

**UNIVERSITATEA TEHNICĂ DE CONSTRUCȚII
BUCUREȘTI**

Rezumatul tezei de doctorat

**Studii privind atenuarea efectelor
negative ale lacurilor de acumulare
asupra mediului**

Doctorand: Al-Mashhadi Sadeer Abbas

Conducător științific: prof. univ. dr. ing. Radu DROBOT

BUCUREȘTI

2020

Rezumat

Barajele și lacurile de acumulare mari au un impact major asupra mediului și asupra calității apei. Aceste efecte pot fi pozitive sau negative și includ modificări ale proprietăților fizice, chimice și biologice ale calității apei în lac și în aval. În cadrul tezei, vor fi studiate toate aceste efecte și transformări, care constituie o problemă globală majoră a resurselor de apă, precum și metodele de tratare a acestora. Programul de simulare Mike Zero dezvoltat de compania DHI este utilizat pentru simularea calității apei din Lacul Morii din București. Astfel, s-au efectuat mai multe simulări pentru oxigenul dizolvat, consumul biochimic de oxigen BOD și pentru unii poluanți care au intrat în lac, ca produsele petroliere și detergenții, pentru a afla amplitudinea răspândirii sale după o perioadă de timp și a reduce efectele acestora.

Teza este structurată în cinci capitole principale:

Capitolul 1, Introducere: Un studiu inițial al unora dintre problemele cauzate de baraje și lacurile de acumulare asupra mediului și calității apei. Consecințele asupra mediului ale barajelor mari sunt numeroase și variate și includ impacturi directe asupra proprietăților biologice, chimice și fizice ale râurilor și ale mediilor riverane.

Capitolul 2, Barajele și scopul lor: Reprezintă un studiu general asupra importanței barajelor mari și a scopului construirii acestora.

- **Baraje și energie:** Energia este o cerință principală pentru dezvoltarea economică, precum și pentru ca civilizațiile să prospere. În multe țări în curs de dezvoltare, hidroenergia este singura resursă naturală de energie. Hidrocentralele poate juca un rol important în dezvoltarea industrială a unei țări, deoarece oferă energie cu costuri reduse. În plus, oferă energie de calitate care acoperă vîrfurile de dimineață și seară pentru a sprijini creșterea multor industrii de bază, oferind astfel avantaje economice regionale. Pe termen scurt și mediu, cele trei surse principale de energie regenerabilă care vor permite exploatarea la scară largă sunt energia eoliană, biomasa și hidroenergia. Dintre aceste surse, energia hidroenergetică este cea mai fiabilă, eficientă și de departe cea mai utilizată. Un proiect hidroelectric de 100 MW, care operează 50 la sută din timp, economisește arderea a 600.000 de barili de combustibil anual și economisește eliberarea de $1,95 \times 10^{12}$ BTUS în atmosferă.
- **Boli hidrice:** malaria, schistosomiaza, filarioza și encefalita virală sunt unele dintre cele mai importante boli purtate de apă. Concentrate în primul rând în zonele cu climat tropical și subtropical, incidența lor poate crește semnificativ odată cu crearea unui rezervor mare. Cu mult înainte de darea în exploatare, este important să se ajungă la o cunoaștere solidă a prevalenței și a

incidenței sezoniere a bolilor la populațiile vecine expuse. Întreținerea sănătății și planificarea prevenirii bolilor trebuie asigurate în timpul fazei de pre-proiect. O evaluare a punctelor tari și a punctelor slabe ale serviciilor de sănătate locale și regionale va permite aplicarea tuturor îmbunătățirilor necesare. Acestea pot include o abordare a grupului de lucru, monitorizarea continuă, măsuri preventive și de sprijin și facilități de urgență. Ca și în cazul altor tipuri de impact, este important ca populația în cauză să fie informată pentru a trata cu grijă problemele de sănătate.

- **Nevoia de apă:** cea mai mare nevoie de apă apare în regiunile aride ale lumii în timpul anotimpurilor calde și uscate. Mai mult, cererile de aprovizionare cu apă la nivel mondial cresc rapid datorită creșterii fără precedent a populației, creșterii dezvoltării economice și a nivelului mai ridicat de viață determinat de industrializare. Populația mondială a atins 7,8 miliarde de oameni în martie 2020. Populația globală este în continuă creștere și se estimează că va ajunge la aproximativ 10 miliarde în 2050 și peste 11 miliarde în 2100. O cerere deosebită de aprovizionare cu apă este creată de dezvoltarea agriculturii irigate, necesară pentru a asigura populația cu produse alimentare și a îmbunătăți nivelul de trai prin dezvoltare economică.
- **Administrarea resurselor de apă:** Gestionarea resurselor noastre globale de apă este un pas esențial către satisfacerea nevoilor de aprovizionare cu apă atât a populațiilor globale prezente, cât și a celor proiectate. Un astfel de plan ar trebui să ia în considerare următoarele măsuri: a) Maximizarea utilizării resurselor de apă regenerabile din precipitații. B) Limitarea utilizării acviferelor neregenerabile și a apei fosile. C) Combaterea efectelor adverse ale utilizării apei ca mediu de transport pentru canalizare și alte deșeuri, care în cele din urmă transformă apa într-un mediu pentru boli și poluanți. D) Reducerea inundațiilor, care distrug viața și proprietățile. e) Echilibrarea nevoilor umane și conservarea vieții sălbatice.

Capitolul 3, Baraje și mediu, prezintă un studiu detaliat al efectelor barajelor și lacurilor de acumulare asupra mediului.

- **Contribuția barajelor la încălzirea globală:** barajele mari emit aproximativ 1,4 milioane tone de metan anual, ceea ce este responsabil pentru 4% din impactul total de încălzire datorat activităților umane și aproximativ 23% din totalul metanului emis din cauza activităților antropice. Aceste emisii provin de pe suprafața lacurilor de acumulare, căilor navigabile și turbinelor. Metanul este mai eficient decât dioxidul de carbon în absorbția căldurii, deși nu durează mult în atmosferă. Combustibilul pentru metan și dioxid de carbon emis provine din descompunerea materialelor organice, cum ar fi plantele și algele, sau din solul imersat, precum și prin combustibili fosili și materiale de construcție utilizate în procesul de construcție a barajului.

- **Barajele provoacă cutremure** din cauza presiunii excesului de greutatea apei din lac, ceea ce conduce la fracturarea solului de sub sau din apropierea rezervorului. Unul dintre cele mai cunoscute cazuri a fost cutremurul din Mai 2008 la Sichuan cu o putere de 7,9 - magnitudine, în care aproape 80.000 de persoane au murit. Există peste 100 de cazuri înregistrate în întreaga lume de cutremure cauzate de mari rezervoare, cum ar fi, Koyna, India în 1967 cu magnitudinea 6,3; barajul Hsingfengkiang din China, barajul Kariba din Zimbabwe și barajul Kremasta din Grecia.
- **Baraje și Impactul geofizic asupra mediului:** Construcția barajelor și formarea lacurilor de acumulare pot afecta semnificativ valorile sociale și de mediu existente. Efectul poate fi atât pe termen scurt cât și pe termen lung și se poate extinde cu mult peste granița fizică. Procesele geofizice includ: drenajul, stabilitatea versanților, fluxul de apă și transportul sedimentelor, precum și seismicitatea.
- **Un lac de acumulare induce efecte asupra calității** apei în fiecare etapă a dezvoltării sale. Inundarea amplasamentului declanșează posibila deplasare a solului și descompunerea reziduurilor organice, cu efecte ulterioare asupra proprietăților fizice și chimice ale apei. În plus, modul de exploatare a lacului presupune o schimbare a stratificării termice și a distribuției oxigenului dizolvat, care acționează și asupra proprietăților chimice ale apei și sedimentelor.
- **Stratificare termică:** în general lacurile de acumulare cu timp de rezidență lung (ciclul întregului sezon) și adâncimea apei de peste 10 metri vor avea frecvent stratificare termică. Exploatarea și morfologia lacului vor avea o influență importantă asupra stratificării. Stratificarea termică este rezultatul, în general temporar, al unui proces fizic dinamic, în care acționează două forțe cu efecte opuse: încălzirea la suprafața apei prin radiație reduce omogenizarea verticală și amestecul vertical poate fi indus de forța vântului și a valurilor (antrenare). Amestecarea apei în urma unei schimbări de temperatură sezonieră poate fi în cele din urmă pozitivă sau negativă pentru peștii și viața acvatică, deoarece nivelurile de DO pot fi crescute sau diminuate pe adâncimea coloanei de apă. Aceste caracteristici termice și stabilitatea termică pot fi simulate prin modelare matematică. Dacă sunt anticipate probleme, se pot lua în considerare măsuri de atenuare. Acestea includ: 1) Modificări în configurația structurii de intrare, 2) Evacuarea apei din lac, 3) Lucrări de evacuare pe mai multe niveluri pentru atenuarea efectelor din aval, 4) Amestecarea și aerarea pozitivă prin jeturi de apă sau aer comprimat.
- **Sedimente:** Toate râurile conțin sedimente care provin din multe surse. Dacă apa rămâne în lac pentru perioade îndelungate de timp, sedimentele cad la fund. Una dintre cele mai importante probleme cauzate de sedimente este reducerea volumului util al lacului, astfel încât rezervorul nu își mai îndeplinește scopul pentru care este construit. Cel mai semnificativ impact pozitiv al procesului de sedimentare a lacului de acumulare este claritatea crescută a apei depozitate datorită

îndepărtării sau depunerii particulelor solide în suspensie. Apa eliberată dintr-un lac va necesita o tratare mai redusă pentru utilizare ca sursă de apă menajeră sau industrială, datorită clarității crescute. Alte avantaje includ: a) apa stocată cu claritate ridicată devine, de asemenea, o atracție recreativă mult mai atrăgătoare decât apele tulburi ale unui râu; b) sedimentele depuse servesc ca o capcană pentru captarea ionilor de metale grele și a pesticidelor care altfel ar fi transportate prin apă în aval curge, așa cum s-a observat în multe lacuri; cu toate acestea materialul sedimentat poate fi acum contaminat; c) pescuitul sportiv valoros s-a dezvoltat în aval de multe baraje în zone în care nu se practica în mod natural, deoarece apa eliberată din lac are o sarcină redusă semnificativ de solide suspendate și, în cazul lacurilor mai adânci, este foarte probabil mai rece decât debitul natural în zonele temperate; d) depozitele din zona de intrare a lacului, denumite de obicei „delta”, asigură o condiție biologică ideală de creștere, în special pentru freatofite. Deși această dezvoltare vegetativă crește evapotranspirația din rezerva de apă din lac, oferă un habitat de viață sălbatică excelentă în zonele ripariene și în zonele umede. Se pot folosi mai multe măsuri de atenuare precum evacuare în aval de lac, spălarea și practicarea de goluri în structură pentru evacuarea sedimentelor.

- **Oxygen dizolvat:** Un conținut ridicat de oxigen dizolvat în apă este foarte important pentru viața acvatică. Dacă se anticipează o concentrație scăzută de oxigen într-un lac cu metale grele din sediment, aceste substanțe toxice pot fi eliberate ca urmare a reacției chimice anoxice. Conținutul de oxigen dizolvat al unui lac depinde în mare măsură de: descompunerea materiei organice din sol și din vegetația imersă, modificări sezoniere ale temperaturii apei, concentrația de alge etc. Dacă este necesară atenuarea lipsei de oxigen, pot fi luate în considerare: 1) reaerarea lacului, 2) injectarea de oxigen, 3) aerisirea turbinei, 4) aerarea lucrărilor de evacuare, 5) curățarea lacului, 6) gestionarea bazinului hidrografic, 7) nivelul de deversare și utilizare. Oxigenul dizolvat este un test pentru calitatea apei de suprafață a lacului.
- **Substanțe toxice:** Măsura în care un lac este contaminat cu substanțe nocive și compuși toxici depinde de mai mulți factori, inclusiv submersarea terenului, debitul affluent, echilibrul dintre adsorbție și adsorbția poluanților asociați cu sedimentele și depunerea acestora. Submersarea solului și a vegetației sale este o sursă potențială de metale grele, pesticide și alți poluanți. Aceste substanțe intră în coloana de apă prin levigare sau prin eliberare din descompunerea materiei organice în sol și în ciclul de viață a plantelor. Eliberarea și transportul acestora sunt puternic afectate de concentrația de oxigen dizolvat. Acțiunile pentru atenuarea efectelor nocive și a substanțelor toxice pot fi împărțite în două abordări: 1) minimizarea sau eliminarea sursei acestor substanțe, 2) acțiunile de modificare a stării lacului pentru a schimba starea chimică finală a substanței.

- **Nutrientele și algele:** algele au nevoie de o abundență de nutrienți pentru creștere, ceea ce constituie baza unui complex de alimente care susțin întregul ecosistem acvatic. În condiții potrivite, cu cantități abundente de nutrienți, algele continuă să crească și să susțină lanțul alimentar. Cu o temperatură ridicată și abundență de nutrienți, algele cresc până la nivelul maxim de dezvoltare și apoi după moarte ajung pe fundul lacului, utilizând oxigen în procesul de descompunere. Acest proces este numit Eutrofizare. Cele mai importante efecte negative ale eutrofizării sunt: prezența unor cantități mari și a unui strat gros de alge în apropierea suprafeței, o scădere importantă a concentrațiilor de oxigen, probleme de culoare și miros ale apei, moartea unor cantități mari de pește și a altor organisme acvatice datorate lipsei de oxigen. Procesul de eutrofizare poate fi atenuat prin controlul timpului de rezidență prin proceduri operaționale (la baraj sau la deversare), ca și prin reglarea și poziționarea nivelului de evacuare. Aceste procedee sunt tehnici fiabile care trebuie utilizate ca măsuri de atenuare pentru a preveni eutrofizarea și înflorirea algelor. Atunci când sursa principală de nutrienți într-un lac provine din activitățile agricole din bazinul hidrografic, utilizarea celor mai bune practici de gestionare poate scădea drastic încărcătura de nutrienți.
- **Clorofilă și fitoplancton:** Concentrația clorofilei oferă informații despre starea apei și calitatea acesteia datorită relației sale cu algele, deoarece clorofila este o măsură a cantității de alge din rezervor. Problemele tipice asociate cu deteriorarea calității apei sunt scăderea transparenței, a apei colorate, înfundarea filtrelor de nisip din stațiile de tratare a apei, gustul și mirosul în apa tratată și mortalitatea piscicolă. Toate aceste probleme sunt generate de creșterea masivă a fitoplanctonului în lacuri și se știe că creșterea este controlată de concentrațiile de azot și fosfor. Astfel, standardele pentru azot și fosfor au fost legiferate în 1982 pentru a menține calitatea apei și mediul de viață. Modificările calității apei prin eutrofizare sunt cauzate de creșterea substanțelor organice provenite din producția primară de fitoplancton. Producția primară este controlată nu numai de parametri chimici precum nutrienți, ci și de factori fizici precum intensitatea luminii, temperatura apei, amestecarea apei, timpul de retenție hidraulică și forma bazinului lacului. Este imposibil de luat în considerare toți acești parametri în calitatea preconizată a apei. Biomasa fitoplanctonului în lacuri este adesea estimată prin măsurarea cantității de clorofilă-a (Chl-a), pigmentul verde predominant utilizat în fotosinteză. Chl-a poate fi determinată dintr-un eșantion de fitoplancton colectat din coloana de apă. Pentru a determina cantitatea de Chl-a, clorofila este extrasă din celule cu un solvent cum este acetona. Valoarea Chl-a este apoi măsurată prin mijloace precum spectrofotometrie, fluorometrie sau cromatografie lichidă de înaltă presiune (HPLC) (APHA 1998). Fitoplanctonul reprezintă baza pânzei alimentare oceanice, constituind o țesătură complexă de organisme și lanțuri alimentare. În

general, fitoplanctonul este consumat de zooplancton și apoi este consumat la rândul lui de specii mai mari până la rechini. Fitoplanctonul are capacitatea de a folosi lumina solară pentru a converti dioxidul de carbon și apa în energie.

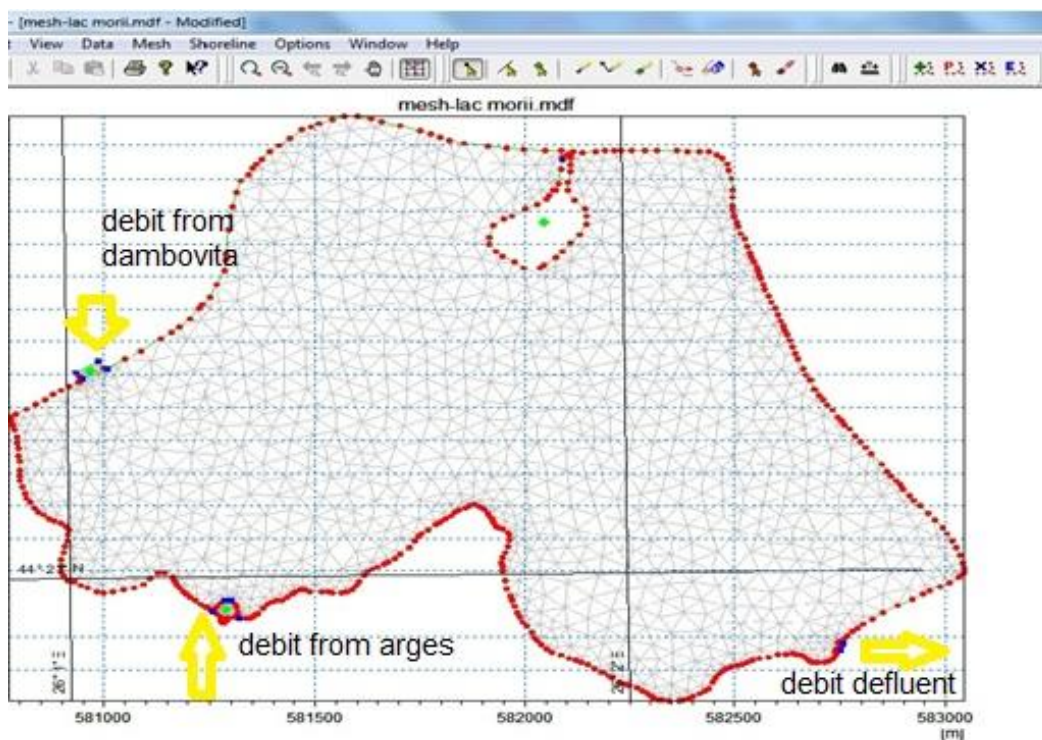


Temperatura afectează în mod direct fotosinteza, deoarece o creștere a temperaturii crește productivitatea acestui proces și implicit masa de fitoplancton. Toate tipurile de fitoplancton vor beneficia de temperaturile ridicate pentru a crește productivitatea.

- **Calitatea apei în aval:** Calitatea apei aval de lac depinde direct de proprietățile fizice și chimice ale apei din rezervor, de nivelul de concentrație, de consumul de apă, de regimul de curgere, de capacitatea de recuperare a râurilor. De exemplu, decantarea particulelor în suspensie în lac contribuie la scăderea turbidității apei și la creșterea transparenței acesteia în aval, ceea ce conduce la un efect benefic în special pentru prelevările menajere. Această scădere a cantității de particule suspendate transportate poate avea efecte negative pentru unele dintre organismele care trăiesc în aval. Apa eliberată în aval este lipsită de sedimente, ceea ce duce la eroziunea patului albiei și a malurilor.

Capitolul 4, Utilizarea software-ului Mike Zero pe Lacul Morii: Sunt prezentate explicații detaliate asupra programului de simulare Mike Zero, modulele folosite și cele mai importante rezultate obținute de fiecare modul. Acest capitol conține, de asemenea, explicații despre rețeaua de discretizare utilizată pentru modelarea curgerii și transportului în Lacul Morii și modul în care a fost creată.

- **Lacul Morii:** Lacul de acumulare este situat în București la aproximativ 6 km de centru, având o suprafață de 246 ha și un volum de 14,7 milioane m³. Lacul de acumulare a fost creat de un baraj cu 15 m înălțime. Lacul de acumulare a fost pus în funcțiune în 1986, în principal pentru a proteja orașul împotriva inundațiilor. Este, de asemenea, o zonă de recreere. Configurarea rețelei de discretizare include o selecție adecvată a zonei care trebuie modelată, o rezoluție adecvată a câmpurilor de batimetrie, debit, vânt și aflus, în conformitate cu definirea condițiilor de margine pentru limitele deschise și terestre. Discretizarea pentru Lacul Morii a fost creată de Mike Zero utilizând coordonate stereo 70. Limita lacului, precum și zonele de intrare (Dâmbovița și Argeș) și debitul de evacuare au fost identificate așa cum se arată în următoarea figură.



Discretizare Lacul Morii cu două surse de flux de intrare și un flux de ieșire.

- **MIKE Zero** este denumirea comună a interfeței de utilizator DHI integrate complet Windows pentru configurarea simulărilor, analizei pre și post-procesare, prezentare și vizualizare într-un mediu orientat pe proiect. Generatorul de grid oferă un mediu de lucru pentru crearea discretizării detaliate pentru utilizarea la modelele MIKE Zero flexible mesh (FM). Oferirea acestor modele de nouă generație cu o discretizare adecvată este esențială pentru obținerea unor rezultate fiabile din simulările modelelor. În acest program s-au folosit trei module pentru simulare și fiecare modul necesită informații specifice.
- a) **Modulul hidrodinamic:** perioada de simulare este specificată într-o căsuță de dialog. Trebuie specificată data de început a simulării, numărul total de pași de timp și mărimea pasului de timp. Etapele generale de timp discrete specificate în această etapă sunt utilizate pentru a determina frecvența pentru care poate fi obținută ieșirea din module și pentru a sincroniza cuplarea între diferitele module. Pentru a determina perioada de simulare trebuie determinat numărul de pași de timp. De exemplu, pentru o simulare de 11 zile și interval de pas de timp 120 s (intervalul de pas de timp înseamnă că MIKE Zero va calcula ecuațiile la fiecare 120 s), numărul de pași de timp va fi 7920 ($86400 \text{ s pe zi} / 120 \text{ s/pas de timp} = 720 \text{ pași de timp} / \text{zi}$; apoi $720 \text{ pași de timp} / \text{zi} * 11 \text{ zile} = 7920 \text{ numărul de pași de timp}$). Simularea începe întotdeauna cu pasul numărul 0, iar data de început a simulării este data istorică și ora corespunzătoare etapei 0. Data de sfârșit a simulării

este prezentată pentru referință. Folosind simularea în modulul hidrodinamic se pot obține informații precum Cota suprafeței, Adâncimea totală a apei, Viteza U și V.

b) Modulul de transport: Modulul de transport calculează transportul componentelor pe baza condițiilor de curgere găsite în calculele hidrodinamice. În fereastra de dialog se specifică numărul de componente și numele componentelor care trebuie rezolvate. Fiecare componentă definește o ecuație de transport separată (în simulare s-au introdus trei componente: produse petroliere, detergent și reziduuri fixe). Folosind simularea în modulele de transport, se obțin informații, precum: viteza U, viteza V și concentrația pentru fiecare componentă și dispersia lor după o perioadă de timp. Concentrațiile fiecărei componente sunt obținute în fiecare nod al rețelei. Făcând clic pe orice punct al rețelei lacului, se afișează coordonatele punctului, precum și concentrația corespunzătoare.

c) Modulul de laborator Mike eco: este un laborator numeric pentru modelare ecologică. Reprezintă un instrument deschis și generic pentru personalizarea modelelor de ecosistem acvatic pentru a descrie calitatea apei, eutrofizarea, metalele grele și ecologia folosind procese orientate pentru mutații.

Capitolul 5, Rezultate și discuții: Numeroase simulări au fost realizate utilizând programul MIKE Zero prin utilizarea informațiilor obținute de la Administrația Națională Apele Române (ANAR). S-au efectuat simulări pentru oxigenul dizolvat (DO) și pentru consumul biochimic de oxigen (BOD) din Lacul Morii, după intrarea concentrațiilor din râurile Dâmbovița și Argeș pentru a cunoaște valorile acestor concentrații după o anumită perioadă de timp, precum și conformitatea lor cu standardele de calitate a apei. De asemenea, s-au făcut simulări pentru unii poluanți care au intrat în lac, cum ar fi produsele petroliere și detergentii, pentru a afla concentrațiile acestor produse în orice punct de pe suprafața lacului. Au fost utilizate metode de evacuare și diluare pentru a reduce concentrația de poluanți. În mod similar s-au efectuat simulări pentru concentrațiilor de clorofilă și fitoplancton, explicând relația dintre oxigenul dizolvat și temperatura cu aceste concentrații.

1) Simulări pentru anul 2013

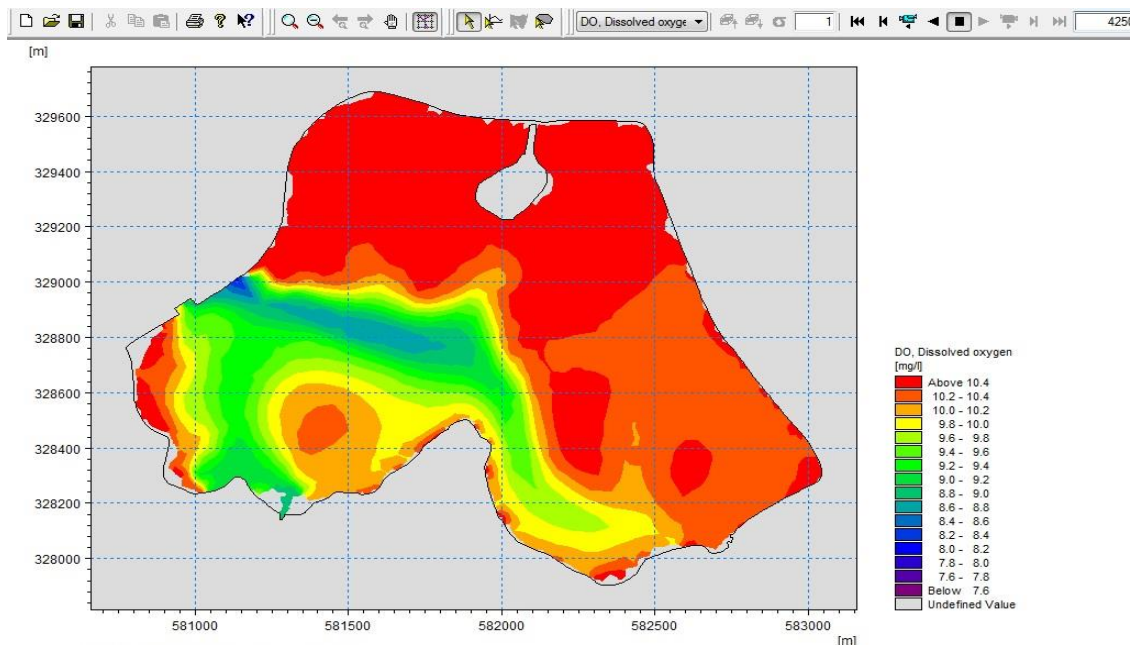
Tabelul 1 : Datele primite de la Administrația Națională Apele Române (ANAR) pentru anul 2013

	DO (mg/l)	BOD(mg/l)	Q (m ³ /s)
Dâmbovița	8.6	7.2	7
Argeș	9	1.3	3
Defluent	10.3	4.2	10
Condiții inițiale	10.1	5.2	-

- Perioada de simulare: 01/10/2013-30/10/2013.
- Temperatura a fost constantă 13 C⁰.
- Nivelul de apă este constant 82 m.
- Rata de descompunere a BOD-ului: 0,477
- Rata de oxigenare: 0,35.

a) Simularea pentru concentrații de oxigen dizolvat (DO)

În prima zi a simulării, concentrațiile de oxigen dizolvat în lac au valori ridicate (10,1 mg/l). De asemenea, apa provenind din sursa Dâmboviței înainte de procesul de amestecare, precum și sursa Argeș conțin concentrații bune de oxigen dizolvat și BOD și conform cu standardele de calitate a apei.



Concentrația de DO în lac după 30 de zile (după procesul de amestecare)

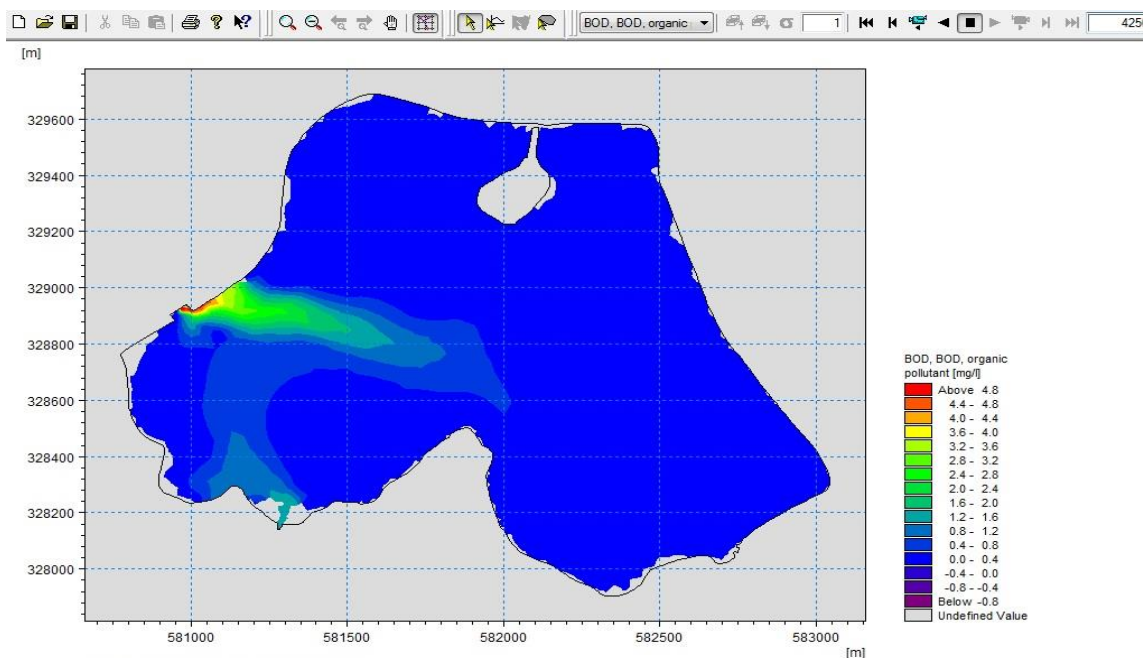
După 30 de zile, se observă că nivelul concentrațiilor de oxigen dizolvat în rezervor este foarte bun. Există schimbări în concentrațiile din mijlocul lacului (linia de curenți a fluxurilor sunt orientate dinspre sursele care intră în lac către zona barajului), precum și concentrații bune în zonele din jurul insulei (în partea de sus a figurii); concentrațiile sunt în intervalul (10-11,5 mg / l), ceea ce poate fi explicat printr-o viteză scăzută a apei în aceste zone. În centrul lacului, concentrațiile variază între (8-10 mg/l), iar în zona barajului variază între (10,1-10,4 mg/l). Toate concentrațiile îndeplinesc standardele de calitate. Intrările

din Dâmbovița și Argeș au concentrații adecvate, ceea ce explică obținerea acestor concentrații în condițiile abundenței oxigenului pre-dizolvat în lac și a unei temperaturi moderate,

b) Simularea pentru consumul biochimic de oxigen (BOD)

BOD reprezintă cantitatea de DO necesară organismelor aerobe pentru a descompune materia organică din apă. Un nivel ridicat de BOD poate indica un conținut ridicat de carbon organic din surse naturale și contaminarea cu apele uzate din surse antropice.

Concentrațiile de BOD din lac și cele care intră din râul Dâmbovița sunt relativ mari și afectează negativ calitatea apei.

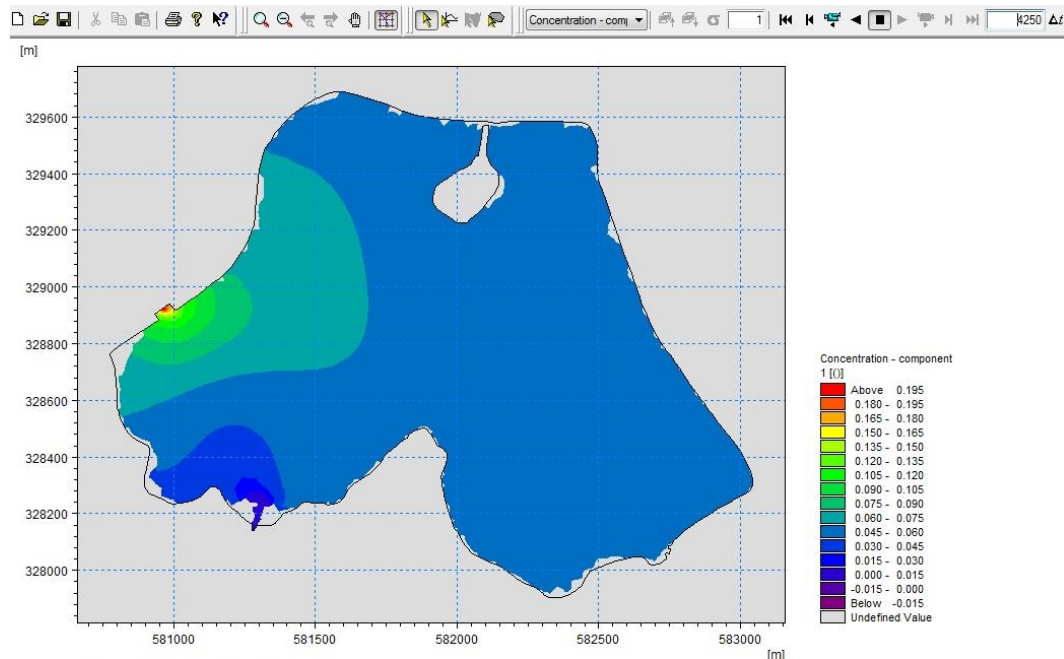


Concentrația de BOD în lac după 30 de zile

După 30 de zile (la sfârșitul simulării), concentrațiile de BOD din lac (în majoritatea zonelor) au scăzut de la 5,2 mg/l la 1,2 mg / l, așa cum se arată în figură. Motivul este intrarea unei surse de apă pură din Argeș (cu 1,3 mg BOD/l) și evacuarea unor cantități mari de BOD în aval, precum și prezența inițială a oxigenului dizolvat în concentrații mari în lac, influențată dramatic de aportul surselor Dâmbovița și Argeș (8,6 respectiv 9 mg / l). Valoarea BOD corespunde cu standardelor de calitate apei. Se presupune că îmbunătățirea calității s-a datorat și efectului vântului care favorizează reacerarea apei.

c) Simulare în cazul de poluării cu detergenți

Un poluant (detergent în această simulare) a intrat în lac în timp de o lună din râul Dâmbovița, cu o concentrație de 3.424 mg / l, la un debit de 7 m³ / s. Am presupus că o sursă de bună calitate a intrat din râul Argeș (0 mg / l detergent, la un debit de 3 m³ / s), iar debitul defluent a fost de 10 m³ / s. Nivelul apei a fost constant (82 m), iar temperatură de asemenea constantă (13 C⁰).



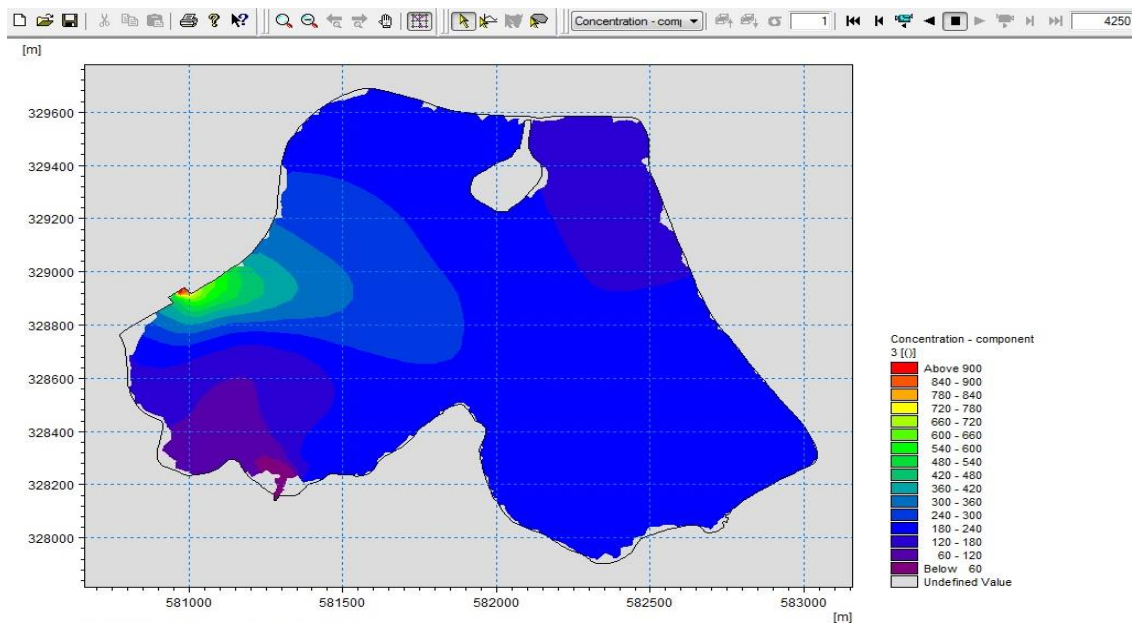
Dispersarea detergentului în lac după 30 de zile

După terminarea simulării, se observă că poluantul s-a răspândit de la sursa Dâmboviței în restul rezervorului. După 30 de zile de la intrarea poluantului, concentrația din zona barajului a atins 0,064 mg / l, dar în centrul rezervorului a ajuns la 0,08 mg / l. Motivul acestei răspândiri rapide este fluxul mare de apă din Dâmboviță, precum și concentrația mare a poluanților. Fluxul Argeșului poate fi crescut, fiind o sursă curată, pentru a reduce impactul poluantului asupra calității apei din rezervor. A se vedea o scădere a concentrației poluanților din rezervor la simularea pentru produsele petroliere.

d) Simularea concentrației în cazul reziduurilor fixe

Un poluant (reziduu fix în acest caz) a intrat în rezervor pentru un timp de o lună din râul Dâmbovița, cu o concentrație de 1155,17 mg / l, la un debit de 7 m³ / s. Am presupus că o sursă de apă de bună

calitate a intrat din râul Argeş (0 mg / l reziduu fix, la debitul de 3 m³ / s), iar debitul evacuat a fost de 10 m³ / s. Nivelul apei din lac este constant (82 m), la fel şi temperatura (13C⁰).



Dispersarea reziduului fix după 30 de zile

La sfârşitul simulării, observăm că poluantul s-a răspândit de la sursa Dâmboviţei în restul lacului. După 30 de zile de la intrarea poluantului, concentraţia din zona barajului a atins (120 mg / l), dar în centrul rezervorului a ajuns la 300 mg / l, ceea ce înseamnă că nivelul concentraţiei de poluant a crescut cu 4% în fiecare zi, până la atingerea zonei barajului. Motivul acestei răspândiri rapide este debitul mare al Dâmboviţei, precum şi concentraţia mare a poluantului. Debitul Argeşului poate fi crescut presupunând că este o sursă curată pentru a reduce impactul poluantului asupra calităţii apei din lac.

2) Simulări pentru anul 2014

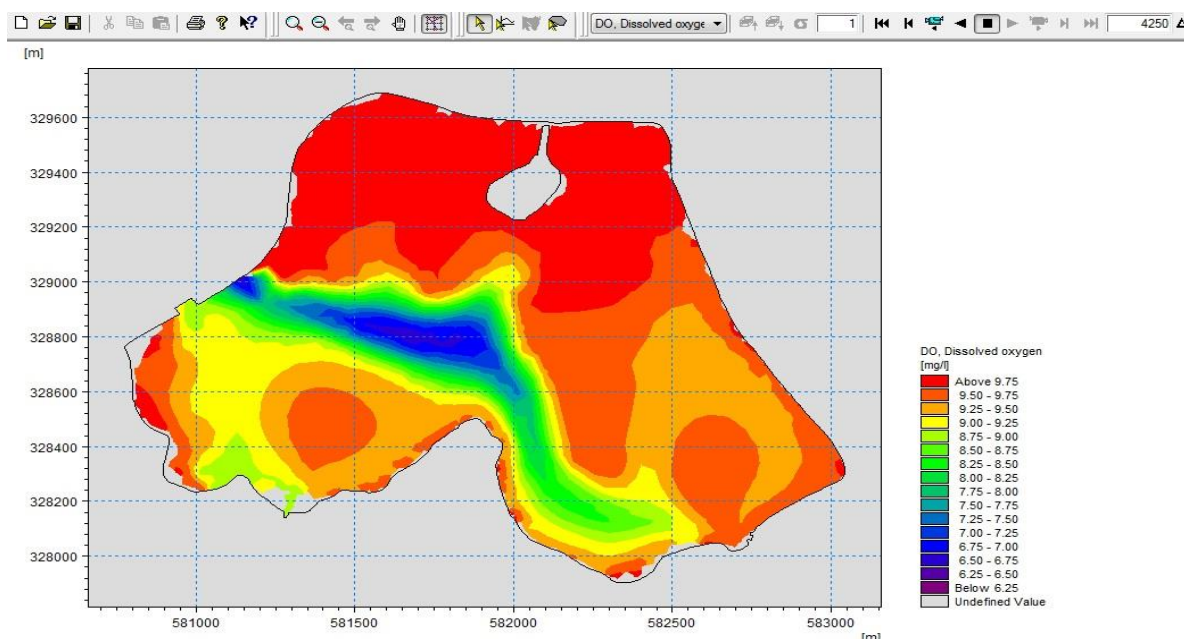
Tabelul 2: Datele primite de la Administraţia Naţională Apele Române (ANAR) pentru anul 2014

	DO (mg/l)	BOD (mg/l)	Q (m ³ /s)
Dâmboviţa	8.9	17	7
Argeş	9	1.3	3
Defluent	9.1	8.2	10

Condiții inițiale	8.8	5	-
-------------------	-----	---	---

- Perioada de simulare: 15/09/2014-15/10/2014.
- Temperatura a fost constantă 16 C°.
- Nivelul de apă este constant 82 m.
- Rata de descompunere a BOD-ului: 0.477
- Rata de oxigenare: 0.35.

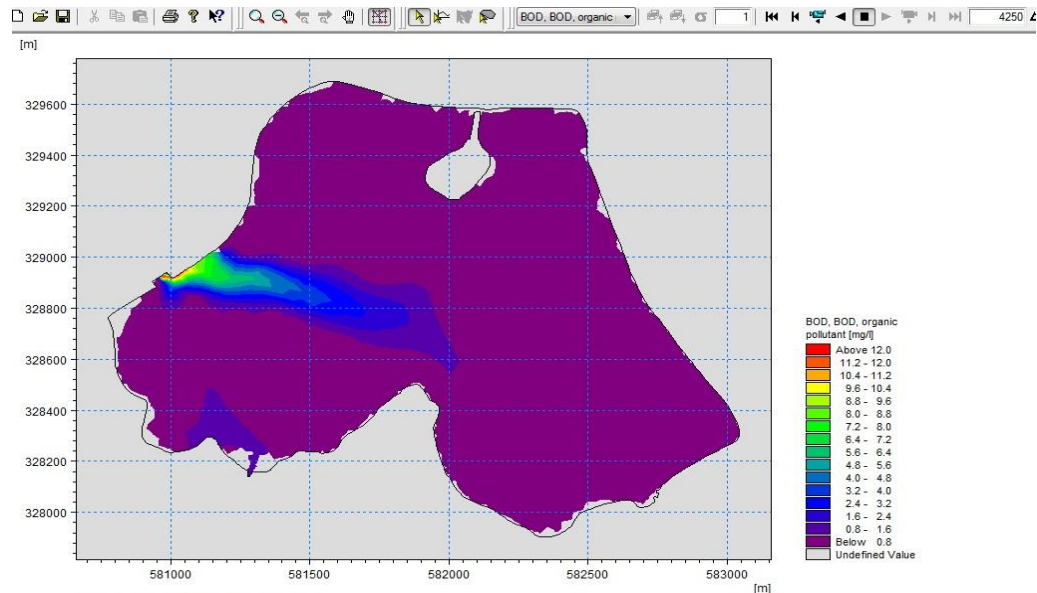
a) Simularea pentru oxigen dizolvat (DO)



Concentrația de DO în lac după 30 de zile de la începutul simulării

După terminarea simulării, se observă că nivelul concentrațiilor de oxigen dizolvat în lac este foarte bun. Există modificări ale concentrațiilor din mijlocul lacului (liniile de curenților sunt orientate dinspre sursele care intră în lac către zona barajului), precum și concentrații bune în zonele din jurul insulei. Concentrațiile sunt aproximativ în intervalul (8-10 mg / l). În centrul lacului concentrațiile variază între (7-9,5 mg / l), în zona barajului variază între (9 - 9,75 mg / l). Toate concentrațiile sunt considerate a îndeplini standardele cerute de calitatea apei. Afluxul de concentrații adecvate din Dâmbovița și Argeș, abundența oxigenului pre-dizolvat în lac, precum și temperatura moderată, sunt motivele obținerii acestor concentrații.

b) Simulare pentru BOD



Concentrația de BOD în lac după 30 de zile

După ce simularea s-a încheiat, observăm răspândirea unor valori ridicate a BOD în lac datorită cererii biologice mari venite din râul Dâmbovița, dar numai în apropierea sursei. Concentrațiile au scăzut de la 4,8 mg / l la 2,4 mg / l (la sfârșitul simulării). Contribuția râului Argeș este foarte importantă pentru a reduce impactul BOD datorită calității bune a apei pe care o transportă (așa cum s-a întâmplat și în simularea din 2013). De asemenea, concentrațiile mari de DO existente în rezervor vor reduce acest efect al apei de proastă calitate a râului Dâmbovița.

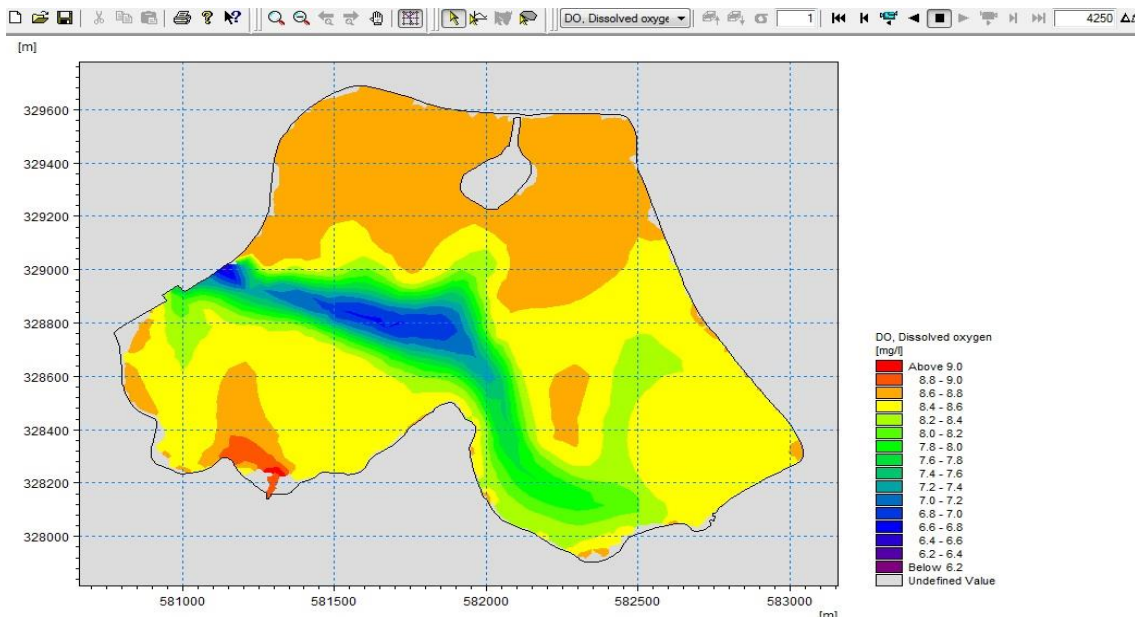
3) Simulări pentru anul 2015

Tabelul 3: Datele primite de la Administrația Națională Apele Române (ANAR) pentru anul 2015

	DO (mg/l)	BOD (mg/l)	Q (m ³ /s)
Dâmbovița	7.4	9.2	7
Argeș	9	1.3	3
Defluent	11.5	4.9	10
Condiții initiale	11.3	5.3	-

- Perioada de simulare: 01/06/2015-30/06/2015.
- Temperatura a fost constantă 22 C⁰.
- Nivelul de apă este constant 82 m.
- Rata de descompunere a BOD-ului: 0,477
- rata de oxigenare: 0,35.

a) Simularea pentru concentrații de oxigen dizolvat (DO)

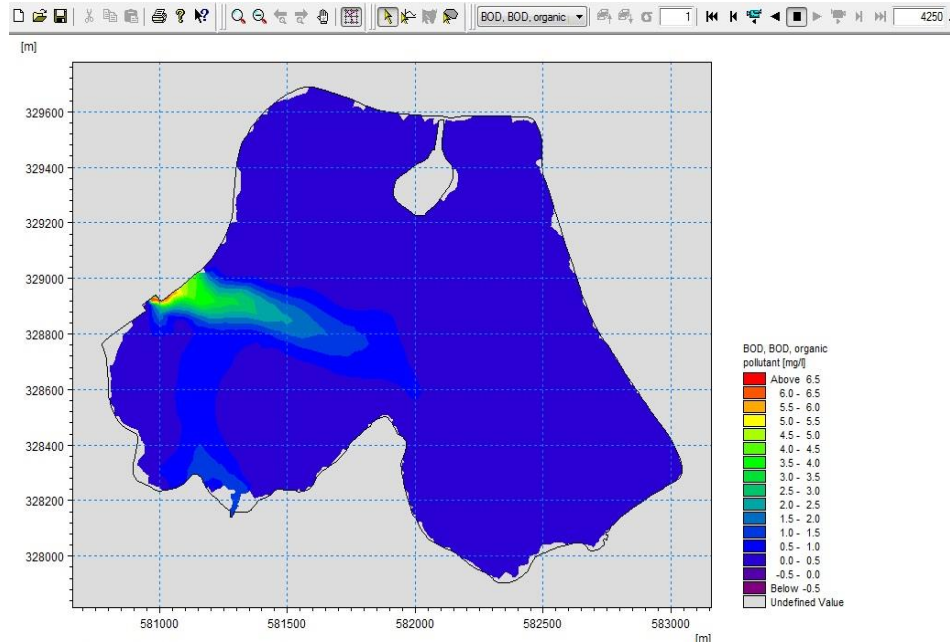


Concentrația de DO în lac după 30 de zile

La sfârșitul simulării, concentrațiile de oxigen din lac sunt foarte bune, deoarece concentrațiile au ajuns în mijlocul lacului la (7-8,8 mg / l). De asemenea, concentrațiile sunt bune și în zona barajului (8-9.3 mg / l).

b) simulare pentru consumul biochimic de oxigen (BOD)

La sfârșitul simulării se observă o scădere a valorii BOD în mijlocul lacului de la 5,3 mg/l la 1,8 mg/ l din cauza ipotezei de intrare a unei surse de bună calitate din Argeș, ceea ce contribuie la reducerea efectul BOD. De asemenea, prezența ratei de descompunere a BOD, care este considerată bună (0,477).



Concentrația de BOD în lac după 30 de zile

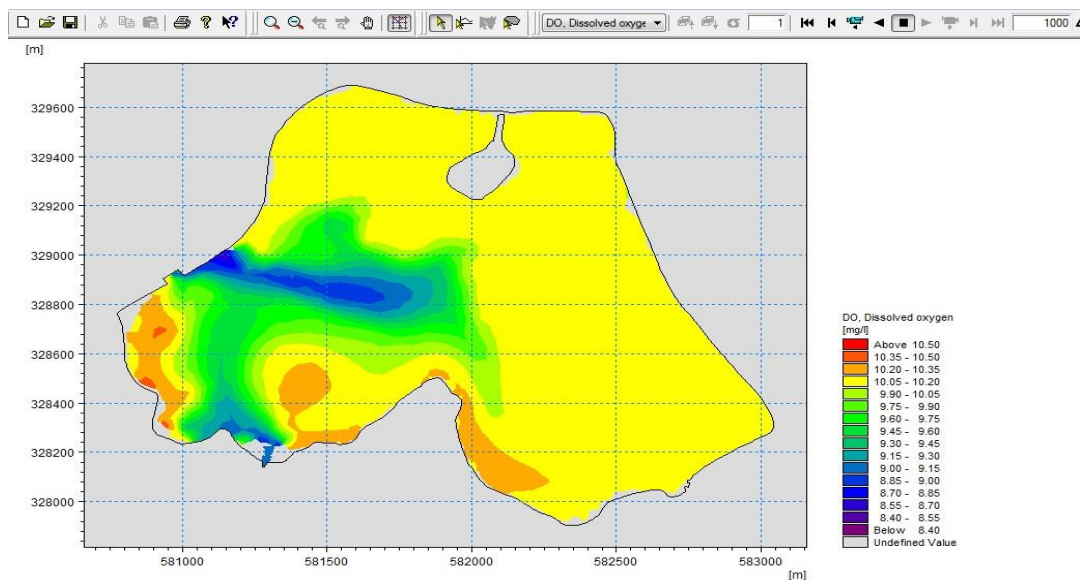
4) Analiza de senzitivitate asupra ratei de descompunere a BOD și a ratei de reaerare

În această simulare vom găsi efectele de variație ale ratei de descompunere a BOD și a ratei de reaerare asupra concentrației de DO pentru o perioadă de o săptămână. Debitele vor fi constante pentru aceste trei simulări, iar ratele de reaerare vor fi variabile.

- Debit din râul Argeș: DO: 9 mg / l BOD: 1.3 mg / l, Q; 3 m³ / s
- Debit defluent: DO: 10,3 mg / l, BOD: 4,2 mg / l, Q; 10 m³ / s
- Debit din râul Dâmbovița: DO: 8,6 mg / l, BOD: 7,2 mg / l, Q; 7 m³ / s
- Condiții inițiale: DO: 10,1 mg / l, BOD: 5,2 mg / l
- Se presupune că celelalte condiții sunt constante pentru toate simulările ca T (C⁰) și nivelul apei din lacul de acumulare.

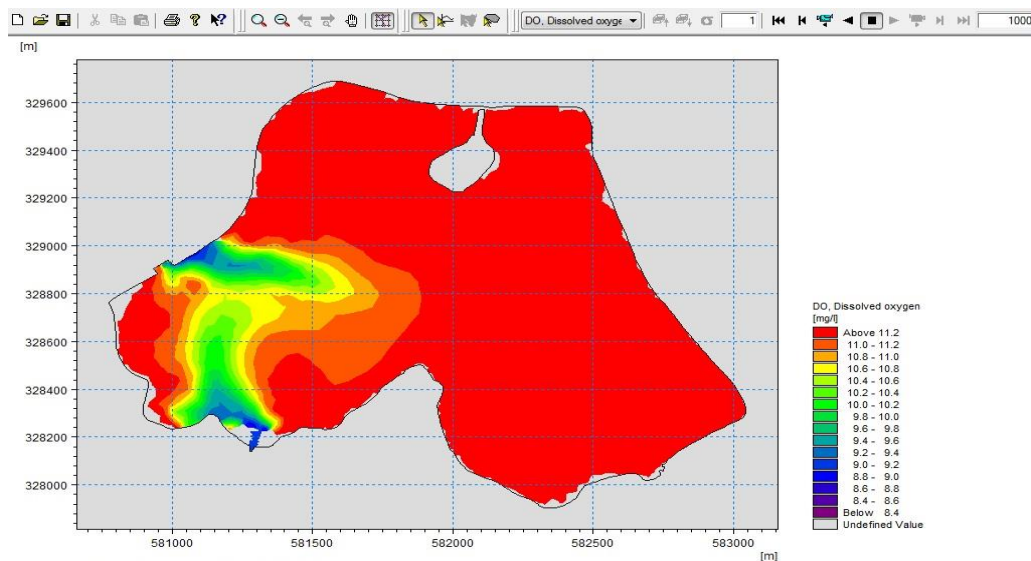
a) Rata de descompunere a BOD: 0,477, Rata de reaerare: 0,35

După ce au trecut șapte zile de la începutul simulării, observăm că nivelul concentrației de oxigen dizolvat în regiunea centrală a lacului este de aproximativ 10,5 mg / l, ceea ce înseamnă că a crescut concentrația de oxigen cu 0,4 mg / l față de ceea ce a fost inițial 10,1 mg / l, datorită oxigenului care intră în lac prin reaerare.



Efectul ratei de descompunere a BOD și a ratei de reaerare asupra DO

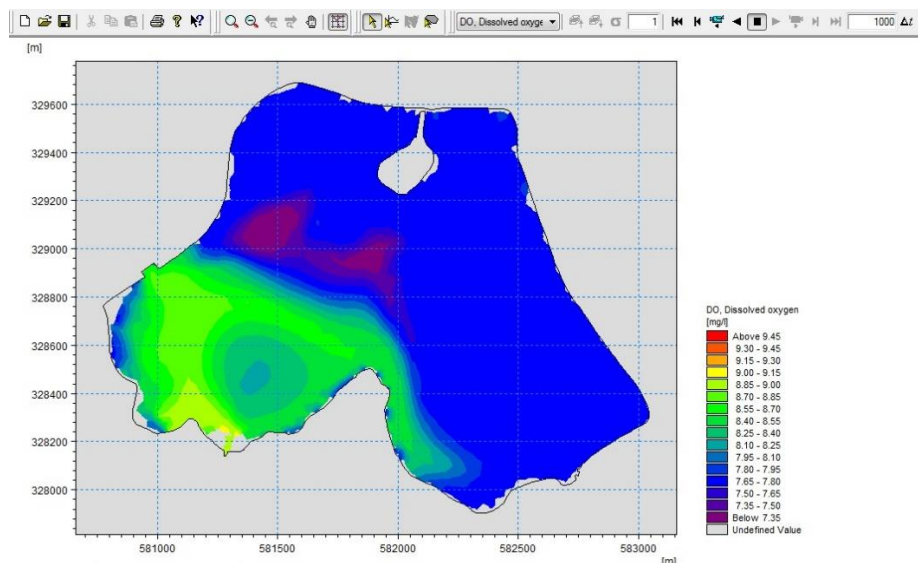
b) Rata de descompunere BOD: 2, rata de reaerare: 1,5



Efectul creșterii ratei de descompunere a BOD și a ratei de reaerare asupra DO

Creșterea ratei de descompunere a BOD de la 0,477 la 2,0 și creșterea ratei de reaerare de la 0,35 la 1,5 au contribuit foarte mult la creșterea concentrațiilor de oxigen dizolvat, concentrația din centrul lacului fiind 12,3 mg / l numai după o săptămână. Menționăm faptul că în simularea anterioară a fost de 10,5 mg / l.

c) Rata de descompunere BOD: 0,2, rata de reaerare: 0,08



Efectul scăderii ratei de descompunere a BOD și a ratei de reaerare asupra DO

Reducând rata de descompunere a BOD și rata de reaerare în rezervor se vor reduce cantitățile de oxigen dizolvat, la fel ca în prima simulare (când descompunerea BOD a fost de 0,477 și rata de reaerare 0,35). Concentrația de oxigen în cea mai mare parte a lacului a atins (9 - 10,5 mg / l). În ceea ce privește această simulare, observăm deficitul de oxigen dizolvat în mijlocul lacului, precum și în zona barajului, unde a ajuns la 7,8-8,4 mg / l, ceea ce înseamnă că a scăzut cu 2 mg / l.

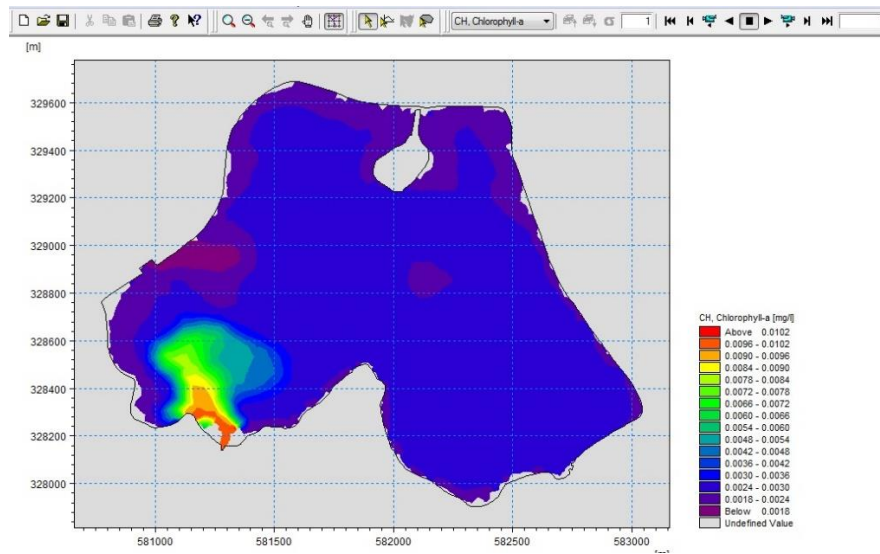
Prin aceste simulări, am pus în evidență cele mai bune valori pentru rata de descompunere a BOD (0,4-1), precum și rata de reaerare (0,35-1), pentru a rezulta concentrații optime de oxigen dizolvat.

5) Simulări pentru clorofilă, fitoplancton și oxigen dizolvat, perioada 01/01/2019 - 24-03 / 2019

Tabelul 4. Date despre clorofilă, debit și oxigen dizolvat pentru rezervorul Lacul Morii

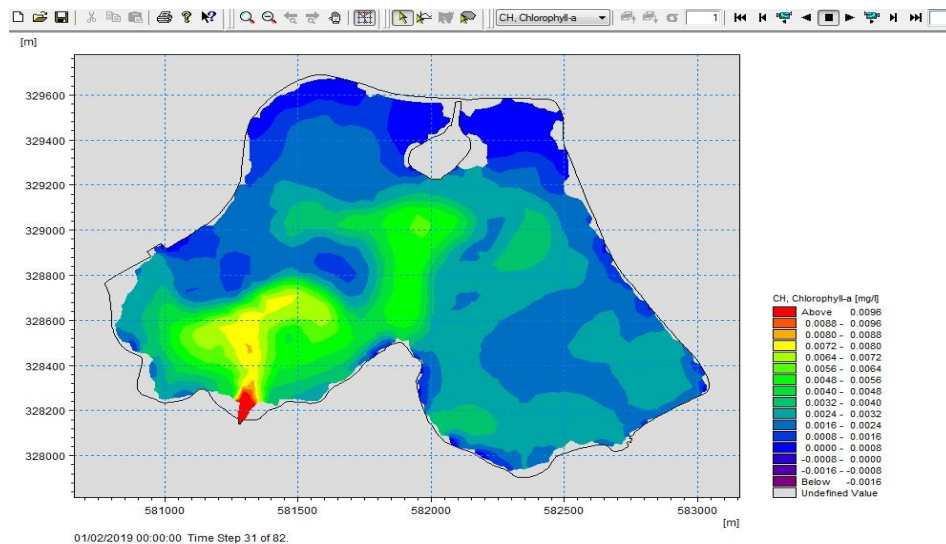
	Dâmbovița	Argeș	Mijlocul lacului	Defluent
clorofila (mg/l)	0.001	0.01	0.003	0.012
debit (m ³ /s)	7	3	-	13
DO (mg/l)	7.15	9	9.18	9.05

a) Clorofila



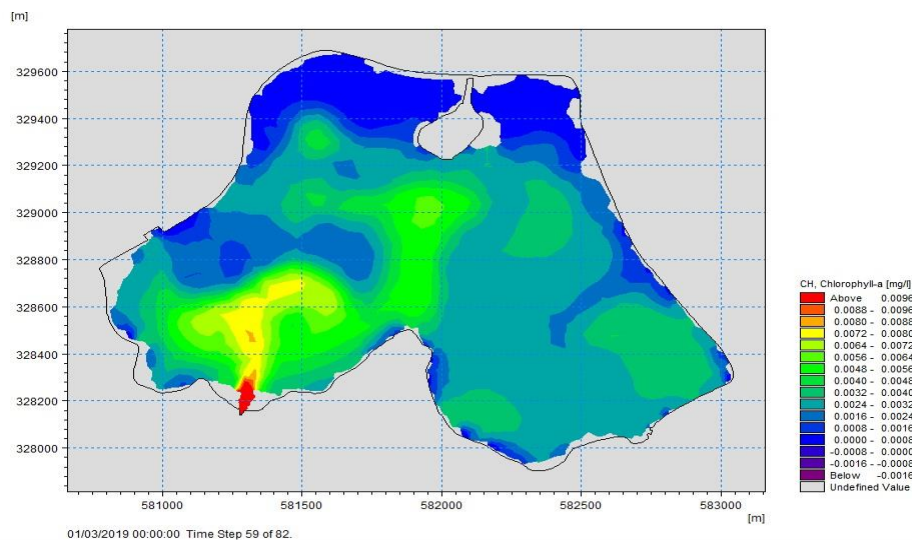
Concentrația de clorofilă în lac după o zi de la începutul simulării

În această simulare am presupus că fluxul de ieșire este mai mare decât fluxul de intrare, pentru a cunoaște efectul asupra concentrației clorofilei. Am presupus că nivelul concentrației de clorofilă prezentă în rezervor este 0,003 mg / l, care este relativ mic. De asemenea, concentrația din Dâmbovița este relativ mică, în timp ce o concentrația intrată din Argeș este bună (0,01 mg / l).



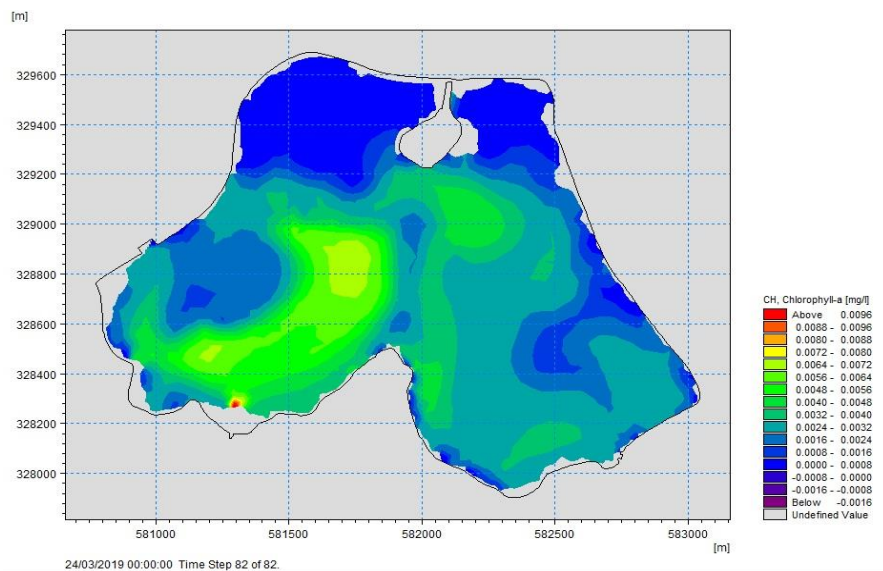
Concentrația clorofilei în lac după o lună de la începutul simulării

După 30 de zile observăm o creștere a concentrației de clorofilă în lac, care a crescut până la 0,001-0,002 mg / l.



Concentrația clorofilei în lac după două luni de la începutul simulării

După două luni de la începutul simulării, observăm o creștere continuă a concentrațiilor de clorofilă, în special în mijlocul lacului, unde concentrația a ajuns la 0,006 mg / l, ceea ce înseamnă că a crescut cu o viteză de 50% (0,003 mg / l a fost concentrare la început). Această creștere este considerată normală datorită introducerii unor cantități importante de clorofilă din Argeș.

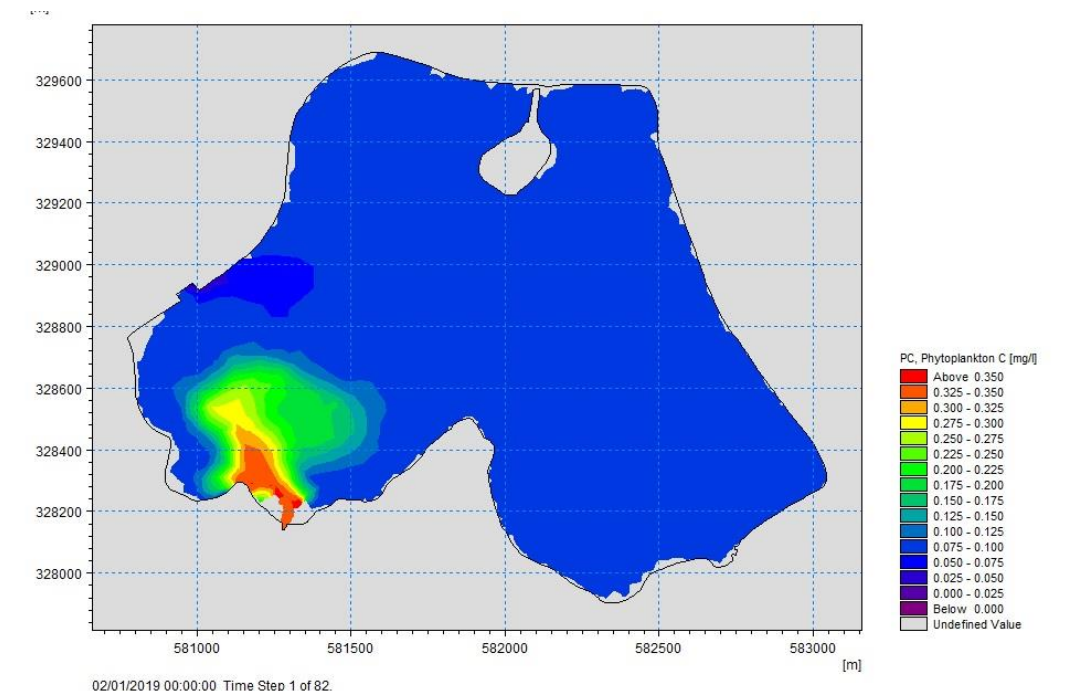


Concentrația clorofilei în lac la sfârșitul simulării (după trei luni)

La sfârșitul simulării, observăm o creștere în concentrațiilor de clorofilă în mod natural, datorită intrării continue a unor concentrații bune din râul Argeș, în condițiile unei creșteri treptate a temperaturii, care a ajutat la dezvoltarea clorofilei în rezervor. Creșterea concentrației de clorofilă

duce la creșterea concentrației de oxigen dizolvat (așa cum se arată în figură). Temperaturile au crescut în aceste simulări după cum urmează: 10 C⁰, 14 C⁰, 21 C⁰. De asemenea, rezultă că creșterea debitului în cazul intrării de apă poluată în lac în scopul proceselor de atenuare și evacuare nu va afecta în mod semnificativ concentrațiile de clorofilă (dar cu temperaturi adecvate, precum și cu intrarea unor concentrații bune în lac, respectiv a substanțelor nutritive în cantități moderate).

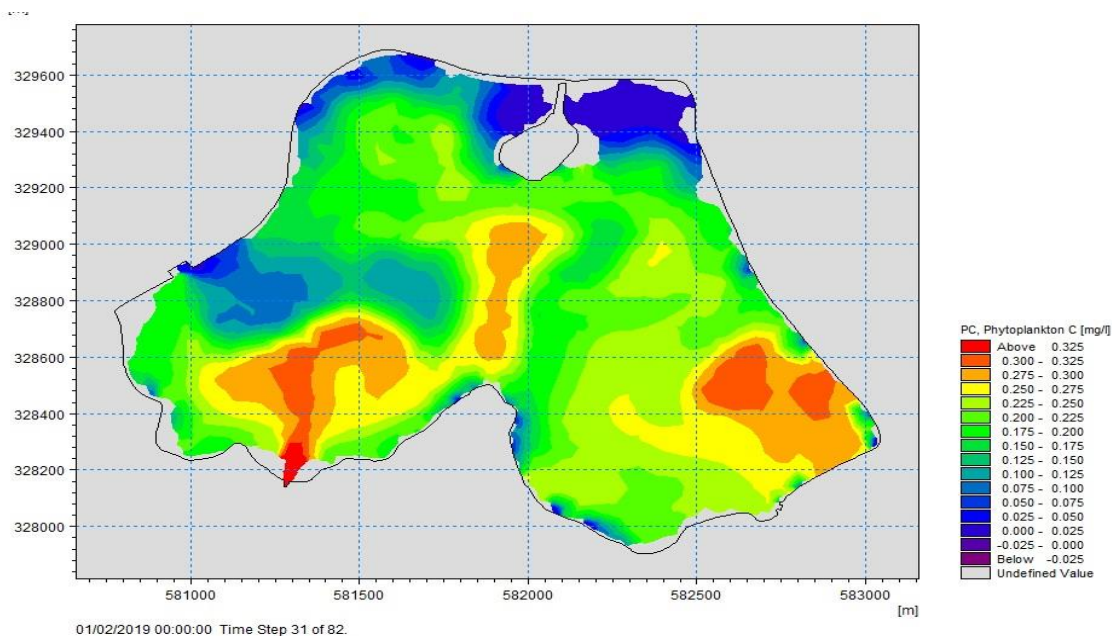
b) Fitoplacton



Concentrația fitoplanctonului în lac după o zi de la începutul simulării

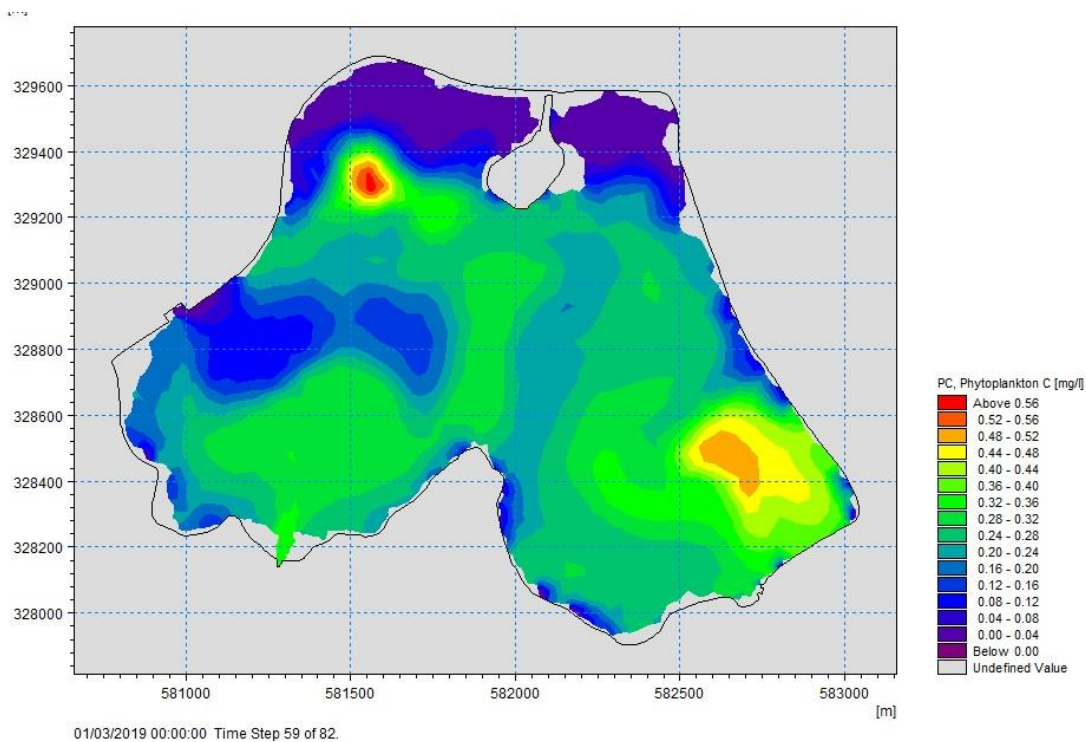
Concentrațiile de fitoplancton sunt calculate de software-ul MIKE, utilizând concentrații de clorofilă, precum și oxigen dizolvat. Cu aceleași concentrații menționate în simularea clorofilei anterioare, observăm că nivelul concentrațiilor a ajuns la următoarele valori:

- În zona barajului: 0,05-0,07 mg / l
- În mijlocul lacului: 0,05-0,08 mg / l

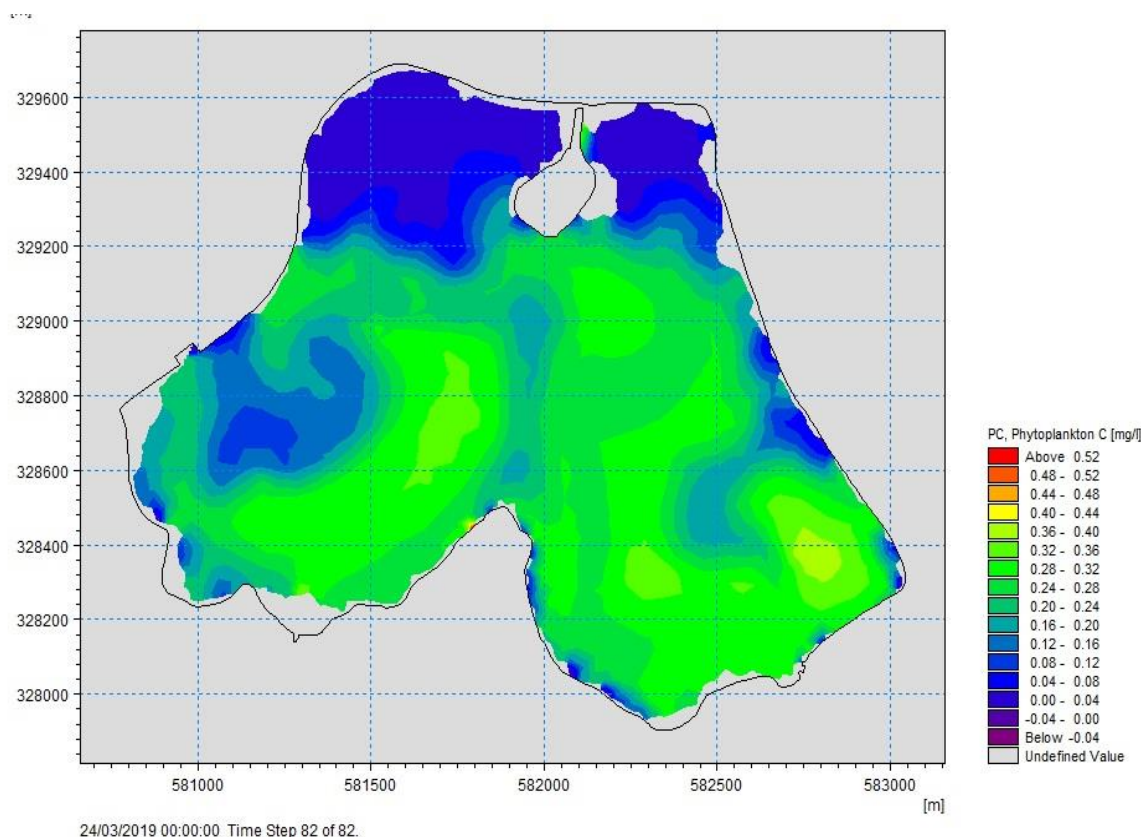


Concentrația fitoplanctonului în lac după o lună de la începutul simulării

Concentrația în zona barajului a ajuns la 0,25-0,33 mg / l, iar în mijlocul lacului a atins 0,25-0,35 mg / l.



Concentrația fitoplanctonului în lac după două luni de la începutul simulării

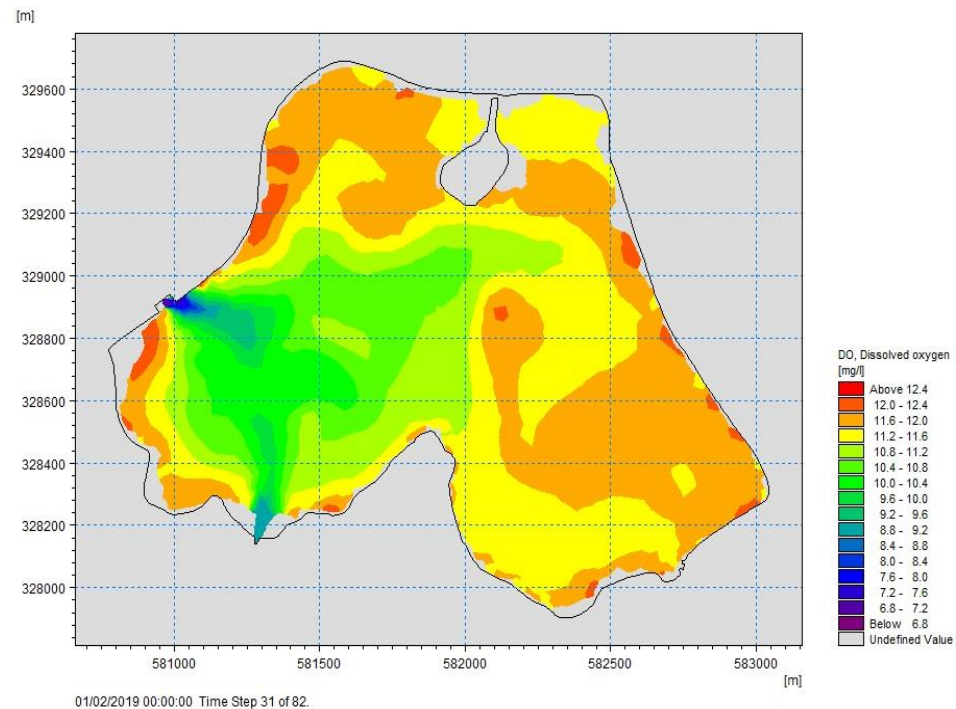


Concentrația fitoplanctonului în rezervor la sfârșitul simulării (după trei luni)

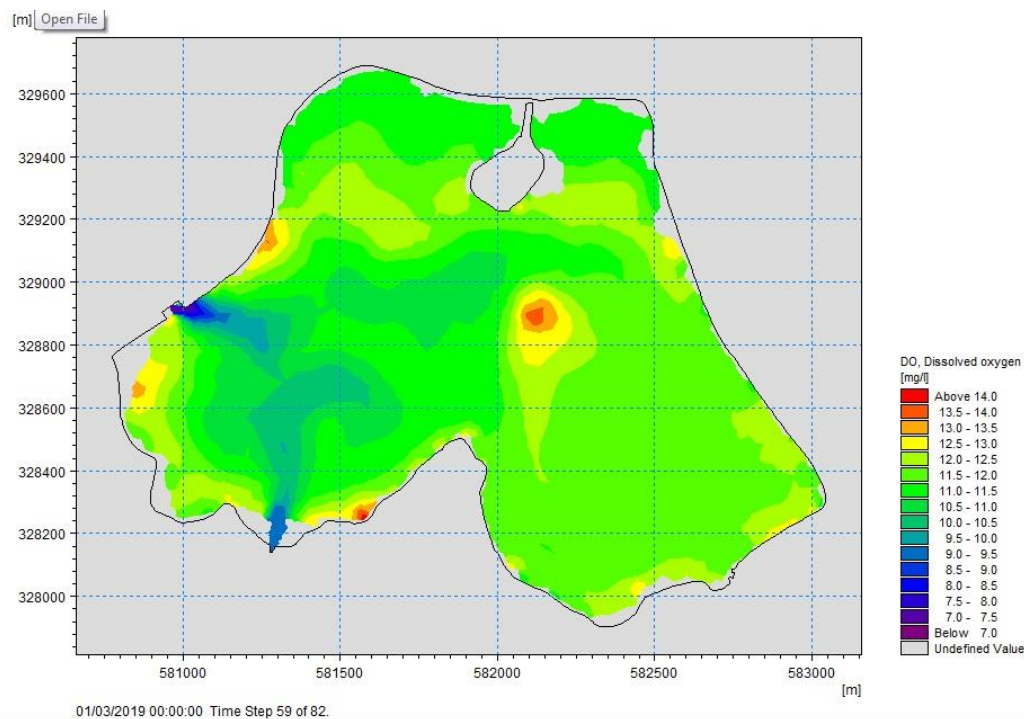
Din cele de mai sus putem observa variația clorofilei și a fitoplanctonului, care depinde de cantitatea de nutrienți care a intrat în lac și de temperatura apei care se schimbă de la un sezon la altul (datorită radiației solare care ajunge la suprafața apei). În programul MIKE Zero observăm o creștere sistematică a concentrației de fitoplacton după terminarea simulării (după 84 de zile), deoarece fitoplactonul din centrul rezervorului a crescut de la 0,05 mg / l la 0,3 mg / l la sfârșit, adică este aproape o creștere de 0,23 mg / l.

Prin simulările anterioare concluzionăm că creșterea temperaturii și abundența clorofilei din sursele interne crește productivitatea fitoplanctonului și prin urmare, o creștere a concentrațiilor de oxigen dizolvat, chiar dacă debitul de evacuare este mai mare decât debitul de intrare.

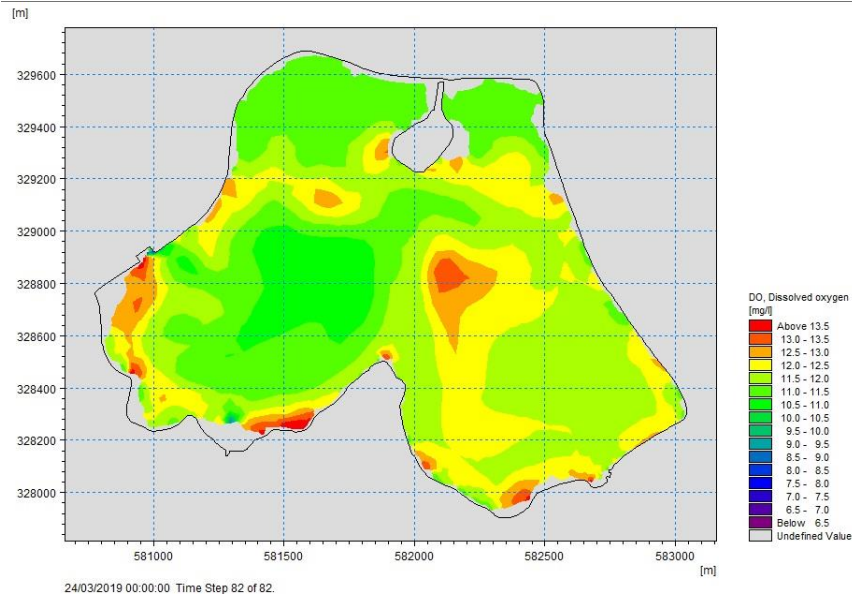
c) Oxigen dizolvat



Concentrația de DO în lac după o lună de la începutul simulării

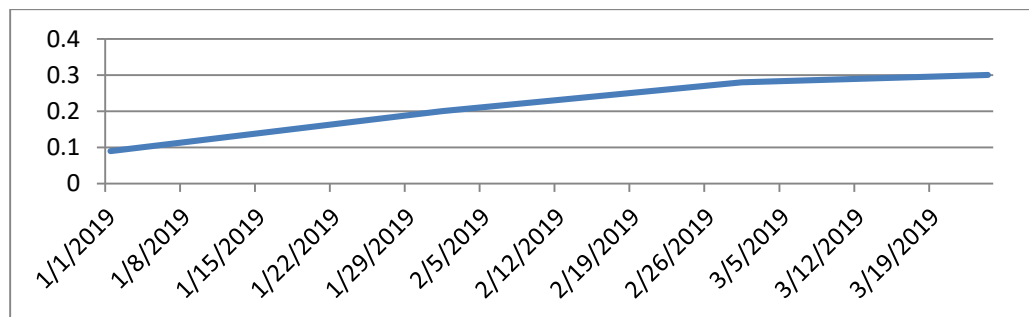


Concentrația de DO în lac după două luni de la începutul simulării

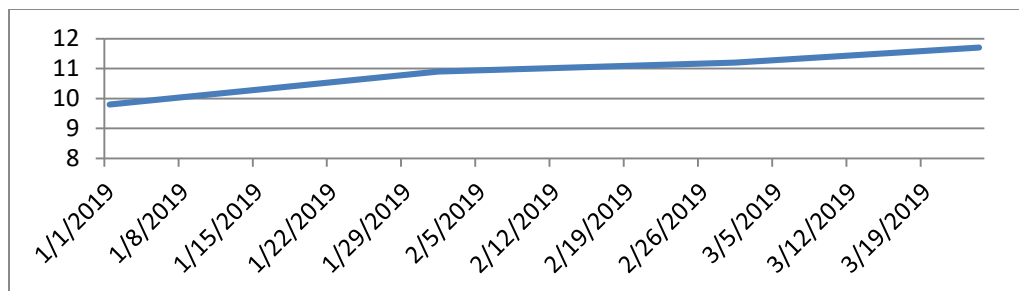


Concentrația DO în lac la sfârșitul simulării (după trei luni)

Din simulările de mai sus putem găsi relația dintre oxigenul dizolvat și fitoplancton în centrul rezervorului, precum și modul în care productivitatea fitoplanctonului va crește cantitatea de DO în lac.



Creșterea populației de fitoplancton în Lacul Morii



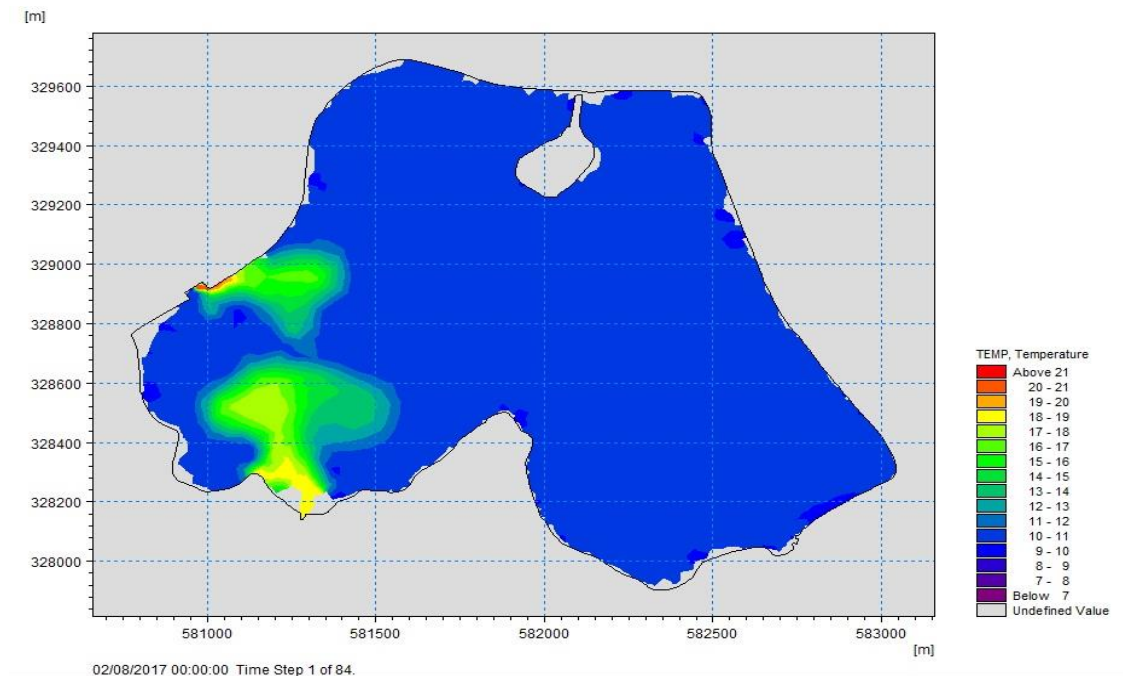
Creșterea concentrației de DO în Lacul Morii

6) Simulare pentru distribuția temperaturii apei în Lacul Morii în perioada (01/08/2019 - 24/10/2019)

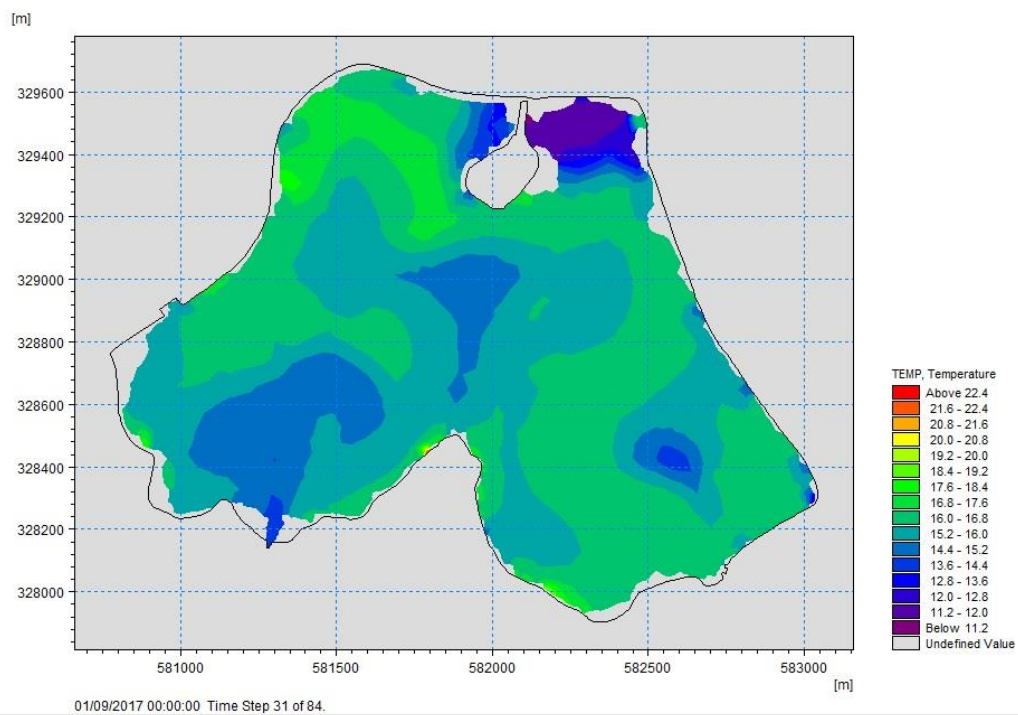
Tabelul 5: Date privind temperatura apei

Data	sursa	Temperatura C ⁰
17/08/2019	Dâmbovita	21
07/08/2019	baraj	27
01/08/2019	Argeș	19
14/09/2019	Dâmbovita	16
14/09/2019	baraj	18
02/09/2019	Argeș	14
23/10/2019	Dâmbovita	12
09/10/2019	baraj	10
01/10/2019	Argeș	11
01/08/2019-24/10/2019	Mijloc	10

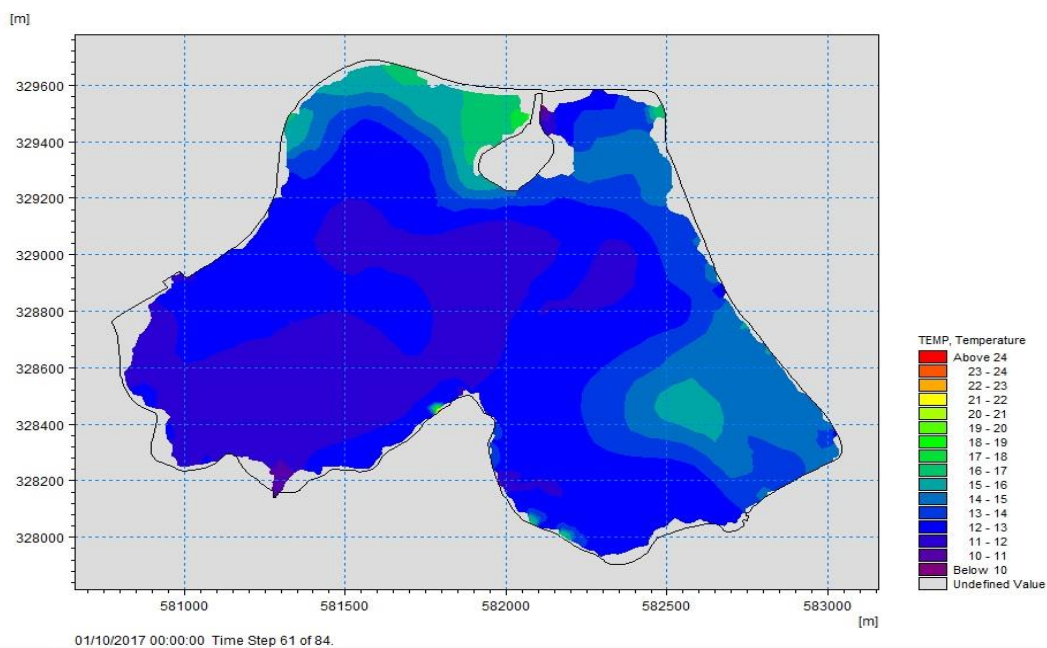
În această simulare vom vedea cum evoluează temperatura apei în lac pentru o perioadă de 84 de zile, pentru următoarele date de intrare: debite - Argeș ($3 \text{ m}^3 / \text{s}$), Dâmbovița ($7 \text{ m}^3 / \text{s}$) și defluent ($10 \text{ m}^3 / \text{s}$), la un nivel constant al apei în lac (82 m).



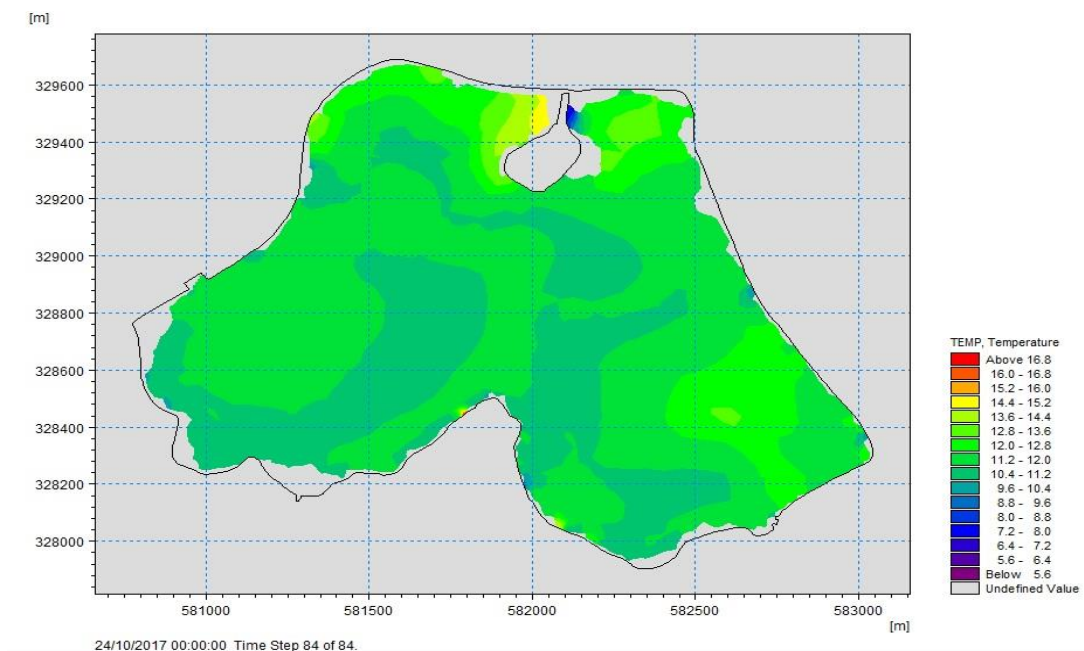
Distribuția temperaturii în lac după o zi de la începutul simulării



Distribuția temperaturii în lac după o lună de la începutul simulării



Distribuția temperaturii în lac după două luni de la începutul simulării



Distribuția temperaturii în lac la sfârșitul simulării (după trei luni)

Modificările temperaturii apei pot perturba ciclurile de viață ale viețuitoarelor acvatice. Aportul de temperatură a apei din râuri afectează cantitatea de DO și de aluviuni în suspensie din lac și influențează reacțiile chimice.

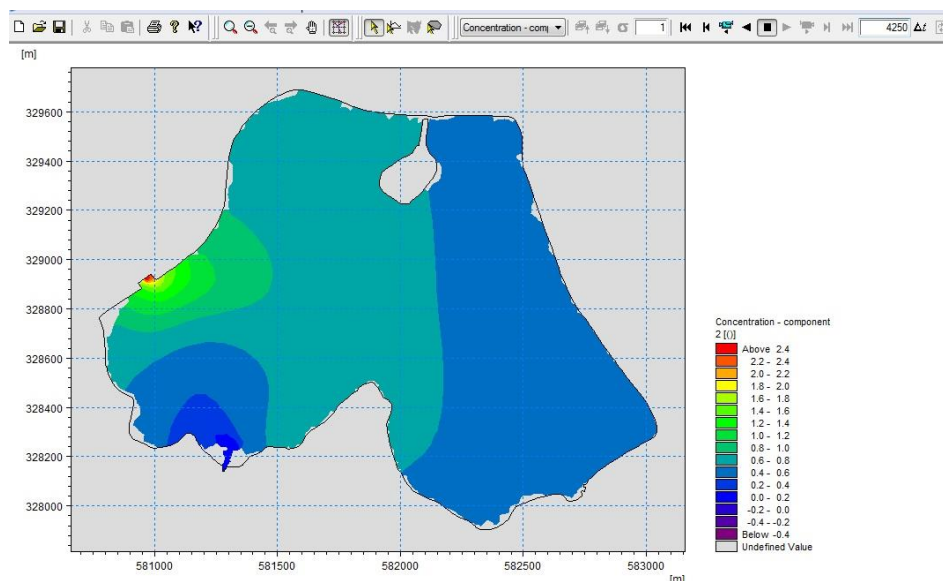
7) Simulare pentru produse petroliere

Petrolul este unul dintre cei mai periculoși poluanți, deoarece o cantitate mică din acesta este suficientă pentru a amenința viețile oamenilor și ale altor organisme vii. Datorită densității diferite a fluidelor, petrolul plutește fie pe suprafața apei, fie este semi-submers în lac sau râu. De asemenea, interacțiunea substanțelor petroliere cu apa de mare diferă datorită prezenței sării care modifică densitatea apei.

a) Simulare 2013 produse petroliere

Pentru simulare, a fost luată în considerare un poluant din râul Dâmbovița cu concentrație (0,301 mg / l) timp de o lună. Am presupus că nivelul apei a fost constant (82m). Temperatura este de asemenea

constantă (13°C). Debitul din Argeș ($1 \text{ m}^3 / \text{s}$) și de la Dâmbovița ($7 \text{ m}^3 / \text{s}$) și debitul de ieșire din rezervor ($8 \text{ m}^3 / \text{s}$), reprezintă intrarea respectiv ieșirea pentru perioada de simulare.



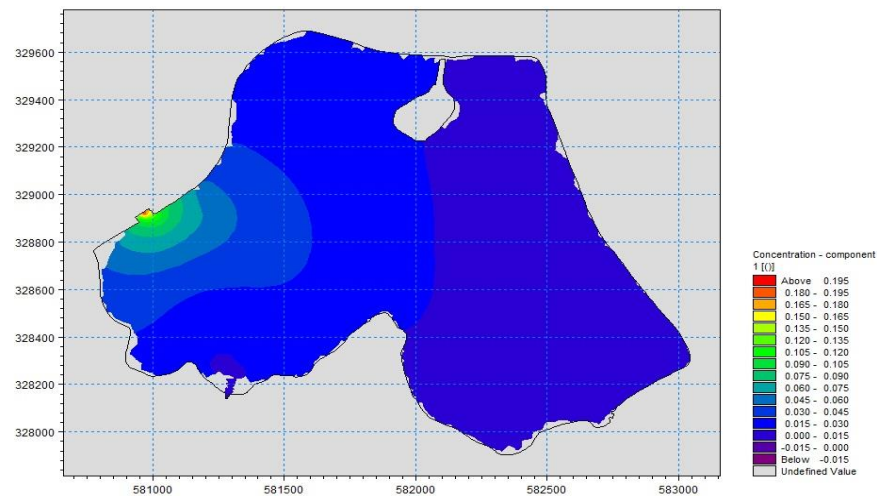
Dispersia produselor petroliere după 30 de zile arată că o valoare ridicată a dispersiei în lac

La o săptămână de la începutul simulării, concentrația de poluant a atins $0,2\text{-}0,3 \text{ mg} / \text{l}$ în mijlocul lacului. După ce simularea s-a încheiat (după 30 de zile), concentrația de poluanți din mijlocul lacului a atins $0,9 \text{ mg} / \text{l}$. În ceea ce privește zona barajului, concentrația a ajuns la $0,4\text{-}0,6 \text{ mg} / \text{l}$ în decurs de o lună. Coeficientul de dispersie utilizat a facilitat această proces ($0,4$). Pentru a reduce concentrația poluantului și efectul acestuia, debitul trebuie crescut de la sursa Argeș (care nu conține poluanți, ci numai apă curată). Apoi, creșterea debitului de evacuare din rezervor pentru a fi mai mare decât afluxul, folosind debitul de diluare din râul Argeș și procesul de evacuare ca instrument de gestionare a calității apei influențează favorabil calitatea apei din lac. Aceeași metodă de atenuare poate fi folosită pentru orice tip de poluant din lac.

- Simulare pentru produsele petroliere din rezervor după procesul de evacuare, pentru o săptămână

În prima simulare, în lac a intrat un poluant din raul Dâmbovița cu concentrație de $(0,301 \text{ mg} / \text{l})$, timp de o săptămână. Evacuarea debitelor din lac a crescut de la $(8 \text{ m}^3 / \text{s})$ la $(10 \text{ m}^3 / \text{s})$, iar afluxul din Argeș (presupunând o sursă necontaminată) a crescut de la $(1 \text{ m}^3 / \text{s})$ la $(2 \text{ m}^3 / \text{s})$, menținând în același timp un

debit constant de intrare din Dâmbovița ($7 \text{ m}^3 / \text{s}$). La o săptămână după ce poluantul a intrat în lac prin râul Dâmbovița și după creșterea debitului defluent și creșterea afluxului din Argeș, observăm:

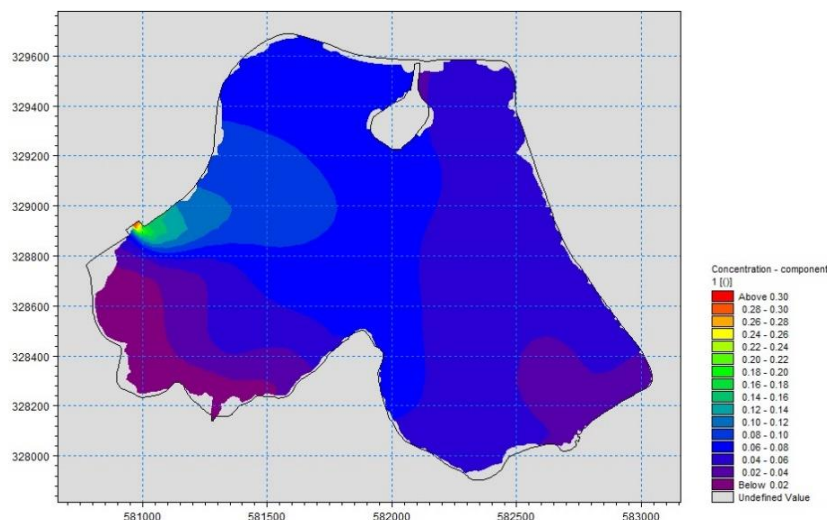


Dispersia produselor petroliere în lac la debitul de evacuare $10 \text{ m}^3 / \text{s}$, nivelul apei din lac 81,2 m

La o săptămână după ce poluantul a intrat în lac prin râul Dâmbovița, respectiv după creșterea debitului defluent și creșterea afluxului din Argeș, se constată următoarele:

- Nivelul apei a scăzut de la 82 m la 81,2 m.
- Concentrația de poluant a atins ($0,045\text{--}0,06 \text{ mg} / \text{l}$) în mijlocul lacului, ceea ce înseamnă că concentrația de poluant este mai mică decât cea din simularea anterioară (când concentrația de poluanți a fost $0,2 \text{ mg} / \text{l}$).

În a doua simulare am presupus intrarea aceluiași poluant cu aceeași concentrație și aceleași condiții, dar fluxul de ieșire a fost crescut de la $8 \text{ m}^3 / \text{s}$ la $13 \text{ m}^3 / \text{s}$, iar fluxul provenit din Argeș a crescut de la $1 \text{ m}^3 / \text{s}$ la $3 \text{ m}^3 / \text{s}$. Debitul afluent din Dâmbovița s-a păstrat același ($7 \text{ m}^3 / \text{s}$).



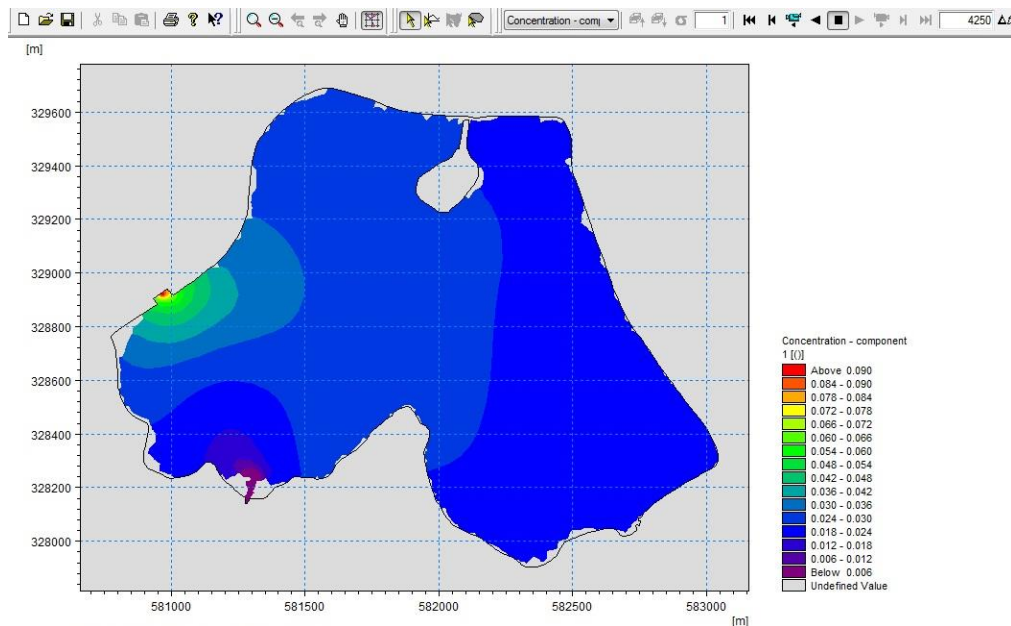
Dispersarea produselor petroliere după evacuarea a $13\text{m}^3 / \text{s}$, cota suprafeței libere $79,8 \text{ m}$

După terminarea simulării observăm că nivelul apei a scăzut de la 82 m la $79,8 \text{ m}$. Concentrația de poluant a atins $(0,06\text{-}0,07 \text{ mg} / \text{l})$ în mijlocul lacului și $(0,01\text{-}0,02)$ în zona barajului.

În ambele simulări, am obținut rezultate bune pentru a elimina poluantul cât mai curând posibil din rezervor prin creșterea fluxului din Argeș și creșterea debitului de evacuare, mai ales în a doua simulare, unde concentrația de poluanți a atins cele mai scăzute niveluri în zona barajului și la intrarea din Arges.

b) Simulare 2015 produse petroliere

A fost luat in considerare o poluare din râul Dâmbovița cu concentrație $(0,06 \text{ mg} / \text{l})$, timp de o lună. Am presupus că temperatura este constantă (22C°). Alte date de intrare: debitul din Argeș ($3\text{m}^3 / \text{s}$), Dâmbovița ($7\text{m}^3 / \text{s}$) și ieșirea din rezervor ($10\text{m}^3 / \text{s}$), nivelul apei constant 82m , fluxul de intrare este egal cu fluxul de ieșirea. Evaporarea și precipitațiile sunt presupuse zero. Scopul acestei simulări este de a cunoaște efectul poluantului asupra calității apei după o perioadă de timp și de a-l compara cu rezultatele anterioare ale simulării (când concentrația de poluanți a fost de $0,301 \text{ mg} / \text{l}$) pentru aceeași perioadă de timp.

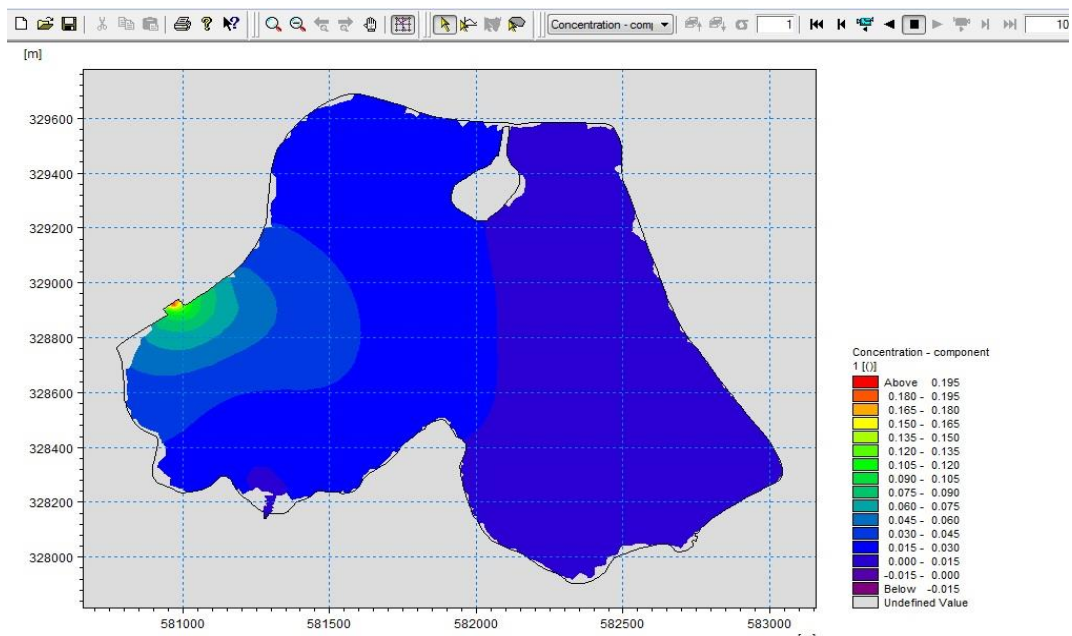


Produse petroliere în rezervor după 30 de zile

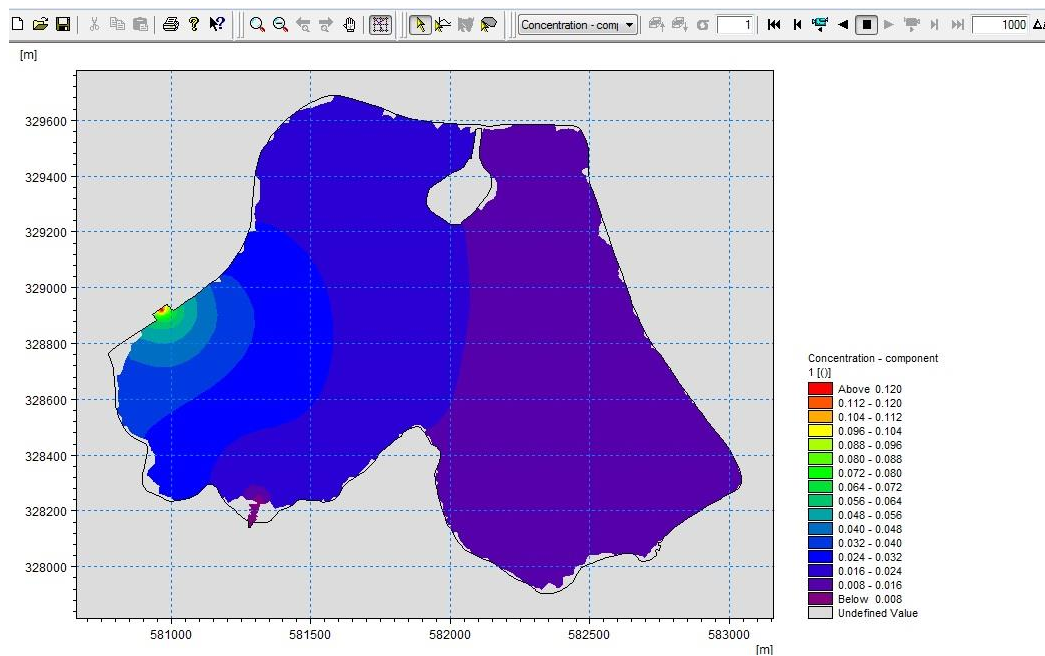
După ce simularea s-a încheiat, poluantul s-a răspândit în lac (de la sursă la zona barajului), concentrația de poluant în mijlocul lacului a atins (0,03 - 0,035 mg / l), care este mult mai mică decât în simularea anterioară, când a atins (0,9mg / l). În zona barajului a ajuns un flux cu concentrație scăzută (0,015-0,03 mg / l). Concentrația de poluanți în acest caz din râul Dâmbovița a fost scăzută. Intrarea unei surse de apă pură din Argeș a contribuit la reducerea efectului poluantului. Continuând acestui proces, poluantul va ajunge la concentrații mai reduse fără a fi nevoie de cantități mari de evacuat.

- Compararea efectului ratei de dispersie pentru modelul de transport pe produse petroliere timp de o săptămână.

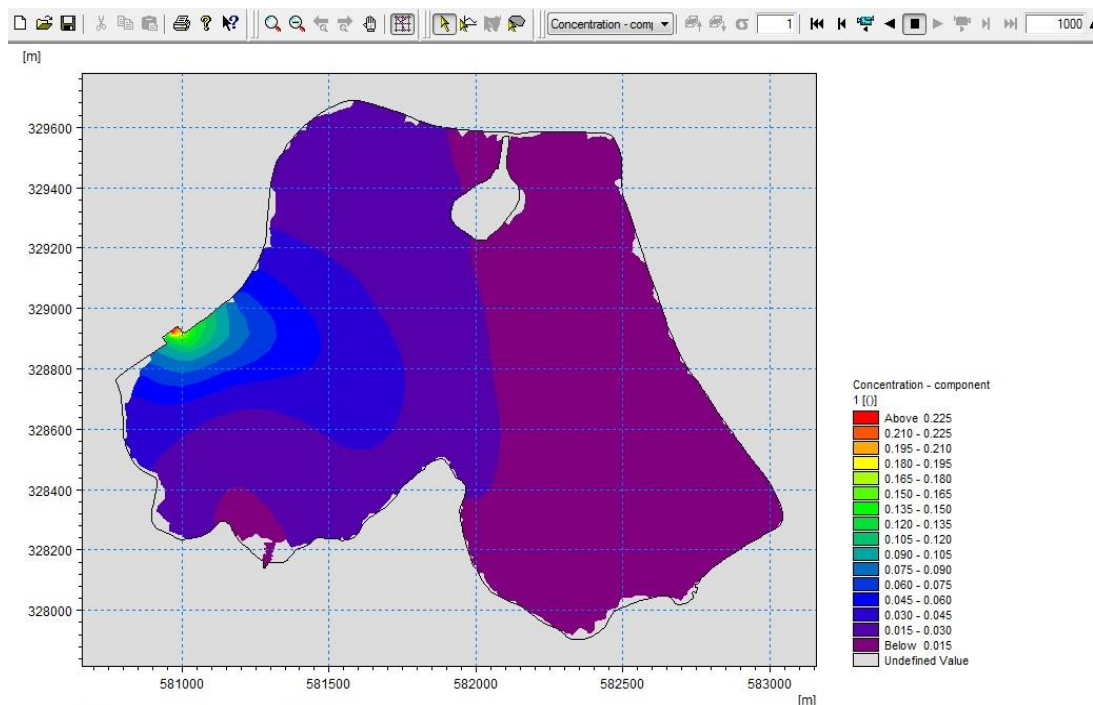
În următoarele simulări, am utilizat diferite valori ale ratei de dispersie a poluanților de petrol pentru a studia efectul asupra poluantului și răspândirea acestuia în rezervor. Condițiile de simulare au fost constante: fluxul Dâmboviței ($7\text{m}^3 / \text{s}$), Q Argeș ($3\text{m}^3 / \text{s}$) și defluentul Q ($10\text{m}^3 / \text{s}$). Nivelul apei este constant (82m), temperatura este constantă (18C^0). Simulările au o durată de 7 zile. Concentrația de poluant care a intrat din Dambovita (0,301 mg / l), rata de evaporare și precipitare este zero. Rata de dispersie a fost utilizată după cum urmează (0,8; 2,0; 0,4).



Efectul ratei de dispersie la 0,8. Concentrația de poluant din mijlocul lacului a atins (0,02- 0,04mg / l), iar în zona barajului a ajuns în intervalul (0,015-0,02 mg / l)



Efectul ratei de dispersie la 2,0. Concentrația de poluant din mijlocul lacului a atins (0,04 - 0,05mg / l), iar în zona barajului a ajuns (0,016-0,025 mg / l)



Efectul ratei de dispersie la 0,4. Concentrația de poluant din mijlocul lacului a atins (0,015-0,03mg / l), iar în zona barajului a ajuns este > 0,015 mg/l

Din simulările anterioare observăm efectul ratei de dispersie care afectează prezența concentrațiilor de poluanți în rezervor. Rata de dispersie mai mică duce la o concentrație mai mică de contaminanți pe suprafața apei. Dar efectul său nu este foarte mare, deoarece se poate observa diferența dintre concentrațiile de poluant atunci când rata de dispersie a fost 2,0 și concentrațiile când rata de dispersie a fost de 0,4. Cu toate acestea, efectul ratei de dispersie a unui anumit poluant va fi mare la concentrații mai mari ale poluantilor.

Concluzii și contribuții personale

Concluzii generale

Considerarea tuturor efectelor sociale, de mediu și economice, atât pozitive, cât și negative ale barajelor și lacurilor de acumulare este cea mai dificilă problemă de rezolvat într-o manieră acceptabilă pentru toate părțile interesate.

- Construcția barajelor și crearea unor lacuri de acumulare mari au un efect semnificativ în mediul terestru și fluvial, transformat de fapt într-un mediu nou. Complexul de impacturi afectează componentele umane, biologice, atmosferice și terestre ale mediului.
- Barajele au multe efecte pozitive asupra mediului. Condițiile de mediu sunt îmbunătățite atunci când practicile de gestionare a apei reglează și cresc debitele în perioadele de ape mici, scad eroziunea, controlează inundațiile, minimizează risipa de apă, cultivă zonele deșertice și îmbunătățesc standardele sanitare și de sănătate. Barajele contribuie în mod semnificativ la îndeplinirea cerințelor de aprovizionare cu apă ale societății; în același timp, furnizează o sursă de energie electrică regenerabilă și nepoluantă
- Lacurile de acumulare rețin sedimente, diminuând capacitatea acestora de a regla regimul debitelor. Cu toate acestea, măsurile speciale de gestionare a sedimentelor și practicile de gospodărire a apelor la nivel bazinal pot și permit evitarea colmatării (umplerea cu sedimente), asigurând astfel capacitatea lor de a-și îndeplini scopurile prevăzute. Toate râurile transportă aluviuni în cantități foarte diferite. Un conținut ridicat de solide în suspensie constituie o problemă a calității apei, limitând astfel utilizarea apei. Deși depunerea sedimentelor în lac poate îmbunătăți calitatea apei din aval, reținerea acestora reduce debitul solid în aval. Fără o cantitate de sedimente adecvată, va avea loc o eroziune crescută a patului albiei din aval până la stabilirea unui nou echilibru.
- Barajele mari contribuie la încălzirea globală și induc cutremure. Metanul, dioxidul de carbon și oxidul de amoniu emis de lacurile de acumulare reprezintă rezultatul descompunerii vegetației și a solurilor și a materiei organice din lac. Gazele sunt eliberate la suprafața apei, la turbinare, la deversare precum și în aval de baraj.
- Inundarea chiuvetei lacului de acumulare este adesea asociată cu creșterea substanțială a substanțelor nutritive și a nivelului de minerale care provoacă, pe de o parte, efecte benefice, cum ar fi o productivitate mai mare, dar și un efect negativ, inclusiv proliferarea algelor, precum probleme organoleptice.
- Procesul de eutrofizare, în special vara, trebuie controlat prin îndepărtarea algelor folosind echipamente specifice, precum și prin controlul concentrațiilor de nutrienți care intră în lac.
- Prezența oxigenului dizolvat într-un râu este unul dintre principalele teste ale calității bune a apei. Un conținut ridicat de oxigen dizolvat din apă este foarte important pentru viața acvatică. Apa săracă în oxigen dizolvat poate dăuna organismelor acvatice și face ca apa să nu poată fi băută. Dacă se anticipează concentrații scăzute de oxigen în lacurile cu metale grele din sedimente, aceste substanțe toxice pot fi eliberate ca urmare a reacțiilor chimice anoxice.

- Descompunerea materiei organice din sol și sedimentarea organismelor planctonice poate conduce la epuizarea oxigenului dizolvat în straturile profunde ale lacului și la eliberarea unei concentrații ridicate prin reducere de substanțe cu un grad ridicat de toxicitate, cum ar fi sulfurile, fierul și manganul, precum și mercur organic.
- Stratificarea termică afectează în mod direct cantitatea de oxigen dizolvat, influențează reacțiile chimice și are efecte asupra ciclului biologic al lacului.
- Barajele și lacurile create de acestea influențează direct și indirect mediul în toate elementele sale (biotop, biocenoză și ecosisteme) și impactul caracteristic (în amonte, în lac, în aval și în zonele limitrofe)
- Principalele efecte ale barării, percepute în lac sunt: instabilitatea biotică în primii 3-5 ani, stimularea descompunerii bacteriilor, reducerea cantității de oxigen dizolvat, modificarea dinamicii ciclului P și N, modificarea dinamicii sedimentelor, modificarea distribuției speciilor de pești și întreruperea căilor de migrație a acestora, suplimentarea nutrienților pentru larvele insectelor, favorizarea fenomenelor secundare legate de poluare etc

Principalele rezultate și contribuții personale

- Prin utilizarea software-ului MIKE Zero, se pot obține prognoze ale calității apei în lac. Pe baza rezultatelor modelului, este posibil să se cunoască concentrațiile de oxigen din toată masa lacului, precum și concentrațiile unui poluant specific și cum poate fi controlat.
- Concentrațiile de DO și BOD din lac depind puternic de valoarea ratei de reaerare și de rata de degradare a CBO
- Vântul ca factor de reaerare ajută la îmbunătățirea calității apei, deoarece vântul favorizează procesul de amestecare mai rapidă a concentrațiilor care intră în rezervor, ceea ce conduce la o reducere mai rapidă a valorilor de BOD
- Creșterea debitului evacuat din lac în caz de poluare accidentală nu va influența semnificativ concentrațiile de clorofilă din lac
- O creștere a cantităților de clorofilă conduce la creșterea masei de fitoplancton și astfel la o creștere a concentrațiilor de oxigen. Acest lucru a fost constatat în simularea clorofilei și a fitoplanctonului; când concentrațiile de fitoplancton au crescut de la 0,05 mg/l la 0,3 mg/l, concentrațiile de oxigen au crescut de la 9,18 mg/l la 12,5 mg/l în aceeași perioadă de timp.
- Temperaturile mai ridicate ajută foarte mult la creșterea concentrațiilor de clorofilă, dar trebuie controlate pentru a preveni producerea procesului de eutrofizare
- Concentrația și răspândirea oricărui poluant în apele de suprafață este direct afectată de valorii ratei de dispersie
- Masa poluantului de tip petrolier intrat în lac poate fi redusă prin creșterea debitului evacuat din lac. Dar această creștere trebuie să fie în cantități rezonabile și proporțională cu nivelul apei din lac și al intrărilor în lac. Cu toate acestea, evacuarea unui debit majorat va conduce la o

răspândire rapidă a poluantului. Fluxul crescut, împreună cu nivelul scăzut al apei ajută poluarea să se răspândească mai repede în masa lacului; când debitul a crescut de la 8m³/s la 10m³/s, concentrația de poluanți a atins 0,045mg/l în centrul lacului, dar când debitul a crescut de la 8m³/s la 13m³/s, concentrația poluantului a atins 0,06 mg/l .

- Când concentrațiile scăzute ale unui anumit poluant, cum ar fi de exemplu petrolul, intră în lac, aflusul care conține apă cu o calitate bună (râul Argeș, de exemplu) ar trebui să crească pentru a favoriza diluția și evacuarea. Această măsură ar trebui să fie însoțită de o creștere similară a debitului evacuat pentru a menține nivelul apei din lac.
- Valorile pH-ului, cuprinse între 6-8, au fost considerate ideale pentru perioada studiată. Valori mai mici decât 7 (caracter acid) provoacă daune mari vieții acvatice
- Lacul Morii are o situație privilegiată, fiind alimentat nu numai de Damabovița, ci și de râul Argeș, care are apă curată. Introducerea apei de bună calitate din Argeș a ajutat foarte mult la reducerea valorilor de BOD în timpul episoadelor de poluare. De asemenea, debitul provenit din Argeș are o contribuție majoră la reducerea concentrației de produse poluante petroliere.
- Concentrațiile de BOD trebuie controlate, mai ales vara. Cele mai ridicate concentrații de BOD au fost înregistrate în timpul verii pentru perioada de timp studiată, afectând considerabil calitatea apei din rezervor. În majoritatea țărilor lumii valoarea BOD ar trebui să fie mai mică de 2,5 mg/l.
- Anumite metode trebuie utilizate pentru omogenizarea amestecului în lac în perioadele critice, cum ar fi turbinele sau pompele de aerare, care au costuri reduse în raport cu beneficiile pentru mediu. Pe baza rezultatelor simulării, concentrația de oxigen a crescut după creșterea gradului de reaerare, îmbunătățind astfel claritatea apei și viața acvatică
- Din punctul meu de vedere, ar trebui acordată mai multă atenție și grijă calității apei din Lacul Morii. Pe măsură ce debitul ajunge în centrul Bucureștiului (Piața Unirii), calitatea slabă a apei din lac poate conduce la un aspect inacceptabil pentru unele zone ale orașului. Creșterea investițiilor în jurul Lacul Morii, cum ar fi construirea de terase sau activități sportive, va crește beneficiile economice și va dezvolta zonele limitrofe.
- Rezultate mai precise sunt obținute pe măsură ce timpul de simulare crește. Prin urmare, simulările trebuie efectuate folosind un computer de mare viteză pentru a obține rezultate cât mai rapid. În același timp, sunt necesare informații exacte pentru a crea o batimetrie corectă și pentru a evita erorile care pot apărea în timpul simulării cu MIKE Zero. În această teză, batimetria Lacului Morii a fost obținută prin utilizarea coordonatelor stereo 70 și a mediului ARCGIS.
- Pentru a obține rezultate mai precise, trebuie introduse toate variabilele și constantele solicitate de software, cum ar fi precipitațiile, evaporarea etc. Dar cea mai mare provocare o constituie obținerea acestor date.

Bibliografie selectivă

1. ICOLD (1980), "*dams and the environment*".
2. International Commission on Large Dams "*Dams and Environment, Socioeconomic Impacts*," Bulletin No. 86, , Paris, France, 1992.
3. USCOLD "*The Role of Dams in the 21st Century*," June 1992.
4. Chen H,XU Z and LI M (2010), "*the relation between large reservoirs and seismicity*".

5. Badea I., marinescu p. *recalls from Dambovita epic*, viitorul romanesc publishing house, bucharest 1998.
6. Carpenter, S. et al. "Nonpoint Pollution of Surface Waters with Phosphorus and Nitrogen." *Issues in Ecology* 3 (1998).
7. Puckett, L. J. *Nonpoint and Point Sources of Nitrogen in Major Watersheds of the United States*. Water-Resources Investigations Report 94-4001 (1994).
8. Arar EJ, Collins GB. 1997. *US Environmental Protection Agency method 445.0: in vitro determination of chlorophyll a and pheophytin a in marine and freshwater algae by fluorescence*.
9. Zimmerman, L. (n.d.). *Phytoplankton. In Biological Resources*.
10. Wetzel, R. G. (2001). *Limnology: Lake and River Ecosystems* (3rd ed.). San Diego, CA: Academic Press.
11. Chapra SC. *Surface water-quality modeling*. Waveland press; 2008.
12. Jeyapalan, J. K., Duncan, J. M., & Seed, H. B. (1983). *Investigation of flow failures of tailings dams. Journal of geotechnical engineering*, 109(2), 172-189.
13. Choi, K.W. and J.H.W. Lee, (2007), *Distributed Entrainment Sink Approach for Modeling Mixing and Transport in the Intermediate Field*, J. Hydraulic Eng. 133 (7), 804-815.
14. Geernaert G.L. and Plant W.L (1990), *Surface Waves and fluxes*, Volume 1 - Current theory, Kluwer Academic Publishers, The Netherlands.
15. Tchobanoglous G, Burton FL, Stensel D. *Wastewater engineering: Treatment and reuse*. New York: McGraw-Hill; 2003.