

Poluarea aerului poate ataca materialele specifice obiectelor de arta. Muzeele, galeriile, bibliotecile si arhivele sunt permanent sub acest risc. Chiar daca deteriorarea este relativ lenta si progresiva expunerea prelungita provoaca distrugerii majore. Diferite materiale sunt atcate de diferite tipuri de poluanti.

Pentru definirea problematicii se recomanda 3 etape:

Etapa 1 – Se considera diferite tipuri de materiale si poluanti care le pot afecta;

Etapa 2 – Determinarea caracteristicilor poluantilor microclimatului (mediului) obiectului, inclusiv a incaperii sau galeriei si a mediului extern;

Etapa 3 - Determinarea masurilor care se impun

In cazul in care se sesizeaza riscul poluarii, trebuie testati poluantii si masurarea concentratiei lor. Pentru determinarea riscului si atingerea solutiei potrivite se vor compara valorile masurate cu cele indicate prin standardele cunoscute si cu nivelele de distrugere/valorile admisibile (in cazul in care sunt disponibile).

Scopul principal al studiului este controlul poluantilor gazosi tipici muzeelor. Acesta include:

- Ventilarea pentru sanatatea publicului si confort
- Controlul particulelor;
- Proiectarea detaliata a sistemului de ventilare;
- Alegerea materialelor de filtrare.

1. Care sunt agenti poluanti si de unde provin?

Poluantii din exterior au doua surse principale de proieminenta:

- Poluantii din exterior care sunt adusi inaintea prin ventilare (aerisire);
- Poluantii generati in exterior necesitand indepartarea prin aerisire sau chiar prin metode de absorbtie chimica.

Sursele de poluare interioare include produse ale metabolismului vizitatorilor sau a animalelor (acolo unde este cazul), produse rezultate din combustie, gatit, introducerea materialelor sau chimicale precum particule emise din constructii sau materialele expuse.

Tabelul 1 prezinta poluantii care deterioreaza in general expozitiile din muzee, galerii, biblioteci si arhive.

Poluantii din exterior

NO₂, SO₂, O₃, H₂S, OCS sunt principalii factori ai deteriorarilor produse ca urmare a gazelor din exterior. Acestea sunt generate in majoritatea cazurilor din arderea petrolului din transport, cladiri si industrie. Sulfurii ("sulphides") sunt de asemenea generate in procesele biologice, in principal din oceane si prin degradarea materiilor organice.

O mare parte din NO₂ si ozon nu este formata direct ci prin reactii secundare care implica actiunea luminii soarelui asupra poluantilor emisi de autovehicule.

Unii dintre acesti poluanti au si origini in interior: NO₂ din sobele gaz; H₂S din emisiile biofluente de la oameni si din materialele de decoratie interioare si din materialele obiectelor din muzee, precum speciile zoologice din materialele arheologice organice in special din waterlogged site.

Ozonul poate fi dat de fotocopiatoare sau de imprimantele laser in particular de cele mai vechi.

Poluarea din exterior include particulele mici: praf si aerosoli care pot ramane suspendate in aer pentru o perioada mai lunga. Cele mai daunatoare sunt cele marunte, negre, rau mirositoare, particule acide din arderea incompleta a petrolului, in particular de la motoarele diesel.

Poluanti generati in interior

Compusii organici: acid acetic, acid formic si formaldehide au tendinta de a fi cele mai comune si mai distrugatoare cauzand corodarea metalelor si materialelor calcaroase, cateodata ataca si pigmentii, hartia si textilele. Acestea sunt adesea legate de atacul componentelor carbonil deoarece moleculele contin legatura C=O si au reactii de tip similar cu obiectele (carbonyl sulphide nu este in general grupata cu aceste componente si este considerata o sulfura generand efectul de matuire a argintului).

De aceea:

- Acidul acetic este dat de lemn, produse din lemn si anumiti adezivi si stampile, sigilii
- Acidul formic este emis de unele tipuri de lemn si de picturile in ulei care se usuca;
- Formaldehidele sunt emise in special din cleiuri si legaturi si din alte materiale compozite;

Toate aceste materiale sunt evident utilizate in constructia si organizarea muzeelor, galeriilor, bibliotecilor si arhivelor.

In general dar nu totdeauna salile de expunere si de depozitare au o ventilatie (aerisire) suficienta pentru a mentine concentratia de carbonil la un nivel redus.

Probleme mai mari sunt create in cazul depozitarii in containere sau vitrine caz in care carbonilul din materialele de constructie, finisare, adezive poate mari aceasta concentratie.

Inainte de alegerea strategiei de control al poluarii este necesar sa se faca o evaluare a poluantilor care pot afecta colectia, de unde vin acestia si cum pot fi controlati. De exemplu sistemul de aer conditionat va curata aerul din galerie dar nu va putea influenta (diminua) concentratia de vapori de acid acetic (emisi de vitrinele din lemn).

Toti poluanti mentionati anterior deterioreaza obiectele in diferite moduri. Multi alti poluanti din aer, precum CO₂, CO, CFCs –clorofluorocarbonati, si compusii organici volatili (VOCs) au o distributie relativ ridicata si o influenta asupra mediului si sanatatii, dar nu afecteaza materialele obiectelor de arta.

Cum se reduce nivelul poluantilor?

Principalele metode sunt prezentate in aceasta sectiune.

Pentru poluanti din exterior:

- Multe suprafete din cladiri absorb poluantii, astfel concentratia din interior a poluantilor adusi din exterior este semnificativ mai mica decat cea din exterior, in particular in cazul cladirilor cu ventilatie naturala;
- Debitul de aerisire mecanica si naturala reduce (dar nu sub nivelul care influenteaza sanatatea, siguranta si confortul) ;
- Poluantii din cladire pot fi absorbiti prin filtrarea aerului cu filtre adecvate;

Pentru poluantii generati in interior:

- Specificarea cu grija a tuturor materialelor din cladire, mobilier, a materialelor de finisare pentru o emisie minima;
- Extragerea aerului la sursa din perimetrul in care actioneaza poluantii, precum bucatarii, oficii si laboratoare;
- Adaugarea materialelor chimice absorbante, in general in sistemele de recirculare a aerului;
- Cresterea debitului de ventilare (dar trebuie avut in vedere ca pentru anumiti poluanti concentratia din exterior poate fi mai mare);

- Controlul debitului de ventilatie in concordanta cu monitorizarea concentratiei poluantilor;

Tabelul 1 : Poluantii din aer si efectele lor asupra materialelor

Tipul de poluant	Efectul	Sursa interioara de poluare
Dioxidul de sulf (SO ₂)	Matuirea metalelor; Deteriorarea picturilor si vopselelor; Decolorarea hartiei; Reducerea rezistentei textilelor; Atacarea materialelor fotografice;	Mediul inconjurator; Cateva surse interioare de astazi dar in general carbunele, petrolul si arderile de gaz (in particular gazul lampant din trecut)
Dioxidul de azot (NO ₂)	Inducerea unor modificari de culoare in textile; Reducerea rezistentei textilelor; Deteriorarea filmelor fotografice	Mediul inconjurator; Gazul pentru gatit si incalzit; Degradarea celulozei
Ozonul (O ₃)	Fisurarea materialelor din cauciuc (gumate); Modificarea culorilor; Atacarea materialelor fotografice; Deteriorarea cartilor	Mediul inconjurator; Copiatoare; Imprimante laser; Filtre electrostatice pentru particule; Electrocutoare pentru insecte
Hidrogen sulfurat (H ₂ S)	Matuirea metalelor (in special argintul)	Mediul inconjurator; Bioemisiile umane; Constructia si materialele decorative; Lemnul si textilele; Cauciucul vulcanizat; Materialele organice din siturile arheologice subacvatice (mlastinoase)
Sulfurile de carbon (OCS, sau uneori scrise COS)	Matuirea metalelor in special a argintului	Mediul extern, Procesele biochimice si geochimice din oceane, in general nu exista surse interioare;
Acidul formic (HCOOH)	Corodarea anumitor materiale in special plumb, zinc si aliajele cuprului cu continut ridicat de plumb; Atacarea materrialelor calcaroase precum scoicile; Atacarea speciilor mineralogice	Picturile, formalhidele oxidate; Unele specii de lemn (dar emisii mai mici decat de acid acetic)
Acidul acetic (CH ₃ COOH)	Corodarea anumitor materiale in special plumb, zinc si aliajele cuprului cu continut ridicat de plumb; Atacarea materrialelor calcaroase precum scoicile;	Lemnul si produsele din lemn, adezivii, stampile, peceti, descompunerea filmelor de acetat celuloza

	Atacarea speciilor mineralogice Poate ataca hartia, pigmentii si textilele	
Formaldehide (HCHO)	Oxidare	Produce din lemn, rasini si materiale termoplaste
Particule	Murdarire, patare, decolorari Depunerea de specii reactive cum ar fi particulele acide si alcaline	Mediul inconjurator, traficul rutier, polenul, arderile, lumanarile, biodeteriorarea, insectele, covoarele, materialele abrtazive, suprafetele tencuite; Sarea pulverizata din mediul marin etc

Tabelul 2: Nivelul poluantilor si valorile recomandate pentru expunere

Tipuri (surse)	Nivelul poluantilor in diferite medii (date medii pe parcursul unei luni)			Valori recomandate pentru expunere		
	Mediul urban	Interiorul cladiri	Inchis-masurata in vitrine si dulapuri	Reper	Recomandat	Institutia
Dioxide de sulf (exterior)	3-20 ppb	<1 ppb (cu filtrare chimica); 0-15 ppb in alte cazuri;	Neglijabil	Fise de inregistrare (din hartie) Carte legata in piele Fisa de inregistrare (din hartie) Interiorul muzeelor in general	0 ppb <0,1 ppb <0,4 ppb <4 ppb	British Museum Biblioteci Larsen si colaboratorii Studii epidemiologice Biroul National de Standardizare al SUA G. Thomson, Muzeul Mediului; Cea mai buna tehnologie disponibila
Dioxid de azot (in special in exterior)	10-40 ppb	<1 ppb (cu filtrare chimica); 1-20 ppb in alte cazuri;	Neglijabil	Fisa de inregistrare (din hartie) Fisa de inregistrare (din hartie) Interiorul muzeelor in general	0 ppb <2,5 ppb <5ppb	British Museum Biblioteci Biroul National de Standardizare al SUA G. Thomson, Muzeul Mediului; Cea mai buna tehnologie disponibila
Ozon (in special in exterior)	5-25 ppb	<1 ppb (cu filtrare chimica); 0 -10 ppb in alte cazuri;	Neglijabil	Interiorul muzeelor in general	0 ppb <13 ppb	G. Thomson, Muzeul Mediului; Cea mai buna tehnologie disponibila Biroul National de Standardizare al SUA

Hidrogen sulfurat (interior si exterior)	100–800 ppt	0-500 ppt: poate avea surse interne	0-700 ppt: poate avea surse interne	Nu este specificat in mod curent Masuratorile acestor poluanti au fost rare pina in ultimii ani. Numai acum se colecteaza date in cantitati suficiente si se fac cercetari in acest sens.1		
Sulfura de carbonil (exterior)	0-500 ppt	0-500 ppt	0-500 ppt			
Acidul formic si acetic (interior)	Neglijabil	<30 ppb	100s-1000s ppb in cazurile cu surse interne			
Formaldehida (exterior)	Neglijabil	<30 ppb	100s-1000s ppb in cazurile cu surse interne			
Particule din aer PM ₁₀ (interior si exterior)	20-30 µg/m ³	20-100 µg/m ³ (ocuparea intrarii in hol sau galerie); <10 µg/m ³ (depozitate sau arhivate)	Neglijabil	Interiorul muzeelor in general	<75 µg/m ³	Biroul National de Standardizare al SUA

2. Metodologie de colectare a datelor

Studiul se parcurge in trei etape iar fiecare in cateva trepte.

Etapa 1: Stabilirea gradului de risc asupra colectie din cauza poluarii

1. Ce materiale si obiecte sunt in colectie? La ce sunt vulnerabile?
2. Care este microclimatul obiectului? Cum sunt expuse (inchise, deschise, depozitate)? Exista in mediul lor poluanti identificati la punctul 1?
3. Care sunt poluanti caracteristici incaperii in care obiectul este gazduit? Exista o sursa de poluanti? Cat de usor pot intra poluantii din exterior?
4. Care sunt caracteristicile poluantilor din cladire ca un intreg? Exista o sursa de poluanti? Daca da sunt acestia indepartati eficient? Ce masuri au fost luate pentru a preveni intrarea poluantilor din exterior?
5. Care sunt poluantii caracteristici din mediul exterior?
6. Exista o deteriorare evidenta din cauza poluarii?

Etapa 2: Masurarea concentratiilor principalilor poluanti, sau obtinerea datelor din surse existente

1. Pot fi obtinute date din surse existente, precum retea nationala de monitorizare?

Daca DA – Exista suficiente informatii pentru a raspunde la Etapa 1 punctul 1?

Daca DA – se trece la etapa 3.

Daca NU –

2. Se fac masuratori proprii.

Etapa 3: Alegerea solutiei adecvate

1. Evaluarea solutiilor posibile. Consultarea cu curatori, conservatori, ingineri constructori, arhitecti si alte persoane responsabile pentru cladire si depozit.
2. Evaluarea solutiei pentru eficienta si posibile efecte secundare.
3. Alegerea solutiei.
4. Implementarea solutiei.
5. Testarea eficientei solutiei si pentru efecte secundare.

2.1 Evaluarea riscului

Evaluarea riscului implica considerarea:

- Tipurilor de obiecte si materiale din colectii si poluantii care le pot afecta;
- Daca exista forme evidente de deterioare;
- Conditiiile concrete de depozitare si prezentare – temperatura, umiditate, nivelul de iluminare, poluarea gazoasa si cu particule, biodeteriorarea;
- Natura constructiei; sistemul de control al mediului, mobilierul si cutiile de depozitare;
- Mediul exterior local si poluantii specifici;

Se poate incepe evaluarea din punctul de vedere al colectiei:

- Tipul obiectului si al riscului poluarii asupra materialului;
- Microclimatul imediat inconjurator obiectului;
- Microclimatul in incaperile imediat apropiate;
- Cladirea ca un intreg;
- Mediul exterior.

Desi aceste masuri par evidente, muzeele, galeriile, bibliotecile si arhivele procedeaza altfel: evalueaza si masoara nivelul poluarii in cladire fara aprecierea a ceea ce este periculos pentru colectia lor. Rezultatul este adesea asemanator dar procesul poate costa mult mai mult din punct de vedere financiar si poate lua mult mai mult timp.

Consultantii pot analiza componente irelevante sau sa urmareasca in locuri gresite.

Elementele de risc sunt urmatoarele:

Etapa 1:

- *Identificarea materialelor, a tipurilor de obiecte si a riscului de poluare asociat* - identificarea materialelor din colectie care sunt intr-un potential risc, deteriorarea pe care o pot suferi si poluantii care sunt tot mai adesea implicati.

Etapa 2:

- *Studiul caracteristicilor poluarii microclimatului*- evaluarea mediului imediat inconjurator obiectului creat de catre vitrine, dulapuri, cutii de carton sau geanta de plastic; sau in camera pentru obiecte expuse liber sau depozitate.

Cutii de lemn, sertare si dulapuri

In general, fiecare in parte va reduce deteriorarea facuta de poluantii din exterior:

- Patrunderea poluantilor in incapere va fi restrictionata (diminuata) de rata scazuta de schimb a aerului;
- Inevitabil, cativa poluanti vor atinge obiectele, dar in cantitati mult mai mici decat daca nu vor avea cutii

Pe de alta parte, materialul cutiilor si materialul de finisare precum lemnul si produsele din lemn, hartie, picturile etc. genereaza propria lor poluare. Compusii carbonil constitue principalele cauze de deteriorare.

- Acidul acetic este emis de toate tipurile de lemn dar cantitatea variaza in functie de sort si varsta; In general lemnul comun, stejarul, fagul, mesteacanul sunt speciile care degaja cel mai mult acid acetic. Chiar lemnul vechi (mai mult de 100 ani) poate inca genera cantitati considerabile de acid acetic.
- Picturile noi pot emite acid formic care este de asemenea gasit in produsele din lemn, stejar, cherestea.
- Daca exista materiale compozite din lemn atunci si acestea vor contribui la emiterea de formaldehide.

In plus aceste materiale, textilele, cauciucul si alte compozite vor emite gaze pe baza de sulf. In medii inchise poluantii pot atinge concentratii importante, in general de la citeva sute la citeva mii ppb pentru compusii carbonil si citeva sute ppt pentru H₂S.

Formaldehydele, acidul formic si acidul acetic au un miros caracteristic, ca in mobila noua de stejar si "sindromul de otet".

Cand acidul acetic produs prin degradarea filmului de acetat este suficient de concentrat ca sa miroasa a otet. Totusi nici un miros nu presupune ca nu exista risc. Acesti poluanti cauzeaza degradarea obiectelor chiar si la concentratii mult scazute.

Multe cazuri analizate au un miros chimic caracteristic in special cand sunt noi. Acestea in general se datoreaza compusilor organici volatili (alcooli, esteri, cetone, etc.), utilizati in prelucrarea si finisarea ambalajelor (cutii). Acesti compusi nu interactioneaza cu majoritatea obiectelor, asadar mirosul nu indica neaparat probleme de poluare.

Cutii din metal si sticla

Metalul si sticla nu emit poluanti si cutiile din aceste materiale sunt in general dar nu intotdeauna proiectate pentru a proteja obiectele de poluarea externa. Totusi suprafetele din metal si sticla vor fi mai putin capabile sa absoarba elementele de poluare externa daca acestea patrund in interior.

Cutiile si gentile din plastic

Cutiile si gentile din plastic pot proteja in bune conditii obiectele de poluantii externi. Ele pot emite anumiti compusi organici care nu contin acizi sau formaldehide (dar PVC-ul poate emite acid hidrocloric).