

EDUCAȚIA ECOLOGICĂ – INVESTIGAREA CALITĂȚII APELOR

Conf. dr. ing. Lavinia TOFAN

Universitatea Tehnică "Gh. Asachi" din Iași

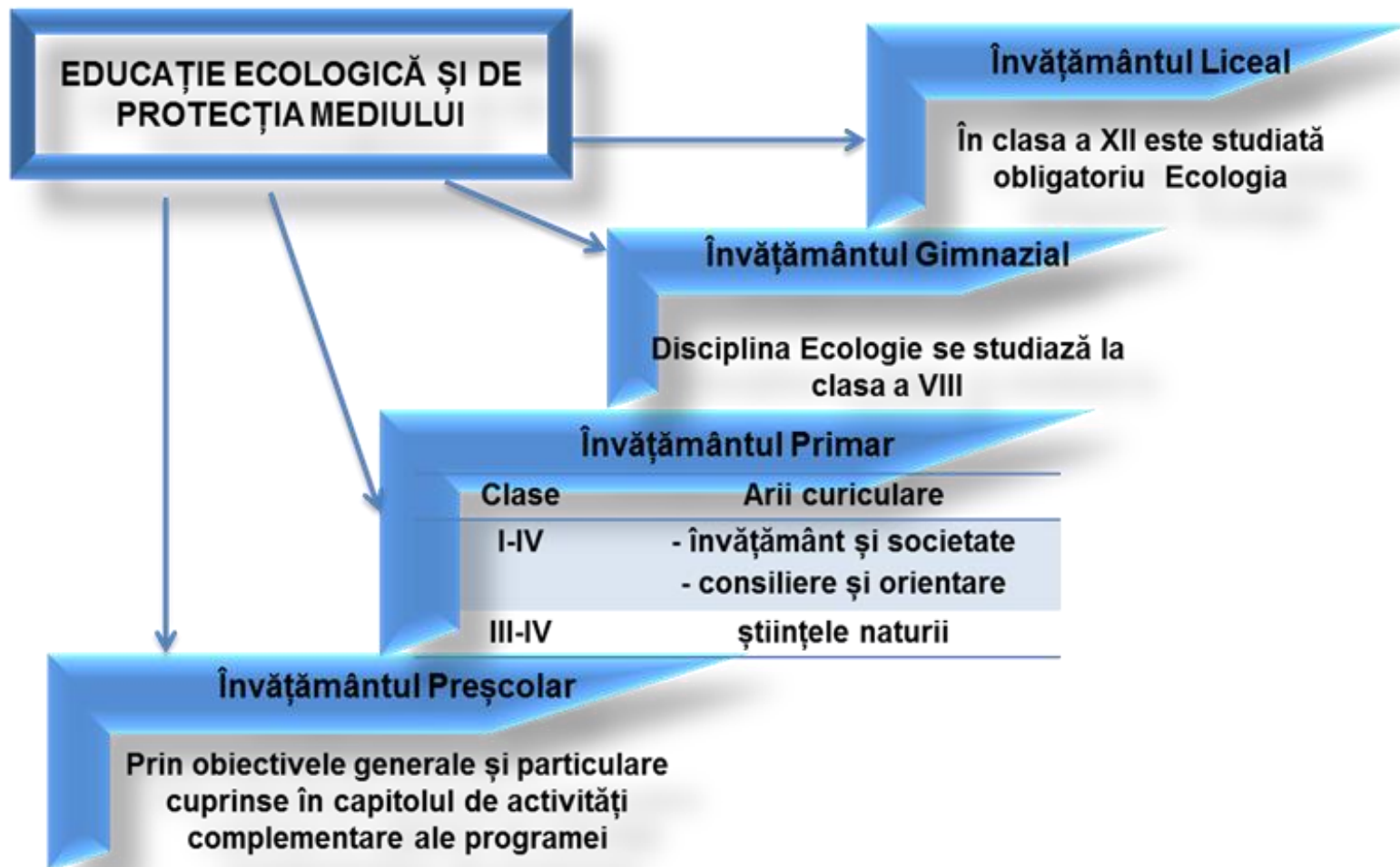
Facultatea de Inginerie Chimică și Protecția Mediului

Departamentul de Ingineria și Managementul Mediului

CONTEXT:

EDUCAȚIE ECOLOGICĂ:

menire fundamentală: a- i determina *"pe elevi să conștientizeze că omul, ca specie biologică este dependent de natură și nu poate trăi în afara ei"*





i-best *Inquiry-Based Education
in Science and Technology*

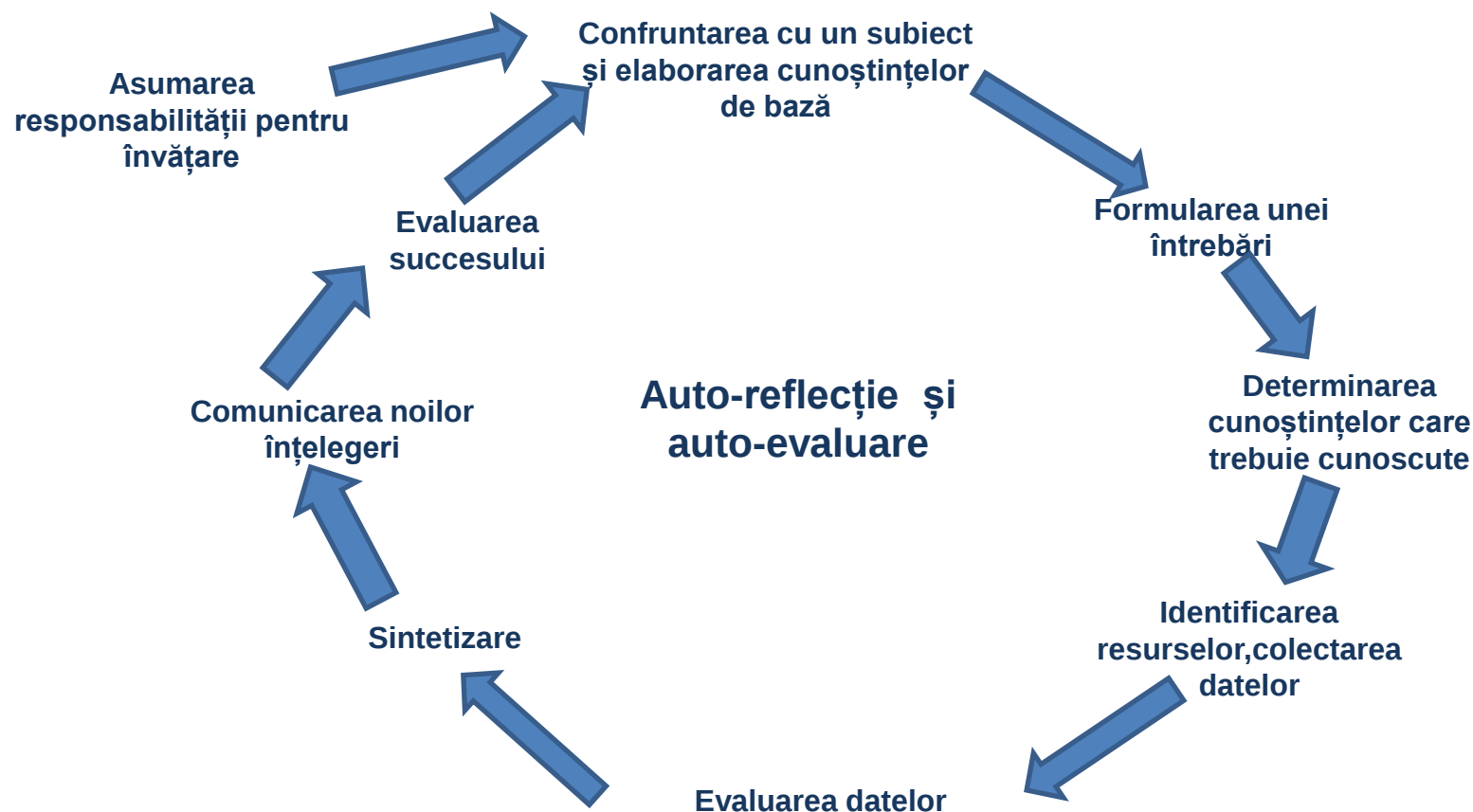
MANUALUL APEI

Conferențiar dr.ing. Lavinia TOFAN

Conferențiar dr.chim. Carmen PĂDURARU

OBIECTIV : investigarea calității apelor

Modelul procesului de investigație (Justice et.al, 2002)



ADRESABILITATE

MANUALUL APEI a fost elaborat într-un mod extrem de flexibil, astfel încât propune *elevilor din învățământul primar, gimnazial sau liceal*, activități de diverse tipuri și de complexitate diferită și gradată:

Elevii din
învățământul
primar

- însușirea unor noțiuni teoretice și practice;
- activități în care sunt implicate cele trei stiluri de învățare ale elevilor (vizual, auditiv, practic)
- activități individuale, în perechi, în grup sau cu întreaga clasă;
- activități interactive – *experimentul de laborator*, elaborarea de proiecte și referate tematice.

Elevii din
învățământul
gimnazial

Elevii din
învățământul
liceal

MANUALUL APEI

I. NOȚIUNI TEORETICE

“apa nu este un produs comercial ca oricare altul, ci o moștenire care trebuie păstrată, protejată și tratată ca atare”

II. APLICAȚII PRACTICE

Trusa I-BEST formată din patru seturi pentru determinarea:

- pH-ului- un set benzi hârtie indicatoare de pH;
- durității – un set benzi *Insta-Test LaMotte*;
- conținutului de nitrat/nitrit – un set de benzi *Insta – Test LaMotte*;
- oxigenului dizolvat- kit de testare HI 3810

I. NOȚIUNI TEORETICE



- 1. Apa – resursă pentru folosințe complexe;*
- 2. Apa – lichid excepțional ;*
- 3. Apa – „aurul albastru” ;*
- 4. Calitatea apei – „oglinda” stării generale a apelor naturale;*
- 5. Indicatori de calitate a apei - descriere și determinare;*
- 6. Politici în domeniul calității apei*



Pentru ca textul prezentat să fie cât mai atractiv și mai stimulator pentru elevi, s-au folosit **numeroase tabele, grafice, figuri.**

În plus, sunt atașate **4 prezentări Power Point** corespunzătoare capitolelor care se referă la calitatea apei și la descrierea și determinarea unor indicatori de calitate a apei.

INDICATORI DE CALITATE A APELOR

MODALITĂȚI DE DEFINIRE A CALITĂȚII APELOR

DEFINIȚIE: calitatea apei este un ansamblu convențional de caracteristici fizice, chimice, biologice și bacteriologice, exprimate valoric, care-i permit încadrarea într-o anumită categorie și îi conferă însușirea de a servi unui anumit scop.

MOD DE STABILIRE: pe baza unui număr limitat, riguros selectat, din multitudinea caracteristicilor fizice, chimice și biologice ale apei, determinabile prin analize de laborator.

Sistemul mondial de supraveghere a mediului înconjurător prevede monitorizarea calității apelor prin trei categorii de parametri:

de bază	temperatură, pH, conductivitate, oxigen dizolvat, colibacili
indicatori ai poluării persistente	cadmiu, mercur, compuși organici halogenați și uleiuri minerale;
opționali	carbon organic total, consum biochimic de oxigen, detergenți anionici, metale grele, arsen, bor, sodiu, cianuri, uleiuri totale, streptococi



1.INDICATORI ORGANOLEPTICI

Sunt reprezentați prin **gustul** și **mirosul** apei, proprietăți ce pot fi evaluate prin mijlocirea organelor de simț pe care le impresionează

Exprimarea intensității gustului și mirosului se face în **grade**, determinate prin metoda diluției. *Valorile admise sunt, atât în cazul gustului cât și al mirosului, de 2 grade.*

Factorul cu acțiune determinantă asupra proprietăților organoleptice ale apelor naturale este compoziția lor chimică.



INDICATORI CHIMICI GENERALI

Duritatea apei

Duritatea apei - cantitatea totală de săruri de calciu și magneziu care se găsesc în apă



Tipul de duritate	Definiție
DURITATEA TEMPORARĂ (D_t)	Este datorată prezenței bicarbonaților de calciu și magneziu. Este considerată temporară, deoarece prin fierbere, bicarbonații precipită carbonați. $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$ bicarbonat de calciu de calciu $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2 \rightarrow \text{MgCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$ bicarbonat de magneziu de magneziu
DURITATEA PERMANENTĂ (D_p)	Este duritatea conferită apei de celelalte săruri (cloruri, sulfati, azotați) de calciu și magneziu, care persistă și după fierbere.
DURITATEA TOTALĂ (D_T) $D_T = D_t + D_p$	Suma durităților temporară și permanentă reprezintă duritatea totală a unei ape.

INDICATORI CHIMICI TOXICI

- ☐ Nitrații (NO_3^-)
- ☐ Cianurile
- ☐ Mercurul
- ☐ Plumbul

INDICATORI BIOLOGICI ȘI BACTERIOLOGICI

1. APA – RESURSĂ PENTRU FOLOSINȚE COMPLEXE

1.1.	IMPORTANȚA APEI	„ Apa nu are gust, culoare sau miros nu poate fi definită, în jurul ei plutind o aură de mister. Ea nu este vitală pentru a supraviețui, ci este înșăși viața. “		
1.2.	APA ÎN NATURĂ	”Apa este substanța minerală cea mai răspândită pe suprafața Pământului și are un rol priomordial în dezvoltarea social – economică a unei națiuni”		
1.3	UTILIZĂRILE APEI	Terapie balneară Pentru agrement Pentru transport		Pentru Consum (băut, casnic, prepararea hranei, igiena locuinței și a gospodăriei) Industrie (materie prime, mijloc de transport al materiei prime, agent de răcire) În agricultură (irigații, zootehnie, piscicultură)
1.4.	POLUAREA APEI	Resursele de apă sunt limitate, necesarul de apă crește continuu. În natură nu există nici recompense, nici pedepse, ci numai CONSECINȚE”.		

ȘTIAȚI CĂ?

Adunarea Generală a Națiunilor Unite a stabilit, în cadrul reuniunii sale *Millennium* din anul 2000, opt obiective de dezvoltare ale mileniului (ODM), obiective care trebuie îndeplinite până în 2015, cu scopul de a accelera combaterea sărăciei și dezvoltarea socio-economică. Aceste obiective au fost elaborate și aprobate de comunitatea interguvernamentală la Summit-ul mondial privind dezvoltarea durabilă (Johannesburg, 2002.) [17].

- ***Obiectivele de dezvoltare ale mileniului și calitatea apei***

- ***1. Eradicarea foametei și a sărăciei extreme***
- ***2. Asigurarea educației primare universale***
- ***3. Promovarea egalității între sexe și a emancipării femeilor***
- ***4. Reducerea mortalității infantile***
- ***5. Îmbunătățirea sănătății materne***
- ***6. Combaterea HIV/ SIDA și a altor boli;***
- ***7. Asigurarea dezvoltării durabile***
- ***8. Realizarea unui parteneriat global pentru dezvoltare***
- Managementul și protecția apelor contribuie atât direct cât și indirect la atingerea Țintelor stabilite în toate cele 8 obiective de dezvoltare a mileniului, deși este cel mai strâns legat de Țintele specifice obiectivului 7, de asigurare a dezvoltării durabile:
 - Integrarea principiilor dezvoltării durabile în politicile și programele naționale și reducerea degradării resurselor naturale;
 - Înjumătățirea, până în 2015, a numărului de persoane fără acces durabil la apă potabilă și servicii primare de salubritate;
 - Reducerea semnificativă până în 2010 a pierderii biodiversității;
 - Realizarea de îmbunătățiri semnificative în viața a cel puțin 100 de milioane de locuitori din cartierele sărace, până în anul 2020. [17]

2. APA – LICHID EXCEPȚIONAL

2.1.	COMPOZIȚIA APEI	"Ce este apa? Un copil născut din unirea unui tată, oxigenul, și a unei mame, hidrogenul: H_2O " (definiție de Omraam Mikhael Aivanhov)
2.2.	PROPRIETĂȚILE APEI a. <u>Fizice</u> +densitatea apei +vâscozitatea apei +tensiunea superficială a apei +punctul de topire și punctul de fierbere +capacitatea calorică +căldura latentă de vaporizare +căldura latentă de topire b. <u>Chimice</u> - reactivitatea apei - apa ca produs de reacție	Prin cele 66 de proprietăți fizice anormale, APA ESTE UN LICHID EXCEPȚIONAL. Proprietățile fizice ale apei pure stau la baza definirii unor unități de măsură fundamentale: unitatea de temperatură($^{\circ}C$, K), caloria, unitatea de masă(kg) Apa este considerată solventul universal. Apa se caracterizează printr-o mare stabilitate chimică prin ridicarea temperaturii la $2500^{\circ}C$, numai 10% din apă disociază. Multe elemente metalice sau nemetalice descompun apa la diferite temperaturi

Exemple sugestive de reacții chimice generatoare de apă

Nr. crt.	Tipul reacției	Ecuatia reacției chimice
Reacții anorganice		
1.	Reducerea de către hidrogenul molecular a oxizilor a căror căldură de formare este mai mică decât cea a apei	$\text{H}_2 + \text{CuO} \rightarrow \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$ $\text{H}_2 + \text{HgO} \rightarrow \text{Hg} + \text{H}_2\text{O}$
2.	Oxidarea hidrurilor	$2 \text{H}_2\text{S} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{S} + 2 \text{H}_2\text{O}$ sau într-o cantitate suficientă de oxigen $2 \text{H}_2\text{S} + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{SO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$
3.	Reacții de neutralizare	$\text{CaO} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$ $\text{NaOH} + \text{HCl} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$
4.	Reacții de deplasare	$\text{CaSiO}_3 + 6\text{HF} \rightarrow \text{CaF}_2 + \text{SiF}_4 + 3 \text{H}_2\text{O}$
5.	Acțiunea oxidantă a unor acizi	$2\text{Sb} + 6\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 3 \text{SO}_2 + \text{Sb}_2(\text{SO}_4)_3 + 6 \text{H}_2\text{O}$ $\text{HNO}_3 + 3\text{HCl} \rightarrow \text{ClNO} + \text{Cl}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$
6.	Reacții de descompunere termică	$2\text{LiOH} \rightarrow \text{Li}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$ $\text{NH}_4\text{NO}_3 \rightarrow \text{N}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$
Reacții organice		
1.	Reacții de ardere	$\text{C}_n\text{H}_{2n+2} + \frac{3n+1}{2} \text{O}_2 \rightarrow n\text{CO}_2 + (n+1) \text{H}_2\text{O}$ $\text{C}_n\text{H}_{2n} + \frac{3n}{2} \text{O}_2 \rightarrow n\text{CO}_2 + n \text{H}_2\text{O}$
2.	Reacții de deshidratare - intramoleculară - intermoleculare	$\text{R} - \text{CONH}_2 \rightarrow \text{R} - \text{CN} + \text{H}_2\text{O}$ $2\text{R} - \text{CH}_2 - \text{OH} \rightarrow \text{R} - \text{CH}_2 - \text{O} - \text{CH}_2 - \text{R} + \text{H}_2\text{O}$
3.	Reacții de condensare	$\text{R} - \text{CHO} + \text{H}_2\text{N} - \text{OH} \rightarrow \text{R} - \text{CH} = \text{N} - \text{OH} + \text{H}_2\text{O}$
4.	Reacții de oxidare	$\text{R} - \text{CH} = \text{CH} - \text{R} \xrightarrow{\text{O}} \begin{array}{c} \text{R} - \text{CH} - \text{CH} - \text{R} \\ \quad \\ \text{OH} \quad \text{OH} \end{array} + \text{H}_2\text{O}$

ȘTIAȚI CĂ?

- ✓ Unul dintre pionierii domeniului de cercetare a calității apelor este Samuel Hahnemann. Cunoscut astăzi ca „părintele homeopatiei”, ale cărei principii le-a descoperit în anul 1796, Samuel Hahnemann considera că apa este un purtător de informații.
- ✓ Afirmatia că apa este capabilă să stocheze informații și să le transfere altor sisteme a fost susținută ulterior de numeroși alți cercetători.
- ✓ Se consideră că apa ale cărei calități naturale au fost grav afectate poate fi purificată chimic și biologic, dar ea poate prezenta în continuare oscilații electromagnetice la anumite lungimi de undă.
- ✓ Se poate spune că apa are memorie. Memoria fizică a apei a fost cercetată de numeroși experți în domeniu, care au confirmat această teorie prin experimente. Astfel, au fost studiate efectele unor substanțe în apa distilată. Concluzia care s-a desprins a fost că există, fără nicio îndoială, o relație între informația stocată de apă, calitatea ei și sănătate. În conformitate cu rezultatele studiilor, apa are *memorie structurală și variabilitate structurală*, iar, datorită acestor proprietăți este capabilă să stocheze informații, o perioadă îndelungată de timp și să le transfere în corpul uman. [23]

3. APELE – „AURUL ALBASTRU”

Apele naturale - apele ale căror caracteristici nu au fost alterate de activitățile umane



Ape uzate – ape care prin folosire și-au modificat proprietățile inițiale



Tipul de apă naturală	Descriere
APE METEORICE	• se înscriu în categoria celor mai curate ape naturale ; • compoziția lor chimică este variabilă în funcție de : - durata (apa ploilor de lungă durată este mai curată) și intensitatea precipitațiilor; - puritatea atmosferei; - condițiile locale
APE DE SUPRAFAȚĂ	• sunt foarte rar potabile; • compoziția lor chimică este variată și variabilă în funcție de : - factori climaterici, geomorfologici și antropogeni; - procese fizice , chimice și biologice • sunt puternic influențate de poluare
APE SUBTERANE	• pot reprezenta o sursă convenabilă de apă potabilă ; • au caracteristici fizico–chimice relativ constante în timp și dependente de natura geologică a straturilor permeabile; • sunt nesemnificativ influențate de poluările accidentale; • prezintă puritate bacteriologică ridicată
Ape uzate menajere	Se evacuează după ce au fost folosite pentru necesități gospodărești, în locuințe și instituții publice
Ape uzate industriale	Provin din folosirea apei în diverse procese industriale
Ape uzate meteorice	Cu toate că inițial nu conțin agenți poluanți, străbătând atmosfera, sau mai ales, căzând pe sol; apele de ploaie sau cele rezultate din topirea zăpezilor, antrenează impurități. Ceea ce rămâne după evaporare și infiltrare în sol reprezintă apa uzată meteorică

Ape de suprafață

Ape din :		Caracteristici
Râuri		Reprezintă circa 0,1% din volumul total al hidrosferei. Reprezintă circa 90% din resursele de apă ale României. Cantitatea de apă este în continuă schimbare, din cauza modificării debitelor de intrare și de ieșire.
Fluvii		Debitele de intrare provin din precipitații, scurgeri de suprafață și afluenți
Bălți		Debitele de ieșire includ evaporarea și deversările în apele subterane.
Lacuri		Cantitatea și localizarea lor se pot modifica în timp și spațiu, fie natural, fie prin intervenția omului. Principalele caracteristici chimice sunt: -gradul de mineralizare; - nivelul de poluare
Lacuri de acumulare		Caracteristicile lor ecologice sunt flora și fauna acvatică și limnică. Aceste caracteristici variază în -spațiu (latitudine, altitudine, forme de relief); - timp (între anotimpuri și între zi și noapte)
Mări		Datorită cantităților foarte mari în care sunt disponibile, reprezintă una dintre cele mai importante surse de alimentare
Oceane		Constituie o importantă cale de transport. Reprezintă o importantă resursă turistică și balneo – turistică

Ape subterane

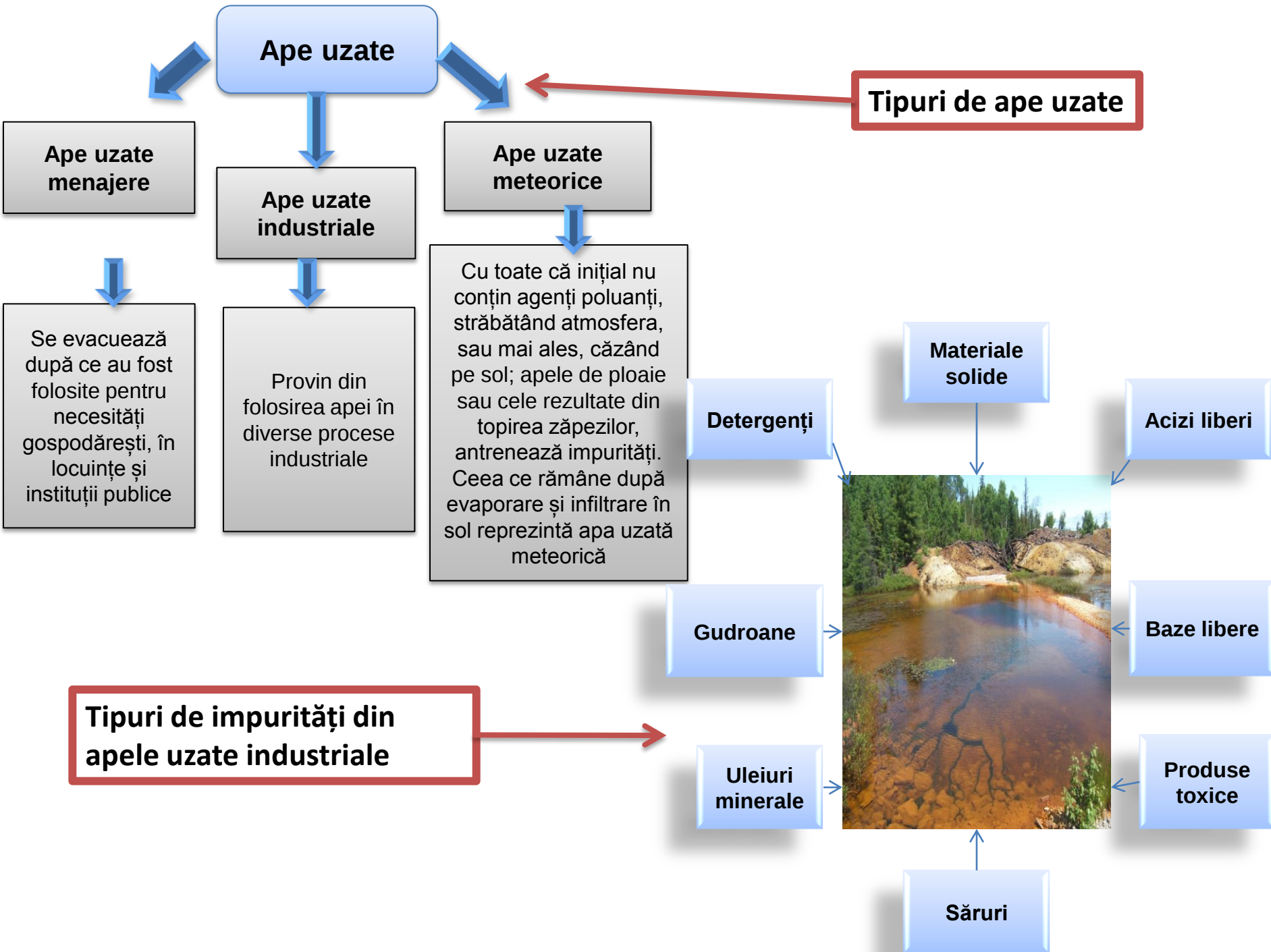


Fântâni

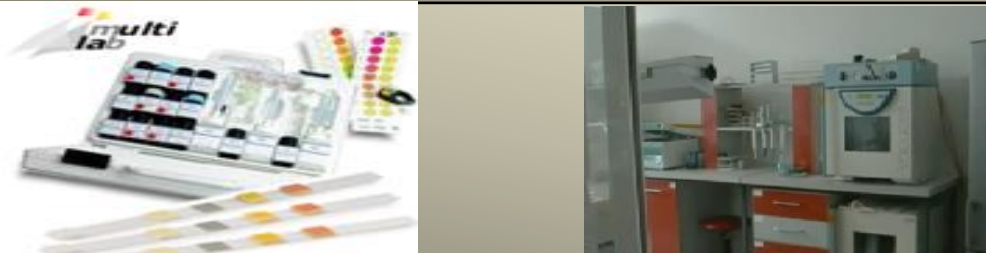


Izvoare





4.CALITATEA APEI – „OGLINDA” STĂRII GENERALE A APELOR NATURALE

INDICATORI DE CALITATE A APELOR	<i>Clasificarea indicatorilor de calitate după natura lor:</i> <table><tr><td>indicatori organoleptici</td><td>gust, miros</td></tr><tr><td>indicatori fizici</td><td>temperatură, culoare, turbiditate</td></tr><tr><td>indicatori fizico – chimici</td><td>pH, conductivitate electrică, reziduu</td></tr><tr><td>indicatori chimici generali</td><td>duritate, alcalinitate</td></tr><tr><td>indicatori chimici toxici</td><td>detergenți, metale grele</td></tr><tr><td>indicatori radioactivi</td><td></td></tr><tr><td>indicatori biologici</td><td>indicatori bacteriologi</td></tr></table>	indicatori organoleptici	gust, miros	indicatori fizici	temperatură, culoare, turbiditate	indicatori fizico – chimici	pH, conductivitate electrică, reziduu	indicatori chimici generali	duritate, alcalinitate	indicatori chimici toxici	detergenți, metale grele	indicatori radioactivi		indicatori biologici	indicatori bacteriologi
indicatori organoleptici	gust, miros														
indicatori fizici	temperatură, culoare, turbiditate														
indicatori fizico – chimici	pH, conductivitate electrică, reziduu														
indicatori chimici generali	duritate, alcalinitate														
indicatori chimici toxici	detergenți, metale grele														
indicatori radioactivi															
indicatori biologici	indicatori bacteriologi														
STANDARDE DE CALITATE A APEI	○ norme sanitare - tabele care au caracter de lege și care cuprind valorile limită admise pentru indicatorii de calitate ○ standarde de calitate - ansamblu de norme prin care se stabilesc caracteristicile principale de calitate pe care trebuie să le îndeplinească o apă, metodele de analiză, unitățile de măsură, terminologia simbolurilor utilizate etc.														
EVALUAREA CALITĂȚII APEI															

EVALUAREA INDICATORILOR DE CALITATE A APEI

PRELEVAREA PROBELOR



CONSERVAREA PROBELOR



TRANSPORTAREA PROBELOR



**PREGĂTIREA PROBEI PENTRU
LABORATOR**



MĂSURAREA PROPRIU -ZISĂ



**EXPRIMAREA ȘI PRELUCRAREA
REZULTATELOR**

Recoltarea *probelor de apă* din surse de suprafață se face de 2-4 ori pe an, în *perioadele cele mai critice ale poluării* și anume la debitele minime de iarnă (temperaturile cele mai scăzute) și de vară (temperaturile cele mai ridicate) și la *debitele maxime de primăvară sau de toamnă* (după ploi sau topirea zăpezii).

Pentru *sursele subterane*, analizele se efectuează prin recoltarea apei de 1-2 ori pe an, în perioadele de stabilitate și/sau după precipitații puternice. În cazul poluărilor intermitente (discontinue) ritmul prelevărilor se stabilește în funcție de regimul eliminărilor sau al antrenării poluanților.



a



b



c

• Conservarea probelor de apă

Substanțe eficiente în conservarea probelor de apă

Substanța	Tipul de probe de apă pentru care se utilizează	Efectul asupra probei
Acidul azotic	Ape poluate cu metale	Împiedică degradarea metalelor
Acidul sulfuric	Produse biodegradabile, care conțin carbon organic, produse petroliere sau grăsimi Ape bogate în amine sau amoniac	Bactericid Formarea de sulfați cu bazele volatile
NaOH	Probe de apă care conțin acizi organici volatili sau cianuri	Formarea de săruri de sodiu ale acizilor volatili
MnCl ₂ +KI +NaOH	Probe de apă prelevate în scopul dozării O ₂ dizolvat prin metoda Winkler	Fixarea oxigenului dizolvat în apă
Cd(CH ₃ COO) ₂ sau Zn(CH ₃ COO) ₂	Probe recoltate pentru determinarea H ₂ S și a sulfurilor	Fixarea hidrogenului sulfurat.

Probele recoltate trebuie păstrate la temperatura de 4 – 10°C și, din momentul recoltării probelor, analizele se efectuează în cel mult:

Ape curate	72 de ore
Apele cu poluare medie	48 de ore
Ape puternic poluate	12 ore

•**Pregătirea probei de laborator**

Scop: aducerea probei într-o formă care să permită măsurarea uneia dintre proprietățile sale.

Realizare: printr-un tratament fizico–chimic, care include o succesiune de operații, cum ar fi:

- concentrarea, când se recurge la reducerea volumului unei probe care conține componenta ce urmează a fi dozată (prin evaporare, congelare, cosedimentare);

- înlăturarea interferențelor, prin mascare sau separare:

- Mascarea**- blocarea acțiunilor interferențelor prin adăugarea de substanțe complexante sau oxido – reducătoare, cum ar fi:

Agentul de mascare	Speciile care pot fi mascate
Cianuri	Ag, Au, Cd, Co, Cu, Fe, Hg, Mn, Ni, Pd, Pt, Zn
Sulfocianuri	Ag, Cd, Co, Cu, Fe, Hg, Ni, Pd, Pt, Zn
Amoniac	Ag, Co, Cu, Fe, Pd, Pt
Fluoruri	Al, Co, Cr, Mg, Mn, Sn, Zn
Tiosulfat	Au, Cd, Co, Cu, Pd, Pt, Sb
Tartrat	Al, Ba, Bi, Ca, Ce, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Pd, Pt, Sb, Zn
Oxalat	Al, Fe, Mg, Mn, Sn

- **Măsurarea propriu-zisă**

O metodă de analiză chimică reprezintă o sursă de informații legate de natura și conținutul componentelor dintr-o probă.

Obținerea acestor informații, printr-o metodă de analiză presupune un ansamblu de operații a căror efectuare necesită:

- ✓ anumită tehnică;
- ✓ aparatură și instrumente adecvate;



- ✓ reactivi;



- ✓ substanțe auxiliare.



Metodele de ***analiză calitativă*** îndeplinesc funcția de identificare (decelare, detectare, recunoaștere) a speciilor chimice prezente într-o probă.



Metode de *analiză semicantitativă*

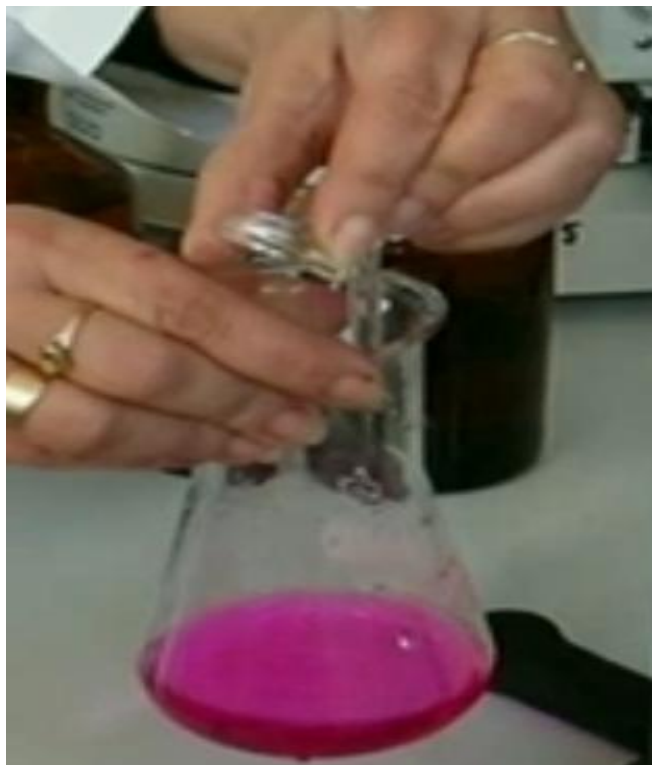
În acest scop, se utilizează frecvent „kituri”, respectiv truse cu reactivi pentru anumite teste, care permit evaluarea aproximativă a concentrației unor poluanți din apă



Metodele de **analiză cantitativă (de dozare)** permit determinarea conținutului sau a concentrației unuia sau a mai multor componenți dintr-o probă.

Sunt guvernate de dependența dintre valoarea (sau variația) unei proprietăți P specifice speciei de analizat și concentrația acesteia (C): $P = f(C)$. În funcție de proprietatea măsurată și de aparatura utilizată, metodele de analiză cantitativă pot fi:

➤ metode chimice(clasice) de analiză



➤ metode fizico – chimice (instrumentale).



Exprimarea rezultatelor analizei

Indicatori de calitate determinați pentru diferite categorii de ape

Indicatorul de calitate	Unitatea de măsură	Apă de râu	Apă de lac	Apă subterană	Apă potabilă	Apă minerală
Temperatura	grade celsius	18	13,8	14	19	15
pH		7,85	6,95	7,7	7,7	5,8
Duritatea totală	grade	11,65	4,70	11,96	8,40	54,10
Oxigenul dizolvat	mg O ₂ /dm ³	8,69	9,66	1,26	7,20	-
Consumul chimic de oxigen (CCO-Cr)	mg O ₂ /dm ³	26,80	9,06	4,04	2,40	9,70
Consumul biochimic de oxigen(CBO ₅)	mg O ₂ /dm ³	4,96	3,83	0,90	1,20	-
Cloruri	mg/dm ³	46,00	8,00	11,00	37,00	365
Azotiți	mg/dm ³	0,630	0,040	0,010	0,00	0,016
Azotați	mg/dm ³	4,761	0,332	0,455	2,082	0,044
Fosfor total	mg/dm ³	0,660	0,023	0,360	0,013	0,00

5. INDICATORI DE CALITATE A APEI – DESCRIERE ȘI DETERMINARE

5.1.

INDICATORI ORGANOLEPTICI

- gustul apei

mineral bicarbonato – calcic; mineral magnezic; mineral metalic; mineral sărat; organic hidrocarbonat; organic medical farmaceutic; organic pământos; organic vazos

- mirosul apei

aromatic; balsamic; clorurat; medicamentos; sulfurat; pământos; fecaloid; de mucegai; vazos



5.2

INDICATORI FIZICI

- Temperatura apei

- Culoarea apei

- Turbiditatea apei



5.3.

INDICATORI FIZICO – CHIMICI

- Conductivitatea electrică a apelor

- Reziduul fix



5.4. INDICATORI CHIMICI GENERALI

- Alcalinitatea apei
- Consumul chimic de oxigen (CCO)
- Consumul biochimic de oxigen (CBO₅)



5.5. INDICATORI BIOLOGICI

- volumul sestonului obținut prin filtrare prin fileu planctonic, cm³/m³;
- organisme animale, vegetale și particule vizibile cu ochiul liber;
- organisme indicatoare de poluare;
- organisme dăunătoare sănătății: ouă de geohelmiți, chisturi de giardia, protozoare intestinale patogene

ȘI BACTERIOLOGICI

- ❑numărul total de bacterii care se dezvoltă la 37⁰/cm³
- ❑numărul probabil de: bacterii coliforme; bacterii coliforme termotolerante; streptococi fecali

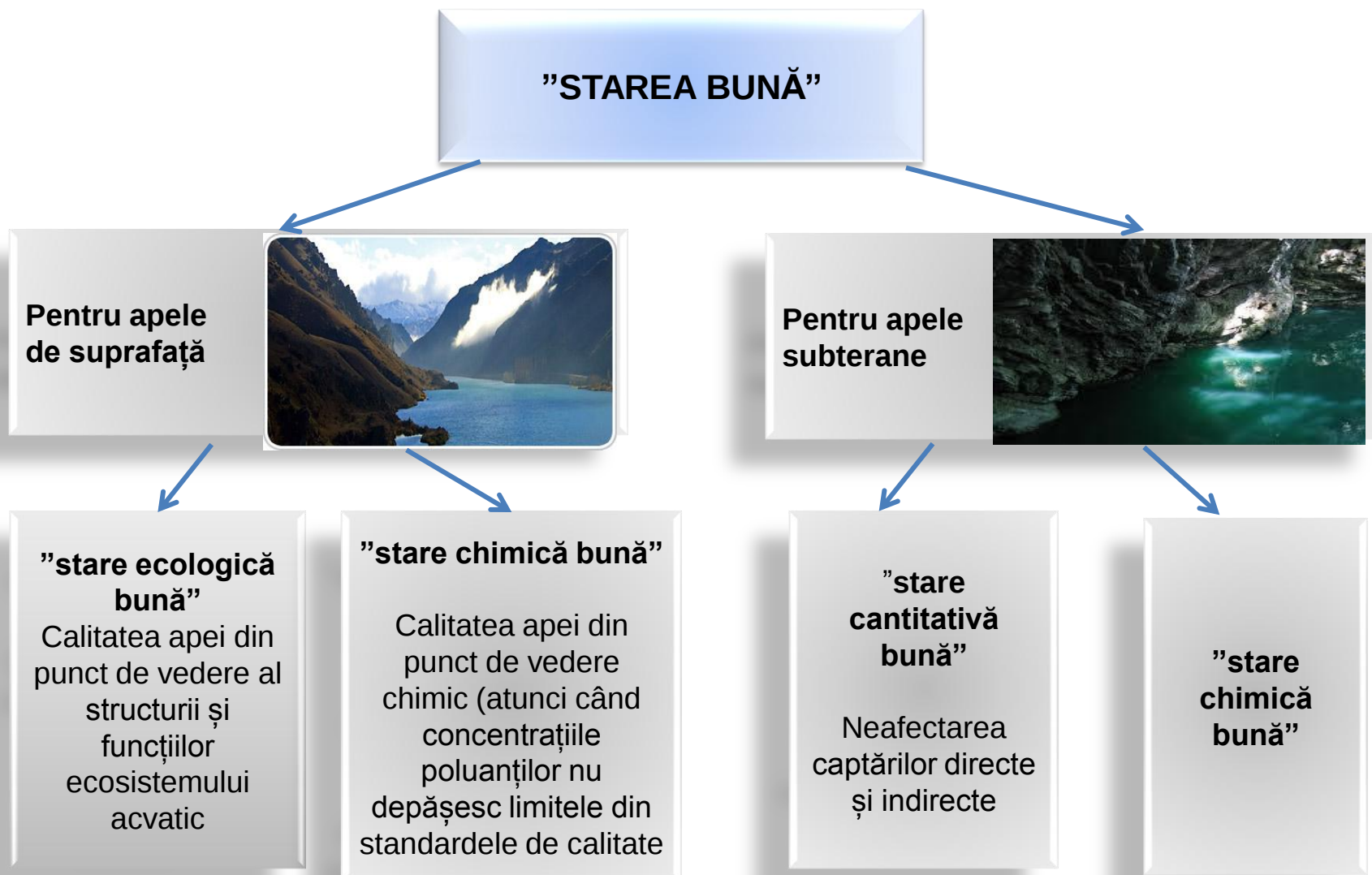


6. POLITICI ÎN DOMENIUL CALITĂȚII APEI

6.1. DIRECTIVA CADRU PRIVIND APA A UNIUNII EUROPENE

Nr. art.	Se referă la	Nr. art	Se referă la	Anexa	Se referă la
1.	obiectul directivei	14	informarea și consultarea publicului	I	informații necesare autorităților competente
2.	definiții	15	notificare	II	1. ape de suprafață 2. ape subterane
3.	coordonarea măsurilor administrative în cadrul unităților hidrografice	16	strategii de combatere a poluării apei	III	analiza economică
4.	obiective de mediu	17	strategii pentru prevenirea și controlul poluării apelor subterane	IV	zone protejate
5.	caracteristici ale unităților hidrografice, analiza impactului activităților umane asupra mediului și analiza economică a utilizării apei	18	raportul Comisiei	V	1. starea apelor de suprafață; 2. starea apelor subterane
6.	registrul zonelor protejate	19	planuri pentru viitoare măsuri comunitare	VI	lista măsurilor ce trebuie incluse în programe de măsuri
7.	Ape utilizate la captarea apei potabile	20	adaptări tehnice ale directivei	VII	planuri de gestionare a bazinelor hidrografice
8.	Monitorizarea stării apelor de suprafață, a apelor subterane și a zonelor protejate	21	comitetul de reglementare	VIII	lista orientativă a principalilor poluanți
9.	Recuperarea costurilor serviciilor legate de utilizarea apei	22	abrogări și dispoziții tranzitorii	IX	valori limită pentru emisii și standarde calitative ecologice
10	Metoda combinată de abordare a surselor punctiforme și a surselor difuze	23	sanțiuni	X	substanțe prioritare
11.	Programul de măsuri	24	punerea în aplicare		
12.	Probleme care nu pot fi tratate la nivelul unui stat membru	25	intrarea în vigoare		
13	Planuri de gestionare a unităților hidrografice	26	destinatari		

„Starea bună” – un nou concept de calitate ecologică a apelor



II. APLICAȚII PRACTICE

DETERMINAREA UNOR INDICATORI DE CALITATE A APEI

1. Prelevarea probelor de apă;
2. Indicatorii studiați;
3. **Învățarea prin investigare. Analiza apei potabile, a apei de fântână, a apei din râuri și lacuri cu ajutorul trusei i-BEST.**

Indicatori determinați cu trusa i – BEST

1.	pH – ul apei	
2.	Duritatea apei	
3.	Oxigenul dizolvat	
4.	Conținutul de nitriți/ nitrați	

1.Prelevarea probelor de apă

Modul de prelevare a probelor de apă analizată cu trusa i – BEST

Nr. crt.	Mediul de proveniență a apei	Modul de recoltare
1.	Apa de la robinet	• se curăță robinetul interior și exterior; • se lasă apa să curgă 5 minute
2.	Apa de la robinet care curge cu intermitență	se iau 2 probe: • prima din primul jet de apă; • a doua după o curgere continuă de 2 ore
3.	Rezervoare de înmagazinare	• din punctele de ieșire a apei din rezervor
4.	Fântâni – cu pompe	• după o pompare de 20 minute
5.	Fântâni cu găleată	• de la 10 - 30 cm sub oglinda apei
6.	Ape curgătoare (râuri, fluvii)	• pe firul apei, cu dispozitive speciale • de la cea mai mare adâncime sub nivelul apei
7.	Ape stătătoare (lacuri, iazuri)	• se recoltează concomitent mai multe probe de la adâncimi diferite



2.Indicatori studiați

	pH	Duritatea apei	Oxigenul dizolvat	Nitriți/ Nitrați
Generalități	Compușii care produc modificări ale pH – ului apelor naturale sunt dioxidul de carbon, carbonații și bicarbonații.	Duritatea apei reprezintă cantitatea totală de săruri de calciu și magneziu care se găsesc în apă (potabilă, fântână, râuri, lacuri).	Cantitatea de oxigen dizolvat în apă reprezintă un indicator chimic de poluare a apei (apă potabilă, de fântână, din râuri și lacuri).	În medii sărace în oxigen, predomină formele reduse (azotit, amoniu), în timp ce în apele cu conținut ridicat de oxigen, dominant este azotatul.
Efecte asupra vieții	Atât apa de la robinet cât și cea de la fântână, pentru a putea fi consumate, trebuie să aibă pH-ul cuprins între 6,5 și 9, dar aceste valori pot să difere de la o regiune la alta.	O apă de duritate slabă, care conține puține săruri de calciu și de magneziu, este numită apă dulce. Apa dură nu este bună de băut, deoarece are un gust neplăcut (sălcu)	În majoritatea apelor naturale, concentrația oxigenului dizolvat este de 5- 6 mg/L, Reducerea oxigenului dizolvat la mai puțin de 2 mgO ₂ /l duce la dispariția faunei acvatice	Prezența nitriților în apa potabilă sau în apa de fântână este deosebit de periculoasă pentru organismul uman datorită bolii pe care o provoacă- boala albastră (methemoglobinemie).
Modalități practice de determinare	•utilizarea hârtiei sau stripurilor indicatoare de pH. •colorimetric; •potențiometric	•prin utilizarea de stripuri (benzi) indicatoare ale durității; •prin utilizarea kiturilor de titrare; •prin titrare în laborator	➤ teste rapide; ➤ titrimetric ,prin metoda Winkler; ➤ potențiometric	❑ teste rapide; ❑ titrimetric; ❑ spectrofotometric

**Activitățile propuse pentru elevi au la bază învățarea bazată pe
investigare.**

**Sunt prezentate activitățile experimentale implicate în determinarea celor 4
indicatori de calitate a apei (de la modul de prelevare a probelor până la obținerea
rezultatului final).**

Prezentarea trusei i – BEST



**Fișele de lucru corespunzătoare fiecărei
activități**

Fișa de evaluare formativă a elevului

**Chestionare pentru elevi - pe baza
activităților experimentale efectuate**

Investigarea calității apei cu trusa i – BEST

Obiective de referință

- înțelegerea și efectuarea experimentelor corespunzătoare fiecărei activități;
- capacitatea de interpretare a rezultatelor;
- formarea și dezvoltarea abilităților practice prin efectuarea analizelor cu trusa i-BEST.

Rezultate așteptate

- efectuarea experimentelor cu trusa i-BEST;
- înțelegerea și comunicarea efectelor pH-ului, durității apei, oxigenului dizolvat și conținutului de nitrat/nitrit din apă asupra vieții și mediului.



Fișă de lucru pentru achiziția de date și rezultate

Activitatea: **Determinarea pH-ului apelor**

Obiectivul activității: Activitatea va învăța elevii să determine pH-ul unor probe de apă și să compare rezultatele obținute cu valorile din standardele de calitate.

Numele elevului(elevilor):

Data:

Prezentare a setului de determinare a pH-ului

Setul de determinare conține benzi de hârtie indicatoare de pH și o diagramă colorată de comparație:

- culoarea **roșie**- indică un nivel **acid** al soluției- pH-ul are valoarea cuprinsă între 2-6;
- culoarea **galbenă**- indică un nivel **neutru** al soluției- pH-ul are valoarea cuprinsă între 7-8;
- culoarea **verde-albăstrui**- indică un nivel **slab bazic** al soluției- pH-ul are valoarea cuprinsă între 9-10;
- culoarea **albastră**- indică un nivel **foarte bazic** al soluției- pH-ul are valoarea cuprinsă între 11-12.



Modul de lucru

- În paharul Berzelius din dotarea trusei, se adaugă un volum din apa supusă analizei,
- Se ia din tub o bandă de hârtie indicatoare,
- Se imersează complet hârtia indicatoare în proba supusă analizei, timp de 1-2 secunde
- Se scoate hârtia indicatoare din probă și se compară culoarea obținută cu diagrama colorată.
- Se notează intervalul de pH corespunzător probei testate.



Măsuri de securitate

Produsul nu este toxic și nu sunt necesare măsuri de securitate

Cerințe:

- A se realiza practic analiza descrisă;
- A se completa tabelul cu rezultatele testelor efectuate;
- Sistematizarea observațiilor în următorul tabel;
- Compararea rezultatelor obținute cu valorile din standardele de calitate pentru apă.

Tabel de achiziție a datelor

Nr. probei	Proveniența probei de apă	Domeniul de pH	Valorile de pH din standardele pentru tipurile de apa analizată (Anexa 1)	Observații
1				
2				
3				
4.				

Fișă de lucru pentru achiziția de date și rezultate

Activitatea: **Determinarea durității apelor**

Obiectivul activității: Activitatea va învăța elevii să determine duritatea diferitelor surse de apă și să clasifice apele analizate în funcție de rezultatele obținute.

Numele elevului(elevilor):

Data:

Prezentare a setului de determinare a durității

Setul de determinare, conține 50 benzi indicatoare a durității apei de analizat și o diagramă colorată de comparație.

Domeniul de sensibilitate este de 0, 30, 60, 120, 180 ppm.



Modul de lucru

- În paharul Berzelius din dotarea trusei, se adaugă un volum din apa supusă analizei,
- Se ia din tub o bandă indicatoare,
- Se imersează complet banda în proba supusă analizei,
- Se scoate banda indicatoare din probă cu suportul în sus și după 15 secunde se compară culoarea obținută cu diagrama colorată.
- Se notează cifra corespunzătoare durtății probei testate.
- Pentru a obține durtatea în grade germane se împarte cifra citită pe cutie la cifra 10



Măsuri de securitate

Produsul nu are toxicitate dar la sfârșitul determinării este necesară spălarea pe mâini cu apă și săpun a persoanei care manipulează benzile.

Cerințe:

- A se realiza practic analiza descrisă;
- A se completa tabelul cu rezultatele testelor efectuate;
- Sistematizarea observațiilor în următorul tabel;
- Compararea rezultatelor obținute cu valorile din standardele de calitate pentru apă.
- Clasificarea apelor analizate în funcție de duritatea determinată, pe baza informațiilor conținute în tabelul de clasificare a apelor

Nr. probă	Proveniența probei de apă	Duritatea determinată	Valorile de duritate din standard (Anexa 1)	Observații
1				
2				
3				

Tipul apelor	Foarte moi	Moi	Mijlocii	Relativ dure	Dure
Grade de duritate	0 - 4	5 - 8	9 - 12	13 - 18	> 18

Fișă de lucru pentru achiziția de date și rezultate

Activitatea: **Determinarea cantității de nitriți/nitrați din ape**

Obiectivul activității: Activitatea va învăța elevii să determine cantitatea de nitriți/nitrați din diferite surse de apă și să compare rezultatele obținute cu conținuturile maxim admise din standardele de calitate.

Numele elevului(elevilor):

Data:

Prezentare a setului de determinare a cantității de nitriți/ nitrați

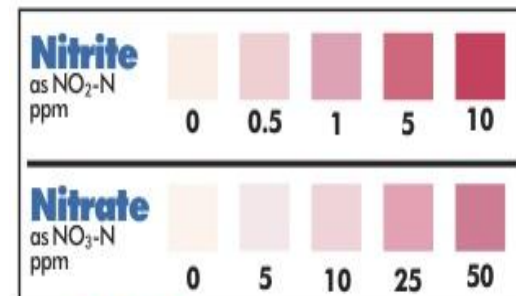
Setul de determinare, conține :

- 50 benzi indicatoare a cantității de nitriți și
- de nitrați din diferitele tipuri de apă de analizat
- două diagrame colorate de comparație.

Domeniile de sensibilitate:

Nitrați : 0, 5, 10, 25, 50 ppm ($\text{NO}_3\text{-N}$)

Nitriți: 0, 0.5, 1, 5, 10 ppm ($\text{NO}_2\text{-N}$)



TO USE:

Immerse test strip for 2 seconds and remove with pads face up. **DO NOT SHAKE OFF EXCESS WATER.** Wait 1 minute and immediately compare to color chart.



TIPS

- Keep wet fingers out of the vial.
- For best results, immerse strip to a depth of 12"-18".
- Close vial tightly after removing strip.
- Store in a cool, dry place.

Modul de lucru

- În paharul Berzelius din dotarea trusei, se adaugă un volum din apa supusă analizei,
 - Se ia din tub o bandă indicatoare,
- Se imersează complet banda în proba supusă analizei timp de 2 secunde,
- Se scoate banda indicatoare din probă după 60 de secunde cu suportul în sus și se compară culoarea obținută cu diagrama colorată.
- Se notează cifra corespunzătoare conținutului de nitrit/nitrat al probei testate.



Măsuri de securitate

Produsul nu are toxicitate, dar la sfârșitul determinării este necesară spălarea pe mâini cu apă și săpun a persoanei care manipulează benzile.

Cerințe:

- A se realiza practic analiza descrisă;
- A se completa tabelul corespunzător cu rezultatele testelor efectuate;
- Sistematizarea observațiilor în tabel;
- Compararea rezultatelor obținute cu valorile din standardele de calitate pentru tipul de apă de analizat.

Nr. probă	Proveniența probei de apă	Cantitatea de nitrit determinată	Valorile maxim admise din standard (Anexa 1)	Observații
1				
2				
3				
4.				

Nr. probei	Proveniența probei de apă	Cantitatea de nitrat determinată	Valorile maxim admise din standard (Anexa 1)	Observații
1				
2				
3				
4.				

Fișă de lucru pentru achiziția de date și rezultate

Activitatea: **Determinarea oxigenului dizolvat din apă**

Obiectivul activității: Activitatea va învăța elevii să determine cantitatea de oxigen dizolvat din diferite surse de apă și să compare rezultatele obținute cu conținuturile maxim admise din standardele de calitate.

Numele elevului (elevilor):

Data:

Prezentare a setului de determinare a cantității de oxigen dizolvat

Setul este portabil și poate fi folosit atât pe teren cât și în laborator. Testul conține:

- 30 ml soluție sulfat de mangan,
- 30 ml reactiv azidă alcalină,
- 60 ml soluție acid sulfuric (2),
- 10 ml indicator amidon,
- 120 ml soluție reactiv de picurare,
- flacon de sticlă cu dop,
- recipient calbrat de 10 ml
- seringă cu vârș.

Domeniu de măsurare	0.0-10.0 mg O ₂ /L
Cantitate minima determinată	0.1 mg O ₂ /L
Metoda chimică	Winkler modificată
Număr de teste	circa 110



Pregătirea probei

Flaconul de sticlă cu dop se clătește de trei ori cu apa ce va fi analizată și se umple apoi cu proba de apă, până la gura flaconului. Se introduce apoi dopul în așa fel încât o mica parte din apă se varsă.



Formarea precipitatului

- se îndepărtează dopul și se adaugă 5 picături din soluția de sulfat de mangan și 5 picături din reactivul de azidă alcalină.
- se adaugă din nou apă de analizat până se umple flaconul de sticlă.
- se fixează cu grijă dopul flaconului de sticlă și se verifică dacă nu au fost introduse bule de aer (acestea pot afecta citirile).
- se agită de câteva ori flaconul de sticlă. Proba devine galben-portocaliu și se formează un precipitat în situația în care există oxigen dizolvat.



Prelucrarea precipitatului

- se lasă proba în repaus pentru depunerea precipitatului format.
- după aproximativ 2 minute (lichidul de la suprafața precipitatului devine limpede) se adaugă 10 picături de acid sulfuric.
- se fixează din nou dopul și se agită flaconul până la dizolvarea completă a precipitatului. Proba este gata pentru măsurare, când este galbenă și complet limpede.
- se îndepărtează dopul flaconului de sticlă și se varsă din conținut în recipientul calibrat până în dreptul diviziunii de 5 mL



Măsurarea oxigenului dizolvat

- se adaugă apoi 1 picătură din soluția de indicator (amidon). Culoarea soluției se modifică de la violet la albastru.
- pentru următoarea etapă, se pregătește seringă: se împinge pistonul până la capătul seringii și se verifică dacă mai are aer. Se imersează seringă în soluția cu reactivul de picurare (Titrant Solution) și se trage de piston în așa fel încât lichidul să pătrundă în seringă până la diviziunea 0.
- se plasează seringă în capacul vasului calibrat și se adaugă lichidul din seringă sub formă de picături agitând cu grijă amestecul, după fiecare adăugare. Se adaugă soluția din seringă până când amestecul din pahar trece de la culoarea albastră la incolor.
- se citește volumul de soluție adăugat din seringă iar rezultatul se multiplică cu 10. Se obține astfel concentrația de oxigen dizolvat în mg/L.

$$\text{mg O}_2/\text{L} = \text{volum soluție citit} \times 10$$



- dacă rezultatul este mai mic de 5 mg/L, precizia testului se îmbunătățește prin creșterea la 10 mL, a volumului de lichid adăugat din flaconul de sticlă în paharul calibrat.
- se lucrează în continuare în același mod, dar volumul citit la seringă se înmulțește cu 5 pentru a obține concentrația de oxigen dizolvat.

$$\text{mg O}_2/\text{L} = \text{volum soluție citit} \times 5$$

$$\text{mg O}_2/\text{L} = \text{volum soluție citit} \times 5$$



Pregătirea probei



**Formarea
precipitatului**



**Prelucrarea
precipitatului**



**Măsurarea
cantității
de oxigen
dizolvat**



Cerințe:

- testarea practică respectând modul de lucru;
- determinați cantitatea de oxigen dizolvat din probele de apă analizată;
- comparați valorile obținute cu cele din standardele de calitate în vigoare;
- respectați normele de protecție a muncii.

Tabel de achiziție a datelor pentru cantitatea de oxigen dizolvat

Nr. probei	Proveniența probei de apă	Concentrația oxigenului dizolvat (mg/L)	Cantitate O ₂ dizolvat (din standarde) (Anexa 1)	Observații
1				
2				
3				
4				

Fișa de evaluare formativă a elevului

După efectuarea activităților de laborator și completarea fișelor de lucru, elevul este evaluat de către profesorul coordonator în funcție de:

Cunoașterea și înțelegerea conținutului

Competențe dezvoltate

Comunicare

Atitudini

Chestionar pentru elevi

Manualul conține câte un chestionar pentru fiecare activitate prezentată. De exemplu:

Activitatea: Determinarea durității apei

TEST de evaluare

Ce reprezintă duritatea apei?

De câte feluri este duritatea apei ?.....

În ce unități se măsoară duritatea ?.....

Ce influență are apa dură asupra corpului uman ?.....

Ce influență are apa lipsită de săruri asupra corpului uman ?.....

Ce efecte are apa dură asupra instalațiilor industriale ?.....

VĂ MULTUMESC

PENTRU ATENȚIE