

GHID DE PROIECTARE PENTRU CONSTRUCȚII ȘI INSTALAȚII DE DEZINFECTARE A APEI

Indicativ: GP 071-2002

[Cuprins](#)

1. PREVEDERI GENERALE

1.1. Obiectul ghidului

1.1.1. Obiectul acestei reglementări îl constituie prezentarea principalelor elemente de ordin teoretic și practic, cât și a principalelor funcțiuni care trebuie cunoscute la proiectarea tehnologică a construcțiilor și instalațiilor pentru dezinfectarea apei, atât a celei pentru consum potabil, cât și a celei uzate epurate.

1.1.2. Nu fac obiectul ghidului prescripțiile privind calculele destabilitate și rezistență ale construcțiilor și mecanismelor cu care sunt echipate, precum și prescripțiile, privind proiectarea instalațiilor electrice, termice, sanitare, ventilație și de automatizare aferente construcțiilor. Întrucât concepția și finalizarea, respectiv materializarea unei soluții tehnice reprezintă un câmp de convergență a multor specialități, în mod necesar, ghidul cuprinde, alături de prescripțiile aplicabile în domeniul proiectării tehnologice a instalațiilor de dezinfectare a apei și un minimum de referințe la reglementările tehnice specifice din domeniul construcțiilor, execuției lucrărilor și exploatarei acestora.

1.1.3. Prin prezentul ghid se urmărește armonizarea prescripțiilor de proiectare tehnologică, cu specificațiile și reglementările tehnice din domeniu, cunoscute pe plan intern, cât și a acelor din spațiul Uniunii Europene (Directiva Consiliului European, nr. 98/83/CE/1998), la care urmează a se alinia, în spiritul legii nr. 10/1995, cu evidențierea exigențelor referitoare la siguranța în exploatare și a asigurării sănătății oamenilor.

1.2. Domeniul de aplicare

1.2.1. Prevederile și recomandările din cuprinsul acestui ghid sunt aplicabile în domeniul construcțiilor și instalațiilor pentru dezinfectarea apei din sistemele hidroedilitare aferente aglomerațiilor umane. Ele se adresează specialiștilor (cercetători proiectanți și verficatori de proiecte), în activitatea de elaborare a studiilor, caietelor de sarcini, documentațiilor de licitație, proiectelor și detaliilor de execuție pentru instalațiile de dezinfectare din fluxurile de tratare a apei, experților tehnici, cât și organelor administrației publice locale și centrale sau cu atribuții în domeniu.

Conținutul prezentei reglementări se adresează atât prestatorilor de servicii, cât și personalului din exploatare pentru activitățile ce se impun în vederea reabilitării construcțiilor și instalațiilor de dezinfectare existente.

1.2.2. Fondul de date cuprins în prezentul ghid reprezintă o bază de informare minimă pentru specialiști, beneficiari și întreprinzători potențiali în domeniul instalațiilor de tratare (sau epurare a apei) și constituie un element de orientare în scopul fundamentării unor decizii corecte în abordarea, după caz, a problemelor specifice.

Data fiind importanța asigurării efective a calității apei în regim permanent, inclusiv prin considerarea prezentei reglementări, se menționează cerința de elaborare a unei reglementări specifice prin care să se instituționalizeze un act legislativ pentru constituirea unui organism care să unifice atribuțiile privind controlul calității apei, verificarea tehnologiei și a instalațiilor tehnologice și a altor măsuri derivate care devin necesare în asigurarea scopului menționat.

1.2.3. Terminologia și denumirile folosite în prezentul ghid, în legătură cu apele tratate și caracteristicile acestora, construcțiile și instalațiile, sunt în conformitate cu cele utilizate în STAS 10898/1985.

1.3. Definiții

În conformitate cu Directiva CE nr. 98/83 din 3.11.1998, articolul 2 *Definiții*:

• Apa potabilă este definită ca:

a) „orice tip de apă în stare naturală sau după tratare, folosită pentru băut, gătit sau la prepararea hranei, sau pentru alte scopuri casnice, indiferent de proveniența ei și indiferent dacă este furnizată prin rețea de distribuție, din rezervor, sticle sau alte recipiente”;

b) „toate tipurile de apă folosite ca sursă în industria alimentară pentru fabricarea, procesarea, conservarea sau comercializarea produselor sau substanțelor destinate consumului uman, cu condiția ca autoritățile competente să se asigure că, astfel, calitatea apei nu afectează calitatea produsului finit”.

1.3. Considerații generale privind mijloacele de dezinfectare

1.3.1. În instalațiile pentru dezinfectarea apei sunt utilizați, ca atare sau cogenerați (produși la fața locului), agenți de oxidare precum: clor (Cl_2), dioxid de clor (ClO_2), hipoclorit de sodiu (NaOCl), clorura de var (folosită în instalații provizorii sau cu debite foarte mici), ozon (O_3), raze ultraviolete (UV).

Dezinfectarea apei se mai poate asigura și prin nanofiltrare, utilizând membrane speciale **UF** - având mărimea golului sub 1 μm).

Prin filtrarea lentă se poate realiza, de asemenea, un anumit grad de dezinfectare.

1.3.2. Eficacitatea dezinfectării utilizând agenții oxidanți menționați, este exprimată prin factorul de expunere care reprezintă produsul dintre concentrația agentului dezinfectant (sau intensitatea, în cazul UV) și timpul de contact al acestuia cu apa.

1.3.3. Agenții de dezinfectare au, fiecare, un spectru specific de acțiune, în parametri de timp variabili, acționând, prin urmare, selectiv, determinând în efluentul tratat și subproduse, unele din acestea având un impact negativ asupra sănătății oamenilor. Pentru acest motiv, alegerea unei soluții de dezinfectare a apei va fi analizată în contextul întregului sistem considerat, funcție de calitatea apei brute, dar și de integritatea fizică a sistemului, fiind posibilă concepția unor soluții cuprinzând unul sau mai mulți agenți dezinfectanți (cu acțiuni complementară), aplicați în diverse secțiuni ale sistemului.

Fiecare din agenții de dezinfectare considerați în procesul de distrugere a microorganismelor poate avea efecte suplimentare în sensul îmbunătățirii gradului de eliminare a unor poluanți în alte trepte de tratare.

1.3.4. Din punct de vedere tehnologic, „dezinfectarea”, în ansamblul unui sistem, nu este totdeauna rezultatul exclusiv al unei trepte unice, distincte, din procesul de tratare a apei, astfel că, în anumite cazuri, poate rezulta, în mod obiectiv și ca un efect însumat (complementar) al mai multor trepte de tratare. Este esențial ca apa supusă dezinfectării să fie cât mai limpede.

[\[top\]](#)

2. FACTORI POTENȚIALI DE RISC, CU IMPACT ASUPRA SĂNĂTĂȚII OAMENILOR ȘI MEDIULUI, PRIN INTERMEDIUL APEI

2.1. Apa, în natură, este caracterizată de o multitudine de parametri fizico-chimici și microbiologici. Atât la utilizare pentru consum (potabil, alimentar, producția de medicamente ș.a.), dar și ca efect al consumului, ca apă uzată epurată evacuată în diverși receptori, apa nu trebuie să conțină poluanți microbiologici, aceștia reprezentând un pericol major pentru sănătatea populației.

Principalele grupe de microorganisme din sursele de apă sunt:

- chisturile, cu dimensiuni de 10 - 1 um;
- bacteriile, cu dimensiuni de 1 - 0,1 um;
- virușii, cu dimensiuni de 0,1 - 0,01 um.

2.2. În apă pot fi *bacterii banale* (nepatogene) care nu au acțiune nocivă asupra organismului decât dacă sunt în cantitate mare.

Pot fi, de asemenea, *bacterii coliforme* a căror prezență indică o infestare cu dejecții umane sau animaliere.

În apă mai pot fi *bacterii patogene* care produc îmbolnăvirea oamenilor, provocând așa numitele boli hidrice, precum:

- bacteria febrei tifoide (bacilul lui Eberth);
- vibriionul holerice (Vibrio cholerae);
- bacilul dizenteriei (Shigella dysenteriae).

2.3. În apă poate exista un număr important de viruși care pot declanșa boli infecțioase grave cum ar fi: hepatita epidemică, polio-melita ș.a.

O categorie importantă de agenți patogeni, identificata relativ recent, o constituie unele protozoare precum Cryptosporidium și Giardia.

Cryptosporidium a fost evaluat ca factor patogen periculos abia în 1955.

Acesta a declanșat epidemii grave în Texas și Georgia - S.U.A. Cryptosporidium se transmite prin ape uzate menajere și deșeuri animale.

2.4. Giardia este un protozoar enteric recunoscut ca factor patogen hidric din 1965. Giardia poate provoca infecții cronice.

Un alt germen patogen, de dată mai recentă, este bacteria Legionella. Aceasta poate apare în apă având temperatura în plaja 25+45°C.

2.5. Se poate spune că lista poluanților microbiologici nu este limitativă. Progresul științei în domeniul medical va mai evidenția și alți factori de risc precum și aspecte noi ce se vor adăuga celor cunoscute.

2.6. Funcție de natura apei supusă dezinfectării, în țara noastră, calitatea apei rezultate, măsurată prin indicatorii fizico-chimici și bacteriologici, este stabilită prin următoarele reglementări și acte normative:

- la apa pentru consum potabil - STAS 1342 și Ordinul M.S. nr.536/1997;
- pentru apa epurată evacuată în emisari – Normativul privind stabilirea limitelor de încărcare cu poluanți a apelor uzate evacuate în sursele de apă NTPA - 001.

[\[top\]](#)

3. CONSIDERAȚII GENERALE ASUPRA TRATĂRII APEI CU CLOR GAZOS. STAȚIILE DE CLORARE

3.1. Proiectarea, execuția și exploatarea stațiilor de clorare vor fi în conformitate cu prevederile „Manualului pentru proiectarea construcțiilor și instalațiilor aferente stațiilor de clorare pentru tratarea apei cu clor gazos în vederea satisfacerii exigențelor de siguranță în exploatare și sănătatea oamenilor”.

Reglementarea este aprobată cu ordinul MLPAT nr. 16/N/ 03.03.1998. De asemenea se va consulta și SR 9296 - Stații de clorare a apei cu clor gazos, prescripții generale de proiectare.

3.2. Pentru a putea caracteriza mai eficient procedeele de dezinfectare a apei, utilizând și alți agenți de dezinfectare, prin comparație cu clorul, în cele ce urmează se prezintă, succint, caracteristici și elemente semnificative specifice procedului de dezinfectare cu clor gazos, astfel:

- Clorul gazos este un gaz galben-verzui, cu densitatea de 2,5 ori mai mare decât a aerului. În stare lichefiată, densitatea clorului este de 1500 kg/m^3 .

- Pentru folosirea la tratarea apei, clorul este livrat lichefiat, în butelii sau recipiente la presiunea de 6,6 - 8 bari

- Clorul este un gaz otrăvitor și, funcție de concentrație, provoacă moartea. Este perceput olfactiv, la o concentrație de $5 \text{ mg Cl}_2/\text{m}^3$ aer. Conform SR 9296, concentrația maximă admisibilă de clor în stația de clorare este de 1 mg/m^3 aer.

3.3. Procese chimice și biologice în tratarea apei cu clor

3.3.1. Clorul introdus în apă formează acid hipocloros (HOCl) și HCl . Ulterior, HOCl disociază în ioni de hidrogen (H^+) și ioni de hipoclorit ClO^- - elementul activ.

Reacțiile sunt dependente de pH-ul apei. La $\text{pH} < 2$, clorul se află sub formă moleculară în apă, iar la $\text{pH} > 10$ acesta există sub formă de ioni de hipoclorit (ClO^-). Practic, ultima stare realizabilă în regim industrial produce NaOCl (hipoclorit de sodiu) care poate fi utilizat, de asemenea, pentru dezinfectare.

3.3.2. Clorul, introdus în apă, acționează pe multiple planuri, în prima etapă sunt oxidate substanțe minerale (sărurile de fier, magneziu, nitriți ș.a.)

Cantitatea de clor, astfel consumată, reprezintă cererea de clor imediată.

După această fază, cantitatea de clor rămasă acționează asupra amoniacului (NH_4) determinând formarea de cloramine (NH_2Cl ; NHCl_2 ; NCl_3).

Acestea dau apei gust și miros dezagreabil. Continuarea introducerii de clor până la „punctul de rupere” conduce la oxidarea cloraminelor (proces dorit). Numai după această secvență se va înregistra o creștere proporțională a clorului activ liber destinat, exclusiv, pentru dezinfectare.

3.3.3. Din cele de mai sus (pct. 3.3.2.) rezultă că dezinfectarea propriu-zisă este influențată de calitatea apei care se dezinfectează (exprimată în termenii indicatorilor fizico-chimici), natura agentului dezinfectant și factorul de expunere „ $C \times T$ ”.

Dezinfectarea propriu-zisă este precedată de procese care, după caz, conform indicatorilor de calitate, determină un consum mare de clor, consumat inutil pentru oxidarea substanțelor organice sau minerale, preexistente în apă. În apele cu conținut de substanțe organice naturale (humice), clorul dă și produși secundari - *trihalometani* care sunt substanțe cancerigene.

3.3.4. Clorul distruge în mare măsură bacteriile și unii viruși existenți în apă. Mai puțin protozoare precum *Cryptosporidium* și *Giardia* pe care le inactivează (în anumite condiții și valori ale CT).

3.3.5. Elemente privind principalii factorii de influență asupra eficacității clorării

3.3.5.1. Clorarea are componente de ordin cantitativ și calitativ. Cerința de clor reprezintă suma dintre cantitatea de clor măsurată la ieșirea din bazinul de contact (destinată dezinfectării efective remanente sau introduse în sistem) și clorul consumat în bazinul de contact, datorită cauzelor menționate anterior.

Cerința de clor variază în funcție de:

- factorul CT ;
- pH-ul apei (eficiența este invers proporțională cu pH -ul);
- temperatura apei (eficiența crește direct proporțional cu $T^{\circ}C$)
- puterea absorbantă a apei (conținutul în substanțe care consumă clor, anterior începerii procesului de dezinfectare, cum s-a mai menționat NH_4 ș.a.).

Eficiența este exprimată în termenul „log” (1 log = log 10).

În tabelul de mai jos este dată, după experiența americană, fluctuația valorilor CT funcție de temperatură și pH , pentru reducerea cu 3 log a ovochistului *Giardia*.

Tabelul 1.

Fluctuația factorului CT în funcție de temperatură și pH , în cazul clorării

Dezinfectant	Unități pH	Temperatura, $^{\circ}C$					
		1	5	10	15	20	25
Clorul	6	165	116	87	5,9	44	59
	7	236	165	124	83	62	41
	8	346	243	182	122	91	61
	9	500	353	265	177	132	58

Pentru alte tipuri de microorganisme (E Coli, viruși), valorile pot fi mai mici sau mai mari.

3.3.5.2. După EPA (Agenția de Protecție a Mediului din SUA) aprecierea calitativă a clorului este în conformitate cu tabelul nr. 2.

Tabelul 2.

Caracterizarea generală a clorului

Agentul oxidant	Stabilitate reziduală	Limita de folosire, mg/l	Controlul biofilmului	Producția de produși secundari
Clorul	Foarte bună	4	Bun	Mare

3.3.5.3. Concentrațiile de clor, admise în secțiunile semnificative dintr-un sistem de alimentare cu apă, sunt în conformitate cu STAS 1342/1991, tabelul 3, corelat cu art. nr. 7 din Ordonanța nr. 108/08.1999 pentru modificarea Legii nr. 98/1994 - Stabilirea și sancționarea contravențiilor la normele de igienă și sănătate publică.

3.4. Evaluarea categoriilor de cerințe sanitare și tehnologice unde este necesară clorarea

Etapele dezinfectării și dozele necesare vor fi stabilite, întotdeauna, pe baza analizelor de laborator, atât în cazul apei destinate consumului uman, pentru apa brută, cât și cea filtrată, inclusiv în punctele critice ale rețelei de distribuție, cât și pentru apa epurată (vezi și punctul 3.4.4).

3.4.1. Clorarea preventivă

Se utilizează numai la alimentarea cu apă subterană curată. Clorarea se practică pentru a preveni efectele unei potențiale infestări a apei în rețeaua de transport și distribuție. Doza de clor se determină pentru asigurarea unei concentrații în clor rezidual liber, după amestec, la intrarea în rețea, de circa 0,55 mg/l, iar la consumator în domeniul 0,1-0,3 mg/l.

3.4.2. Postclorarea

Se utilizează în sistemele de alimentare cu apă și canalizare în secțiunea finală de tratare, respectiv epurare a apei.

Pentru apa potabilă, doza de clor variază funcție de concentrația în substanțe organice (3-10 mg/l) în plaja 0,4 - 1,2 mg Cl₂ /1 apă.

În cazul stațiilor de epurare, postclorarea este folosită pentru dezinfectarea efluentului epurat. Dozele se determină prin analize de laborator.

Pentru apa uzată epurată doza de clor se stabilește, de la caz la caz, prin analize de laborator, funcție de situațiile punctuale, în corelare cu prevederile NTPA 001.

Timpul de contact este de minim 30 minute.

3.4.3. Preclorarea

Se practică atât în stațiile de tratare a apei cât și în sistemele de canalizare, astfel:

- la stațiile de tratare a apei:

- înainte de decantare, pentru că îmbunătățește procesul de coagulare și, deci, limpezirea apei (atunci când nu există riscul producerii unor substanțe derivate, secundare, toxice remanente în apă);
- înainte de filtre, pentru că oprește dezvoltarea microorganismelor în stratul filtrant, deci previne colmatarea acestora, măbind durata ciclului de filtrare.

- la stațiile de epurare:

- în treapta mecanică, în doze bine determinate, înainte de decantarea primară pentru a evita descompunerea substanțelor organice biodegradabile din apă pentru inhibarea microorganismelor și pentru a preveni apariția hidrogenului sulfurat în scopul protecției la coroziune a construcțiilor din metal și beton cât și pentru a evita apariția mirosurilor;
- înaintea separatoarelor de grăsimi, pentru că favorizează îndepărtarea grăsimii;
- înainte de filtrele biologice, pentru a reduce viteza de colmatare rapidă a filtrului.

3.4.4. Reclorarea

Constă în introducerea clorului în apa din rețelele de distribuție mari când se constată că nu se poate realiza concentrația de clor remanent, prin clorarea inițială.

Pentru aceasta se intercalează stații de clorare în rețelele de distribuție, atunci când nu se asigură concentrația necesară de clor rezidual în cele mai îndepărtate puncte de consum.

3.4.5. Clorarea în exces

Se folosește la tratarea cu clor a apelor destinate consumului uman atunci când apa brută poate înregistra variații bruște de calitate, și care nu pot fi urmărite corespunzător în exploatare. Se elimină, în acest fel, pericolul ca în anumite perioade să se introducă în rețeaua de distribuție apă nepotabilă. De asemenea, se folosește la apele uzate brute, urmărindu-se, însă, verificarea dozelor de clor remanent spre a se asigura echilibrul biologic al receptorului, conform prevederilor NTPA 001/97.

Totodată, procedeul permite reducerea timpului de contact dintre clor și substanțele organice din apă. Stabilirea supradozei de clor se va face pe baza unui studiu hidrochimic care va avea ca obiectiv și determinarea riscului apariției trihalometanilor.

La ieșirea din instalația de tratare cu clor trebuie să se facă o declorare deoarece clorul rezidual, de obicei, depășește limita admisibilă. Aceasta se face cu ajutorul unor substanțe chimice (amoniac, bioxid de sulf, hiposulfid de sodiu) sau cu ajutorul unui material adsorbant (cărbune activ).

3.5. Scheme ale stațiilor de clorare cu clor gazos

3.5.1. Stațiile de clorare cu clor gazos sunt incinte prin care se asigură principalele funcțiuni tehnologice și funcționale, astfel:

- cuprind spații pentru depozitarea recipientilor de clor, amplasarea dispozitivelor de preluare, și dozare a clorului în apă;
- au în dotare utilaje pentru manevrarea recipientilor și instalații pentru evacuarea și neutralizarea pierderilor de clor, dispun de mijloace (construcții și instalații speciale) pentru neutralizarea clorului scăpat accidental recipienti defecti;
- dispun, după caz, de spații pentru personalul de exploatare și spații dotate cu mijloace specifice de protecție.

3.5.2. În funcție de consumul de clor, acesta se poate aproviziona și stoca în butelii, având $G \leq 50$ kg, prin care se poate asigura un consum de clor de maxim 2 kg/h, sau recipienti având $G \leq 1000$ kg/buc, prin care se poate asigura un consum de până la 40 kg Cl_2 / h.

3.5.3. Proiectarea stațiilor de clorare și alcătuirea constructivă sunt în conformitate cu „Manualul pentru proiectarea construcțiilor și instalațiilor aferente stațiilor de clorare pentru tratarea cu clor gazos”, aprobat prin ordinul MLPAT nr. 16/N/3.03.1998 și SR 9296.

În tabelele nr. 3 și 4, anexate, sunt prezentate variantele uzuale de alcătuire a stațiilor de clorare, respectiv schemele de principiu ale acestora.

Construcția stației de clorare trebuie să cuprindă, obligatoriu, mijloace pentru neutralizarea pierderilor accidentale de clor.

Acestea, cât și instalațiile tehnologice, instalațiile electrice și instalațiile de automatizare sunt prezentate, corespunzător, în documentațiile menționate.

3.6. Principalii parametri de dimensionare tehnologică a construcțiilor și instalațiilor pentru dezinfectare cu clor

Tabelul 3.

Variante de alcătuire a instalațiilor de clorare

Tip	Capacitate de clorare g Cl_2 /h	Depozit de clor (30 zile) Nr. de recipienti	Schema stației	Caracteristici și recomandări
-----	--------------------------------------	--	----------------	-------------------------------

1	10 - 150	2	-	-		- Se utilizează pentru tratarea unui debit de apă până la 40 l/s. - Neutralizarea buteliilor care pierd clor se face prin scufundarea acestora în groapa cu lapte de var.
2	150 – 900	5-13	-	-		- Se utilizează pentru tratarea unui debit de apă până la 250 l/s. - Neutralizarea buteliilor care pierd clor se face prin scufundarea acestora în groapa cu lapte de var.
3	900 - 2000	14-28	-	-		- Se utilizează pentru tratarea unui debit de apă de până la 500 l/s în condițiile în care e posibilă dotarea cu butelii. - Neutralizarea buteliilor care pierd clor se face prin scufundarea acestora în groapa cu lapte de var.
4	500 - 2000	-	1-3	1-2		- Se utilizează pentru tratarea unui debit de apă de până la 500 l/s în condițiile în care e posibilă dotarea cu butelii. - Neutralizarea buteliilor care pierd clor se face prin scufundarea acestora în groapa cu lapte de var.
5	2000-4000	-	3-6	2-4		- Se utilizează pentru tratarea unui debit de apă de până la 1000 l/s cu depozitarea în recipienti tip butoi. - Instalația de neutralizare a scăpărilor de clor e cu drenare și reactivi chimici. - Necesită pod rulant electric pt transportul recipientilor de clor.

6	4000-10000	-	-	4-8		- Se utilizează pentru tratarea unui debit de apă de până la 1000 l/s cu depozitarea în recipient tip butoi. - Instalația de neutralizare a scăpărilor de clor e cu drenare și reactivi chimici. - Necesită pod rulant electric pt transportul recipientilor de clor.
---	------------	---	---	-----	--	---

Legendă:

- 1 – camera aparatelor de dozare a clorului
- 2 – spațiu pentru dulapul cu materiale pentru protecția muncii
- 3 – instalație pentru hidrofor (dacă este necesară)
- 4 – depozit pentru butelii de clor
- 5 – depozit pentru butelii de clor, tip butoi
- 6 – instalație de neutralizare a scăpărilor de clor
- 7 – depozit pentru reactivi de neutralizare
- 8 – camera de personal și materiale de protecția muncii

Tabelul 4.

Scheme ale instalațiilor de clorare

	<i>Caracteristici</i> - Instalație de clorare sub vacuum - Stocarea clorului în recipient tip butelie - Extragerea clorului dintr-o singură butelie - Injecția soluției de clor într-un singur punct
	<i>Caracteristici</i> - Instalație de clorare sub presiune - Stocarea clorului în recipient tip butelie - Extragerea clorului dintr-o singură butelie - Injecția soluției de clor într-un singur punct

	<i>Caracteristici</i> - Instalație de clorare sub vacuum - Stocarea clorului în recipient tip butelie - Extragerea clorului din mai multe butelii - Injecția soluției de clor într-un singur punct
<i>Notă:</i> Recipientii care se află în consum curent sunt așezați pe cântar.	<i>Caracteristici</i> - Instalație de clorare sub vacuum - Stocarea clorului în recipient tip butelie - Extragerea clorului din mai multe butelii - Injecția soluției de clor în mai multe puncte
<i>Notă:</i> Recipientii care se află în consum curent sunt așezați pe cântar.	<i>Caracteristici</i> - Instalație de clorare sub vacuum - Stocarea clorului în recipient tip butelie - Extragerea clorului din mai multe butoaie - Injecția soluției de clor în mai multe puncte

<i>Notă:</i> Recipienții care se află în consum curent sunt așezați pe cântar.	<i>Caracteristici</i> - Instalație de clorare sub vacuum - Stocarea clorului în recipient tip butelie - Extragerea clorului din mai multe butoaie - Injecția soluției de clor în mai multe puncte
---	---

3.6.1. Necesarul orar de clor

Este dependent de mărimea debitului orar de apă și de valoarea dozei de clor.

(kg/h),

unde: C - consumul orar de clor (kg/h)

Q - Debitul de apă tratată cu clor (m³/h)

D - Doza de clor (mg/dm³)

3.6.2. Recomandări pentru dimensionarea depozitului de clor

Cantitatea depozitată - C_d, Cl₂ va fi:

$$C_d = 24 \times C \times T,$$

unde: C - consumul orar de clor (kg/h)

T- perioada de stocare (zile)

Numărul de recipiente din depozit este:

unde: N_r - Numărul de recipiente

C_d - Cantitatea de clor necesară în depozit

C_r - Capacitatea unui recipient de clor (kg)

Este necesară asigurarea unei rezerve de clor pentru o perioadă de 15-30 zile, însă, valoarea maximă a acesteia nu va depăși 10 tone Cl₂.

3.6.3. Combaterea scăpărilor de clor

3.6.3.1. Pentru alegerea tipului de instalație necesară în vederea combaterii scăpărilor de clor se vor lua în considerare:

- mărimea instalației (corespunzător tipului de recipient);
- concluziile studiului de impact (evaluarea riscului);
- perspectivele de dezvoltare a stației de tratare.

3.6.3.2. Combaterea scăpărilor de clor se va face separat pentru depozit și pentru camera de lucru (dacă acestea sunt separate). Soluțiile ce se impun se corelează și cu soluțiile adoptate pentru neutralizarea recipientilor, nominalizate în tabelul nr. 3.

Modul de acționare va fi manual și/sau automat (fiind stabilit prin proiect) și va fi, obligatoriu, menționat în regulamentul de exploatare. Camera instalației de clorare va avea acces numai din afara clădirii. Pentru neutralizarea scăpărilor de clor de la buteliile defecte se prevede, în interiorul camerei aparatelor de clorare, o cuvă din oțel cu soluție de tiosulfat de sodiu sau sodă caustică având dimensiunile calculate corespunzător gabaritului buteliilor de clor prevăzute.

3.6.3.3. La stații de clorare mici și în situația în care stația de clorare este complet izolată, se poate lua în considerare evacuarea în atmosferă (cu protejarea personalului stației) și cu alarmarea necesară. Buteliile defecte se scufundă în groapa cu lapte de var.

3.6.3.4. La stații de clorare mari se prevăd instalații speciale de neutralizare a clorului care s-ar putea degaja. Se precizează că o concentrație de 4 ppm, în volumul de aer inspirat, sau circa 1 mg Cl₂/m³ este periculoasă pentru oameni și animale. La 1000 ppm = cca. 1g Cl₂/m³ de aer, moartea se produce, practic, instantaneu.

3.6.3.5. Neutralizarea se poate face cu o soluție de hidroxid de sodiu (NaOH) sau tiosulfat de sodiu (Na₂O₃S₂). Întrucât NaOH este mai ieftină, se dizolvă mai repede și în cantitate mai mare, se recomandă folosirea acesteia. Reacția de neutralizare este:



Din literatura de specialitate se cunoaște că, la 1 kg de clor neutralizat sunt necesare 1,12 kg. NaOH (rezultând o soluție cu concentrația de 20%). După neutralizare, soluția inițială de NaOH are o concentrație mare de clorit de sodiu. La fiecare kilogram de clor neutralizat se consumă 0,82 kg sare și 1,14 kg de ClONa. Prin determinarea concentrației de ClNa se poate stabili gradul de epuizare a soluției.

Soluția poate fi utilizată prin pulverizare, prin instalații de sprinklere sau drencere în spațiul în care apare clorul gazos (depozit), sau prin introducerea recipientului în bazinul special amenajat.

Volumul bazinului (în acesta colectându-se și soluția recuperată de la stropit, în vederea recirculării, când sunt asemenea situații) se calculează ca să poată neutraliza cantitatea de clor din recipientul avariât și poate avea circa 1000 l.

3.6.3.6. În situații mai complicate (gospodăria de clor lângă localitate, etc.) se poate concepe un sistem automat de evacuare a clorului din spațiul închis cu trecerea acestuia printr-o instalație de tip scrubber, în contracurent cu soluția dispersată, într-una sau două trepte.

3.6.3.7. În cazul depozitelor foarte mari (de ordinul a câteva tone de clor depozitat) se poate prevedea un sistem de protecție exterioară care să realizeze „acoperirea” clădirii-depozit cu o perdea continuă de apă, generată printr-o instalație de sprinklere sau drencere, automatizată.

[\[top\]](#)

4. DEZINFECTAREA APEI CU HIPOCLORIT DE SODIU (NaOCl)

4.1. Una din soluțiile tehnice practicate pentru dezinfectarea apei este cea cu utilizarea hipocloritului de sodiu - NaOCl. Soluția de NaOCl, conține circa 12% Cl activ și are valoarea $pH \approx 11$ (conform STAS 918-83). Dezinfectarea apei cu NaOCl se va adopta, de regulă, pentru sistemele de alimentare cu apă aferente colectivităților mici (comune și sate) deoarece este o soluție simplă fără riscuri în exploatare, în condițiile unor măsuri minime de siguranță nefiind necesară aparatura de control a clorului scăpat.

4.2. Pentru oxidare se utilizează fracțiunea de 12% Cl_2 din soluția de NaOCl.

NaOCl este aprovizionat și depozitat în recipiente din plastic, închiși ermetic.

Instalația de dozare și consum este alcătuită dintr-un recipient conținând NaOCl pentru consum din care aspiră o pompă dozatoare care preia debitul necesar, reglat pentru doza necesară asigurării concentrației de Cl_2 , în apa de tratat.

4.3. Incinta stației de clorare cu NaOCl va fi organizată pentru a cuprinde:

- spații funcționale în care se află pompele dozatoare și recipientii de consum; camera va avea instalații de ventilare mecanică;
- spațiul de depozitare care adăpostește recipientii din plastic cu NaOCl-soluție; camera va avea instalații de ventilare mecanică;
- camera pentru personalul de exploatare.

Incinta stației de clorare, utilizând NaOCl va fi încălzită pe timpul iernii.

Dimensiunea spațiilor componente ale stației de dezinfectare cu NaOCl va fi stabilită prin proiect, funcție de mărimea debitului tratat.

4.4. Principalii parametri de dimensionare tehnologică a construcțiilor și instalațiilor pentru dezinfectare cu NaOCl

Debitul de NaOCl ce va fi introdus în apa de tratat se calculează cu formula:

(kg/h)

unde:

q - consumul orar de NaOCl (kg/h)

Q - debitul de apă tratată cu NaOCl (m^3/h)

D - doza de clor activ (g/m^3)

4.5. Recomandări pentru dimensionarea depozitului de NaOCl

Cantitatea depozitată - C_d , $NaOCl_2$ va fi:

$$C_d = 24 \times C \times T,$$

C - Consumul orar de NaOCl, - q (NaOCl) - kg/h

T - Perioada de stocare (zile)

Numărul de recipiente din depozit este:

unde:

N_r - numărul de recipiente cu NaOCl

C_d - Cantitatea de NaOCl, necesară în depozit

C_r - Capacitatea unui recipient cu NaOCl (kg)

[\[top\]](#)

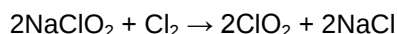
5. DEZINFECTAREA APEI CU DIOXID DE CLOR- ClO_2

5.1. Dioxidul de clor (ClO_2) este un agent de oxidare deosebit de performant a cărui utilizare în tehnica tratării apei este de dată relativ recentă.

5.2. ClO_2 este un gaz instabil care nu poate fi stocat sau transportat, în contact cu aerul, la concentrații favorabile, poate exploda.

Pentru acest motiv, acesta se prepară la fața locului, injectându-se direct în apă. Prepararea ClO_2 se face prin două metode:

- Prin reacția între dioxidul de sodiu (NaClO_2) și clorul gazos



- Prin reacția dintre acidul clorhidric și dioxidul de sodiu



5.3. Datorită unei mari siguranțe în exploatare, este recomandabilă prepararea ClO_2 din clorit de sodiu (NaClO_2) și HCl. La dozele utilizate, creșterea mineralizării este derizorie. O asemenea instalație este prezentată în [fig. 1](#).

5.4. Procedul preparării ClO_2 , utilizând HCl este dezvoltat în mai multe variante în raport cu gradul de puritate al HCl. În acest fel, HCl, ca materie primă, poate fi utilizat și la concentrații reduse (9%) procedeul, per ansamblu, având costuri mai reduse.

O asemenea soluție tehnică va fi preferabilă mai cu seamă în zona debitelor mici de apă ce urmează a fi dezinfectată.

5.5. Elemente privind principalii factori de influență asupra eficacității dezinfectării utilizând ClO_2

Cerința de ClO_2 , variază în funcție de factorul CT și, practic, de temperatura apei, independent de pH. Este independentă de NH_4 cât și de potențialul de oxido-reducere

Eficiența este exprimată în termenul „log” (1 log = log 10).

În tabelul de mai jos este dată, după experiența americană, fluctuația valorilor CT cu temperatura și pH-ul, pentru reducerea cu 3 log pentru ovochistul *Giardia*.

Tabelul 5.

Fluctuația valorilor CT în funcție de temperatură și pH

Dezinfectant	pH	Temperatura, °C					
		1	5	10	15	20	25
ClO_2	6-9	63	26	23	19	15	11

5.6. Principalele avantaje rezultate din tehnica dezinfectării cu ClO_2

a) Avantaje de ordin tehnologic

- valoric, doza de ClO_2 reprezintă, uzual, circa 1/5 - 1/10 din doza de Cl_2 , doza maximă pentru efectul de dezinfectare fiind de circa 0,4 mg/l;

- dioxidul de clor are un efect puternic de oxidare;

- deși ClO_2 este un compus al clorului, caracteristicile chimice sunt complet diferite față de clor și hipoclorit. Prin utilizarea sa nu se formează:

- trihalometani (THM) - substanțe cancerigene;
- halogeni organici;
- clorfenoli;
- nu reacționează cu NH_4 și amino-compuși. deci nu necesită un consum mărit (peste necesarul de dezinfectare);
- dezinfectare severă într-o gamă largă a pH-ului apei;
- distrugerea energetică și rapidă a unor categorii de alge din sistemele de alimentare cu apă;
- efect germicid îndelungat în rețeaua de apă (~ 24 ore);
- oxidarea fierului și manganului;
- efect important pentru îmbunătățirea, practic totală, a gustului și mirosului;
- timpul de reacție, pentru amestec, este de maxim 15 minute.

b) Avantaje de ordin tehnic și funcțional

- stațiile de producere a ClO_2 au dimensiuni extrem de mici;

- lipsește total pericolul de explozie sau de otrăvire prin pierderi accidentale;

- nu necesită spații de depozitare, mari și nici echipamente mecanice pentru transport;

- se folosesc reactivi care nu pun probleme deosebite de transport;

- instalațiile de preparare și dozare sunt complet automatizate;

- gabaritele pentru amplasarea instalațiilor de producere-dozarea ClO_2 sunt relativ mici, acestea putând fi instalate cu ușurință în clădiri existente pentru că nu există pericolul intoxicațiilor;

- depozitele pentru reactivii din care se produce ClO_2 sunt obișnuite, de capacitate mică și nu este obligatorie amplasarea acestora în structura adiacentă construcției care cuprinde instalațiile de preparare-dozare;

- în cazul în care prepararea se face din clorit de sodiu și Cl_2 se impun cerințele specifice de utilizare a clorului.

5.7. Dezavantaje rezultate din utilizarea substanțelor dezinfectante pe bază de clor

În cadrul general al opțiunilor pentru alegerea cu discernământ a unui procedeu de dezinfectare a apei utilizând un anumit agent de oxidare este util de a cunoaște, în principal, efectele secundare, cu impact negativ asupra omului. În acest sens, în cazul dezinfectării, se va ține cont, cu precădere, de efectele negative specifice asupra sănătății omului.

5.7.1. Principalele dezavantaje prezentate de utilizarea clorului gazos

a) dezavantaje tehnologice

- dacă apa care este clorată are substanțe organice, sub formă de complecși humici, oxidarea cu Cl_2 produce trihalometani (THM) - substanțe cancerigene;
- existența fenolilor în apă, chiar la concentrații reduse; conduce la apariția clorfenolilor care dau apei gust și miros dezagreabil (miros de iodoform)
- cantitatea de clor rezidual liber, în rețea, nu este totdeauna satisfăcătoare; în cazul rețelelor cu lungime mare trebuie introduse doze mari de clor (3-4 mg/l) sau reinjectarea clorului în diverse puncte ale rețelei de distribuție;
- când apa are o concentrație mare în amoniu, acesta consumă, preponderent, mari cantități de clor, în defavoarea efectului de dezinfectare, fapt care conduce la doze mari de clor, deci un consum foarte mare.

b) dezavantaje tehnice și funcționale

O stație de dezinfectare utilizând clorul gazos implică mari riscuri în exploatare, precum:

- riscul de otrăvire a personalului în cazul pierderilor de clor în cantitate mare;
- riscul de explozie a containerelor clor cu efecte asupra locuitorilor din zona stației;
- prevederea unor instalații de ventilație consumatoare de energie și costisitoare, inclusiv a instalațiilor de neutralizare, consumatoare de spațiu și reactivi specifici;
- prevederea unor mecanisme masive și costisitoare pentru deplasarea recipientilor care impun construcției dimensiuni mărite (poduri rulante ș.a.);
- instalații mari pentru combaterea scăpărilor de clor;
- prevederi legislative nefavorabile; în unele țări ale U.E. este interzis transportul pe drumurile publice a containerelor cu Cl_2 , din cauza riscurilor de accidente.

5.7.2. Principalele dezavantaje prezentate de utilizarea ClO_2

În cazuri restrânse pot apare concentrații în cloriți, clorați și cloruri, în cantități superioare celor normate în standarde (acolo unde sunt normate. Spre exemplu, reglementările din S.U.A. limitează concentrația maximă a ionilor de clorit la 1 mg/l).

Se impun măsuri specifice de protecție la manipularea HCl (sau Cl_2), deși cantitățile sunt, în general, mici.

5.8. Principalii parametri de dimensionare tehnologică a construcțiilor și instalațiilor pentru dezinfectare cu ClO_2 .

Cantitatea de ClO_2 , produsă în instalație, se calculează, stoechiometric, conform formulelor înscrise la punctul 5.2. De aici rezultă și cantitățile de clorit de sodiu, HCl (sau Cl_2) necesare.

În cazul particular al producerii ClO_2 din NaClO_2 și Cl_2 , pentru 1 g ClO_2 sunt necesare 0,55 g Cl_2 .

Cu 1 litru de clorit de sodiu (NaClO_2), la o concentrație de 300 g NaClO_2/l și 47,5 l de apă clorată având concentrația de 3,5 g Cl_2/l , se obțin 48,5 l de soluție de ClO_2 având puterea totală de oxidare de 629,7 g – clor echivalent. (Deci, 1 litru soluție NaClO_2 are o putere totală de oxidare de 13 g – clor echivalent).

În cazul particular al producerii ClO_2 din NaClO_2 și HCl sunt necesare 1,67 grame de NaClO_2 pentru producerea unui gram de ClO_2 .

Unui volum de NaClO_2 cu concentrația de 25% trebuie să-i corespundă, cel puțin 0,65 volume de HCl cu concentrația de 32%, plus 6 volume de apă pentru diluare primară pentru a obține o soluție de ClO_2 cu 17 g/l. La un litru de NaClO_2 , în condițiile de mai sus se produc 125 g de ClO_2 .

Valorile de mai sus sunt caracteristice instalațiilor de mare capacitate pentru producerea ClO_2 – 750 până la 1500 g/h. Pentru instalațiile de mică capacitate, se utilizează NaClO_2 cu concentrația de 7,5% și HCl cu concentrația de 9%.

5.8.1. Necesarul orar de ClO_2

Debitul de ClO_2 ce va fi introdus în apa de tratat se calculează cu formula:

(kg/h)

unde: C – consumul orar de ClO_2 (kg/h)

Q – debitul de apă tratată cu ClO_2 (m^3/h)

D – doza de ClO_2 (mg/dm^3)

De regulă, $D = 0,1 - 0,2 \text{ mg/l}$ ($1/10 - 1/5$, din doza de Cl_2 , echivalent)

5.8.2. Spațiul de depozitare a substanțelor pentru producerea ClO_2

Funcție de substanțe primare din care urmează a se prepara ClO_2 , respective cloritul de sodium combinat, fie cu Cl_2 , fie cu HCl . Și, acolo unde este cazul, în funcție de concentrația HCl , vor rezulta, pentru fiecare situație, spațiile necesare pentru depozitare.

5.8.3. Instalații pentru combaterea pierderilor de ClO_2

Practic, nu sunt posibile pierderi de ClO_2 , instalațiile fiind perfect etanșe. Oricum, ClO_2 fiind o substanță instabilă, echipamentele care produc ClO_2 sunt total asigurate, printr-o automatizare corespunzătoare, pentru a procesa, continua și a distribui în sistem numai doza necesară (fără acumularea ClO_2), neexistând riscuri de nici-un fel. ClO_2 este difuzat direct în bazinul de amestec cu apa. Nu sunt necesare instalații de protecție. Instalația de ventilație poate fi prevăzută doar pentru cerințe de confort, la standardul dorit.

[\[top\]](#)

6. DEZINFECTAREA APEI UTILIZÂND OZONUL (O_3)

6.1. Ozonul este o formă alotropică a oxigenului – O_3 . Este un gaz puternic instabil și un oxidant deosebit de energic. Acesta se produce la fața locului, din aer sau oxigen pur, sub influența descărcărilor electrice, este un agent oxidant curat și nu poate fi stocat.

6.2. De mai multă vreme, acest agent oxidant este folosit în diverse scheme de potabilizare a apei, funcțiunile sale fiind utilizabile în diverse secțiuni din fluxul de tratare, precum:

- **preozonare** (înaintea treptelor de coagulare, decantare sau filtrare);
- **postozonare**, în principal pentru dezinfectare.

6.3. Tabloul complet al spectrului de acțiune al ozonului evidențiază, în principal, o serie de efecte fundamentale, benefice în procesul de tratare a apei fie pentru consum potabil, fie pentru consum industrial, acestea fiind:

- distrugerea bacteriilor;
- inactivarea virușilor;
- oxidarea fierului și manganului;
- decolorarea;
- înlăturarea gustului și mirosului;
- distrugerea, totală sau parțială a algelor;
- distrugerea fenolilor;
- distrugerea detergenților;
- oxidarea substanțelor organice;
- microflocularea substanțelor organice dizolvate;
- reducerea turbidității;
- inactivarea proceselor biologice care se produc în filtre.

Efectele menționate mai sus sunt cuantificabile, după caz, în procente variabile.

6.4. În procesul de potabilizare a apei, se recomandă practicarea preozonării, în locul predorării, pentru eliminarea parțială sau totală a algelor, cât și pentru oxidarea preliminară în tratarea apei, eliminându-se riscul producerii de THM (ca în cazul clorului, atunci când apa conține substanțe organice, precum acizi humici ș.a.) pentru evitarea colmatării filtrelor cu o masă biologic activă.

O tehnologie și mai eficientă în procesul de tratare a apei se va realiza cu introducerea treptei de preozonare, amonte de treapta de coagulare-decantare și filtrare pe nisip, urmată de o postclorare a apei.

6.5. Elementele anterior prezentate, succint, prezintă spectrul global de acțiune al O_3 , fiind absolut necesar pentru a înțelege și fundamenta, prin corelări multiple, în contextul general, efectul de dezinfectare în procesul de utilizare a diverși agenți de dezinfectare în procesul de potabilizare a apei.

6.6. În tratarea apei, ozonul se comportă atât ca agent oxidant, cât și ca agent germicid (ca și ceilalți agenți, Cl_2 și ClO_2). Cl_2 , ClO_2 și O_3 nu sunt agenți concurenți, ci complementari.

În tabelul de mai jos se prezintă gradul de eficacitate al Cl_2 , ClO_2 și O_3 în diverse direcții de acțiune.

Tabelul 6.

Poluant		Agenți de dezinfectare		
		Clor	Bioxid de clor	Ozon
Fier și mangan		Puțin eficient+produse nedorite	Eficient+produse nedorite	Foarte eficient+produse nedorite
Amoniac		Foarte eficient	Fără eficacitate	Fără eficacitate
Substanțe organice	Gust de fenoli	Puțin eficient	Eficient	Foarte eficient
	Culoare	Puțin eficient	Eficient	Foarte eficient
	Precursori trihalometani	Foarte eficient cu efecte nocive	-	-
	Mărirea biodegradabilității	Puțin eficient	Eficient	Foarte eficient

Evidențierea mai explicită a gradului de eficacitate a agenților oxidanți orientat în diverse categorii de microorganisme, este în conformitate cu graficul sintetic din [fig.2](#).

6.7. Ipoteze semnificative ale acțiunii germicide a ozonului

6.7.1. Exprimarea eficienței de dezinfectare a oricărui agent germicid este exprimată, funcție de:

- cantitatea de dezinfectant care este eficientă sub forma sa activă;
- timpul de contact între dezinfectant și apa tratată;
- eficiența proprie a dezinfectantului (definită ca „putere letală”);
- susceptibilitatea microorganismelor la distrugere sau inactivare;
- caracteristicile fizico-chimice ale apei care se dezinfectează (pH-ul, temperatura, mediul ionic ș.a.).

Relația matematică între aceste elemente, mai cuprinzătoare decât factorul *CT* (prezentat pe larg într-o secțiune anterioară), va fi exprimată de legea lui *Chick*.

unde: N_0 = nr. inițial de microorganisme

N_t = număr de microorganisme active după timpul t

L = coeficient specific de letalitate

c = concentrația dezinfectantului

t = timpul de inactivare

Ceea ce interesează, cu precădere, este coeficientul de letalitate (L) care variază funcție de agentul oxidant și de tipul de microorganisme, conform tabelului 7.

Tabelul 7.

Valorile coeficientului de letalitate

Dezinfectantul	Bacterii enterice	Chisturi de ameobe	Virusi	Spori
O ₃	500	0,5	5	2
HOCl	20	0,05	>1	0,05
ClO ₂ Cl ₂	0,2	0,0005	<0,02	<0,0005
NH ₂ Cl	0,1	0,02	0,005	0,001

Eficiența germică mărită O₃ se datorează potențialului oxido-reducător ridicat.

6.7.2. Revenind la criteriul factorului *CT* (o expresie mai simplificată a acțiunii germicide a unui dezinfectant), se prezintă, în tabelul de mai jos fluctuația valorilor acestuia în procesul reducerii cu 3 log pentru ovochistul *Giardia*, funcție de temperatură și *pH*.

Tabelul 8.

Dezinfectant	pH	Temperatura, °C					
		1	5	10	15	20	25
Ozon	6-9	2,9	1,9	1,4	0,95	0,72	0,46

Cerința de O₃ variază în funcție de factorul *CT* și, practic, de temperatura apei, într-o plajă largă de pH. Eficacitatea O₃ este puternic influențată de solubilitatea efectivă, în apă (solubilitatea fiind maximă, la temperaturi scăzute). De asemenea, timpul este limitat, dată fiind instabilitatea O₃.

6.7.3. Riscuri potențiale în procesul de mărire a efectului germicid al O₃

Concentrația maximă autorizată pentru oxidarea și dezinfectarea apei este de 10 mg/l, în practică fiind de circa 0,5 ÷ 2,0 g O₃/m³

Prin tratarea cu O₃ apar, totuși, produse secundare suspectate a fi dăunătoare sănătății. Cei mai cunoscuți sunt bromatii a căror cantitate (concentrație) crește cu expunerea apei la acțiunea O₃, adică la factorul *CT*. În proces mai intervin concentrațiile de promotori - Br și inhibitori - acetat - cât și *pH*-ul sau temperatura.

6.7.4. În circumstanțele anterior prezentate vor apare situații critice dacă se dorește inactivarea unor microorganisme precum *Cryptosporidium* și, mai cu seamă, *Giardia*.

Riscul de depășire a concentrației admise va exista în cazul în care sursa de apă conține brom în concentrații mici sau mijlocii, în plaja 50 ÷ 100 mg/l, pentru că, în astfel de cazuri, vor apare bromatii fiind necesar a se acționa pentru inhibarea formării acestora.

6.7.5. Concentrația în O₃, temperatura și *pH*-ul sunt parametri care modulează eficiența ozonului în inactivitatea virusilor.

În [fig. 3](#) și [fig. 4](#) este reprezentat efectul concentrației în O_3 funcție de timpul de contact, pH și temperatură asupra inactivării chisturilor de Giardia și a Poliviruşilor.

6.7.6. În diagramele și tabelele prezentate se constată posibilitatea reducerii la maximum a procentului de supraviețuire a chisturilor de Giardia, Cryptosporidium sau alte microorganisme. Cu toate acestea, în practică nu e posibilă întotdeauna asigurarea pH-ului necesar, a concentrației în O_3 sau a temperaturii, în special în cazul potabilizării apei.

Pentru acest motiv, tratamentele vor fi complementare.

6.7.7. Încă nu este bine evaluată eficiența eliminării chisturilor de Giardia și Cryptosporidium prin filtrarea pe nisip. Este însă binecunoscută eliminarea chisturilor de Cryptosporidium prin procedeul flotației cu aer dizolvat sub presiune. Pentru aceasta este utilă considerarea efectului complementar al mai multor procedee combinate. În cadrul prezentului ghid se va evalua, la un capitol ulterior, procedeul ozoflației.

6.7.8. Tratatamentul cu ozon (O_3) are, cum s-a arătat, valențe multiple. Scopul prezentului ghid este dezinfectarea apei, însă, efectele precursore ale oxidării sunt cele evidențiate de potențialul consum al O_3 de către substanțe chimice sau organice prezente în apă determinând, deci, consumuri mărite ale O_3 , prin doze ridicate.

În [fig. 5](#) se prezintă secțiunile caracteristice de introducere a ozonului în fluxul de tratare a apei.

6.8. Unele dezavantaje ale procesului de dezinfectare cu ozon

Pentru producerea ozonului se consumă o mare cantitate de energie, dar aceasta este compensată, în mare măsură, de efectele sale multiple.

În cazul prezenței bromului în apă, la concentrații mari ale O_3 există riscul apariției bromatilor - substanțe toxice. În țările dezvoltate aceștia sunt admiși, în apa potabilă, până la concentrația maximă de 0,01 mg/l.

Datorită instabilității sale necesită dispozitive de amestec-dispersie deosebit de performante.

6.9. Principalii parametri de dimensionare tehnologică a construcțiilor și instalațiilor de dezinfectare cu ozon

6.9.1. Necesarul orar de ozon

Este dependent de mărimea debitului orar de apă și de valoarea dozei de ozon

(kg/h)

unde: C - consumul orar de ozon (kg/h)

Q - Debitul de apă tratată cu ozon (m^3/h)

D - Doza de ozon (mg/dm^3). De regulă, doza de ozon este de 2mg/l.

6.9.2. Dimensionarea bazinului de amestec-reacție

Bazinul de amestec-reacție se dimensionează pentru un timp de circa 8 minute.

Un element esențial este adâncimea apei, care se recomandă să fie de 5,5 - 6,5 m

Distribuția O_3 se face în bule fine folosind difuzori poroși de tip ceramic sau turbine la nivelul radierului bazinului.

6.10. Scheme ale instalațiilor de tratare cu ozon

6.10.1. Complexul instalației de tratare cu O_3 cuprinde echipamentele de producere a O_3 , bazinul de dispersie și reacție a O_3 , instalații și echipamente de măsură adiacente. Un asemenea complex particularizat pentru producerea O_3 din oxigen este arătat în schema de mai jos.

Ozonul se poate produce și din aer, randamentul fiind, în acest caz, mai scăzut. În toate cazurile este obligatorie o instalație de reducere a umidității agentului primar. Generatoarele de producere a O_3 sunt asigurate de firme specializate pentru grade înalte de performanță.

6.10.2. Structura bazinelor de dispersie-reacție a O_3 , în apă

În scopul asigurării condițiilor necesare pentru amestec-reacție, este necesar ca O_3 să fie dispersat în bule fine la partea inferioară a unui bazin.

Pentru ca ozonul dispersat să poată intra în reacție efectivă este necesar ca adâncimea apei, peste dispozitivul de dispersie să fie de circa 6 m (maxim $7 \div 7,5$ m). De regulă, O_3 se introduce în 2-3 camere de amestec-reacție succesive.

Timpul de retenție în primul bazin poate fi de circa 2 minute și de circa 1 minut în celelalte. În total, un timp de reacție de $5 \div 8$ minute este satisfăcător. Bazinele de reacție sunt închise. O_3 care nu a intrat în reacție va fi captat la suprafața apei și dirijat la o instalație unde este distrus (de regulă, prin ardere), pentru că, O_3 , este toxic.

Se prezintă mai jos soluții constructive ale complexului de amestec-reacție, particularizate pentru dezinfectarea cu O_3 .

6.10.3. Procedul ozoflotației

Dispersia ozonului în bule fine și extrafine se face prin difuzori poroși ceramici. Gradul de finețe al bulelor de O_3 , în corelare cu adâncimea mare la care se introduc ($6 \div 7$ m) realizează perfect efectul flotației cu aer dizolvat sub presiune, folosit cu succes în tehnica tratării apei pentru eliminarea poluanților în

suspensie relativă, a algelor ș.a. Un tratament adiacent de floculare chimică conferă un randament maxim acestui procedeu.

Sunt multe scheme de practicare a ozoflației. De regulă se folosesc bazine tronconice (cu $h \cong 6 \div 7$ m), acoperite care dau un randament bun. Spuma de la suprafață conținând diverși poluanți sau ovochisturi de microorganisme deversează într-un jgheab perimetral de unde este colectată și distrusă.

O altă soluție posibilă de dispersie a O_3 în apă este cea cu utilizarea turbinelor, conform schemelor alăturate.

[\[top\]](#)

7. DEZINFECTAREA APEI PRIN TRATARE CU RAZE ULTRAVIOLETE (U.V.) SAU TRATĂRI COMBINATE (U.V. + O_3 ș.a.)

7.1. Dezinfecția apei utilizând raze ultraviolete este un procedeu mai nou care, în prezent, are o arie restrânsă de utilizare.

Radiațiile ultraviolete (U.V.) sunt radiații electromagnetice situate între radiațiile vizibile (luminoase) și radiațiile Rontgen (raze X) în spectrul undelor electromagnetice. Acest domeniu de lungime de undă este cuprins între 100 nm și 400 nm, dar partea utilă este situată între 150 nm și 400 nm .

După cum se observă în figura de mai jos, radiația UV se împarte la rândul ei în diverse câmpuri funcție de lungimea de undă-UV -A, UV-B, UV-C și UV-O.

Inactivarea unor microorganisme impune o doză UV mai mare față de a altora, deci trebuie cunoscută calitatea bacteriologică a apei ce urmează a fi tratată.

Funcție de utilizarea ulterioară a apelor tratate (de exemplu apa ultrapură pentru industria electronică sau apa reziduală deversată în râuri) este necesară o dezinfecție mai puternică sau mai redusă

7.2. Avantajele și dezavantajele sistemului

a) *Avantajele dezinfectării* cu UV sunt:

- foarte bună eficacitate bactericidă, sub rezerva unui control complet al procesului;
- nu se introduc produse chimice (fără risc chimic);
- nu modifică produsul (apa) în ceea ce privește propriile tăți organoleptice și nu se formează compuși halogenați mutagenici;
- funcționare și o mentenanță fără pericol și economică.

b) *Dezavantajele dezinfectiei* cu UV sunt:

- absența efectului remanent care favorizează recontaminarea;
- anumite microorganisme trebuie eliminate prin alte metode sau în combinație cu alte procedee (mucegaiuri/ microfiltrare, respectiv amoebe și germeni de spori/UV + filtrare + agenți chimici).

În domeniul dezinfectării UV sunt comercializate numeroase sisteme și instalații care funcționează atât pentru potabilizare cât și pentru tratarea apelor de proces și apelor reziduale.

Sistemele de control automate sunt obligatorii pentru aceste instalații.

Pentru potabilizarea apei, pe măsură ce aceste sisteme se înmulțesc, este pusă în discuție înlocuirea clorării. Adesea dezinfectia UV este completată de o clorare finală, cu doză minimă, sau de adăugarea de dioxid de clor înainte de trimiterea în rețeaua de distribuție.

Eficiența tehnicii de dezinfectare cu UV este, întotdeauna, stabilită prin studii, pentru fiecare caz specific (calitatea apei, tipul de microorganisme etc.)

7.3. Există un interes crescut pentru tratarea apei prin utilizarea luminii ultraviolete (UV) ca o metodă alternativă de dezinfectare pentru clorarea clasică. În plus, utilizarea combinată a luminii ultraviolete (UV) și a altor oxidanți, ozon și peroxid de hidrogen, pentru procese avansate de tratare a apei, constituie aplicații importante în domeniul îmbunătățirii condițiilor sanitare pentru evitarea contaminării apei cu compuși foarte rezistenți, ca: hidrocarburi halogenați, compuși aromatici policiclici ș.a.

De la descoperirea formării prin clorare a compușilor organocloru-rați nocivi (THM), dezinfectarea cu UV se prezintă ca o alternativă importantă.

Dezinfectarea cu U.V. fiind esențial nouă, din punct de vedere calitativ, în cele ce urmează, unele elemente se vor prezenta detaliat.

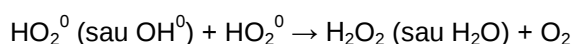
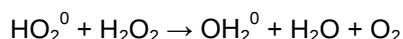
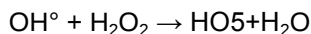
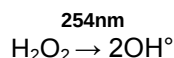
7.4. Atât în oxidarea prin dezinfectare cât și oxidarea foto-chimică, parametrul cinetic important care intervine în fenomenul care are loc, este durata de iradiere, care este egală cu energia pe unitatea de suprafață (Jm^{-2}). Energia sau intensitatea luminii multiplicată cu timpul de iradiere determină energia de iradiere.

7.5. Factori de distribuție a energiei UV

Energia luminii ultraviolete (UV) într-un lichid iradiat pentru moment cu o lampă tabulară, este influențată de către mai mulți factori:

- absorbanta luminii, (în conformitate cu legea Beer-Lambert);
- efectul unghiului solid și în consecință creșterea suprafeței iradiate când aria de iradiere este localizată departe de sursă;
- efectul factorului de reflexie și difuzie de exemplu datorită turbidității sau prin pereții reactorului;
- factorii geometriei lămpilor care nu sunt punctuale.

7.6. Acțiunea germicidă, în general, este de prim ordin. Fotoliza peroxidului de hidrogen corespunde unei scheme generale:



7.7. Fotoliza ozonului, fie dizolvat, fie în mediu umed, sau gazului, urmează relații cinetice de pseudoprim ordin.

Coeficienții de extincție (E) pentru domeniul lungimii de undă de 254 nm valorează, după cum urmează:

- apă distilată: $0,015\text{--}0,02 \text{ L mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}$
- apă potabilă de calitate bună: $0,05 - 0,25 \text{ L mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}$
- ape de canalizare curente: $0,4 \text{ L mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}$
- peroxid de hidrogen - 41 ozon: $7000 \text{ L mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}$

7.8. Dezinfectarea cu radiații UV este o metodă de tratare nechimică pentru apa potabilă, pentru apa din procese industriale, pentru apele de agrement și pentru apele reziduale recuperate în ideea de a le folosi la irigații, la refacerea stratului de apă freatică sau alte aplicații.

[Fig. 6](#) demonstrează corelația dintre efectul germicid al radiației UV și lungimea ei de undă.

Pentru a reuși un proces de dezinfecție UV, este fundamentală cunoașterea dozei UV exacte necesare la diferitele microorganisme.

Doza UV este dependentă de durată (timpul) de expunere și de intensitatea lămpii.

În practică, doza UV este calculată înmulțind energia lămpilor UV (din sterilizator) cu timpul de staționare a unui microorganism în sterilizator (camera de tratament).

$$\text{Doza UV [mJ x cm}^{-2}\text{]} = \text{Energia [mW x cm}^{-2}\text{]} \times \text{Timp [s]}$$

Cunoscându-se microorganismele de inactivat și procentajul de „distrugere” cerut, este posibil să se determine doza UV necesară, care în diferite circumstanțe poate varia de la 10 la 200 [mJ x cm⁻²] (50 mJ x cm⁻² sau mai mult pentru sterilizarea apei destinate unor tehnici industriale care necesită apă foarte pură).

Reglementarea europeană impune o doză minimă legală pentru apa potabilă de 25 [mJ x cm⁻²] (decizia ministerială din 19.01.1987).

Trei factori importanți trebuie luați în considerare la calculul ipotezei UV și anume:

- punctul geografic al lămpii;
- momentul din durata de viață a lămpii;
- turbulențele din camera de tratament

[Fig. 7](#) arată dozele de radiații UV necesare pentru a obține o reducere corespunzătoare a numărului de diverse tipuri de bacterii.

Două caracteristici ale apelor influențează alegerea dozei UV aplicate și anume:

- transmitanța radiației UV a volumului de apă ce urmează a fi dezinfectat;
- transmitanța radiației UV prin straturile exterioare ale particulelor contaminate pentru a ajunge la microorganismele din interior.

O reducere a transmitanței radiației UV a apei face necesar un echipament UV suplimentar, pentru a furniza doza necesară obținerii nivelelor dorite pentru dezinfecție.

[Fig. 8](#) ilustrează doza necesară pentru a obține același efect germicid cu UV, clor și ozon asupra microorganismelor (indicate grafic).

7.9. Parametrii care influențează eficacitatea globală a unui sistem UV sunt:

- debitul;
- transmitanța radiațiilor UV;
- temperatura apei de tratat;
- tipul microorganismelor de distrus;
- gradul de dezinfecție solicitat.

Este important de a determina debitul maxim ca și comportamentul debitului (caracterizarea marilor variații pentru debite importante) pentru a menține întotdeauna o doză UV, suficientă.

7.10. Prin situarea mai multor lămpi într-un singur reactor, se poate obține un efect suplimentar. Configurațiile sunt ilustrate în anexele nr. 1-3.

Aria triunghiulară centrală în cadrul reactorului (anexa nr. 1) are un factor constant al geometriei de 0,8 datorită adaosului de fotoni de la diferite surse.

Similar, într-o configurație pătrată în condiții similare, factorul global al geometriei se poate apropia de unitate (de exemplu: 0,95 în exemplul dat în anexa nr. 2).

Zona periferică în jurul arilor de lămpi este mică (anexa nr. 3) și dă posibilitatea obținerii aceleași intensități în zonele exterioare ale reactorului. Prin combinarea tipurilor triunghiulare și pătrate ale lămpilor instalate, se pot construi profile de intensitate mare (anexa nr. 4).

Prin această configurație la orice punct dat al spațiului interior al reactorului, se poate obține o intensitate de până la 2,5 ori intensitatea emisiei nominale a lămpilor, datorită „geometriei pozitive” a sistemului.

Exemplul s-a bazat pe parametrii:

$$r_1 = 0,9 \text{ cm};$$

$$r_e = 4 \text{ cm};$$

$$E = 0,2 \text{ cm}^{-1}$$

7.11. Condițiile generale de montaj ale lămpilor UV sunt, în principal, următoarele:

- echipamentele trebuie ferite de îngheț, deci amplasarea lor se va face în încăperi ce au asigurată temperatura de gardă (+ 5°C) sau în canale deschise, în care circulă apă având temperatura de peste 5°C, turbiditatea apei trebuie să fie cuprinsă între 5 și 10 grade, ceea ce impune ca amplasarea echipamentelor să fie după treptele de tratare (decantare-filtrare), pentru apele de suprafață (vezi anexa nr. 5), și imediat după captare (sau după o eventuală treaptă de deferizare) în cazul apelor subterane (vezi anexa nr. 6).

În cazul apelor reziduale, intrarea dezinfectantului se va face după ultima treaptă de epurare, înainte de descărcarea în receptor, întrucât radiațiile UV nu au efect remanent în apa dezinfectată, este recomandată utilizarea unei clorări suplimentare, la o doză redusă (0,5 mg/l).

7.12. Procedee de oxidare avansată

Există metode de tratare la temperatura ambiantă a apelor pentru potabilizare, a apelor reziduale și a apelor subterane, care duc la formarea compușilor intermediari foarte activi, de exemplu radicalul hidroxil [OH]. Aceste combinații pot fi:

- ozon/peroxid de hidrogen;
- peroxid de hidrogen/ultraviolete;
- ozon/ultraviolete;
- dioxid de clor/ultraviolete;
- ozon/dioxid de clor.

7.13. Caracteristicile proceselor de oxidare avansată utilizând ultravioletele. Sistemul ozon-ultraviolete (O₃/UV)

7.13.1. Potențialul de oxidare este foarte important în realizarea unui sistem particular important. Se pot utiliza mai multe configurații fie UV simultan cu injecția ozonului în reactoare prin barbotare fie UV după dizolvarea ozonului în apă și degajarea ozonului excedentar.

7.13.2. Mecanismul de oxidare a unui reactiv organic poate să pună în joc în același timp, fotoliza directă, ozonizarea moleculară sauradicalică, în funcție de pH, sau reacția cu radicalii hidroxili $\text{OH}^\bullet$ generați prin fotoliza ozonului.

7.13.3. Coeficientul de extincție molară a ozonului, respectiv capacitatea sa de a absorbi un foton, la lungimea de undă de 253,7 nm (cea mai utilizată în tratarea apei) este de $3300 \text{ l} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$.

7.13.4. Trebuie subliniat că pentru reactivii organici volatili (cazul multor compuși organici cu clor) putând fi antrenați de fluxul gazos, este necesar un sistem de recuperare și de distrugere a ozonului excedentar.

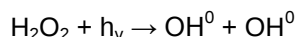
Parametrii importanți care trebuie identificați sunt:

- pH;
- nivelul de ozonizare, concentrația reactivului;
- energia de iradiere;
- alcalinitatea mediului.

Acest sistem a făcut obiectul celor mai numeroase studii și este comercializat și aplicat în industrie de mai mulți ani.

7.13.5. Sistemul peroxid de hidrogen/ultraviolete ($\text{H}_2\text{O}_2/\text{UV}$)

În principiu, această metodă pare a fi mai directă în producerea radicalilor hidroxili deoarece mecanismul de clivare a moleculei de peroxid de hidrogen prin fotoliza este următorul:



Astfel, coeficientul de extincție molară a peroxidului de hidrogen, respectiv capacitatea sa de absorbție a unui foton la lungimea de undă 253,7 nm, cea mai utilizată până acum în tratarea apei, este numai de $20 \text{ l} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$ (spre deosebire de $3300 \text{ l} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$ pentru molecula de ozon).

În consecință, la utilizarea numai a acestei lungimi de undă apare necesitatea de a avea o concentrație în mediu de peroxid de hidrogen relativ ridicată, pentru a obține un nivel suficient de radicali hidroxili. Concentrația reziduală de peroxid de hidrogen devine atunci importantă și de aceea, în cazul particular de potabilizare este necesară o tratare finală pentru diminuarea acestuia (în Franța, de exemplu, concentrația maximă de peroxid de hidrogen în apă de consum trebuie să fie mai mică de $50 \mu\text{g/l}$).

7.13.6. Gama de echipamente produse

În tabelul din anexa nr. 7 sunt prezentate sterilizatoarele prin iradiere cu UV proiectate, și produse în România, atât cele utilizate ca sterilizatoare propriu-zise, cât și cele ce sunt cuplate cu instalații de decantare/dozare cu reactivi (sulfat de aluminiu), filtrare și sterilizare, utile așezărilor izolate.

Sunt indicate:

- debitul de apă capabil;
- timpul de expunere;
- conexiunea electrică;
- temperatura apei;
- temperatura ambientului;

- presiunea maximă de lucru.

[\[top\]](#)

8. DEZINFECTAREA APEI UTILIZÂND MEMBRANE

8.1. Sunt în curs de răspândire tehnicile de filtrare prin membrană, încă destul de scumpe și cu productivitate mică, dar care pot avea performanțe extrem de mari în ceea ce privește reducerea substanțelor străine și a microorganismelor din apă.

8.2. Utilizând membrane MF (0,1 μm) se realizează o reținere de peste 6-log doar pentru chisturi.

8.3. La dimensiuni ale porilor de 0,01 μm , membranele UF constituie o barieră absolută, reținând toate solidele în suspensie (turbiditatea) și microorganismele (chisturi de protozoare și viruși).

8.4. Spre deosebire de procesele convenționale, reținerea este totală, fără adaus de reactivi și independentă de variațiile de calitate ale apei sursei. Membranele UF pot realiza o reținere de peste 6 log a tuturor patogenilor din apa brută supusă potabilizării.

[\[top\]](#)

9. CRITERII GENERALE DE ALEGERE A PRINCIPALILOR AGENȚI DE DEZINFECTARE

Considerațiile care urmează sunt o recapitulare sintetică a unor elemente de principiu din conținutul reglementării, necesar a fi prezentate în mod unitar, pentru a alcătui o imagine de comparație a efectelor semnificative caracterizând principalii agenți oxidanți folosiți, cu precizările suplimentare ce se impun ca urmare cerințelor rezultate din context.

9.1. Dezinfecția apei este ultima treaptă de tratare a apei și, în unele cazuri, unica. Pentru că această treaptă are un impact major asupra sănătății omului, i se va acorda, întotdeauna, cea mai mare atenție.

9.2. Treapta de dezinfecție trebuie considerată în ansamblul sistemului de corectare a calității apei, dar și în ansamblul general al sistemului de alimentare cu apă. Ea nu poate și nu trebuie să suplinească alte neajunsuri ale sistemului.

9.3. Regulile generale după care va trebui să funcționeze treapta de dezinfecție sunt:

a) *reactivul trebuie introdus acolo unde are eficiență maximă;*

de regulă se poate face o introducere în două trepte (dar acest lucru nu este limitat).

Treapta 1. - la intrarea în stația de tratare (numită după reactivul utilizat și preclorare, preozonare); reactivul și doza vor fi alese astfel încât să nu rezulte compuși secundari (de tip THM, doriți, clorați sau bromati) ce nu pot fi reținuți în treptele de tratare convenționale, iar dacă totuși aceștia se formează în apă, să aibă o concentrație sub limita admisă (este adevărat că unii nu sunt cunoscuți deoarece nu pot fi detectați, in situ, fiind greu de măsurat, lipsind echipamentele speciale etc). Pot fi folosiți agenți oxidanți fără efect remanent.

Treapta 2 - totdeauna pe apa limpezită, lucru esențial, (în general sub 1 NTU turbiditate), având ca scop reducerea concentrației în agenți patogeni sub limitele prevăzute în normele care au ca obiect protejarea sănătății populației. Sunt folosiți, de regulă, reactivii cu efect permanent, cum ar fi clorul, dioxidul de Cl, monocloramina.

b) *tipul și doza de reactiv vor fi alese funcție de tipul de materiale care alcătuiesc rețeaua* (starea, lungimea și modul de funcționare al rețelei de distribuție). Calitatea apei din rețea nu trebuie să se

înrăutățească din cauza reactivului de dezinfectare, în exces sau în lipsă. Rețeaua trebuie ținută sub presiune tot timpul, golirea accidentală sau comandată trebuie urmată de măsuri de spălare adecvată, biofilmul ce se poate produce pe peretele interior al conductelor să fie inactivat pentru a nu permite redezvoltarea microorganismelor.

c) *eficiența celorlalte trepte de tratare* (de exemplu, o limpezire printr-un filtru lent, adecvat, poate reduce conținutul de microorganisme cu 4 log - 99,99%). În unele cazuri se poate conta și pe efectul reactivului asupra celorlalte trepte de tratare.

d) *tipul de apă și protecția sanitară a acesteia*. Este deosebit de important conținutul în substanțe organice și compuși ai azotului sau a altora asemenea, care pot reacționa cu reactivul, măbind, artificial și nejustificat, consumul.

e) *costul dezinfectării în condițiile asigurării cerințelor normate de livrare a apei, dar și în ansamblul tratării apei*. Sistemul de dezinfectare nu trebuie conceput pentru a prelua, în mod special, sarcinile ce trebuie și pot fi realizate în alte trepte de tratare, dacă acestea nu sunt efectul simultan al modului specific de reacție al agentului oxidant.

f) de regulă, ar trebui ca dozele și tipurile de reactiv să fie stabilite, pentru categorii similare de apă, conform experienței altor stații de tratare sau, în lipsa acestora, după datele realizate pe o instalație pilot cu o alcătuire tehnologică similară.

9.4. Se va lua în considerare faptul că rezistența materialului conductelor la acțiunea unor agenți de oxidare este diferită. După rezultate obținute în țări dezvoltate, tuburile de fontă și oțel pot avea o viteză de reducere a dozei de reactiv de 20 ori mai mare decât aceleași tuburi protejate cu mortar de ciment. Țevile de PE și PVC au aceeași viteză de reducere, fiind de 10-100 ori mai mică decât a țevelor metalice protejate cu mortar de ciment. Din această cauză, când nu există experiență, sunt necesare încercări experimentale.

9.5. În general, pot fi alese pentru dezinfectare următoarele mijloace:

- cu reactivi: Cl, dioxid de Cl, ozon, cloramine, peroxid de hidrogen etc;
- cu mijloace fizice - radiație ultravioletă;
- combinare favorabilă a 2-3 dintre mijloacele precedente, folosite în aceeași secțiune sau în secțiuni diferite

9.6. Tipul de reactiv și doza depind de:

- calitatea apei brute, calitate care, de regulă, este variabilă și, deci, doza de reactiv va trebui să fie variabilă, sau pot apare, ca necesari, reactivi complementari;
- temperatura apei (de regulă, pentru reactivii chimici, cu cât temperatura apei este mai mare, cu atât doza va fi mai mică);
- pH-ul apei; fiecare reactiv are o zonă a valorilor pH unde lucrează mai bine (vezi valoarea CT); ori se alege reactivul în consecință, ori se tratează apa pentru a ajunge la un pH favorabil reactivului pentru dezinfectare;
- modul și eficiența introducerii în apă a reactivului, factorul CT (mg.min/l, concentrație C și timp T de contact apă-agent de dezinfectare);
- prezența unor substanțe ce pot bloca reactivul (prin reacții specifice de oxidare, cum ar fi: Fe, Mn, NH₄ etc.); pentru clor - clorarea la „breakpoint”;
- capacitatea de a produce un volum redus de produși secundari, nedoriti din cauza pericolului pentru sănătatea populației;

- asigurarea unei biostabilități a apei furnizate;

- capacitatea de a avea efect remanent, la o doză ce nu depășește valoarea maximă; se reamintește că, în conformitate cu STAS 1342-91, valoarea maximă a Cl_2 remanent poate fi de 0,5 mg/l la intrare în rețea (după bazinul de contact) și 0,25 mg/l în punctele cele mai îndepărtate ale rețelei;

- prevederea unei trepte de control final a dozei sau produșilor secundari, de regulă filtrare prin CAG.

9.7. Conform EPA (Agenția de Protecție a Mediului din S.U.A.) aprecierea calitativă a celor mai utilizați reactivi este evaluată ca în tabelul de mai jos.

Tabelul 9.

Caracterizarea generală a unor agenți dezinfectanți

Reactivul	Stabilitate reziduală	Limita de folosire, mg/l	Controlul biofilmului	Producția de produși secundari
Cl_2	Foarte bună	4	Bun	Mare
ClO_2	Bună	0,8	Bun	Mică
Cloramine	Excelentă	4	Foarte bun	Foarte mică

Acest tabel cuprinde, sintetic, caracterizarea particularizată, pentru fiecare reactiv, din textul reglementării.

9.8. Cum reactivii au efect oxidant pentru alte substanțe, influența asupra dozei poate fi foarte mare. După DEGREMONT, caracterizarea reactivilor poate fi făcută astfel:

Tabelul 10.

Efectul oxidant al principalilor agenți dezinfectanți în apă

Funcțiunea	Cl_2	Ozon	ClO_2	Cloramine
Preoxidare	Bun, cu precauții	Foarte bun	Bun, cu precauții	Redus
Oxidare intermediară	Bun	Foarte bun	Bun, cu precauții	Nerecomandabil
Oxidare finală	Bun	Bun	Bun	Nerecomandabil
Dezinfectare	Bun	Foarte bun	Bun	Nerecomandabil
Efect remanent	Bun	Redus	Bun	Bun

9.9. Influența temperaturii și pH-ul poate fi mai mare și exploatarea corectă a instalației poate fi dificilă sau chiar foarte dificilă când calitatea apei brute este rapid variabilă. În tabelul următor este dată, după experiența americană, fluctuația valorilor CT cu temperatura și pH-ul, pentru reducerea cu 3 log a *Giardiei*.

Tabelul 11.**Fluctuația valorilor CT în funcție de temperatură și pH**

Dezinfectant	pH	Temperatura, °C					
		1	5	10	15	20	25
Clor	6	165	116	87	5,9	44	59
	7	236	165	124	83	62	41
	8	346	243	182	122	91	61
	9	500	353	265	177	132	58
Ozon	6-9	2,9	1,9	1,4	0,95	0,72	0,46
ClO ₂	6-9	63	26	23	19	15	11
Cloramina	6-9	3800	2200	1850	1500	1100	750

Pentru alte tipuri de microorganisme (E. Coli, viruși), valorile pot fi mai mici sau mai mari.

9.10. Sunt în curs de răspândire tehnicile de filtrare prin membrane, încă destul de scumpe și cu productivitate mică, dar care pot avea performanțe extrem de mari în ceea ce privește reducerea substanțelor străine din apă.

Astfel, pentru Giardia, efectul poate fi total, la fel ca și pentru unii viruși, totul depinzând de mărimea porilor (sub 0,1 μm sau peste 1 μm).

Pentru UV valorile sunt rare și consultarea producătorului, cât și testarea, sunt obligatorii. După intensitatea radiației, se poate obține o eficiență de 2-3 log pentru unii viruși. Timpul de iradiere, după unele realizări, este de aproximativ 1 minut.

9.11. Din cauză că și apa are caracteristici fizico-chimice diferite, variabile în timp, instalația poate avea dificultăți și exploatarea poate fi puțin inconstantă, astfel că, este bine să se adopte, cu precauțiile respective, 2 valori pentru dozele de reactivi (traduse și în modul de alegere al echipamentelor de dozare):

- doza pentru proiectare;
- doza pentru lucrul în exploatare, doză care poate să atingă doza de proiectare.

Informativ, doza de proiectare ar putea fi cu cca. 50-100% mai mare decât doza de lucru. Ea va fi utilizată pentru dimensionarea și alcătuirea instalației.

Doza de exploatare ar urma să fie stabilită prin testare după punerea în funcțiune și exploatarea normală a stației de tratare. Această doză va trebui să poată urmări variația calității apei, mai ales atunci când în faza finală a tratării nu există o instalație de corectare a dozei de reactivi sau reținere a produșilor secundari.

9.12. O caracterizare de ansamblu a principalilor agenți de dezinfectare este dată în tabelul 12.

Tabelul 12.**Avantajele și dezavantajele folosirii unor reactivi**

Agent	Avantaje	Dezavantaje
Cl	Eficient Se poate aplica în diferite secțiuni Ieftin, des aplicat Stabil Operare simplă Efect remanent	Prođuși secundari mulți (THM) Periculos la transport și depozitare Agresivitate Nu la ape cu substanță organică multă Cu NH₄ poate da cloramine, toxice în unele cazuri
Ozon	Foarte eficient mai ales la viruși Prođuși secundari puțini Operare simplă Un CT redus	Nu are efect remanent Necesită un reactiv de marcaj Cost ridicat Producția pe loc, complicată La doze mari apa necesită filtrare prin CAG Atenție la apa cu substanțe oxidabile multe
ClO ₂	Foarte eficient mai ales la viruși Preparat pe loc, deci măsuri de siguranță reduse	Doza limitată la cca. 0,8 mg/l Atenție la dozele mici recomandate, la o introducere proastă, poate fi ineficient Suspectat că are subproduși
ClO ₂	Fără subproduși (cunoscuți) Bun dezinfectant în trapta finală	
UV	Eficient contra bacteriilor, virușilor Fără produși secundari Operare simplă	Experiență relativ mică Apa trebuie să fie limpede (< 1 NTU, bine=0,1 NTU) Lămpile țin 8-12 luni Consum mare de energie Întreținere dificilă
Cloramine	Eficiență medie	Eficiență mică pentru viruși și chisturi

	Fără subproduși	Produce intoxicație la bolnavii ce fac dializă
	Dozare ușoară	
	Efect remanent	
	Bun reactiv în treapta a 2-a	

9.13. Din cauza caracterului bolilor hidrice (dezvoltare rapidă – zile/săptămâni – în masa de utilizatori) și a efectului contradictoriu (reprimă agenții ce dau boli cu dezvoltare rapidă, dar poate produce boli grave cu efect întârziat), dezinfectarea trebuie făcută cu multă atenție și responsabilitate. La alegerea soluției vor fi respectate și cerințele Legii 98/1994 privind stabilirea și sancționarea contravențiilor la normele legale de igienă și sănătate publică.

9.14. Pentru apa uzată epurată, datele sunt încă reduse și deci încercările vor trebui făcute cu atenție. După "Tchobanoglous", unele valori pentru CT (mg.min/l) pot fi, orientativ:

CT	N/N ₀
1	1
10	10 ⁻³
40	10 ⁻⁵
100	10 ⁻⁶

unde N₀ și N reprezintă numărul de microorganisme aflate în apă la momentul zero și, respectiv, în final (vezi pct. nr. 6.7.1.).

[\[top\]](#)

10. CONDIȚII MINIME DE CALITATE PRIVIND PROIECTAREA CONSTRUCȚIILOR ȘI INSTALAȚIILOR DE DEZINFECTARE A APEI ÎN CONFORMITATE CU CERINȚELE LEGII NR. 10/1995.

Construcțiile și instalațiile pentru dezinfectarea apei se vor proiecta și executa pentru a se asigura realizarea și menținerea cerințelor fundamentale formulate prin Legeanr. 10 privind calitatea în construcții și prevederilor regulamentelor legiferate prin H.G. nr. 766/1997.

Materialele utilizate la realizarea construcțiilor vor fi numai din categoria celor certificate pentru a asigura nivelul de calitate corespunzător cerințelor și avizate sanitar, pentru cele în contact cu apa potabilă. La realizarea construcțiilor se vor folosi produse, procedee și echipamente tradiționale, precum și unele produse noi pentru care este necesară existența agrementelor tehnice.

Din punct de vedere al proiectării și realizării de calitate a construcțiilor și instalațiilor de dezinfectare se va asigura realizarea și menținerea următoarelor cerințe:

- rezistența și stabilitatea;
- siguranța în exploatare;
- siguranța la foc;
- igiena, sănătatea oamenilor, refacerea și protecția mediului;

- izolația termică, hidrofugă și economia de energie;
- protecția împotriva zgomotului.

Cerințele de calitate formulate mai sus vor fi analizate și considerate selectiv, funcție de specificul obiectivelor, în conformitate cu prevederile “Normativului Cadru privind detalierea conținutului stabilite prin Legea nr. 10/1995”, reglementare elaborată de INCERC. Aceste cerințe vor fi materializate, după caz, prin selectarea criteriilor de performanță explicitate în tabelele 2 și 3 din normativul menționat, aplicate, secvențial, tuturor cerințelor de calitate ce se vor prezenta, pentru fiecare categorie de obiecte sau lucrări ale obiectivului de investiție.

10.1. Condiții tehnice și criterii de performanță pentru asigurarea cerințelor de calitate

10.1.1. Rezistența și stabilitatea la sarcini, statice, dinamice și seismice

Se vor asigura luându-se în considerare toate elementele privind sau rezultând din:

- natura terenului, conform studiilor de teren;
- zona seismică de calcul – K_s și T_s (STAS 11100/1);
- principii generale de proiectare pentru construcții din regiuni seismice STAS 9165;
- încărcări date de vânt STAS 10101/20;
- Normativul P 100/1992 – Proiectarea antiseismică;
- încărcări date de zăpadă;
- adâncimea de îngheț – STAS 6054;
- încărcări date de temperatura exterioară STAS 10101/23 și STAS 1010/23A;
- sarcini date de utilitaje, în regim static și dinamic, conform datelor de la furnizori;
- executarea lucrărilor de beton, beton armat și beton armat precomprimat – Codul de practică (C140);
- executarea lucrărilor din beton precomprimat Normativ C21-85 INCERC;
- betoane și mortare de ciment-determinarea adâncimii de penetrare a ionilor de clor pe elemente de construcții (Rezervoare) – STAS 13380;
- betoane – încercări pe betoane – Determinarea modulului de elasticitate static, la compresiune, a betonului STAS 5585;
- încercări pe betoane – Determinarea rezistenței la îngheț STAS 3518 și verificarea impermeabilității la apă STAS 3519;
- construcții de beton, beton armat, beton armat și beton precomprimat. Tipul și frecvența verificărilor materialelor și betoanelor STAS 1799;
- îmbinarea materialului tubular (țevi oțel, fontă, fontă ductilă, polietilenă) cu STAS-urile respective pentru creșterea rezistenței la sarcinile statice și dinamice;
- măsuri privind protecția “lovitura de berbe”;
- normativul C 56-85.

Proiectele vor fi verificate suplimentar de către verificaliști specialiști atestați în ceea ce privește structura constructivă, respectarea actelor normative în vigoare, ipotezele de calcul și calculele efectuate.

În execuție se vor folosi numai materiale cu calitate certificată, agrementate.

Elementele de siguranță, astfel menționate vor fi garantate și ca urmare a punerii în pactică, la execuția lucrărilor, a unui program riguros de urmărire a calității execuției lucrărilor, continuu și cu verificări minuțioase la nivelul fazelor determinate a lucrărilor, cu participarea efectivă a inspecției de stat în construcții, a personalului de supraveghere a beneficiarului cât și a proiectantului, în conformitate cu prevederile Legii nr. 10, privind calitatea în construcții și actelor normative adiacente acestei legi.

10.1.2. Siguranța în exploatare

Siguranța în exploatare se asigură încă din faza de proiectare. Măsurile prevăzute în proiecte se vor conjuga cu cele efectiv nominalizate în instrucțiunile de exploatare la intrarea în funcțiune. Astfel, se vor avea în vedere următoarele criterii principale:

- Siguranța circulației pietonale în sensul inexistenței factorilor care să faciliteze:

- alunecarea, împiedicarea sau coliziunea cu obiecte sau utilaje;
- riscul de accidente sau cădere de la un nivel superior sau în bazine;
- se vor impune restricții de staționare a personalului în apropierea gospodăriei de reactivi, mai ales atunci când se folosesc clorul sau ozonul.

- Siguranța cu privire la agresiuni provenite din instalații. Factorii de risc ce trebuie eliminați pot fi:

- pericolul de electrocutare;
- pericolul de explozie;
- intoxicare;
- contaminare și otrăvire;
- contact cu elemente de instalații.

- Siguranța privind efracția

- Siguranța efectuării operațiilor tehnologice;

- Siguranța desfășurării procesului tehnologic;

În exploatare, construcțiile se vor urmări pe toată durata de existență, în baza unui ansamblu de activități privind:

- examinarea directă;
- investigarea cu mijloace de observație și măsuri specifice;
- măsurarea tasărilor la construcții;
- urmărirea comportării terenului în jurul construcțiilor etc.

În ceea ce privește siguranța în exploatare a echipamentelor și utilajelor mecanice, aceasta este asigurată printr-un complex de măsuri, care cuprinde:

- soluțiile tehnologice adoptate;
- alegerea echipamentelor de mare fiabilitate și din materiale rezistente la mediile în care se montează (oțel inox, oțel zincat, vopsele și protecții rezistente la agenși agresivi).

Se mai menționează că, asemenea construcții au nevoie de o siguranță sporită, deoarece, în caz de dezastru, asigurarea unei ape, calitativ bune, este stringent necesară ca alternativă la situația în care, avarierea acestor construcții ar produce o accentuare dramatică a efectului deja creat de calamitatea respectivă.

10.1.3. Siguranța la foc

Pentru toate construcțiile se vor avea în vedere prevederile:

- Normativului de siguranță la foc a construcțiilor, Normelor generale de prevenire și stingere a incendiilor, aprobate cu O.M.I nr. 775/1988, Metodologia privind elaborarea scenariilor de siguranță la foc, aprobată cu Ordinul ministrului de Interne nr. 84/2001;

- Soluțiile tehnice și măsurile ce se vor prevedea în documentațiile de execuție vor avea în vedere asigurarea următoarelor cerințe (condiții tehnice de performanță):

- protecția și evacuarea utilizatorilor, limitarea pierderilor de bunuri, preîntâmpinarea propagării incendiului, protecția pompierilor și a altor forțe care intervin, protejarea bunurilor periclitare, limitarea și stingerea incendiului.

Pentru realizarea lor, în documentațiile tehnice de proiectare a construcțiilor și instalațiilor pentru tratarea apei se vor stabili criteriile de performanță privind cerința de calitate *siguranța la foc*, factorii de determinare a acestora, precum și a nivelurilor de performanță maximă în asigurarea unei securități depline privind:

- comportarea la foc;
- stabilitatea la foc;
- rezistența la foc;
- preîntâmpinarea propagării incendiilor ținând cont de:
 - degajările de fum, gaze fierbinți și produse nocive;
 - etanșeitate la fum și flăcări;
 - propagarea fumului și flăcărilor;
 - rezistența fațadelor și acoperișurilor la propagarea focului.
- căile de acces, evacuare și intervenție.

10.1.4. Igiena, sănătatea oamenilor, refacerea și protecția mediului

Această cerință se întemeiază pe soluționarea problemelor în baza următoarelor criterii:

- Igiena aerului, vizând:
 - concentrația de substanțe poluante (criteriul D.1.1. din tabelul 3 din Normativul cadru privind conținutul cerințelor stabilite prin Legea nr. 10/1995);
 - concentrația de oxigen;
 - numărul minim al schimburilor de aer proaspăt pentru diverse încăperi;
- Igiena apei (vezi pct. D.2.);
- Igiena higrotermică a mediului interior;
- Însorirea;
- Iluminatul;

- Igiena acustică a mediului interior;
- Calitatea finisajelor;
- Igiena evacuării apelor uzate și a dejecțiilor;
- Igiena evacuării deșeurilor și a gunoaielor;
- Protecția mediului exterior;
- Controlul periodic de sănătate al personalului din incinta stației de dezinfectare.

Pentru asigurarea apei, la un nivel de calitate corespunzător se vor folosi numai reactivi avizați de Ministerul Sănătății.

Tehnologia care procesează apa nu va permite emisia de nocivități în aer de natura pulberilor poluante, de orice fel. De asemenea, orice fel de reziduu sau deșeu rezultat din procesarea agentului dezinfectat va fi prelucrat local sau stocat și transportat în locuri speciale unde se vor aplica tratamente specifice pentru reducerea gradului de nocivitate până la compatibilitatea cu reglementările în vigoare referitoare la depozitare sau evacuarea în diverși receptori.

De asemenea, nivelul de zgomot va fi sub cel normat.

10.1.5. Izolația termică, hidrofugă și economia de energie

Principalele componente convergente pe acest criteriu ce trebuie soluționate prin proiect sunt:

- Pentru izolarea termică:
 - coeficientul global de izolare termică G ;
 - abaterea maximă a temperaturii normale de exploatare;
 - asigurarea omogenității și continuității termoizolației;
 - rezistența la permeabilitate la aer, R_a ;
 - evitarea apariției condensului.
- Pentru izolarea hidrofugă:
 - etanșeitatea la apa de ploaie;
 - etanșeitatea la ape subterane;
 - etanșeitatea la zăpadă.
- Privind economia de energie:
 - este necesară contorizarea consumurilor de energie.

10.1.6. Protecția împotriva zgomotului

Această cerință implică atât protecția personalului de exploatare, cât și a zonelor limitrofe sau adiacente obiectivului și se poate referi atât la zgomotul propriu produs cât și la cel provenit din exterior.

Se au în vedere criterii referitoare la izolarea acustică și izolarea antivibratilă.

[\[top\]](#)

Dezinfectare cu radiații UV, cu reactor având mai multe lămpi – configurație triunghiulară

[\[top\]](#)

ANEXA 2

Dezinfectare cu radiații UV, cu reactor având mai multe lămpi – configurație pătrată

[\[top\]](#)

ANEXA 3

Dezinfectare cu radiații UV, cu reactor având mai multe lămpi – configurație combinată

[\[top\]](#)

ANEXA 4

Energia pe unitatea de volum a reactorului

[\[top\]](#)

ANEXA 5

Flux tehnologic de tratare a apei de suprafață cu amplasarea echipamentului UV

[\[top\]](#)

ANEXA 6

Flux tehnologic de tratare a apei de suprafață cu amplasarea echipamentului UV

[\[top\]](#)

ANEXA 7

Tabel cu tipodimensiuni de echipamente UV

Tip	Debit (m ³ /h)	Doza UV (mWs/cm ²)	Timp expunere (s)	Conexiune electrică	Temp. apei °C	Presiune max. de lucru (bari)	Dimensiuni de montaj și gabarit					
							A (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mm)	Masa (kg)	Suge
-200	0,2	>30	3	220V/50Hz	2-40	6	355	255	330	420	5	Pot
-UV-Cp8	8	>30	6	220V/50Hz	2-40	9	358	1000	1150	1940	25	Pot e
-UV- 22	22	>30	4	220V/50Hz	2-40	9	515	1000	1150	1940	38	Pot e
-UV- 136	136	>30	26	220V/50Hz	2-40	9	800	1000	1150	1940	390	Pot e
-UV-CH	0,5	>30	3	220V/50Hz	2-40	Pres atmosferică	-	-	800	900	10,5	E
-UV-CH- 6	136	>30	28	220V/50Hz	2-40	Pres atmosferică	-	-	800	1600	450	E