имају комбиновано дејство
- истраживања ни у једном случају нису показала да нека од супстанци са листе није штетна
- акрило-нитрил (CH_2CHCN) се користи за добијање пластичних маса (полиакрила, на пример) и вештачких влакана
- токсичан је и потенцијално канцероген
- супстанца је канцерогена ако је доказано да изазива појаву тумора код човека, потенцијално канцерогена иако није доказано да изазива тумор код човека, али га изазива код огледних животиња
- токсичност акрило-нитрила се испољава на више начина
- ензими у организму га разлажу, настају CN^- јони, који узрокују

тровање

- акрилонитрил је реактиван, блокира ензиме, поготово ензиме у чију су структуру уграђене тиоаминокиселине
- везује се са тиолним групама, доводи до нервних поремећаја
- за беле мишеве је летална концентрација у ваздуху $LC_{50}=0,35 \text{ mg/dm}^3$
- LC_{50} концентрација при којој 50% испитиване популације умре
- из LC_{50} се не види за које време се постиче дата смртност
- полимери акрило-нитрила нису канцерогени, али увек садрже и мономер
- As (III) и As (V) су токсични
- арсен и нека његова једињења, поготово арсеник (As_2O_3), су потенцијално канцерогене супстанце
- особе које су изложене арсенику (As_2O_3) и другим једињењима арсена обично умру пре него што оболе од канцера (Наполеон ?)
- око токсиколошких особина арсена постоји много контроверзи
- ако човек узима мале количине арсена, може да стекне имунитет

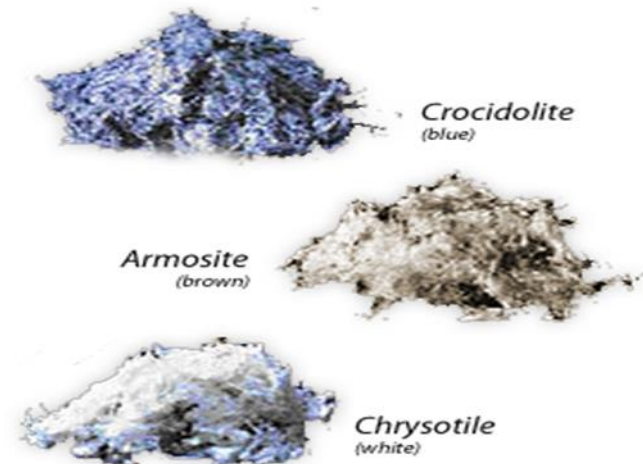


- арсен делује на више начина, изазива коагулацију протеина (смртоносна реакција) и инхибира ензиме, реагујући са тиолним групама
- стварају се стабилна једињења



- већина тешких метала (арсен то није!) делује на овакав начин, јер углавном имају велики афинитет према сулфидима
- првенствено „нападају“ тиаминокиселине
- азбест се одликује добрим хемијским и термичким особинама
- не реагује, не топи се, термички врло стабилан, стога се често примењује за прављење ватросталних, топлотних изолатора
- такође и за прављење заштитне одеће за рад на високим T° , плоча за облагање зидова и подова, при изради лаких бетонских цеви, цеви за водовод и индустрију, јастука на кочницама, филтера за цеђење сокова и пива
- у пићима је азбест доказив само електронском микроскопијом
- пре четрдесетак година је доказано да су неке врсте азбеста потенцијално канцерогене
- данас се због тога азбест уклања из свих области примене
- руше се куће и насеља који су начињени од азбеста, што ствара нови проблем, азбест се приликом рушења расејава

- у Европи се, колико-толико, води рачуна о врсти азбеста који се користи
- забрањена је производња азбестних плочица као и јастука за ауто кочнице
- азбест- минерал влакнасте структуре
- постоје две различите врсте азбеста:
хидратисани алумосиликат Mg и Ca са хидроксилним групама који има права влакна (попут иглица) и канцерогено делује и
хидратисани алумосиликат Mg са хидроксилним групама који има спирална влакна и не делује канцерогено

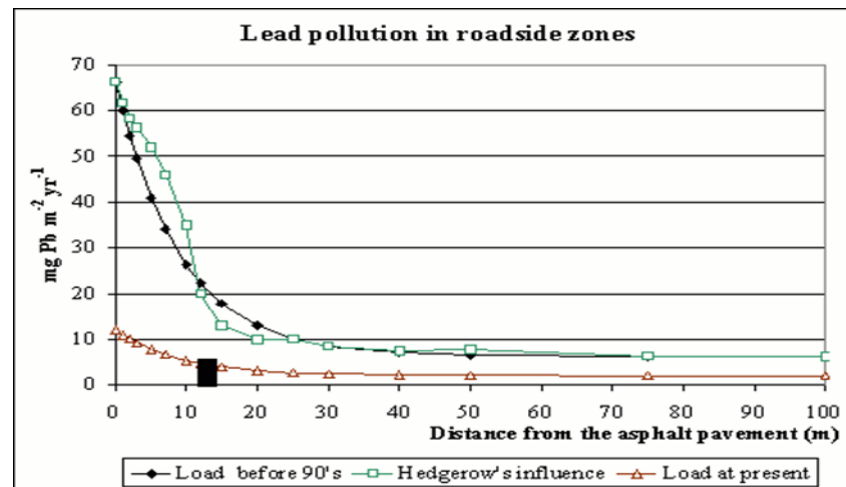


- ове две врсте азбеста се не могу разликовати хемијски, већ само под микроскопом
- бензен (C_6H_6) је мутагена и потенцијално канцерогена супстанца, али са дугим латентним периодом (године, чак и деценије)
- дејство високих концентрација се прилично брзо испољава на крвној слици, мења се количина леукоцита, долази до пролазне анемије, стање се може и озбиљније погоршати
- берилијум (Be) је лаки метал, канцероген, пре свега у прашкастом стању
- изазива промене на кожи, оштећења слузокоже, запаљења плућа
- опасне су и берилијумове соли, али мање од елементалног берилијума
- цијановодоник (HCN) је одавно познат као јак отров
- дејствује тако што се везује за Fe у хему хемоглобина и спречава везивање кисеоника

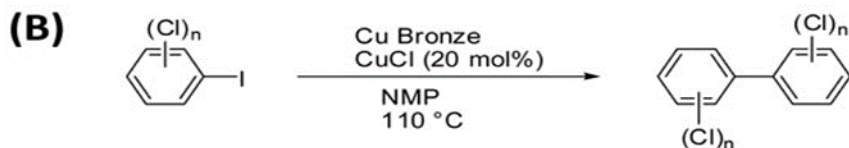
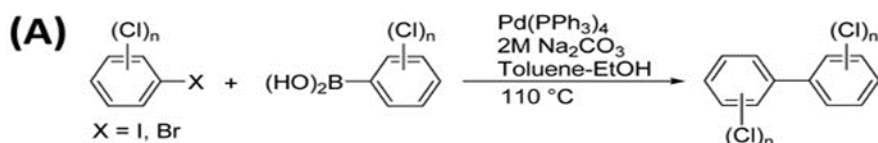
- етилен-оксид (CH_2OCH_2) је мутагена, изузетно реактивна, супстанца
- користи се често у индустријској органској хемији и за добијање смола
- кадмијум (Cd) је супстанца која је канцерогена у свим облицима, нарочито у облику металног праха, али и облику једињења
- користи се и данас, на пример у производњи гума
- има велики афинитет према сулфидним групама у тиаминокиселинама- изазива низ ензимских поремећаја али и поремећај рада бубрега, анемију, повишење притиска, делује и на коштану срж
- N-нитрозоамини су канцерогене супстанце које имају и мутагено дејство
- настају кондензацијом секундарног амина и азотасте киселине у разним срединама $\text{R}_2\text{NH} + \text{HONO} \rightarrow \text{R}_2\text{NNO} + \text{H}_2\text{O}$
- могу настати и у ваздуху загађеном секундарним аминима и HNO_2

- до реакције стварања N-нитрозоамина може доћи и у органима за варење
- услов: истовремено конзумирање месних прерађевина и рибе
- месне прерађевине садрже нитрите, прекурсор за стварање HNO_2
- нитрити се додају приликом саламурења, ради добијања лепе црвене боје
- рибље месо је, са друге стране, богато аминима
- реакцију стварања N-нитрозоамина у великој мери спречава витамин Ц
- неки N-нитрозоамини су тератогене супстанце
- олово је састојак загађеног ваздуха, доспевало најчешће приликом сагоревања оловних бензина
- тетраетил олово, $(\text{C}_2\text{H}_5)_4\text{Pb}$, се додавало бензину да би му се побољшале карактеристике, при сагоревању органски део сагори, Pb се избације као PbO аеросол

- добро је што је PbO тешка честица, не иде на велике висине (до 1 m), не транспортује се атмосферским путем
- лоше, јер су најугроженија деца
- олово је кумулативни отров, дуго се скупља у организму, када дође до критичне концентрације, почиње неповратан, трајан поремећај
- поремећај рада бубрега, оболевања нервног система, реакције са ензимима
- због сличности јонског пречника са Ca^{2+} јонима, може да их замењује и уграђује се, преко метаболичких процеса, у коштану срж
- долази до поремећаја у стварању крви
- 1980-тих почела да се забрана употребе Pb бензина у Западној Европи



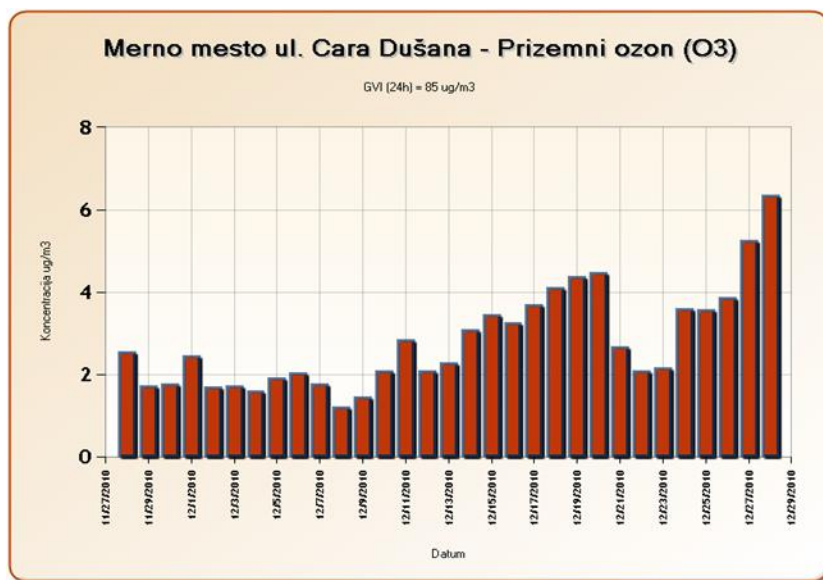
- данас их нема, али су огромне количине Pb већ у животној средини
- полихалогеновани бифенили (PCB) су уља која се одликују великом топлотном стабилношћу
- добијају се халогеновањем бифенила, добија се смеша различитих једињења- изомера, са различитим бројем и положајем Hal



- користе се као топлотни флуид, за загревање
- због својих корисних особина, пре свега термичке стабилности и отпорности на запаљивост, су широко коришћени
- у уљаним купатилима, као трансформаторско уље, пластификатори за пластичне масе, при производњи пигмената, лакова, боја

- 70-тих година прошлог века установљено да су РСВ-јеви мутагене и потенцијално канцерогене супстанце
- одлучено да се више не користе у отвореним системима, али се и даље користе у затвореним системима, где нема директног контакта са ж.с.
- у трансформаторима, трафостаницама и електронским уређајима
- међутим, у случају ремонта, акцидената и сл, РСВ-јеви могу да доспеју у животну средину
- угрожени су и људи који обављају ремонт
- у САД и Европи су ова једињења под строгом контролом
- могу се уништити само жарењем на високој T° , у великим ротационим пећима се уништава земљиште које је загађено РСВ
- још опасније примесе се стварају приликом хемијских реакција у којима учествују бифенили

- најопаснији је тетрахлородибензодиоксан који настаје као споредни производ при хлоровању бифенила
- током НАТО агресије на СРЈ 1999. године, велике количине РСВ-јева су доспеле у животну средину у Крагујевцу и Бору приликом бомбардовања трафостаница
- озон (O_3) је јак отров, има интензиван мирис, лако се осећа присуство O_3
- када је присутан у [] од 1-2 ppm изазива непожељне ефекте, надражај очију, главобољу



- при већим [] изазива бронхијална оболења, поремећаје нервног система, а при [] од 50 ppm изазива смрт
- због зрачења се јавља у траговима у околини фотокопир апарата
- винил-хлорид (CH_2CHCl) је мономер поливинил-хлорида PVC
- сама пластична маса је релативно нешкодљива, али је мономер отрован и канцероген- изазива тумор коже, плућа, јетре
- увек постоји опасност да полимер садржи трагове мономера
- раније су се од PVC-а правиле “најлон” кесе
- PVC је липофилан, при паковању производа који садрже масноће је долазило до загађења производа PVC-ом, али и винил-хлоридом
- због тога забрањено да се PVC користи за производњу амбалаже за намирнице
- уместо њега се користи полиетилен (користи се за “најлон” кесе данас)
- велике количине винил-хлорида доспеле су у атмосферу приликом бомбардовања Панчева од стране НАТО пакта 1999. године



- хромати (CrO_4^{2-}) и дихромати ($\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$) су канцерогене супстанце у прашкастом стању, при пресипању ових супстанци се ствара аеросол
- жива (Hg) је штетна и као пара и као чврст аеросол, и у елементарном стању и у облику једињења
- једињења Hg(I) су мање отровна, јер су врло слабо растворна, једињења Hg(II) су међутим врло токсична
- жива се лако везује за различите ензиме, има велики афинитет према сулфхидрилним групама аминокиселина
- везује се и за друге супстанце битне за нормално функционисање нервног система, доводи до његовог поремећаја и оштећења
- жива је способна да пролази кроз све мембране, чак и плаценту
- велики број супстанци које се користе у лабораторијама и индустрији су канцерогене или потенцијално канцерогене и мутагене

- полициклични ароматични угљоводоници (РАН)- су производи непотпуне оксидације и сагоревања, углавном се налазе у чађи
- многи РАН-ови су канцерогени или мутагени или и једно и друго
- најпознатији је 1,2 бензо[а]пирен који у токсикологији служи као стандардна супстанца за изазивање тумора код огледних животиња
- производ његове оксидације је епоксид, још токсичније једињење
- α- и β-нафтиламин се користе у синтези боја, фармацеутских производа
- налазе се и у димовима и производима непотпуног сагоревања
- α-нафтиламин изазива тумор бешике, β-нафтиламин тумор плућа
- сви халогени деривати алкана су мутагени
- хлороформ (CHCl_3) је потенцијално канцероген, а доказано мутаген код микроорганизама
- угљен-тетрахлорид (CCl_4) је потенцијално канцероген и мутаген и може да изазове рак јетре



- диметил-сулфат је мутаген, користи се у органској синтези за метиловање
- пестициди су већином мутагени, канцерогени су избачени из употребе, али су неки потенцијално канцерогени у употреби

Штетно дејство загађивача ваздуха на биљке

- загађивачи ваздуха утичу штетно не само на човека и животиње, већ и на биљке
- биљке су осетљиве на загађиваче ваздуха, чак и у малим []
- биљке имају специфичну физиологију и последице дејства загађивача су на њих другачије у односу на оне код животиња или човека
- неке биљне врсте су изразито осетљиве, неке веома отпорне
- није нађена никаква правилност између дејства истог загађивача на различите биљке
- чак и унутар исте фамилије биљака није могуће правити уопштавања, свака биљна врста реагује индивидуално
- најосетљивији су лишажеви, симбиотска заједница алги и гљива
- прототип су за откривање загађености ваздуха, они су биоиндикатор
- чим се загађивачи појаве, чак и у ниској [], лишажева нема

- низ супстанци је фитотоксичан, и гасови из ваздуха, и инертна прашина
- најпознатије фитотоксичне супстанце: O_3 , SO_2 , F^-
- штетно дејство имају и азотови оксиди и хлоровани деривати органских једињења
- O_3 , SO_2 , F^- су често присутни у ваздуху, на њих се обраћа велика пажња, нарочито када је реч о пољопривредним културама
- нарочито су осетљиви на:
 - O_3 : бели бор, дуван, овас, јасен, луцерка, пасуљ, спанаћ
 - SO_2 : бела јела, јечам, луцерка, памук, пшеница, соја
 - F^- : бресква, винова лоза, гладиола, кајсија
- само код неких биљака је прецизно утврђено на који начин делују загађивачи биљака
- нарочито је испитано дејство SO_2 , најраспрострањенијег и најчешћег загађивача који утиче на биљке

- при ниским $[SO_2]$ у ваздуху стоме биљке су отворене, SO_2 представља стимуланс за веће отварање стома
- веће отварање стома, тј. дисање, да би се узело више ваздуха и неутралисало дејство SO_2
- биљка почиње да удише загађен ваздух више и да се трује
- када SO_2 уђе у биљку, трансформише се до SO_4^{2-} и H_2SO_4 , мења се рН
- биљке везују H_2SO_4 за неке супстанце (најчешће шећере) у елиминишу је
- при екстремно високим $[SO_2]$, биљка максимално затвара стоме, минимално удише ваздух, лагано се гуши
- у самом биљном организму одвија се низ реакција као последица гушења, али се одвијају и реакције на површини биљке
- SO_2 је јако хидрофилан и апсорбује се у спољашњем делу биљке, настаје H_2SO_3 , долази до поремећаја рН на површини

- настала H_2SO_3 на површини биљке може и да уђе у различите реакције
- може да дође до додатног стварања једињења која су штетна
- озон такође изазива низ поремећаја, има велики афинитет према = везама, доводи до денатурације једињења која их садрже
- биљке нарочито осетљиве на O_3 обољевају већ при ниским [] у ваздуху
- тамо где се присуство макар и ниских [O_3] у ваздуху не може спречити, не гаје се овакве биљке
- врши се тзв. регионализација земљишта према квалитету ваздуха
- F везују Mg у хлорофилу и на тај начин онемогућавају фотосинтезу
- и поред тога што поједини загађивачи делују на биљке на различите начине, сами ефекти нису нарочито разноврсни
- обично долази до закржљалости, застоја у развоју, смањења раста биљке и до промене боје биљке

- акутни симптоми- мрље на листовима
- у последње време је актуелан нови начин просторног уређења, планира се сађење биљки отпорних на присутне загађиваче

Штетни утицај загађивача ваздуха на материјале

- загађивачи ваздуха узрокују велике штете разарајући различите материјале
- чак и ваздух који је незагађен доводи до штете на неким материјалима (рђају гвожђе и челик, разара се малтер), па сви материјали имају рок трајања
- загађивачи тај рок скраћују, атмосфера се штити не само због здравствених и естетских, већ и економских разлога
- загађивача ваздуха је много, мало је који материјал отпоран потпуно на баш све загађиваче
- загађивачи ваздуха најчешће лоше утичу на боје (пигменте), репродукционе материјале (филмове и фотографије), грађевинске материјале, гуму, целулозне материјале (тканину и хартију), керамику, стакло, кожу, метале, текстилне материјале, пластичне масе

- боје и пигменти се употребљавају из више разлога- естетских, за заштиту од корозије, ради давања одређене информације
- боје су најчешће компликовани органски молекули који садрже једну или више функционалних група (хромофора)
- свака промена структуре значи промену адсорпције зрачења и боје
- на хромофоре могу да делују готово сви загађивачи ваздуха- оксидационе, редукционе супстанце, супстанце које мењају рН
- SO_x , а пре свега SO_2 , имају кисело и редукционо дејство, под њиховим утицајем боје могу да пређу у тзв. леуко облик у коме хромофоре потпуно нестају
- NO_x имају кисело и нитрирајуће дејство
- нитро група је хромофора, њеним увођењем у молекул долази до промене боје
- оксидациона средства разарају органске супстанце и преводе их у хидрофилна једињења, растворна у води, па боја нестаје

- аеросоли могу да се “залепе”, адсорбују на премазе и да омогуће да преко њих у материјал-подлогу дифундују различити загађивачи
- чађ је нарочито штетна, јер може да адсорбује разне загађиваче и повећа њихову [] у боји
- загађивачи ваздуха, дакле, пре свега доводе до хемијског разлагања боје
- влага, светлост и присуство микроорганизама појачавају њихов утицај
- филмски материјали (филмови и фотографије) су веома осетљиви на SO_x , NO_x , разне органске супстанце (паре растварача, алдехиде)
- влага и светлост појачавају њихово дејство
- стари филмови су полиацетати са нанесеном бојом на њих
- црно-бели филмови садрже у себи халогениде метала, осетљиве на халогениде из ваздуха и алдехиде са којима граде комплексе

- грађевински материјали (бетон и малтер) су јако порозни силикатни и карбонатни материјали осетљиви на киселине и влагу (адсорбују је)

- сви кисели гасови из ваздуха и чађ их разарају

- SO₂ и SO₃ нарочито упечатљиво делују

- ако се SO₂ адсорбује на материјалу, он са карбонатом даје сулфит



- настали CO₂ напушта систем у виду гаса и доводи до поремећаја равнотеже у правцу настајања CaSO₃

- оксиди гвожђа (и рђа) и чађ катализују оксидацију CaSO₃



- CaSO₄ има тежњу да адсорбује воду, па се као крајњи производ добија гипс (CaSO₄ x 2 H₂O)

- добијање гипса проблем, растворљивији је у води од полазног карбоната, испира се, па карбонатни материјали постају рупичасти
- ако се не испере, долази до стварања напона у бетону, почиње да се круни (CaSO_4 има већи напон од полазног CaCO_3)
- напон и круњење бетона омогућује продор SO_2 у унутрашњост бетона и разарање бетона изнутра, бетон постане временом трошан
- ове процесе подстичу влага, чађ, микроорганизми, и промена T°
- постоји велики број различитих врста гуме, али су оне отпорне на присуство киселих гасова у ваздуху
- осетљиве су, међутим, на оксидациона средства, нарочито на O_3
- већина гума у свом полимерном ланцу има местимично =
- O_3 на њима гради озониде, онда диоле, и долази до кидања ланца
- због тога гума губи еластичност и пропада

- даљом оксидацијом диола се стварају карбоксилне киселине, услед чега материјал постаје хидрофилан, па се временом раствара и нестаје
- ако је гума под напрезањем, разарање је још израженије
- целулозни материјали (хартија, вискоза, вештачка свила) су осетљиви на дејство киселих гасова
- целулозни материјали су веома хигроскопни, имају пуно –ОН група
- када вежу воду, са њом лако вежу и киселе гасове, нарочито SO_2
- када целулоза није чиста (рецимо у хартији) садржи супстанце које катализују оксидацију SO_2 (H_2SO_3) до SO_3 (H_2SO_4)
- настала H_2SO_4 хидролизује целулозу и до глукозе
- услед тога хартија жути, постаје крта и пропада
- ово је сталан процес, тече дуготрајно, нема једноставне заштите
- исто се догађа и са целулозним тканинама, ту се додуше у процесу прања спирају киселине, али и настала глукоза, па се тканина тањи



- ако је хартија штампана, најпре пропада на месту слова, јер су ту присутни оксиди метала који катализују киселу хидролизу целулозе
- керамика и стакло су силикатни материјали који спадају међу најотпорније према загађивачима ваздуха
- керамика је више, стакло мање отпорно
- на њих разорно делују кисели гасови и HF јер нападају алкалне састојке, при чему настају алкалне соли
- због тога прозори, ако су изложени континуираним високим [] киселих гасова постају мутни и пуцају
- кожа је осетљива на SO_x , нарочито у присуству аеросола
- метали се веома разликују по својој хемијској отпорности према загађивачима ваздуха, иако су сви осетљиви на киселе гасове
- осетљивост се повећава у присуству аеросола, влаге, оксидационих средстава

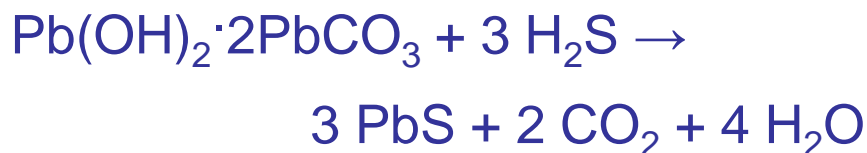
- степен осетљивости метала зависи од његове хемијске природе, од његовог редокс-потенцијала, и од тога да ли је и чиме легиран
- метални предмети изграђени од крупнијих честица су подложнији корозији, јер се између две честице ствара електролитичка ћелија
- гвожђе (Fe) је веома нестабилно према дејству киселих гасова
- разлог: на месту где се налазе кап воде или честица чађи се, у присуству киселих гасова, одмах створи локални елемент ћелије
- омогућује оксидацију до хидратисаних оксида и хидроксида гвожђа
- тако се ствара рђа, производ корозије, која има растреситу структуру
- не пријања за материјал, упија влагу, представља подлогу за наставак и убразање корозије
- разарање се не зауставља док метал потпуно не кородира
- насупрот гвожђу, постоји група метала која даје компактне производе оксидације на ваздуху, и тако се, иако електронегативнији, штите

- алуминијум (Al) као производ оксидације ваздушним O_2 даје Al_2O_3
- Al_2O_3 ствара компактну заштитну скраму која је отпорна на киселе гасове и киселине из ваздуха и спречава даље разарање
- због тога је Al релативно отпоран на киселе састојке ваздуха
- скрама начелно може да се оштети деловањем аеросола, стругањем, механичким деформацијама
- не и код Al, при механичким деформацијама Al_2O_3 се шири као и Al
- ако скрама и метал немају исти коефицијент ширења долази до стварања “пукотина” услед механичких деформација
- кроз те “пукотине” загађивач продире до метала, иако скрама постоји
- приликом оксидације цинка (Zn) настаје танка, провидна скрама, од смесе оксида и карбоната, штити од даље корозије
- тек ако се скрама оштети долази до даље оксидације
- Fe се, због тога, штити поцинковањем, нпр. поцинковани лим за олуке



- ако се нанесени слој Zn оштети, почиње оксидација
- олово (Pb) се понаша слично Zn, али је осетљиво на присуство H₂S
- јако значајно за уљане боје, некада се као подлога користило оловно белило, које је, временом, са траговима H₂S реаговало

- гради се црни PbS



- бакар (Cu) је отпоран према оксидацији, а електропозитивнији је од Fe

- није отпоран према карбонатима, па се временом превлачи зеленкастом скрамом CuCO₃ која штити од даље корозије
- пластични материјали се веома разликују по хемијском саставу и структури, па постоје и велике разлике у отпорности
- обично су осетљиви на оксидациона средства, а нарочито на O₃, при чему његово дејство појачава светлост



- неки полимерни материјали (полиестри, на пример) су осетљиви на присуство киселих састојака ваздуха
- текстилни материјали су, попут полимера, различите структуре, разликује се и њихова осетљивост на загађиваче ваздуха
- свила и вуна су полиамиди, релативно отпорни на киселине, мање отпорни на базе
- пошто је могуће предвидети присуство најчешћих загађивача на одређеним локацијама, могуће је предузети мере заштите
- тиме се продужује радни век материјала
- на пример, материјалима се додају антиоксиданти који поништавају дејство оксидационих средстава, јер са њима реагују
- интензитет дејства загађивача јако зависи и од допунских фактора који могу да делују синергијски и убрзавају дејство загађивача
- такви су влага, $h\nu$ (због фотохемијских реакција), микроорганизми (трансформишу органске супстанце, чак и када нема загађивача)

Главни антропогени извори загађивања ваздуха

- загађивање ваздуха из антропогених извора има прилично озбиљне последице, дуготрајан ефекат, процес је који делује непрекидно
- када не би било антропогеног загађивања, човечанство се не би суочило са проблемом загађености животне средине
- крајем 60-тих година 20-тог века уочено је убрзано загађивање ваздуха
- било неопходно испитати који су главни извори загађивања и које су главне загађујуће супстанце из тих извора
- ако се то зна, могуће направити стратегију заштите од загађивања
- утврђено је да су главни извори загађивања (у једном истраживању):

Саобраћај 55%

Индустрија 16%

Стационарна постројења за сагоревање горива 21%

Сагоревање отпада 2%

Сви други извори 6%

- око 80% свих загађења потиче из сагоревања органских супстанци које се врши у саобраћају, стационарним постројењима за сагоревање и приликом сагоревање отпада
- због тога се највећа пажња посвећује сагоревању органских супстанци
- у САД 70-тих година 20-тог века уведена пракса сагоревања отпада
- циљ: смањење запремине кућног смећа
- отпад сагореван у малим постројењима које је поседовало свако домаћинство
- последице катастрофалне-дошло до загађивања великим количинама различитих загађивача
- удео сагоревања отпада у укупном загађивању атмосфере ишло и до 6%
- у Европи и Јапану пракса кућног сагоревања отпада није заживела
- било мање смећа, а и раније се почело са селекцијом отпада, одвајали се стакло, пластика итд.

- преостали, органски отпад, се у Европи и Јапану централизовано сагорева
- сагоревање се одвија у великим спалионицама, снабдевеним филтерима
- степен загађивања ваздуха на овај начин неупоредиво мањи, него при сагоревању отпада у домаћинствима
- индустрија је, у зависности од врсте, у појединим крајевима, велики загађивач ваздуха
- када се у индустрији не би вршило сагоревање горива, учешће индустрије у укупном загађивању ваздуха не би било превелико
- у свим другим индустријским процесима (осим сагоревања) се доста добро може контролисати загађење
- смањењем броја хаварија у индустрији, повећањем сигурности производних процеса, се смањује загађивачки утицај индустрије
- стационарна постројења за сагоревање горива такође могу да смањују свој утицај на животну средину

- у термоелектранама, нове технологије побољшавају ефикасност сагоревања, повећава се количина добијене енергије по t угља
 - истовремено се смањује количина загађивања по јединици добијене E
 - смањење утицаја неких загађивача додатно појачава улогу саобраћаја
 - саобраћај даје две врсте загађивања: производе сагоревања горива и производе трења (асфалтни аеросол, азбест из кочионих механизма)
 - побољшањем квалитета горива и усавршавањем процеса сагоревања горива може да се смањи утицај сагоревања горива у аутомобилима
 - наравно, иновирање возног парка доприноси смањењу загађења
 - утврђено је да су по количини (не озбиљности дејства) главни загађивачи ваздуха из ових извора CO , SO_x , NO_x , C_xH_y , аеросол
- дакле, два су основна типа загађивача, гасови и аеросол

- CO₂ се проучава засебно и није узет у обзир, јер се посматра као крајњи производ сагоревања органске супстанце
- има га највише, узрокује ефекат стаклене баште, дакле, опасан је
- CO највећим делом (80%) потиче из стационарних постројења за сагоревање горива, мања количина (15%) потиче из индустрије
- у стационарним постројењима за сагоревање горива (термоцентрале, пећи) сагоревају чврста и течна горива који садрже неку количину S
- настају SO₂ и, накнадно, SO₃
- термоцентрале су главни извор SO_x, системи за заштиту постоје, али су веома скупи
- неке друге гране индустрије, металургија и хемијска индустрија, дају SO_x као отпад, а неке га користе као сировину
- ≈ 50% NO_x потиче из стационарних постројења за сагоревање горива, ≈45% потиче из саобраћаја

- приликом сваког процеса сагоревања настају NO_x , јер се азот из ваздуха оксидује на високим температурама
- угљоводоници потичу из индустрије ($\approx 45\%$) и саобраћаја ($\approx 35\%$), сви остали извори су одговорни за $\approx 20\%$ C_xH_y у ваздуху
- нафтна индустрија је главни извор C_xH_y , она их прерађује, али се приликом прераде и манипулације, део и губи
- мотори нису довољно усавршени за процес сагоревања, део C_xH_y излази из издувних цеви аутомобила
- то обично нису полазни алифатични, већ трансформисани, најчешће ароматични угљоводоници, настали краковањем
- до краковања долази на повишеној, али не превисокој температури
- главни извор аеросола ($\approx 45\%$) је индустрија, мање од 20% аеросола потиче из саобраћаја, а исто толико из стационарних постројења за сагоревање горива
- у индустрији се сировине мрве, превозе итд., а при томе се загађује атмосфера

- саобраћај је извор чађи из димних гасова
- стационарна постојења за сагоревање горива сагоревају угаљ (термоелектране, топлане) од кога настаје пепео
- део пепела је ситан, па дим може да га повуче са собом, тако настаје летећи пепео

Класификација загађивача воде

- главни загађивачи воде су сврстани у категорије
- отрови: јони тешких метала, пестициди, феноли- супстанце које у малој количини имају јако изражено негативно дејство на живи свет
- већ речено, тешки метали имају јак афинитет за лиганде и функционалне групе у ензимима живог света
- доводе до поремећаја, тровања микроорганизама и риба
- њихово дејство је дуготрајно, могу да мигрирају до пијаће воде и хране
- органске супстанце које су биолошки разградиве- градске отпадне воде, деривати нафте, детерџенти...- немају нарочито токсично дејство
- троши се O_2 из пријемних вода за њихову разградњу- проблем
- могу да мигрирају до пијаће воде

- хранљиве супстанце, тј. ограничавајући фактори раста (вештачка ђубрива, детерџенти) изазивају еутрофикацију пријемних вода
- такође доводе до трошења O_2
- микроорганизми могу, али не морају да буду патогени
- у пријемне воде се уносе из градских отпадних вода, отпадних вода из прехранбене индустрије и сл.
- изазивају поремећај еколошке равнотеже- биолошки поремећај, чији је резултат хемијски поремећај
- могу, преко отпадних вода, да загађују водена тела и храну
- инертан материјал (отпаци из грађевинске индустрије, шут, комади малтера, цемент) је углавном карбонатно-силикатне природе
- није потпуно инертан и безопасан, силикати делују алкално, па овакав материјал изазива промену рН и CO_2/CO_3^{2-} равнотеже у водама
- порозан је, па има и адсорпциона својства, те ремети хемизам у водама

- радиоактивне супстанце (отпаци из нуклеарних централа, резултати нуклеарних проба) имају дуготрајно дејство зрачењем
- отровне су за живи свет, могу да денатуришу макромолекуле из живих организама и доведу до промена метаболизма
- радиоактивне супстанце су канцерогене и мутагене, стална су претња
- и топлота која се додаје пријемним водама у облику топле воде (из нуклеарних и термоцентрала) је загађивач
- доводи до смањења моћи самопречишћавања површинских вода

Извори загађивања вода

- извори загађивања вода су многобројни, тешко их је класификовати
- површинске воде могу да се загађују природним изворима загађивања, нпр. за време преласка воде преко лежишта минерала
- многе супстанце при томе могу да уђу у воду у облику јона
- воде готово увек носе у себи силикатне честице са јоноизмењивачким особинама, које могу да вежу разне металне јоне
- ово везивање може да доведе до загађивања касније, при десорпцији
- силикатне честице и честице органског материјала могу да адсорбују разне јоне, и де факто, смањују количине јона у водама
- таложење таквих силикатних и органских молекула (са сорбованим јонима) доводи до загађивања муља

- са становишта загађења, посебно је важно сорбовање SO_2
- долази до снижења рН и потрошње O_2 због стварања сулфата из сулфита
- мокри поступци пречишћавања отпадних гасова могу да буду извор загађивања пријемних вода
- градска отпадна вода уноси у пријемне воде разне нечистоће неорганске и органске природе, али и веома велику количину микроорганизама
- градска ђубришта контаминирају околно земљиште, а самим тим у одређеној мери и подземне воде
- и површинске воде могу да се загаде од депонија смећа испирањем приликом атмосферских падавина, као и дејством ветра
- учешће саобраћаја у загађивању вода је значајно, разликују се специфични и неспецифични транспортни загађивачи

- специфични транспортни загађивачи су нпр. разни угљоводоници који спирањем са градских улица и путева доспевају у канализацију

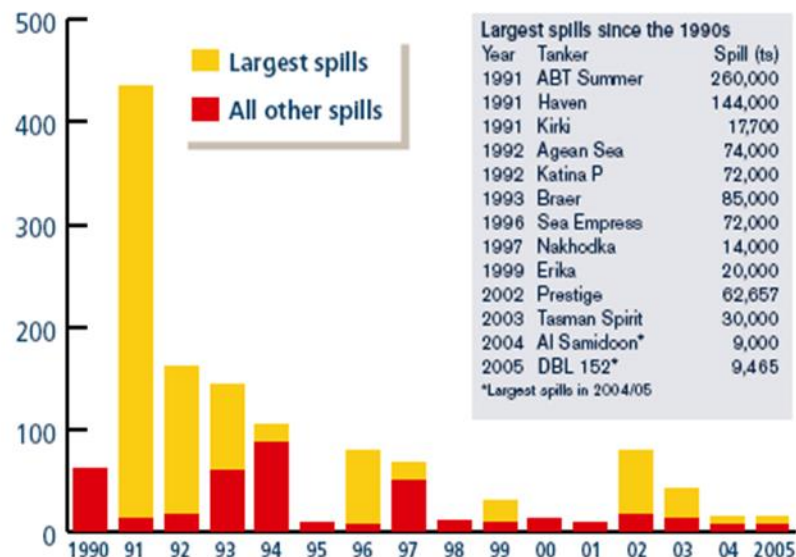
- неспецифични загађивачи су они који се, на пример, губе при транспорту

- од неспецифичних транспортних загађивача, највећи проблем јесте просипање нафте и деривата на отвореном мору и у лукама

- дуж поморских и транспортних путева дошло је до јачег размножавања бактеријске флоре

- рударство и припрема минералних сировина учествују у значајној мери у загађивању површинских и подзмених вода, као и околног земљишта

Accidental Oil Spills from Tankers
Thousand Tonnes



Source: Intertanko Tanker Facts 2006,
<http://www.intertanko.com/about/annualreports/2005/5.html>

- карактеристични загађивачи из ових делатности су јони разних метала, киселине, флотациони реагенси, цијаниди и други
- нарочито честа H_2SO_4 , настаје ваздушном оксидацијом сулфатних руда
- производна и прерађивачка индустрија је, поред градске отпадне воде, главни извор загађивача воде
- број и врста загађивача је врло велики, може се говорити само о загађивачима карактеристичним за поједине гране ове индустрије

металургија: разни јони метала, метални оксиди, згура, киселине, сулфиди, сулфати

базна неорганска индустрија: киселине, базе, соли, гасови

металопрерађивачка индустрија: јони метала, метални отпаци, оксиди метала, киселине, базе, уља, детергенти, комплексирајућа средства

петрохемијска индустрија: угљоводоници, феноли, растварачи, сумпорна једињења, киселине, базе, амини

прехрамбена индустрија: отпаци хране

индустрија целулозе и хартије: целулоза, отпадни лугови, гасови, сулфати, сулфиди, базе, киселине

пољопривреда: разни органски отпаци, ђубрива, пестициди

примена нуклеарне енергије: радиоактивни отпаци

ратна дејства: најразличитије отровне супстанце

- до загађивања долази и због губитака у транспорту, процесу производње, прању и чишћењу сировина, производа и постројења
- извори загађивања подземних вода су, у принципу, исти као извори загађивања површинских вода
- они могу бити природни и антропогени (вештачки)
- до контаминације природним путем може доћи приликом проласка воде кроз јако минерализоване слојеве



- такође и при мешању са већ минерализованом водом
- до антропогеног загађивања подземних вода долази на више начина: инфилтрацијом загађених површинских вода или инфилтрацијом загађених атмосферских вода
- до загађивања инфилтрацијом загађених површинских вода долази поготово када су површинске воде јако загађене или када загађена површинска вода долази на велику површину пропусног земљишта
- депоније смећа, обрадиве површине, таложници индустријских отпадних вода
- такође, до загађивања инфилтрацијом загађених површинских вода долази и при отварању рудничких јама, грађевинским радовима у близини загађених подручја итд.
- загађивање подземних вода представља посебно озбиљан проблем
- до загађивања воде долази јер се врши емисија загађивача, вода има велику растворну моћ, а постоји циклус воде у природи

- може да се утиче на емисију загађивача њеним ограничавањем
- проблеми загађивања вода и земљишта су дуготрајни и далекосежни, неки загађивачи се задржавају веома дуго
- ограничене су могућности контроле ових вода, а моћ самопречишћавања подземних вода је мања него код површинских вода
- разлози: недовољна $[O_2]$, мала заступљеност корисних микроорганизама
- највећу опасност за подземне воде представљају хемијске супстанце
- Coli бактерије се одржавају у подземним водама 30-50 дана, а феноли чак 11 година
- вода је сложена средина, у контакту је са чврстим и гасовитим супстанцама, долази до апсорпције, адсорпције, десорпције, комплексирања...

- тече кроз све сфере, ниједна сфера животне средине није поштеђена
- муљ у води представља секундарни извор загађивања из кога вода може дуго да екстрахује загађиваче
- супстанце органске и неорганске природе које се не могу разградити су још већи проблем
- нпр. јони тешких метала, када се унесу у животну средину, у њој, у једном или другом облику остају, не могу се уништити
- стално су мањи или већи проблем

Принципи поступања са отпадним водама

- под загађеном водом се, у ширем смислу, подразумева свака вода претходно употребљена у било коју сврху
- употребљена вода је променила своје особине у физичком, хемијском или биолошком смислу у већој или мањој мери
- отпадне воде се најчешће категоришу у две врсте:

Градске отпадне воде (канализација)

Индустријске отпадне воде (могу бити са претежно органским или неорганским примесима)

- градске отпадне воде се међусобно веома мало разликују по саставу
- садрже суспендоване или растворене неорганске и органске супстанце, по правилу мање штетне од оних у индустријским отпадним водама
- састав индустријских отпадних вода је променљив, зависи од индустрије из које вода потиче

- са отпадним водама је могуће поступати на два начина
- оне се могу пречишћавати и не пречишћавати
- без обзира да ли се пречишћавају или не, оне се морају депоновати
- вода је неуништива, дакле ни отпадна вода не може да просто нестане
- постоји више различитих могућности за депоновање воде
- радикалан начин: испаривање воде и уништавање остатка, концентрата загађивача, најчешће сагоревањем
- могућа и прерада остатка добијеног испаривањем
- испаривање је веома скупо, метод се ретко примењује, осим у случајевима када нема другог решења и ако вода може да отпари
- друга могућност која се примењује у више од 90% случајева, је...
-уливање отпадних вода у пријемну воду (реку, језеро, море)
- пријемне воде су увек под утицајем отпадних вода, пречишћених или не



- ни пречишћене воде не одговарају по квалитету почетним, коришћеним водама у индустријском процесу → утичу на квалитет пријемних
- пречишћавање се, испуштањем у пријемну воду, препушта природи
- при разлагању органских супстанци из отпадних вода у природним водама, догађају се различити биохемијски процеси
- обухваћени заједничким појмом природно пречишћавање (самопречишћавање) воде
- при томе се троши знатна количина O_2 , а бактерије, гљиве и други микроорганизми минерализују унете примесе...
- ...претварају их у проста неорганска једињења
- природно пречишћавање воде је веома значајно, зависи од количине вода, T° , степена загађености и локалних топографских услова
- од топографских услова зависи мешање и аерација воде

- природне воде могу да се успешно самопречишћавају ако се у њих не испушта сувише велика количина отпадних вода
- у противном, због трошења велике количине раствореног O_2 , нагомилавања органских и токсичних супстанци и бујања бактерија, гљивица и других микроорганизама, ремети се природна равнотежа
- тада животни услови за многе организме постају неподношљиви, они напуштају воде, природне воде се претварају у запуштене канале
- вода постаје неупотребљива за прераду у пијаћу воду, за спортове и коришћење у индустрији, постаје опасна за здравље становништва
- једно од најважнијих питања заштите животне средине је питање забране испуштања велике количине отпадних вода у пријемне воде

- покушава се да се аналитички одреди, израчуна, капацитет пријемних вода за пријем отпадних вода, али то није права заштита
- отпадна вода може и да се распрскава на неком необрадивом земљишту
- релативно добар начин, вода се временом пречишћава под дејством микроорганизама из земљишта
- пробијањем кроз слојеве земљишта се додатно чисти
- лоша страна- није могуће проценити све последице, неке супстанце могу да се акумулирају, после извесног времена земљиште је загађено...
- ...а онда се загађују и подземне воде, нпр. јонима тешких метала
- отпадна вода може да се распрскава и на неком обрадивом земљишту, тј. да се практично користи за наводњавање
- идеја привлачна, јер решава више проблема, проблем отпадних вода, као и проблем наводњавања у сушним крајевима

- много слабих тачака: загађују се земљиште и подземне воде, загађивачи улазе директно у биљке и даље у ланац исхране, било животиња или људи
- иако је забрањено наводњавање непречишћеним отпадним водама, ова пракса и даље постоји
- питање је да ли се сме наводњавати и пречишћеним отпадним водама, то зависи пре свега од степена пречишћености
- ако воде, нпр. садрже тешке метале, чак и у дозвољеним [], може да дође временом до акумулирања у земљишту и биљкама
- потребно је дуго време да би се утврдио стварни утицај овакве праксе
- многобројни, често и мали поремећаји у било ком систему у животној средини могу да доведу до великих последица и проблема
- понекад испитивања утицаја у случају наводњавања пречишћеним отпадним водама трају и по две деценије

- испитивања су веома важна за пустињске и полупустињске земље
- постоје и друге методе за решавање проблема отпадних вода
- убризгавање у напуштене руднике и исцрпљене нафтне бушотине
- у свету постоји велики број напуштених рудника дубоко под земљом и са огромном запремином ископаних јама
- такви рудници су добро решење за складиштење отпадних вода, поготово оних које су опасне па се не могу другачије третирати
- ово се чешће ради тајно него јавно, а геолози и геохемичари имају озбиљне примедбе, пре коришћења рудника у ове сврхе је неопходно урадити добру процену геологије и геохемије
- рудник не сме бити на трусном подручју, а воде из њега не сме да отиче
- земљотреси или цурење могу да доведу до контакта складиштених отпадних са подземним водама

- исцурела загађена подземна вода може да загади целокупну животну средину у окружењу
- најмодернија подваријанта: вода се не улива директно у јаму, већ складишти у бурадима или бетонским саркофазима у јами, а јаме су опремљене системима за контролу и надзор
- тако отпадна вода не може да се излије, осим у случају земљотреса или неког другог озбиљног тектонског поремећаја
- у свету постоји много исцрпљених нафтних бушотина
- остале су цеви које иду у велику дубину (и неколико км) до празних простора у којима је била нафта
- ово је могућ простор за убризгавање отпадних вода, геолози несагласни
- могуће убризгавати воду и у избушене седименте под земљом
- пошто има веома много отпадних вода, право решење је њихово максимално могуће пречишћавање

- ретко се пречишћавањем добија производ који се може искористити...
- ...што практично значи да нема економске рентабилности
- економска рентабилност не треба да буде сама себи циљ, поступци пречишћавања практично никада нису рентабилни
- ипак мањи је трошак пречишћавања него што је штета ако дође до загађења, или трошкови отклањања последица у животној средини
- због кружног тока воде у природи, отпадне воде су општи извор загађења животне средине
- доспевају свуда и могу да носе различите загађиваче
- могу бити већи извор загађења него загађени ваздух, у ваздуху углавном ниске [] у поређењу са оним у води,
- због тога загађивачи у ваздуху не могу имати акутне ефекте као они у води

- зато се отпадне воде морају пречишћавати, али је и појам пречишћавања услован- могуће их је пречишћавати до одређене границе
- постоји читав низ начина за пречишћавање отпадних вода, технологије могу бити врло компликоване
- поступак за пречишћавање може да се састоји из једне и више фаза, стално се врше истраживања за проналазак најрационалнијег система
- за више фаза су често потребне читаве фабрике
- избор технологије за пречишћавање отпадних вода зависи од више фактора, није класичан, свака је отпадна вода случај за себе
- отпадне воде се међусобно јако разликују, технологија која је добра за једну, у случају друге може да не да никакве битне резултате
- неопходно добро проучити отпадну воду, пре избора технологије
- пречишћавање индустријске отпадне воде је компликованије од пречишћавања градске отпадне воде

- у индустрији постоје типске отпадне воде, свака индустријска грана даје одређени тип отпадне воде
- нису идентичне, али су истог типа, битно је знати састав отпадне воде
- немогуће знати до детаља, понекада је састав веома компликован...
- ...битно је знати најважније састојке и које састојке желимо обавезно да потпуно одстранимо или минимализујемо
- економски аспект приликом избора технологије за пречишћавање отпадне воде је такође веома битан
- пречишћавање мора да буде јефтино, што јефтиније, како не би оптеретило цену индустријског производа
- ако је цена производа превисока, није конкурентан
- постоје отпадне воде које се ни на који начин не могу пречистити у целини и оне које захтевају веома скупу технологију
- постоји и тежња да се отпадне воде не пречишћавају

- у савременој индустрији је неопходно да се поступак пречишћавања отпадних вода сматра делом производног процеса
- налажење што јефтиније технологије представља циљ и покретачку снагу за унапређење и развој поступака за пречишћавање
- избор технологије зависи и од потребног квалитета пречишћавања
- неопходно је знати који је потребни квалитет воде након пречишћавања
- то је релативно, значи да вода мора бити онолико добро пречишћена колико захтевају прописи, закони о чистоћи воде одређене земље
- понекад прописе формално може да задовољни и нижи степен пречишћавања вода, а да то доведе до пораста загађења животне средине са временом
- могућност добијања споредног производа може да буде кључан при избору технологије пречишћавања

- код модерних поступака један од циљева и јесте да се добије споредни производ који се може продати- тиме се смањују трошкови процеса
- такође, тиме се и ствара нов производ, а иде се ка “безотпадној технологији”
- то је, уз покушаје да се дође до што је могуће јефтиније технологије, друга покретачка снага у развијању процеса за пречишћавање
- у класичном приступу пречишћавању отпадних вода се још увек користе одомаћени, али помало застарели термини
- термини: примарно, секундарно и терцијарно пречишћавање
- примарно пречишћавање је први поступак пречишћавања који се примењује у низу
- за неке воде примарно пречишћавање може бити довољно, сматрају се пречишћеним ако се примени само примарно пречишћавање
- секундарно пречишћавање је други или завршни ступањ пречишћавања

- примењује се када се једним поступком вода не може пречистити до жељеног нивоа, већ су потребне две различите технологије
- већина индустријских отпадних вода се пречишћава на овај начин
- неке отпадне воде, мада је то ређи случај, морају да се подвргну још једном поступку- то је терцијарно пречишћавање
- ако се воде пречишћавају и даље, ти се поступци више не броје
- градске отпадне воде се најчешће пречишћавају само примарним пречишћавањем, најчешће биолошким поступком
- у последње време расте свест о потреби одвајања фосфата из вода
- зато се неке градске отпадне воде пречишћавају и секундарно и терцијарно
- методе за пречишћавање појединих врста отпадних вода се могу поделити на физичко-механичке, хемијске и биолошке
- поједине методе се међусобно комбинују у различите поступке, према томе какав је састав и природа отпадне воде и који степен чистоће треба постићи