

UNELE INVESTIGAȚII REFERITOR LA CALITATEA APEI RÂULUI PRUT

Gherman Bejenaru, Șef CCPLD

Lucrare realizată în cadrul Proiectului UNEP-GEF
"Suport pentru perfectarea Comunicării
Naționale Trei în cadrul UNFCCC"



Cuvinte cheie

Suma ioni (mineralizare) – conținutul total de cationi și anioni principali într-un litru de apă, mg/l.

Concentrația maximă admisibilă (CMA) – 1000 mg/l ;

Sulfați – conținutul anionului SO_4 într-un litru de apă, mg/l. CMA – 100 mg/l;

Duritate – Suma calciului și magneziului care condiționează duritatea apei, mg-ecv. CMA – 10 mg-ecv;

Oxigen dizolvat – conținutul de oxigen dizolvat într-un litru de apă, CMA – mai mult de 4 și mai puțin de 10 mg/l;

Debit de apă – cantitate de apă, ce curge prin secțiunea transversală a râului într-o secundă, m^3/s ;

Strat al scurgerii – cantitatea de apă ce se scurge de pe suprafața bazinului de recepție într-un interval oarecare de timp, mm;

Etiaj – fază a regimului hidrologic al râului care se caracterizează prin scurgere mică, adică prin cele mai mici debite;

Ape mari (de primăvară) constituie faza de scurgere a râurilor, cauzată de topirea zăpezilor, de topirea zăpezilor și ploi suprapuse sau numai de ploi. Se caracterizează printr-o durată mare a scurgerii, debite de vârf nu prea mari, volume și straturi scurse mari sau foarte mari.;

Viituri pluviale – reprezintă creșteri rapide, dar foarte intensive ale debitelor și nivelurilor de apă, condiționate de topirea rapidă a zăpezilor în timpul moinelor, ploilor abundente sau deversărilor mari din lacurile de acumulare.

Amonte de lacul de acumulare Costești-Stânca

Pentru analiza scurgerii r. Prut în amonte de lacul de acumulare Costești-Stânca s-au utilizat debitele medii diurne, medii lunare și medii multianuale la postul hidrometric Șirăuți (fig. 1-3).

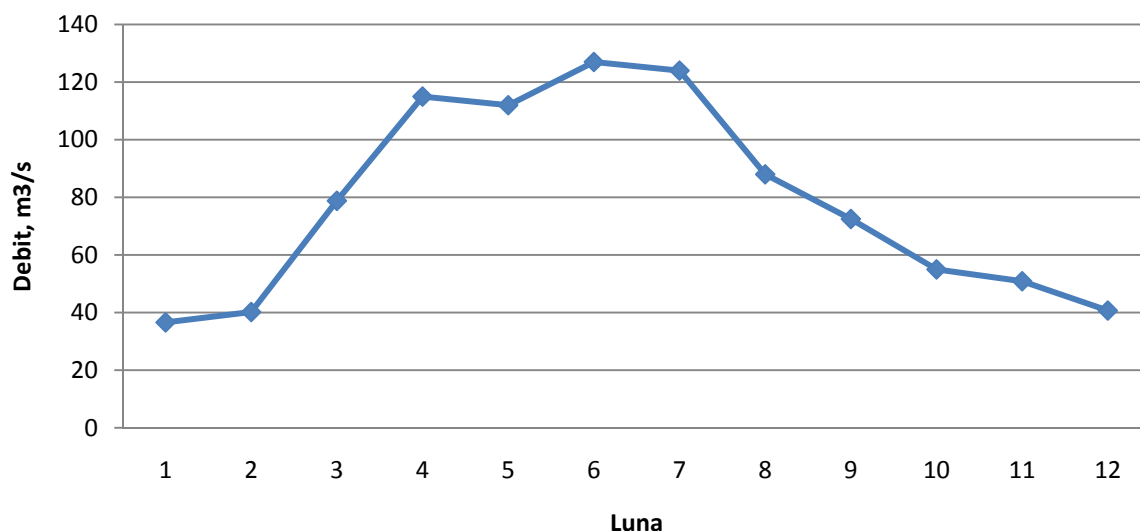


Fig. 1. Debite medii lunare multianuale. Râul Prut, postul hidrometric Șirăuți

Regimul scurgerii r. Prut la intrare pe teritoriul țării se caracterizează prin ape mari în perioada caldă a anului și etiaj de toamnă-iarnă. Fenomenul apelor mari de primăvară începe din februarie-martie, se finisează în mai după care fără o scădere bine exprimată în scurgere trece în viiturile de vară cu maximele din iunie-iulie și care durează până în octombrie.

Pentru analiza compoziției chimice a r. Prut s-a utilizat suma ionilor (mineralizarea), sulfatii și duritatea apei din probele colectate la postul hidrometric Șirăuți în intervalul de timp 1992-2010 – în total 114 probe (fig. 3).

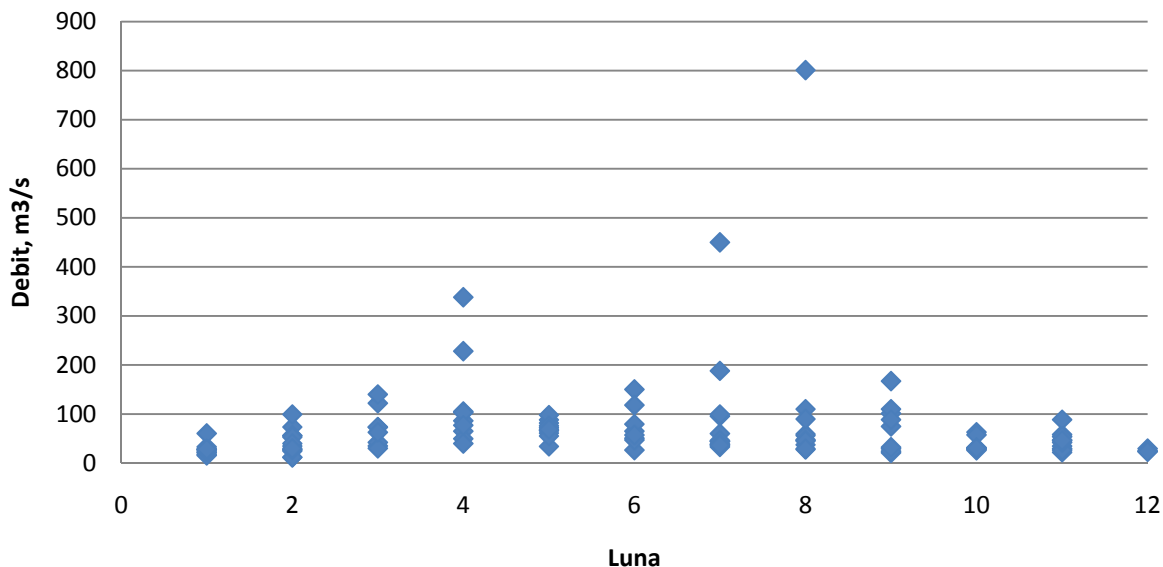


Fig. 2. Debite medii diurne la data prelevării probei (conform lunii prelevării). Râul Prut, postul hidrometric Șirăuți (1992-2010)

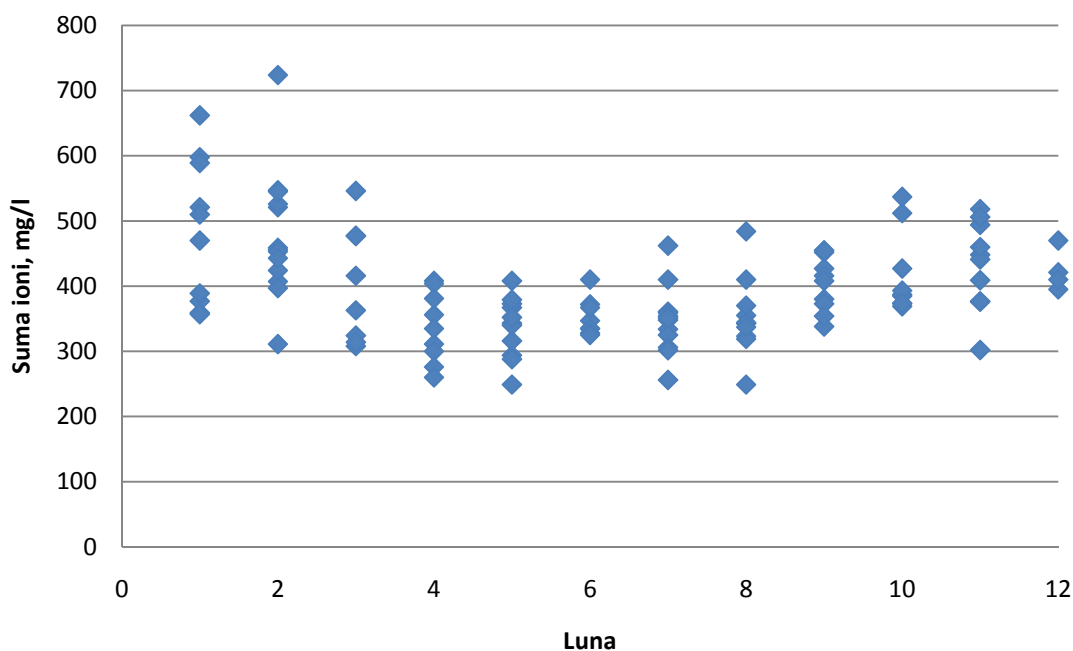


Fig. 3. Suma ionilor. Probe prelevate (conform lunii prelevării) în râul Prut, postul hidrometric Șirăuți (1992-2010)

Evidențierea unei dependențe între debite și mineralizare poate fi obținută prin construcția curbelor integrale suprapuse (fig. 4).

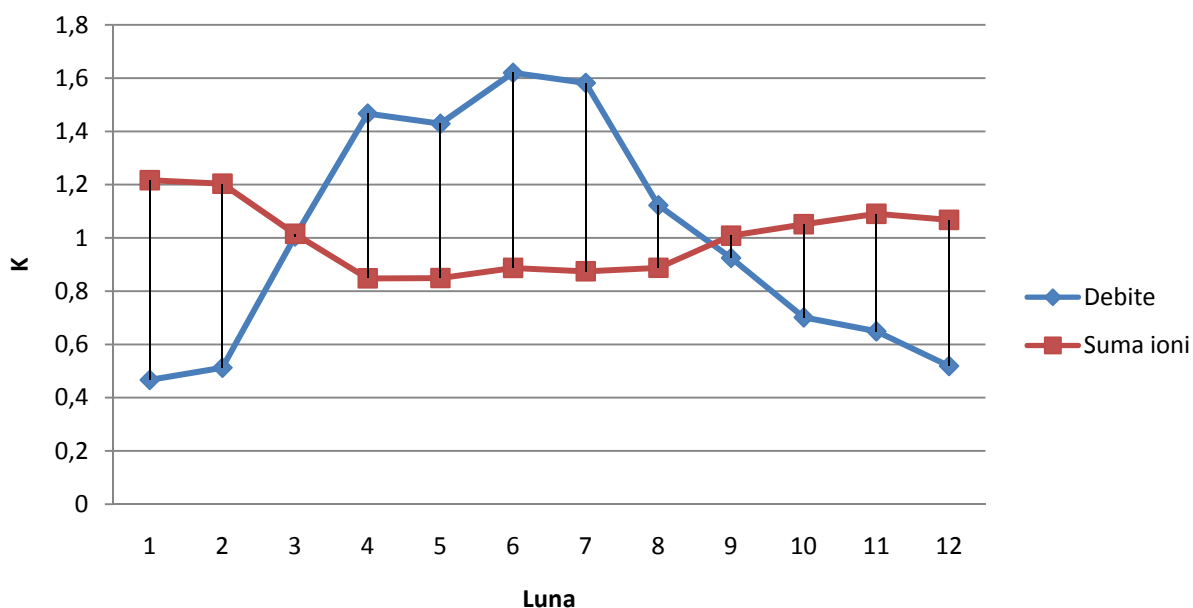


Fig. 4. Mersul anual al debitului de apă și sumei ionilor exprimat în coeficienți moduli. Râul Prut, postul hidrometric Șirăuți (1992-2010)

Se observă o bună corelare între debite și mineralizare: cu cât debitele sunt mai mari – cu atât mineralizarea este mai mică și invers – la ape mici mineralizarea este sporită. Spre deosebire de râurile mici (de ex. r. Răut) aceasta se datorează volumului relativ mare de apă din albie și caracterului natural, neregularizat al scurgerii). Coeficientul de corelare $R=0,92$ și $P\text{-value } (p) = 0,000$.

Funcția debit-mineralizare poate fi reprezentată printr-o regresie liniară (fig. 5).

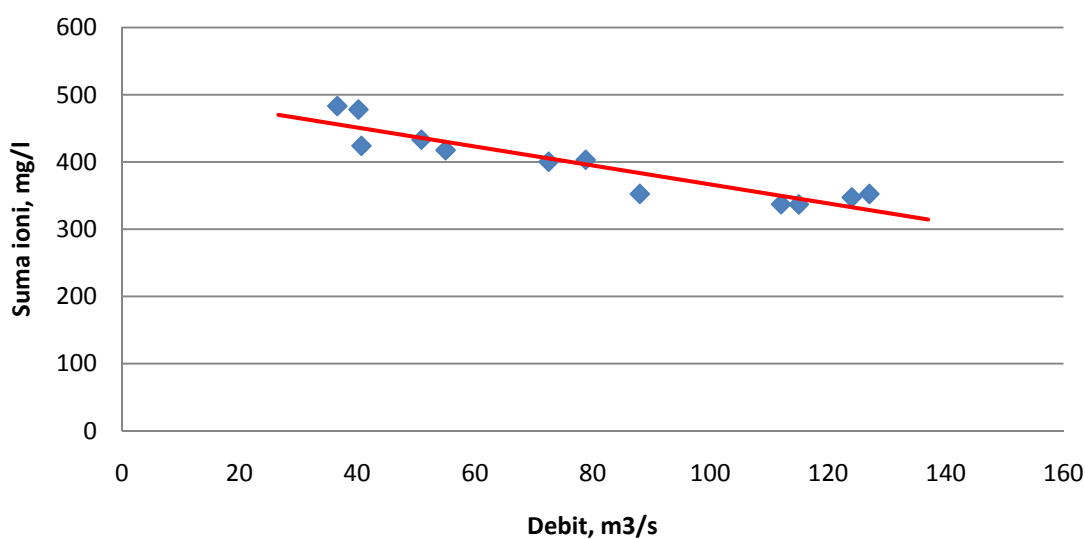


Fig. 5. Regresia liniară a sumei ionilor și debitului de apă medii lunare. Râul Prut, postul hidrometric Șirăuți (1992-2010)

Această regresie liniară se descrie prin funcția $M = -1,409Q + 507,5$, unde M – suma ionilor, iar Q – debitul mediu de apă, $R^2 = 0,855$. În cazul extrapolării spre debite maxime, care pentru r. Prut constituie valori peste $1000 \text{ m}^3/\text{s}$ este util de folosit regresia la putere (fig. 6).

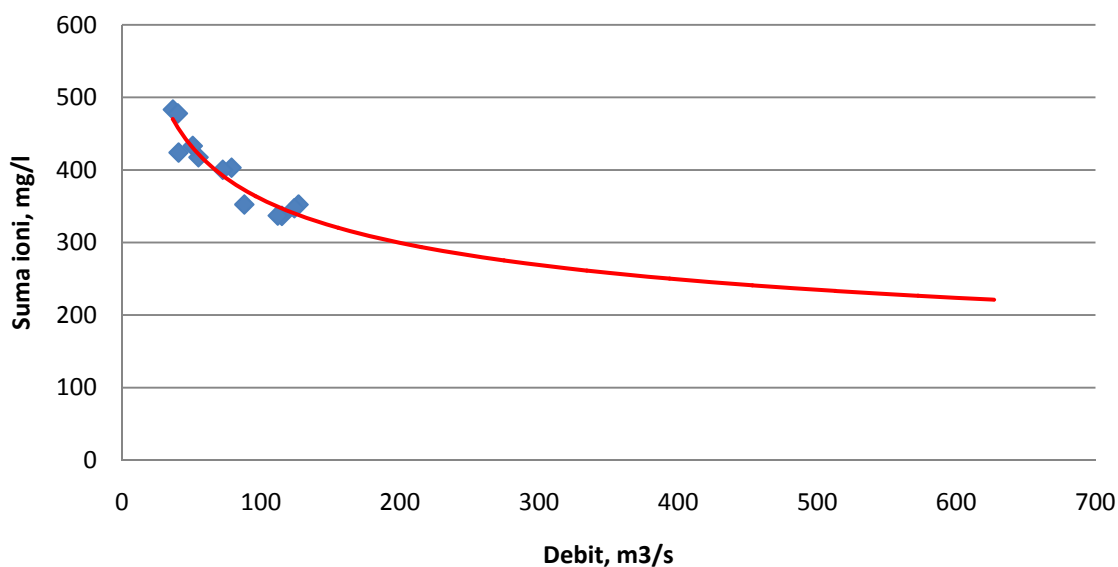


Fig. 6. Regresia la putere a sumei ionilor și debitului de apă medii lunare. Râul Prut, postul hidrometric Șirăuți (1992-2010)

Regresia la putere (fig. 6) se descrie prin ecuația $M = 1221Q^{-0,26}$, unde M – suma ionilor, iar Q – debitul mediu de apă, $R^2 = 0,900$.

Rezultatele obținute ne permit calculul mineralizării apei râului în limitele preciziei statistice cunoscând debitul de apă doar.

Între mineralizare, duritate și sulfatați există o legătură care poate fi reprezentată grafic și descrisă matematic (fig. 7, 8).

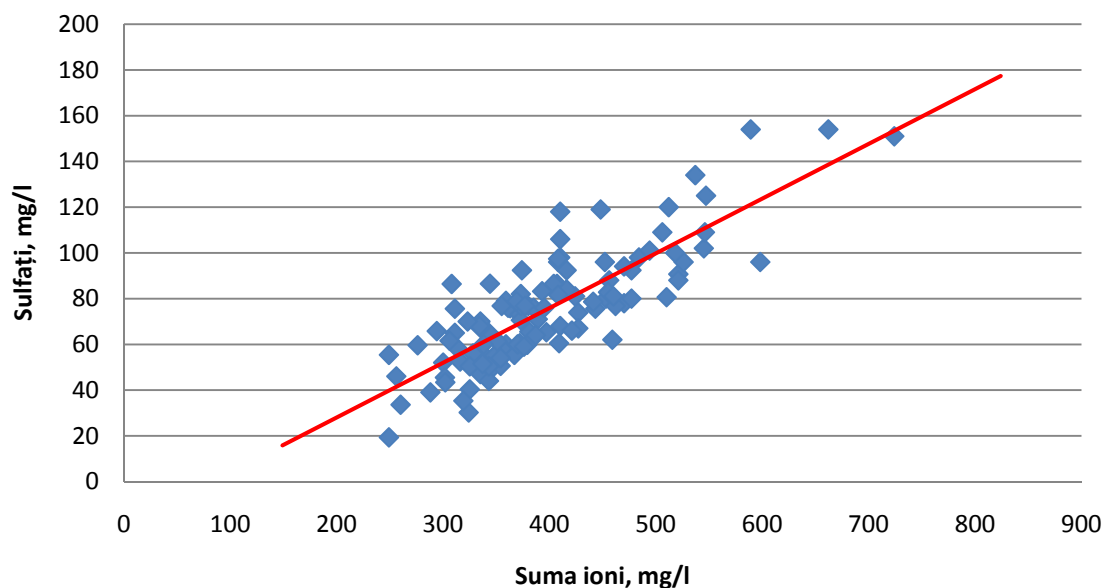


Fig. 7. Regresia liniară a dependenței sulfataților de suma ionilor. Râul Prut, postul hidrometric Șirăuți (1992-2010)

Această funcție de regresie liniară se exprimă prin formula $Y = 0,239X - 19,84$, unde Y reprezintă sulfatații, mg/l iar X – suma ionilor, mg/l, $R^2 = 0,682$. Coeficientul de corelare $R=0,83$, P-value (p) = 0,002.

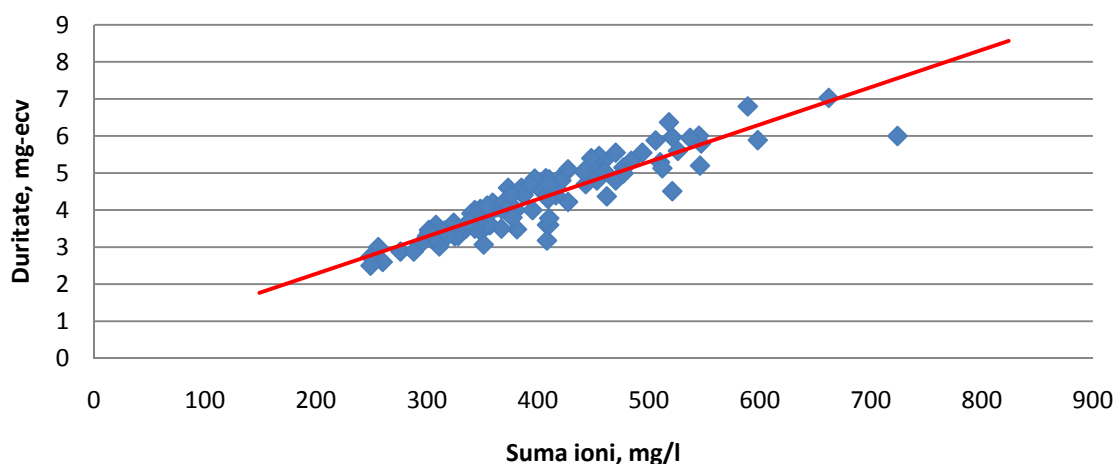


Fig. 8. Regresia liniară a dependenței durtății de suma ioni. Râul Prut, postul hidrometric Șirăuți (1992-2010)

Această funcție de regresie liniară se exprimă prin formula $Y = 0,010X + 0,265$, unde Y durtatea, mg-ecv iar X – suma ionilor, mg/l, e – coeficient egal cu 10^2 , $R^2 = 0,831$. Coeficientul de corelare $R=0,92$, P-value (p) = 0,004.

În lucrarea http://www.meteo.md/metodf_karti.htm s-a calculat și cartat stratul scurgerii climatice contemporan și prognozat pentru diferite scenarii (A2, A1B și B1) ale schimbării climei în trei intervale de timp (2020, 2050 și 2080). Utilizând metodologia propusă anterior s-a calculat compoziția chimică a apei conform scenariilor nominalizate, tab. 1.

Tabelul 1*

Scurgerea și compoziția chimică a apei r. Prut în amonte de lacul de acumulare Dubăsari conform scenariilor SRES A2, A1B și B1

Scenariul	2010-2039					2040-2069					2070-2099				
	Y	Q	M	S	D	Y	Q	M	S	D	Y	Q	M	S	D
A2	131,2	38,4	453	88,5	4,8	94,4	27,6	469	92,1	5,0	62,9	18,4	482	95,3	5,1
A1B	120,3	35,2	458	89,6	4,8	105	30,9	464	91,1	4,9	83,3	24,4	473	93,2	5,0
B1	130,6	38,2	454	88,6	4,8	125	36,5	456	89,2	4,8	109	31,9	462	90,7	4,9

* Notă:

Indicatorul	Media contemporană
Y – strat al scurgerii, mm	268
Q – debit de apă, m ³ /s	78,4
M – mineralizare (suma ioni), mg/l, etiaj	397
S – sulfați, mg/l, etiaj	75,2
D – durtate, mg-ecv, etiaj	4,26

Tabelul 2

Variația scurgerii și compoziției chimice a apei r. Nistru în amonte de lacul de acumulare Dubăsari conform scenariilor SRES A2, A1B și B1, % față de valorile contemporane

Scenariul	2010-2039					2040-2069					2070-2099				
	Y	Q	M	S	D	Y	Q	M	S	D	Y	Q	M	S	D
A2	-51	-51	14	18	13	-65	-65	18	23	16	-77	-77	21	27	19
A1B	-55	-55	15	19	14	-61	-61	17	21	15	-69	-69	19	24	17
B1	-51	-51	14	18	13	-53	-53	15	19	13	-59	-59	16	21	15

Din cele analizate deducem pentru acest sector:

- Volumul scurgerii medii anuale scade pentru toate intervalele de timp analizate, cel mai dur pentru scenariul A2, de la 51% în anii 2020 până la 77% în 2080 față de norma contemporană;
- Chiar și în cazul scenariului cel mai optimist B1, volumul scurgerii medii anuale se va micșora – 59% din cea contemporană către anii 2080;
- Respectiv mineralizarea crește de la 14% la 21% pentru scenariul A2 și de la 14% la 16% pentru B1 în 2080. Cu toate acestea suma ionilor se încadrează în limitele CMA – 1000 mg/l.;
- Sulfatii la fel manifestă tendința de creștere de la 18% la 27% către anii 2080 în cazul scenariului A1 și de la 18% la 21% în 2080 pentru scenariul B1. În toate cazurile ei depășesc limita CMA (100 mg/l).
- Duritatea este permanent în limitele normei CMA – sub 10 mg-ecv, și este în permanentă creștere de la 13% în 2020 până la 19% în 2080 pentru A2 și de la 13% la 15% pentru B1.
- În intervalul anilor 2020 cel mai dur scenariu s-a dovedit a fi A1B pentru toți componenții analizați.

Temperatura și oxigenul dizolvat

Pentru analiza temperaturii și oxigenului dizolvat s-au folosit datele din prelevările probelor pentru anii 1984-2010 la postul hidrometric Șirăuți, în total – 172 probe.

S-au calculat valorile medii lunare a temperaturii apei și oxigenului dizolvat.

Între ele se observă o dependență sigură (fig. 9). Nivelul de corelare $R = -0,902$ și , $P\text{-value} (p) = 0,0001$. În linii generale ea poate fi caracterizată prin valori mici ale oxigenului dizolvat la temperaturi înalte ale apei și invers.

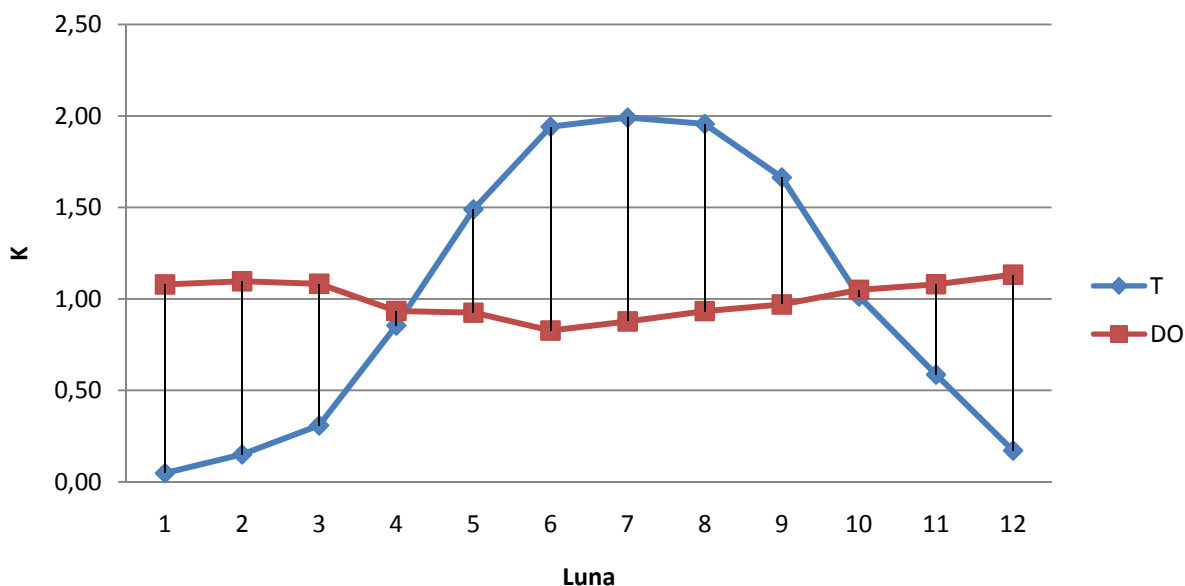


Fig. 9. Mersul anual al temperaturii apei și oxigenului, valori medii. Râul Prut, postul hidrometric Șirăuți.
Aici K – coeficienți moduli a temperaturilor și oxigenului dizolvat

Regresia liniară a funcției temperatura apei – oxigen dizolvat poate fi prezentată grafic, fig. 10.

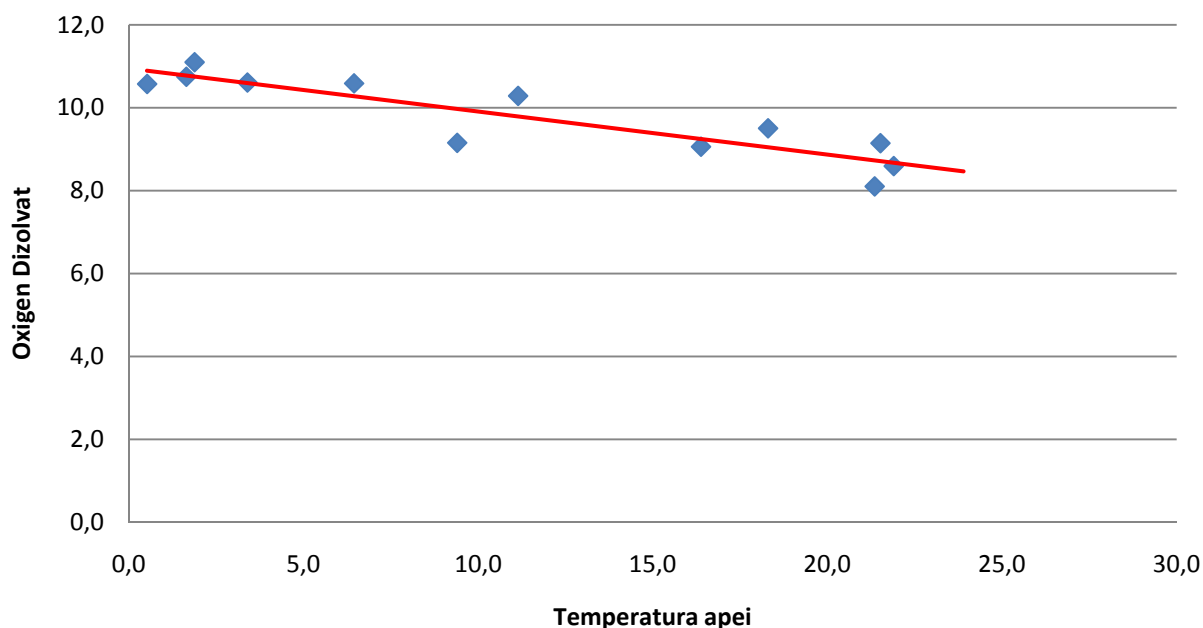


Fig.10. Regresia funcției $DO=f(T)$. Râul Prut, postul hidrometric Șirăuți

Această funcție matematic se descrie prin modelul $DO = -0,103T + 10,94$. $R^2 = 0,803$.

Temperatura apei depinde de temperatura aerului. Pentru descrierea acestei funcții s-au folosit datele temperaturii medii a aerului la stația meteorologică Briceni (fig. 11).

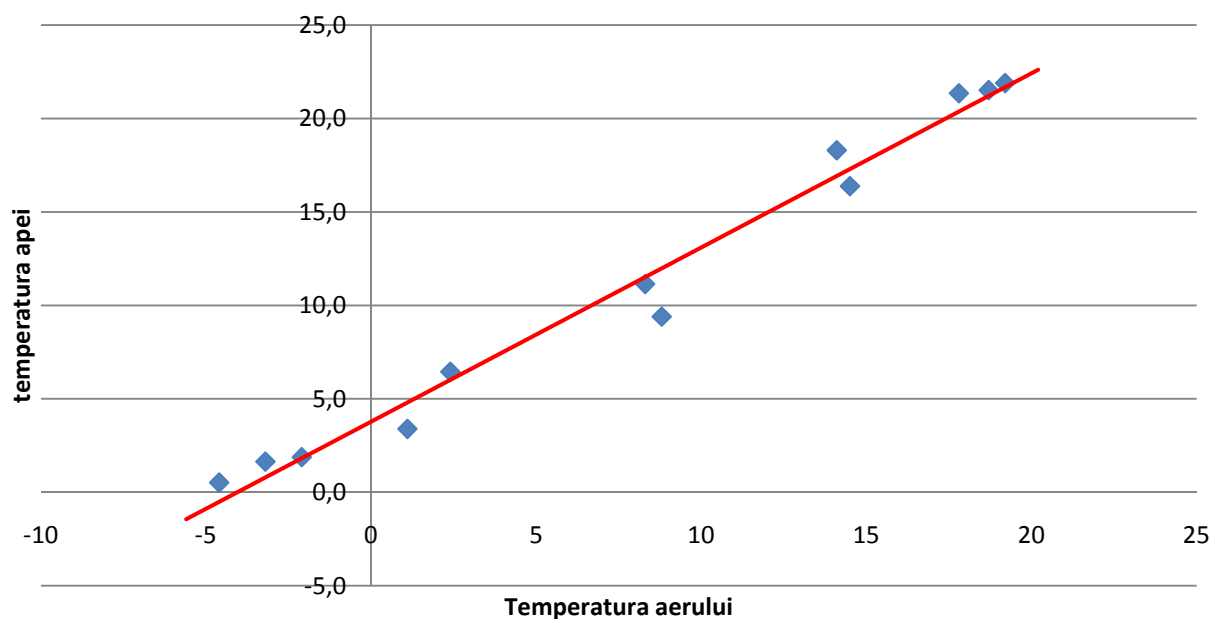


Fig.11. Regresia funcției $T_{\text{apa}}=f(T_{\text{aer}})$. Râul Prut, postul hidrometric Șirăuți

Această funcție se descrie prin formula $T_{\text{apa}}=0,932T_{\text{aer}}+3,777$. $R=0,98$, $R^2=0,991$, P-value (p)=0,000.

Din lucrarea [8] cunoaștem valorile temperaturii medii lunare a aerului prognozate pentru diferite intervale de timp conform scenariilor SRES A2, A1B și B1. Utilizând metoda descrisă calculăm care vor fi temperaturile medii lunare a apei din râu (tab 4).

Tabelul 4

Temperatura apei r. Prut amonte de lacul de acumulare Costești-Stânca conform scenariilor SRES A2, A1B și B1

Intervalul de timp	Scenarii	Ian	Feb	Mar	Apr	Mai	Iun	Iul	Aug	Sep	Oct	Noi	Dec	An
2010-2039	A2	0,4	1,6	6,0	13,2	18,1	21,0	22,4	21,9	18,5	13,1	7,4	3,3	12,3
	A1B	0,3	1,5	6,0	13,1	18,2	21,5	22,7	22,2	18,3	12,8	7,3	3,1	12,3
	B1	0,6	1,7	6,0	13,1	18,3	21,3	22,6	22,1	18,2	12,8	7,1	3,0	12,3
2040-2069	A2	2,8	3,6	6,9	14,1	19,1	22,1	23,6	23,3	19,8	14,1	8,3	4,7	13,6
	A1B	1,9	3,3	7,4	14,3	19,2	22,4	24,3	23,7	19,8	14,0	8,4	4,1	13,6
	B1	1,5	2,8	7,0	13,7	18,8	22,0	23,4	23,0	19,1	13,6	7,8	3,6	13,0
2070-2099	A2	3,9	5,1	8,6	15,2	20,0	23,4	25,6	25,4	21,9	15,7	9,9	6,2	15,1
	A1B	3,0	4,3	8,3	15,1	20,1	23,4	25,1	24,8	20,9	14,8	9,1	5,3	14,5
	B1	2,4	3,1	7,1	14,3	19,2	22,4	23,9	23,5	19,7	14,0	8,3	4,4	13,6
1961-1990		0,1	0,6	4,8	11,9	17,3	20,1	21,2	20,6	17,0	11,5	6,2	1,8	11,0

Utilizând regresia din figura 11 calculăm valorile oxigenului dizolvat, tab. 5.

Tabelul 5

Concentrația oxigenului dizolvat în apa r. Prut amonte de lacul de acumulare Costești-Stânca conform scenariilor SRES A2, A1B și B1

Intervalul de timp	Scenarii	Ian	Feb	Mar	Apr	Mai	Iun	Iul	Aug	Sep	Oct	Noi	Dec	An
2010-2039	A2	10,9	10,8	10,3	9,6	9,1	8,8	8,6	8,7	9,0	9,6	10,2	10,6	9,7
	A1B	10,9	10,8	10,3	9,6	9,1	8,7	8,6	8,7	9,1	9,6	10,2	10,6	9,7
	B1	10,9	10,8	10,3	9,6	9,1	8,7	8,6	8,7	9,1	9,6	10,2	10,6	9,7
2040-2069	A2	10,7	10,6	10,2	9,5	9,0	8,7	8,5	8,5	8,9	9,5	10,1	10,5	9,5
	A1B	10,7	10,6	10,2	9,5	9,0	8,6	8,4	8,5	8,9	9,5	10,1	10,5	9,5
	B1	10,8	10,6	10,2	9,5	9,0	8,7	8,5	8,6	9,0	9,5	10,1	10,6	9,6
2070-2099	A2	10,5	10,4	10,1	9,4	8,9	8,5	8,3	8,3	8,7	9,3	9,9	10,3	9,4
	A1B	10,6	10,5	10,1	9,4	8,9	8,5	8,4	8,4	8,8	9,4	10,0	10,4	9,4
	B1	10,7	10,6	10,2	9,5	9,0	8,6	8,5	8,5	8,9	9,5	10,1	10,5	9,5
1961-1990		10,9	10,9	10,4	9,7	9,2	8,9	8,8	8,8	9,2	9,8	10,3	10,8	9,8

Cantitatea optimă de oxigen dizolvat în apa din râurile Republicii Moldova trebuie să fie în limitele 4,0-10,0 mg/l. Observăm că el va fi în limitele normei doar în lunile calde a anilor pentru toate trei scenarii și pentru toate intervalele de timp.

Pentru a înlesni perceperea rezultatelor obținute în tabelele 6 (variația temperaturii apei) și 7 (variația conținutului oxigenului dizolvat) aceleași valori sunt prezentate în % față de anii de referință.

Tabelul 6

Variația temperaturii apei r. Prut amonte de lacul de acumulare Costești-Stânca conform scenariilor SRES A2, A1B și B1 în % față de anii de referință

Intervalul de timp	Scenarii	Ian	Feb	Mar	Apr	Mai	Iun	Iul	Aug	Sep	Oct	Noi	Dec	An
2010-2039	A2	322	172	25	11	5	5	6	6	9	14	20	84	11
	A1B	229	157	25	10	5	7	7	8	8	11	18	74	11
	B1	508	188	25	10	6	6	7	7	7	11	15	68	11
2040-2069	A2	2652	498	45	19	10	10	11	13	17	23	35	162	23
	A1B	1813	452	54	20	11	12	15	15	17	22	36	131	23
	B1	1440	374	47	15	9	9	11	12	12	18	26	99	18
2070-2099	A2	3770	747	80	28	16	17	21	23	29	37	60	244	37
	A1B	2931	623	72	27	16	17	18	21	23	28	47	193	32
	B1	2279	421	49	20	11	12	13	14	16	22	33	146	23

Din tabelul 6 reiese:

- Temperatura medie lunară a apei din r. Prut, amonte de lacul de acumulare Costești-Stânca are tendința de creștere în general pentru toate scenariile și intervalele de timp studiate, foarte mult iarna și foarte puțin - vara;
- Deosebit de mare este decalajul în creșterea temperaturii apei în lunile reci ale anului, de la 508% pentru scenariul B1 în 2010-2049 până la 3770% pentru A1 în 2070-2099 în luna ianuarie. În perioada anilor 1961-1990 temperatura medie a apei era de 0,1°C, iar în perioadele analizate ajunge la 3,9°C (scenariul A2, 2070-2099). În prezent media pentru perioada de prelevare a probelor este 0,5°C;
- Cele mai mici creșteri sunt specifice lunilor de vară, de la 5% A2, 2010-2039 până la 12% B1, 2070-2099.

Tabelul 7

Variația concentrației oxigenului dizolvat în apa r. Prut amonte de lacul de acumulare Costești-Stânca conform scenariilor SRES A2, A1B și B1 în % față de anii de referință

Intervalul de timp	Scenarii	Ian	Feb	Mar	Apr	Mai	Iun	Iul	Aug	Sep	Oct	Noi	Dec	An
2010-2039	A2	0	-1	-1	-1	-1	-1	-2	-1	-2	-2	-1	-2	-1
	A1B	0	-1	-1	-1	-1	-2	-2	-2	-2	-2	-1	-2	-1
	B1	0	-1	-1	-1	-2	-2	-2	-2	-1	-2	-1	-2	-1
2040-2069	A2	-2	-3	-2	-2	-2	-3	-3	-3	-3	-3	-2	-3	-3
	A1B	-1	-3	-2	-2	-3	-3	-4	-3	-3	-3	-2	-3	-3
	B1	-1	-2	-2	-2	-2	-2	-3	-3	-2	-3	-2	-2	-2
2070-2099	A2	-3	-4	-3	-3	-3	-4	-6	-5	-6	-5	-4	-5	-4
	A1B	-2	-4	-3	-3	-4	-4	-5	-5	-5	-4	-3	-4	-4
	B1	-2	-3	-2	-2	-3	-3	-4	-3	-3	-3	-2	-3	-3

Din tabelul 7 reiese:

- Concentrația oxigenului dizolvat în apa r. Prut amonte de lacul de acumulare Costești-Stânca scade, dar foarte puțin, pentru toate scenariile și intervalele de timp cercetate. Cele mai mari scăderi se observă în perioada caldă a anului, până la -6% în iulie 2070-2099 conform scenariului A2;

- Cel mai dur scenariu A2 indică scăderea concentrației oxigenului dizolvat de la -2% în iulie 2010-2039 până la -6% în 2070-2099 și cele mai mici scăderi în ianuarie – de la 0% în 2010-2039 până la -3% în 2070-2099.

Aval de lacul de Acumulare Costești-Stânca, or. Ungheni

Pentru analiza scurgerii r. Prut în cursul inferior al său și în segmentul central al țării s-au utilizat debitele medii diurne, medii lunare și medii multianuale la postul hidrometric Ungheni (fig. 12-14).

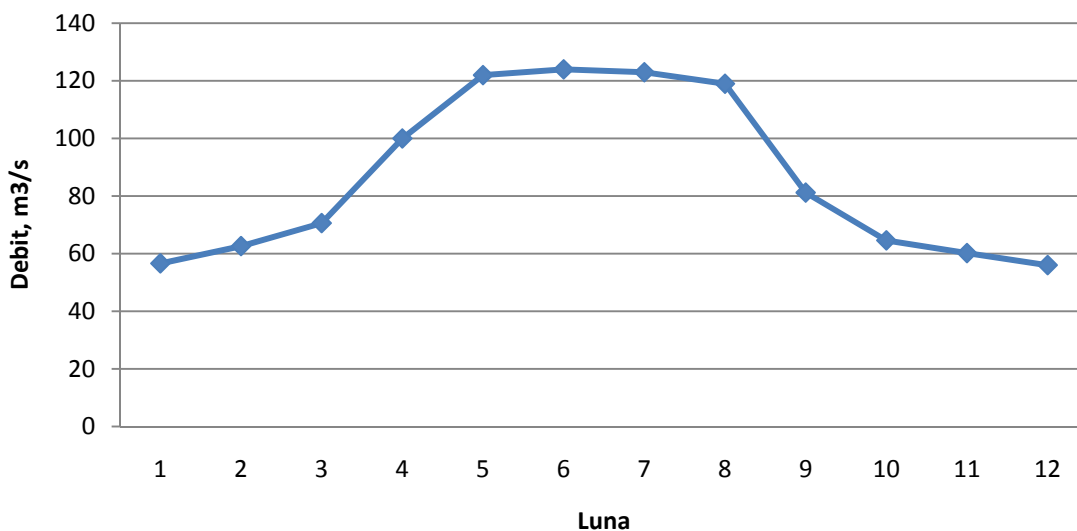


Fig. 12. Debite medii lunare multianuale. Râul Prut, postul hidrometric Ungheni

Regimul scurgerii r. Prut în cursul de mijloc pe teritoriul țării se caracterizează prin ape mari în perioada caldă a anului și etiaj de toamnă-iarnă. Scurgerea râului este regularizată de activitatea nodului hidrotehnic Costești-Stânca. Aceasta se evidențiază prin lipsa legăturii dintre debitele mari deversate din lac cu mineralizarea apei.

Pentru analiza compoziției chimice a r. Prut s-a utilizat suma ionilor (mineralizarea), sulfatii și duritatea apei din probele colectate la postul hidrometric Ungheni în intervalul de timp 1992-2010 – în total 204 probe (fig. 14).

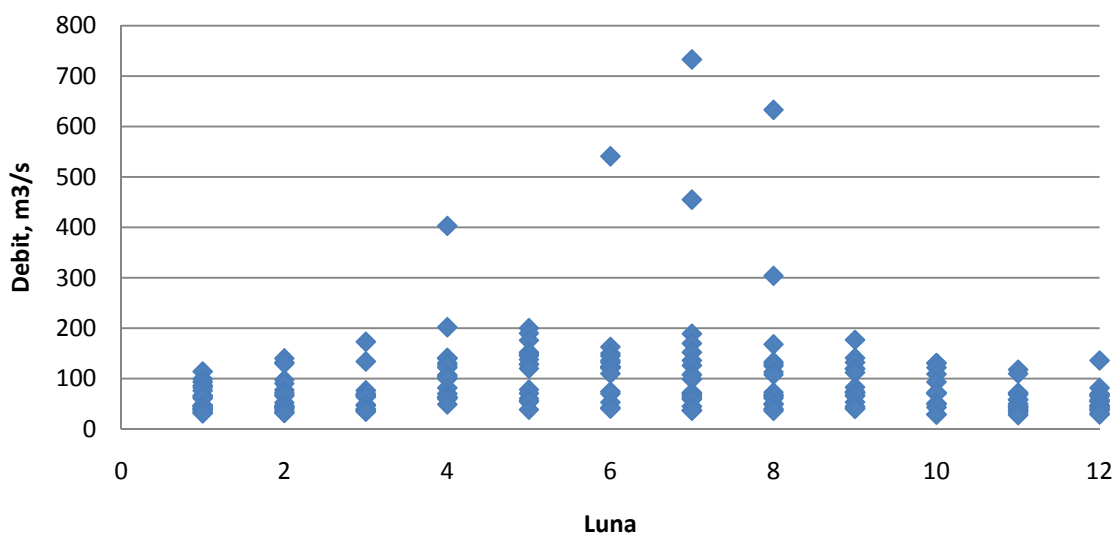


Fig. 13. Debite medii diurne la data prelevării probei (conform lunii prelevării). Râul Prut, postul hidrometric Ungheni (1992-2010)

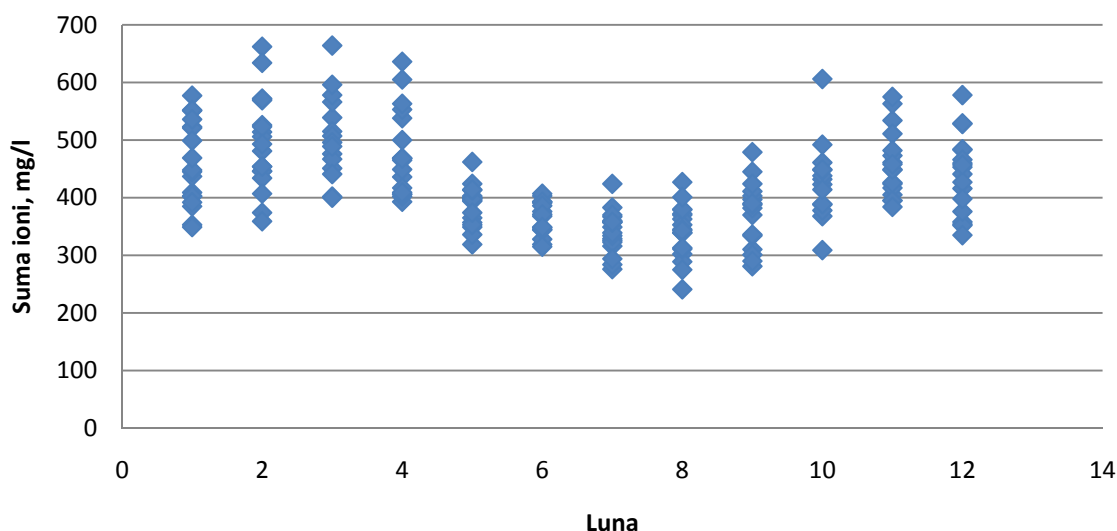


Fig. 14. Suma ionilor. Probe prelevate (conform lunii prelevării) în râul Prut, postul hidrometric Ungheni (1992-2010)

Dacă în cazul mineralizării se conturează un mers logic al concentrației sumei ionilor cu minime în perioada caldă anului atunci în mersul debitelor la data prelevării probei observăm că debitele maxime nu corelează cu mineralizarea.

Evidențierea unei dependențe între debite și mineralizare poate fi obținută prin construcția curbelor integrale suprapuse (fig. 15).

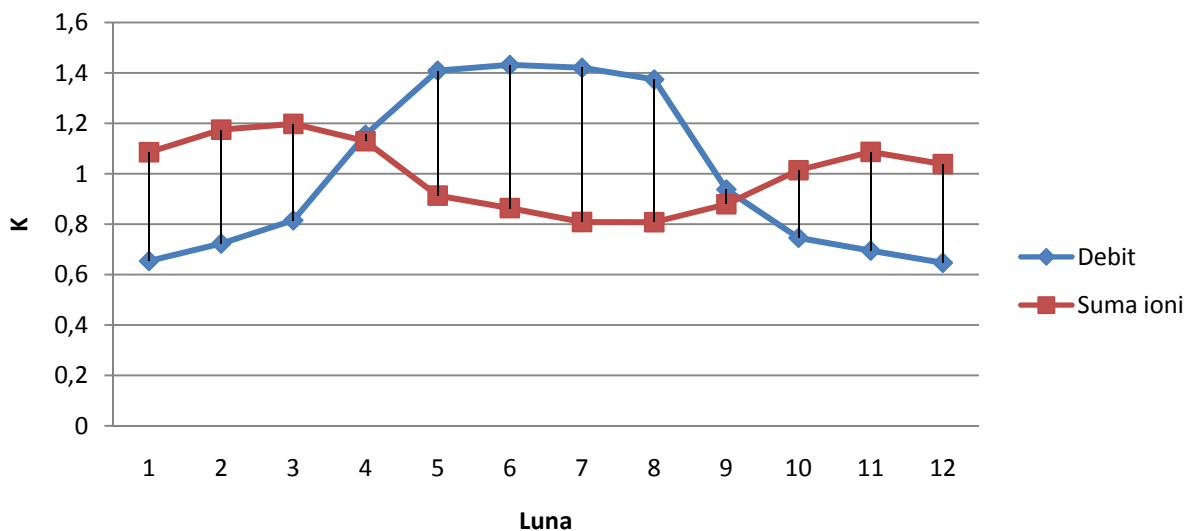


Fig. 15. Mersul anual al debitului de apă și sumei ionilor exprimat în coeficienți moduli. Râul Prut, postul hidrometric Ungheni (1992-2010)

Se observă o bună corelare între debite și mineralizare: cu cât debitele sunt mai mari – cu atât apa este mai diluată, și invers – la ape mici mineralizarea este sporită. Spre deosebire de sectorul amonte de lacul de acumulare Costești-Stânca, aici se vede bine influența regularizatoare a lacului asupra regimului scurgerii. Media debitelor de vară practic este aceeași. Coeficientul de corelare $R=0,73$ și $P\text{-value } (p) = 0,006$.

Spre regret, regularizarea regimului scurgerii r. Prut în aval de nodul hidrotehnic Costești-Stânca creează probleme în stabilirea funcției precise dintre debite și mineralizarea apei. Aceasta devine evident când utilizăm regresii liniare și la putere (fig. 16, 17). În special este dificil de stabilit corelări sigure atunci când de la Costești-Stânca sunt evacuate volume mari de apă, adică în perioada viiturilor

puternice. În cazul debitelor medii ($86,6 \text{ m}^3/\text{s}$), însă, analiza statistică ne permite obținerea rezultatelor cu o precizie bună.

Funcția debit-mineralizare poate fi reprezentată printr-o regresie liniară (fig. 16).

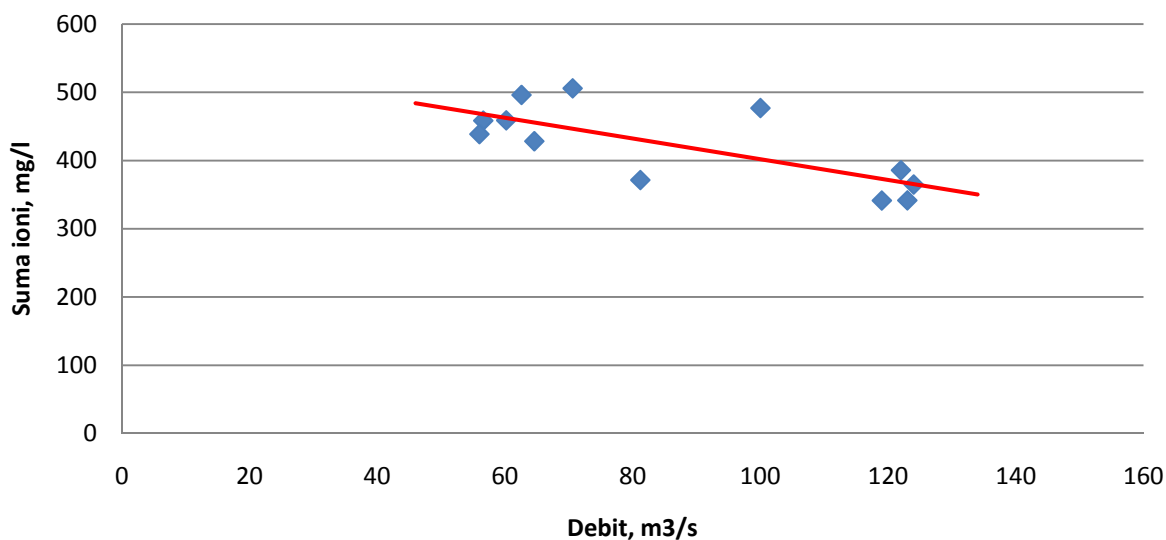


Fig. 16. Regresia liniară a sumei ionilor și debitului de apă medii lunare. Râul Prut, postul hidrometric Ungheni (1992-2010)

Această regresie liniară se descrie prin funcția $M = -1,518Q + 553,8$, unde M – suma ionilor, iar Q – debitul mediu de apă, $R^2 = 0,541$. În cazul extrapolării spre debite maxime, care pentru r. Prut constituie valori peste $800 \text{ m}^3/\text{s}$ în acest sector, este util de folosit regresia la putere (fig. 17).

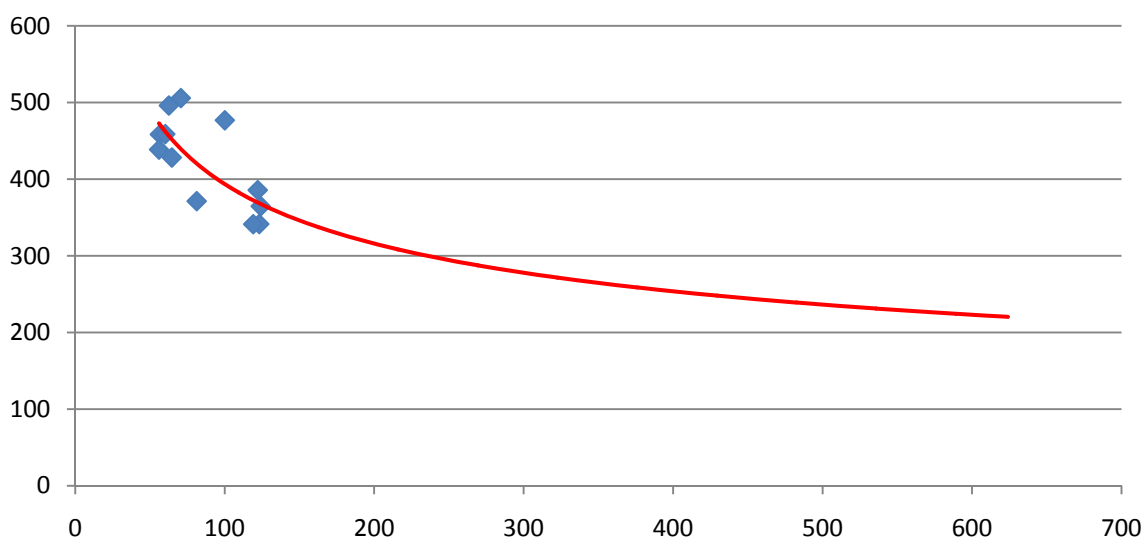


Fig. 17. Regresia la putere a sumei ionilor și debitului de apă medii lunare. Râul Prut, postul hidrometric Ungheni (1992-2010)

Regresia la putere (fig. 17) se descrie prin ecuația $M = 1691Q^{-0,31}$, unde M – suma ionilor, iar Q – debitul mediu de apă, $R^2 = 0,537$.

Rezultatele obținute ne permite calculul mineralizării apei râului, cunoscând debitul de apă doar, în limitele preciziei statistice.

Între mineralizare, duritate și sulfatați există o legătură care poate fi reprezentată grafic și descrisă matematic (fig. 18, 19).

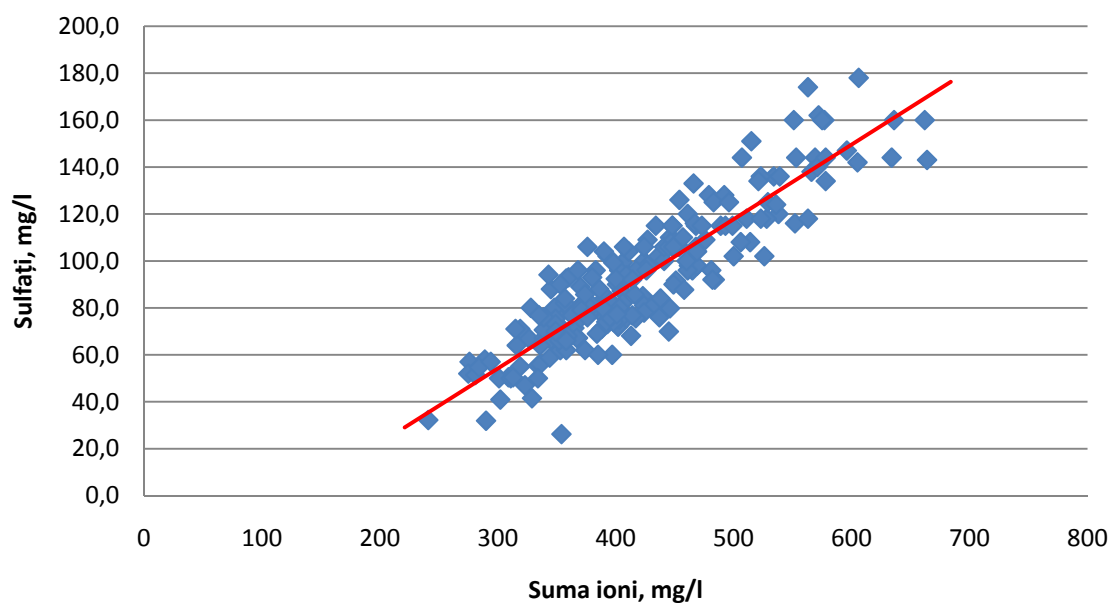


Fig. 18. Regresia liniară a dependenței sulfataților de suma ioni. Râul Prut, postul hidrometric Ungheni (1992-2010)

Această funcție de regresie liniară se exprimă prin formula $Y = 0,318X - 41,23$, unde Y reprezintă sulfatații, mg/l iar X – suma ionilor, mg/l, $R^2 = 0,805$. Coeficientul de corelare $R=0,88$, P-value (p) = 0,000.

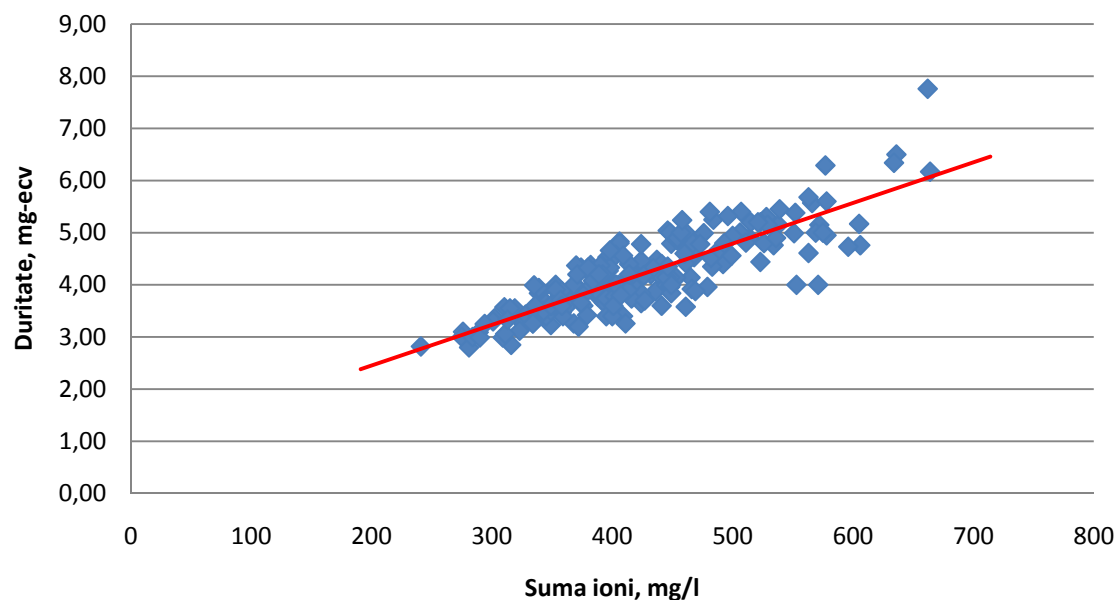


Fig. 19. Regresia liniară a dependenței durității de suma ioni. Râul Prut, postul hidrometric Ungheni (1992-2010)

Această funcție de regresie liniară se exprimă prin formula $Y = 0,007X + 0,891$, unde Y duritatea, mg-ecv iar X – suma ionilor, mg/l, $R^2 = 0,724$. Coeficientul de corelare $R=0,85$, P-value (p) = 0,000.

În lucrarea http://www.meteo.md/metodf_karti.htm s-a calculat și cartat stratul scurgerii climatice contemporan și prognozat pentru diferite scenarii (SRES A2, A1B și B1) ale schimbării climatei în trei intervale de timp (2020, 2050 și 2080). Utilizând metodologia propusă anterior s-a calculat compoziția chimică a apei conform scenariilor nominalizate, tab. 8.

Tabelul 8*

Scurgerea și compoziția chimică a apei r. Nistru în aval de lacul de acumulare Costești-Stânca, postul hidrometric Ungheni, conform scenariilor SRES A2, A1B și B1

Scenariul	2020					2050					2080				
	Y	Q	M	S	D	Y	Q	M	S	D	Y	Q	M	S	D
A2	92,7	44,7	486	113	4,29	65,9	31,8	579	143	4,94	43,2	20,8	660	169	5,51
A1B	84,9	40,9	492	115	4,33	74,0	35,7	558	136	4,80	57,8	27,8	603	150	5,11
B1	92,3	44,5	486	113	4,29	87,8	42,3	530	127	4,60	76,5	36,8	553	135	4,76

* Notă:

Indicatorul	Media contemporană
Y – strat al scurgerii, mm	180
Q – debit de apă, m ³ /s	86,7
M – mineralizare (suma ioni), mg/l	442
S – sulfatți, mg/l	93,1
D – duritate, mg-ecv	4,2

În tabelul 9 indicatorii analizați au fost calculați în procente față de valorile contemporane

Tabelul 9

Scenariul	2010-2039					2040-2069					2070-2099				
	Y	Q	M	S	D	Y	Q	M	S	D	Y	Q	M	S	D
A2	-49	-48	15	22	2	-63	-63	37	53	18	-76	-76	56	81	31
A1B	-53	-53	17	24	3	-59	-59	32	46	14	-68	-68	43	62	22
B1	-49	-49	15	22	2	-51	-51	25	37	9	-58	-57	31	45	13

Din cele analizate deducem pentru acest sector:

- Volumul scurgerii medii anuale scade pentru toate intervalele de timp analizate, cel mai dur pentru scenariul A1B, de la -53% în anii 2010-2039 până la -76% în 2070-2099 față de norma contemporană;
- Chiar și în cazul scenariului cel mai optimist B1 volumul scurgerii medii anuale se va micșora până la -57% din cea contemporană către anii 2070-2099;
- Respectiv mineralizarea crește de la 15% la 56% pentru scenariul A2 și de la 15% la 31% pentru B1 în 2070-2099. Cu toate acestea suma ionilor se încadrează în limitele CMA – 1000 mg/l.;
- Sulfatții la fel manifestă tendința de creștere de la 22% la 81%, către anii 2070-2099 în cazul scenariului A2 și de la 22% la 45% în 2070-2099 pentru scenariul B1. În toate cazurile ei vor depăși limitele CMA (100 mg/l).
- Duritatea este permanent în limitele normei CMA – sub 10 mg-ecv, și este în mică creștere de la 2% în 2010-2039 până la 31% în 2080 pentru A2 și de la 2% la 13% pentru B1.
- În intervalul anilor 2010-2039 cel mai dur scenariu s-a dovedit a fi A1B pentru toți componenții analizați.

Temperatura și oxigenul dizolvat

Pentru analiza temperaturii și oxigenului dizolvat s-au folosit datele din prelevările probelor pentru anii 1984-2010 la postul hidrometric Ungheni, în total – 220 probe.

S-au calculat valorile medii lunare ale temperaturii apei și oxigenului dizolvat.

Între ele se observă o dependență sigură (fig. 20). Nivelul de corelare $R = -0,961$ și $P\text{-value} (p) = 0,000$. În linii generale ea poate fi caracterizată prin valori mici ale oxigenului dizolvat la temperaturi înalte a apei și invers.

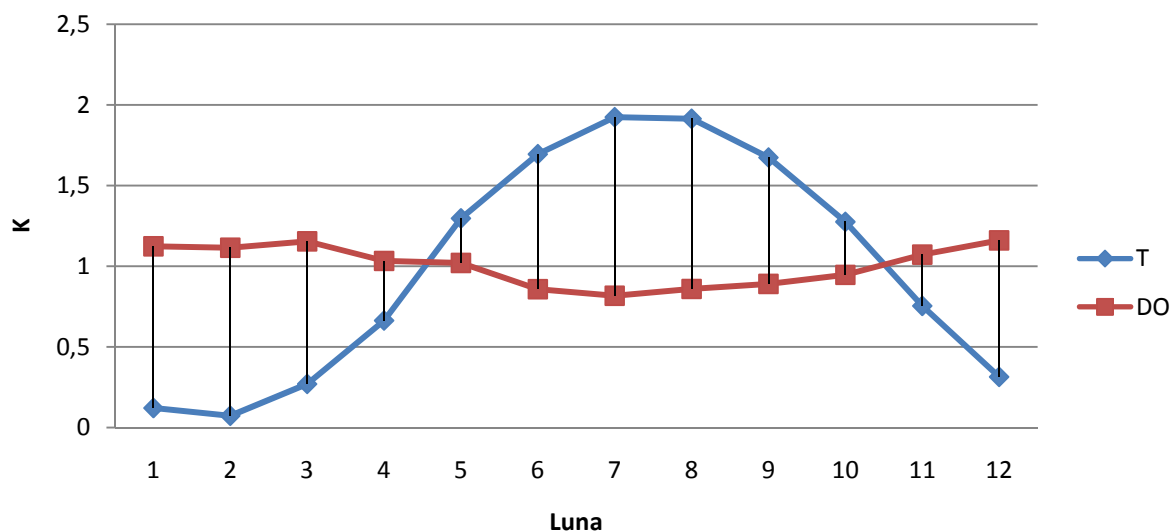


Fig. 20. Mersul anual al temperaturii apei și oxigenului, valori medii. Râul Prut, postul hidrometric Ungheni. Aici K – coeficienți moduli ai temperaturilor și oxigenului dizolvat

Regresia liniară a funcției temperatura apei – oxigen dizolvat poate fi prezentată grafic, fig. 21.

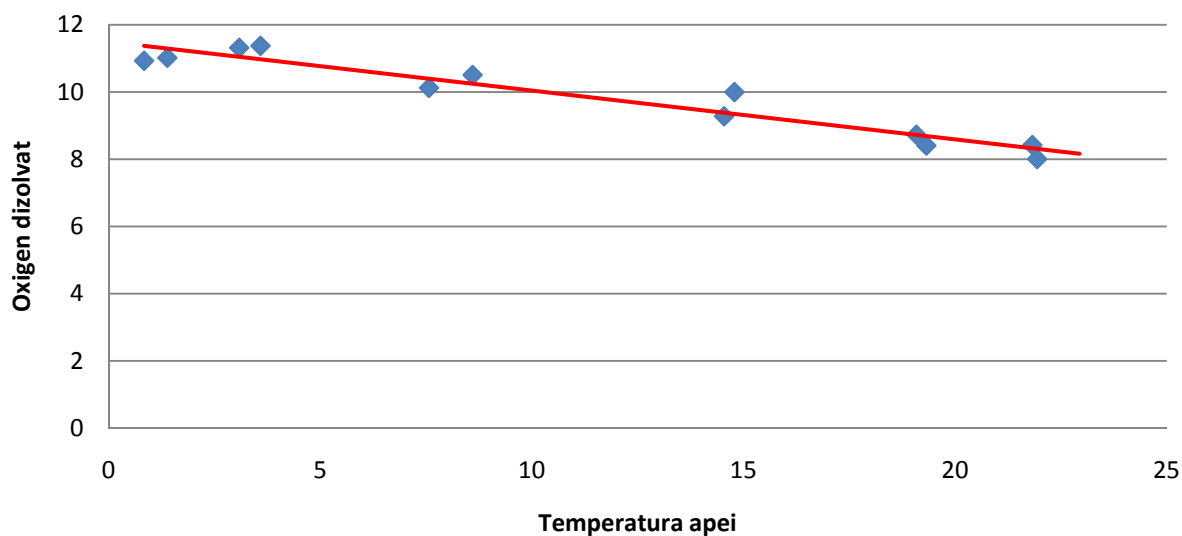


Fig.21. Regresia funcției $DO=f(T)$. Râul Prut, postul hidrometric Ungheni

Această funcție matematic se descrie prin modelul $DO = -0,145T + 11,49$. $R^2 = 0,923$.

Temperatura apei depinde de temperatura aerului. Pentru descrierea acestei funcții s-au folosit datele temperaturii medii a aerului la stația meteorologică Cornești (fig. 22).

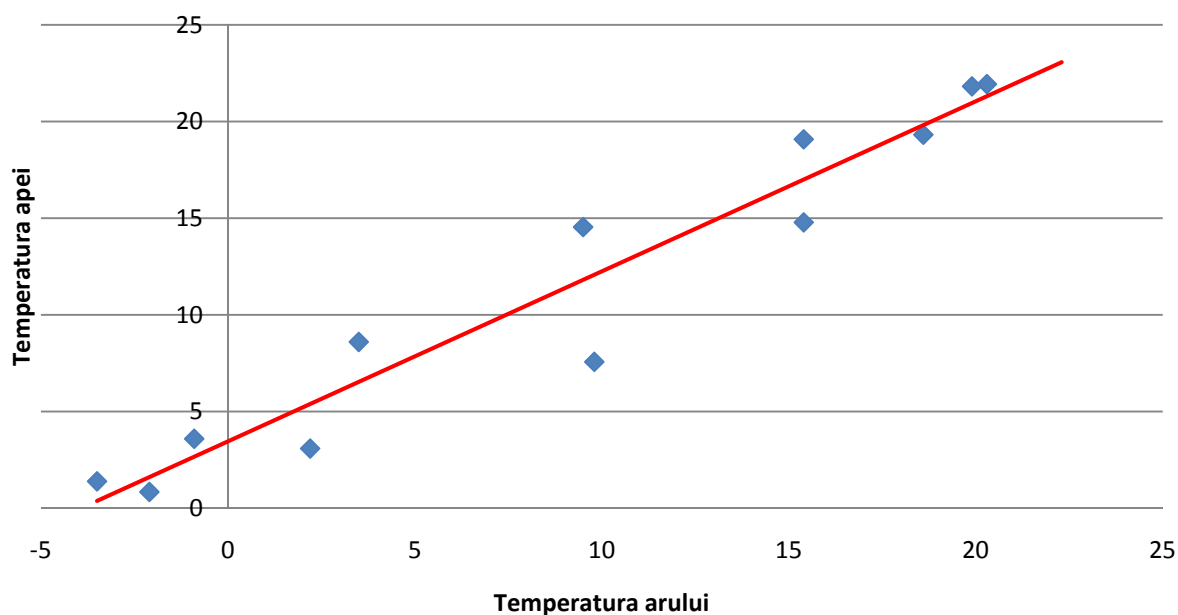


Fig. 22. Regresia funcției $T_{\text{apar}}=f(T_{\text{aer}})$. Râul Prut, postul hidrometric Ungheni

Această funcție se descrie prin formula $T_{\text{apa}}=0,879T_{\text{aer}}+3,458$. $R=0,964$, $R^2=0,930$, $P\text{-value}(p)=0,000$.

Din lucrarea [8] cunoaștem valorile temperaturii medii lunare a aerului prognozate pentru diferite intervale de timp conform scenariilor SRES A2, A1B și B1. Utilizând metoda descrisă calculăm care vor fi temperaturile medii lunare ale apei din râu (tab 10).

Tabelul 10
Temperatura apei r. Prut aval de lacul de acumulare Costești-Stânca conform scenariilor SRES A2, A1B și B1

Intervalul de timp	Scenarii	Ian	Feb	Mar	Apr	Mai	Iun	Iul	Aug	Sep	Oct	Noi	Dec	An
2010-2039		0,3	1,4	5,6	12,3	17,0	19,7	21,0	20,5	17,3	12,2	6,9	3,0	11,5
	A1B	0,2	1,3	5,6	12,2	17,1	20,2	21,3	20,9	17,2	12,0	6,8	2,8	11,5
	B1	0,5	1,5	5,6	12,2	17,2	20,0	21,2	20,8	17,1	12,0	6,6	2,8	11,5
2040-2069		2,5	3,3	6,4	13,2	17,9	20,8	22,2	21,8	18,6	13,2	7,8	4,3	12,7
	A1B	1,7	3,0	6,9	13,4	18,0	21,0	22,8	22,3	18,6	13,1	7,9	3,8	12,7
	B1	1,3	2,6	6,5	12,8	17,6	20,6	22,0	21,6	17,9	12,7	7,2	3,3	12,2
2070-2099		3,5	4,7	8,0	14,3	18,8	22,0	24,0	23,9	20,5	14,7	9,3	5,7	14,1
	A1B	2,8	4,0	7,7	14,2	18,8	22,0	23,6	23,3	19,6	13,8	8,5	4,9	13,6
	B1	2,1	2,8	6,6	13,4	18,0	21,0	22,4	22,1	18,5	13,1	7,7	4,1	12,7
1961-1990		0,2	0,5	4,4	11,1	16,2	18,8	19,9	19,4	15,9	10,8	5,7	1,6	10,3

Utilizând regresia din figura 23 calculăm valorile oxigenului dizolvat, tab. 11.

Tabelul 11

Concentrația oxigenului dizolvat în apa r. Prut aval de lacul de acumulare Costești-Stânca conform scenariilor SRES A2, A1B și B1

Intervalul de timp	Scenarii	Ian	Feb	Mar	Apr	Mai	Iun	Iul	Aug	Sep	Oct	Noi	Dec	An
2010-2039	A2	11,4	11,3	10,7	9,7	9,0	8,6	8,4	8,5	9,0	9,7	10,5	11,1	9,8
	A1B	11,5	11,3	10,7	9,7	9,0	8,6	8,4	8,5	9,0	9,8	10,5	11,1	9,8
	B1	11,4	11,3	10,7	9,7	9,0	8,6	8,4	8,5	9,0	9,8	10,5	11,1	9,8
2040-2069	A2	11,1	11,0	10,6	9,6	8,9	8,5	8,3	8,3	8,8	9,6	10,4	10,9	9,7
	A1B	11,2	11,1	10,5	9,5	8,9	8,4	8,2	8,3	8,8	9,6	10,4	10,9	9,7
	B1	11,3	11,1	10,5	9,6	8,9	8,5	8,3	8,4	8,9	9,7	10,4	11,0	9,7
2070-2099	A2	11,0	10,8	10,3	9,4	8,8	8,3	8,0	8,0	8,5	9,4	10,1	10,7	9,4
	A1B	11,1	10,9	10,4	9,4	8,8	8,3	8,1	8,1	8,6	9,5	10,3	10,8	9,5
	B1	11,2	11,1	10,5	9,5	8,9	8,4	8,2	8,3	8,8	9,6	10,4	10,9	9,7
1961-1990		11,5	11,4	10,8	9,9	9,1	8,8	8,6	8,7	9,2	9,9	10,7	11,3	10,0

Cantitatea optimă de oxigen dizolvat în apa din râurile Republicii Moldova trebuie să fie în limitele 4,0-10,0 mg/l. Observăm că el va fi în limitele normei doar în lunile calde a anilor pentru toate trei scenarii și pentru toate intervalele de timp.

Pentru a înlesni perceperea rezultatelor obținute în tabelele 12 (variația temperaturii apei) și 13 (variația conținutului oxigenului dizolvat) aceleași valori sunt prezentate în % față de anii de referință.

Tabelul 12

Variația temperaturii apei r. Prut aval de lacul de acumulare Costești-Stânca conform scenariilor SRES A2, A1B și B1 în % față de anii de referință

Intervalul de timp	Scenarii	Ian	Feb	Mar	Apr	Mai	Iun	Iul	Aug	Sep	Oct	Noi	Dec	An
2010-2039	A2	47	187	27	11	5	5	6	6	9	13	21	89	11
	A1B	106	170	27	10	5	7	7	8	8	11	19	78	11
	B1	369	205	27	10	6	6	7	7	7	11	16	72	11
2040-2069	A2	2391	556	47	19	10	11	11	13	17	22	36	171	23
	A1B	1600	504	57	21	11	12	15	15	17	22	38	138	23
	B1	1248	416	49	15	9	10	11	11	12	17	27	105	18
2070-2099	A2	3446	838	82	29	16	17	21	23	29	36	62	259	37
	A1B	2655	697	74	28	16	17	19	20	23	28	49	204	32
	B1	2040	469	51	21	11	12	13	14	16	22	35	155	23

Din tabelul 12 reiese:

- Temperatura medie lunară a apei din r. Prut, aval de lacul de acumulare Costești-Stânca are tendința de creștere în general pentru toate scenariile și intervalele de timp studiate, foarte mult iarna și puțin - vara;
- Deosebit de mare este decalajul în creșterea temperaturii apei în lunile reci ale anului, de la 369% pentru scenariul B1 în 2010-2049 până la 3446% pentru A1 în 2070-2099 în luna ianuarie. În perioada anilor 1961-1990 temperatura medie a apei în ianuarie era de 0,2°C, iar în perioadele analizate ajunge la 3,5°C (scenariul A2, 2070-2099). În prezent media pentru perioada de prelevare a probelor este 1,4°C;

- Cele mai mici creșteri sunt specifice lunilor de vară, de la 5% A2, 2010-2039 până la 23% B1, 2070-2099.

Tabelul 13

Variația concentrației oxigenului dizolvat în apa r. Prut aval de lacul de acumulare Costești-Stânca conform scenariilor SRES A2, A1B și B1 în % față de anii de referință

Intervalul de timp	Scenarii	Ian	Feb	Mar	Apr	Mai	Iun	Iul	Aug	Sep	Oct	Noi	Dec	An
2010-2039	A2	0	-1	-1	-2	-1	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2
	A1B	0	-1	-1	-2	-1	-3	-2	-3	-2	-1	-2	-2	-2
	B1	-1	-1	-1	-2	-1	-2	-2	-3	-2	-1	-2	-2	-2
2040-2069	A2	-3	-3	-2	-3	-2	-4	-4	-4	-4	-3	-3	-4	-3
	A1B	-2	-3	-3	-4	-2	-4	-5	-5	-4	-3	-3	-3	-3
	B1	-2	-2	-2	-3	-2	-3	-3	-4	-3	-3	-2	-3	-3
2070-2099	A2	-5	-5	-4	-5	-4	-6	-7	-8	-7	-5	-5	-6	-6
	A1B	-4	-4	-4	-5	-4	-6	-6	-7	-6	-4	-4	-5	-5
	B1	-3	-3	-3	-4	-2	-4	-4	-5	-4	-3	-3	-4	-3

Din tabelul 14 reiese:

- Concentrația oxigenului dizolvat în apa r. Prut aval de lacul de acumulare Costești-Stânca scade, dar foarte puțin, pentru toate scenariile și intervalele de timp cercetate. Cele mai mari scăderi se observă în perioada caldă a anului, până la -8% în august 2070-2099 conform scenariului A2;
- Cel mai dur scenariu A2 indică scăderea concentrației oxigenului dizolvat de la -2% în iulie 2010-2039 până la -8% în august 2070-2099 și cele mai mici scăderi în ianuarie – de la 0% în 2010-2039 până la -6% în decembrie 2070-2099.