

MODELIMI I PROBLEMIT ENERGETIK NË VEND SI NJË PROBLEM OPTIMIZIMI ME SHUMË QËLLIME

AURORA FERRJA (SIMONI)¹, BESIANA ÇOBANI^{2, 3}, HURMA DEMAJ³,
ARBESA KAMBERT⁴

^{1,2}Universiteti i Tiranës, Fakulteti i Shkencave të Natyrës, Departamenti i
Matematikës së Aplikuar dhe Departamenti i Matematikës

³Instituti i Statistikave, Drejtoria e Përgjithshme e Teknologjisë së Informacionit dhe
Mbledhjes së të dhënave, Sektori i Metodologjisë

⁴Korporata Elektroenergetike Shqiptare, Departamenti i Shfrytëzimit, Sektori i
Analizës dhe Programimi

e-mail: aurora.simoni@fshn.edu.al

Përmbajtje

Vendi ynë duke qenë në grupin e vendeve në zhvillim, përballet me një ndryshim të fortë pozitiv në ekonomi, turizëm, infrastrukturë, përgjithësisht në çdo fushë të jetës shoqërore dhe ekonomike. Pa dyshim që një rol të rëndësishëm në këtë zhvillim luan sektori i energjisë elektrike. Qëllimi kryesor i korporatës energetike është plotësimi i kërkesave që ka vendi në kushte optimale, pra që njësitë gjeneruese të arrijnë prodhimin maksimal duke mos shkaktuar njëkohësisht përmbytje në tokat afër hidrocentraleve. Kërkesa kryesore për energji deri më sot mbulohet nga burime hidrike të ndërtuara në kaskadën e Drinit, burime të cilat nëse nuk kontrollohen mund të ndikojnë në katastrofa natyrore. Edhe pse nuk është i lehtë parashikimi për këto rreziqe, trajtimi dhe zgjidhja e situatave të tilla duhet marrë në konsideratë. Në këtë studim modelohet funksionimi optimal i një sistemi hidrik me shumë rezervuare, siç është edhe kaskada në lumin Drin, në një problem optimizimi me shumë qëllime MOOP (Multi Objective Optimization Problem). Qëllimi i modelit është studimi i njëkohshëm i prodhimit optimal në hidrocentrale dhe kontrollimi i përmbytjeve që mund të shkaktohen. Synimi i këtij punimi është përdorimi i teknikës MOPSO (Multi Objective Particle Swarm Optimization) për zgjidhjen e problemit konkret, që paraqitet si programim me dy qëllime. Më specifikisht, qëllimet janë: funksionimi optimal i rezervuarit dhe menaxhimi i vëllimi për të kontrolluar përmbytjet e mundshme duke përdorur një kombinim të caktuar të indikatorëve kryesorë.

Fjalëkyçe: MOOP, sistemet me shumë rezervuarë, algoritmi MOPSO, kaskada Drin.

Abstract

Being in the group of developing country, we are facing a lot of positive and fast changing in different sectors of economy, such as road infrastructure, public services, tourism etc. One of this important sectors is the energetic one. The main purpose of an energetic corporate is to fulfill in optimal conditions the requests of the country needs. The main hydric source of hydropower energy is covered by Drin cascade, sources that must be under control constantly because they may lead to nature disasters. Despite this problem is not easy to predict, its study and solution is of great interest.

In this paper the optimal functioning of a multi basen hydric system is modelled into an optimization problem with multiobjectives, MOOP (Multi Objective Optimization Problem). The goal of the model is to study simultaneously the optimal production of energy in hydro powers and the control of floods that may be caused by the rainfalls. We apply the MOPSO (Multi Objective Particle Swarm Optimization) technique to solve the problem, which is given as a problem with two objectives. More specifically, the objectives are : the optimal functioning of the basen and the management of the hydric flows to control the possible floods. To succeed in our aim we use a combination of the main indicators of the problem.

Keywords: MOOP, multireservoir systems, MOPSO algorithm, Drin cascade.

Hyrje

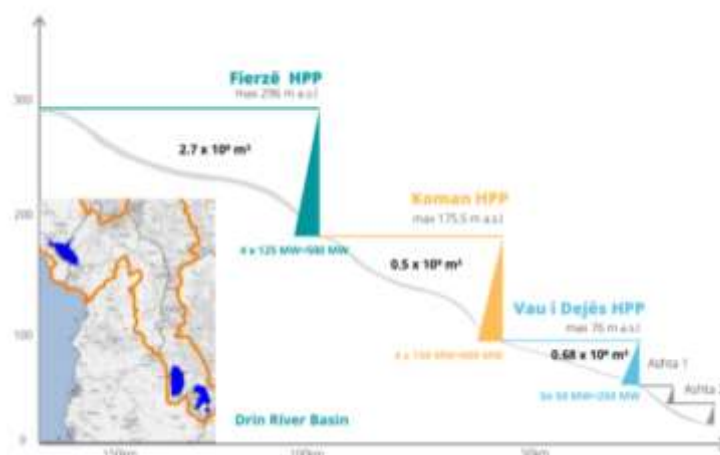
Ndërlidhja në seri e një sistemi rezervuarësh, ndërveprimi midis tyre, ndikimi i baseneve dhe shkarkimeve të secilit prej tyre, kapaciteti prodhues i tyre paraqet një volum të konsiderueshëm studimi. Në rastin e hidrocentraleve të lidhur në seri, indikatorët kryesorë janë pozicioni gjeografik, madhësia e baseneve, kapacitetet prodhuese dhe lidhja ndërmjet njësive gjeneruese. Shumë studiues janë marrë me probleme të tilla duke modeluar si një problem matematikor, bashkëveprimin e njësive prodhuese në seri, në kaskada hidrike apo dhe ato termike. Problemi i optimizimit që modelon funksionimin e një sistemi me shumë rezervuarë është një problem optimizimi jolinear dhe jo-konveks. Qëllimi i tij është maksimizimi i prodhimit të energjisë hidroelektrike dhe kontrolli i vëllimit të rezervuarëve në rastet kur kalohet kapaciteti i digave. Modelimi i situatës energjetike si problem optimizimi me shumë qëllime është trajtuar në shumë punime, në varësi të problematikave që shfaqin vende të ndryshme. Luis Antonio Scola *et al* kanë studiuar problemin e optimizimit të një hidrocentrali të vetëm në Brazil, duke studiuar objektivat e rritjes së gjenerimit të energjisë neto përgjatë vitit dhe zvogëlimin e kërkesës së burimeve të energjisë jorinovuese (Luis Antonio Scola *et al* 2010). Mohammad Heydari *et al*, në 2013 kanë përdorur algoritmin Gjenetik (GA) për të studiuar funksionimin në seri të rezervuarëve Ostor and Pirtaghi në Ghezel Ozan Watershed (Mohammad Heydari *et al* 2013).

Natyrë jolineare e problemeve MOOP që modelojnë kaskadat hidrike në seri, sjell vështirësi në zgjidhjen e tyre. Për këtë arsye, metodat heuristike janë efikase në trajtimin e këtij grupi problemesh. Metodot evolucionare më shpesh të përdorura janë GA (genetic algorithm) (Zhang, Wu, *et al* 2011, Noori *et al* 2013) algoritmi PSO (Particle Swarm Optimization) prezantuar për herë të parë nga Kennedy dhe Eberhart (Kennedy dhe Eberhart (1995)). Algoritmi PSO, është një teknikë heuristike optimizuese që gjen përdorim të gjerë në zgjidhjen e problemeve të optimizimit jolinear në shumë drejtime të shkencës si Kimi (Call 2007), Fizikë (Pastorino 2007; Robinson dhe Rahmat-Samii (2004)), Financë (Ko dhe Lin (2006)), energjetikë (Valle (2008)), si dhe arkitektonike (Rao dhe Anandakumar (2007)). Në fushën e burimeve ujore algoritmi PSO, është përdorur gjithnjë e më shumë në vlerësimin e parametrave për modelet hidrologjike (Gill (2006)),

parashikimet hidrologjike (Chau (2007); Hong (2008); Wu dhe Chau (2006)), planifikimi i furnizimit me uje në hidrocentrale (Shourian (2008)). Kuman dhe Reddy (Kuman dhe Reddy 2007) propozuan një teknikë efikase, (EMPSO) për zgjidhjen e problemit hidrik me shumë rezervuarë dhe arritën në përfundimin që kjo metodë paraqet zgjidhje më të mirë krahasuar me teknikat PSO dhe GA. Janga Reddy *et al* (Janga Reddy *et al* 2007) paraqitën një kombinim të MOOP me PSO, i emërtuar MOPSO për gjenerimin e zgjidhjeve pareto optimale në problemet e funksionimit të rezervuarit hidrik. Në vitin 2011 metoda MOPSO u paraqit në një variant të përmirësuar nga Zhang dhe u trajtua sistemi me shumë rezervuarë në Basenin e Minjiang në Kinë (Jun Zhang *et al* 2011). Një variant që garanton qëndrueshmërinë e teknikës PSO është paraqitur nga Çobani, Ferrja *et al* (2021), parametrat e të cilit shfrytëzohen në MOPSO që aplikohet në problemin tonë. Në këtë punim, modelohet problemi i funksionimit optimal në sistemin elektroenergetik të Shqipërisë, si një problem me dy qëllime. Problemi i shtruar zgjidhet me teknikën e fuqishme MOPSO, metodë e cila implementon PSO në problemet e optimizimit me shumë qëllime. Synimi i këtij studimi është planifikimi i burimeve ujore për funksionimin optimal të sistemit elektroenergetik në vend, duke optimizuar fuqinë prodhuese dhe duke mbajtur në kontroll situatat e përmbytjeve.

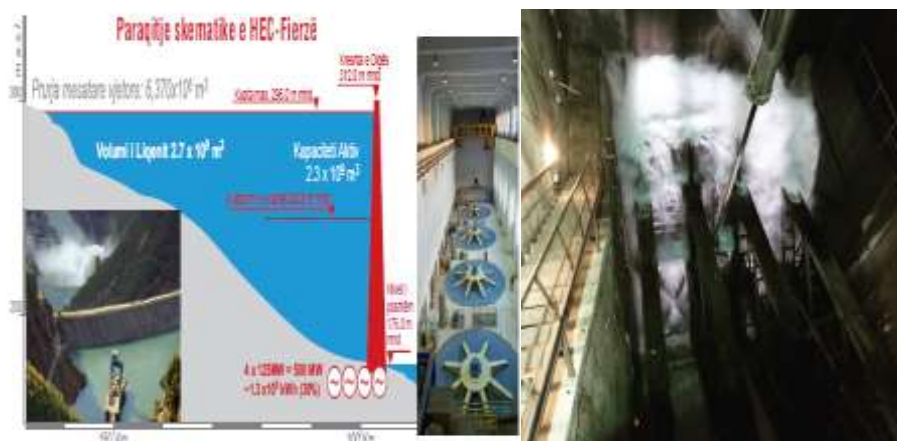
Rasti i studimit

Energjetika është një ndër fushat kryesore për zhvillimin ekonomik të një vendi, kështu që është e rëndësishme të bëhet një studim i hollësishëm i paraqitjes së burimeve energjetike. Në vendin tonë burimi kryesor i prodhimit të energjisë elektrike është kaskada e Drinit. Drini është lumi më i gjatë i trojeve shqiptare me 160 km gjatësi i cili shtrihet afër Kukësit dhe formohet nga bashkimi i dy degëve kryesore të tij: Drini i Bardhë dhe Drini i Zi. Drini i Bardhë, buron afër Pejës e derdhet në liqenin e Fierzës, Drinit të Zi, buron në Strugë nga Liqeni i Ohrit. Rrjedha e Drinit në Shqipërinë veriore sot është kthyer në një zinxhir liqenesh artificial (i Fierzës, i Komanit dhe i Vaut të Dejës), që furnizojnë me ujë tri hidrocentralet e mëdha të kaskadës.



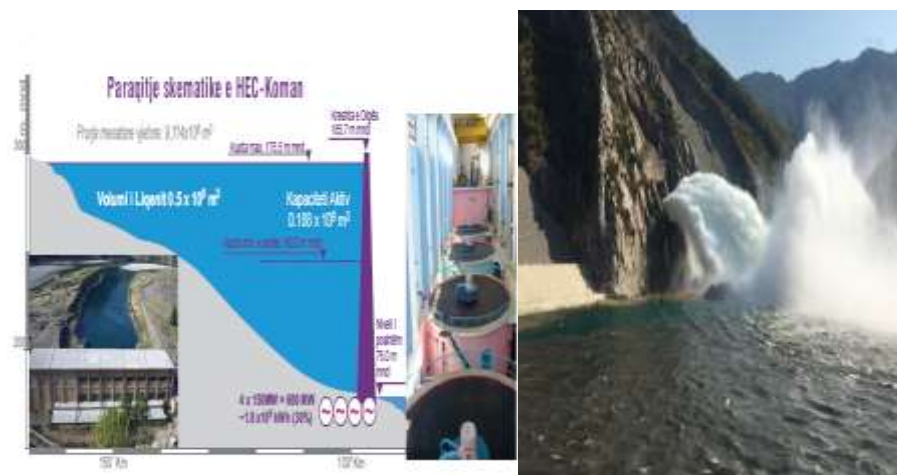
Figurë 1. Paraqitja skematike e rezervuareve në seri në kaskadën e Drinit.

Në shtratin e lumit Drin janë ndërtuar hidrocentralet e Fierzës, Komanit, Vaut të Dejës dhe Ashtës (Fig 1) me kapacitet të instaluar rreth 1400 MW, nga të cilët, tre të parët janë nën administrimin e Koorporatës Elektroenergjetike Shqiptare: Hidrocentrali i Fierzës filloi punën më 1978 dhe ka një fuqi të instaluar prej 500 MW (4 x125 MW) Hidrocentrali i Komanit u vu në shfrytëzim në vitin 1985 me fuqi të instaluar prej 600 MW (4 x 150 MW). Në këtë punim, merren në konsideratë hidrocentrali i Fierzës dhe i Komanit, duke qenë se disponojnë rezervuarë (basene).



Figurë 2 Paraqitja skematike e HEC-Fierzë

Fierza është hidrocentrali i sipërm i kaskadës së lumit Drin. Për nga fuqia e instaluar, pozicioni dhe vëllimi i rezervuarit, Fierza luan rol të rëndësishëm në shfrytëzimin, rregullimin dhe sigurinë e të gjithë kaskadës. Vëllimi i dobishëm i rezervuarit është 2.3 miliardë / m^3 .



Figurë 3. Paraqitja skematike e HEC-Koman

Komani është hidrocentrali i dytë dhe më i fuqishëm i kaskadës së lumit Drin. Për nga fuqia e instaluar, pozicioni dhe vëllimi i rezervuarit, kjo njësi prodhuese garanton prodhimin dhe shfrytëzimin e të gjithë kaskadës, por nuk garanton sigurinë e saj. Komani është hidrocentrali me kapacitetin më të madh të prodhimit të energjisë në vendin tonë.

Tabelë 1. Parametrat e Fierzës dhe Komanit

Parametrat	Njësia	Fierza	Koman
Volumi Total	hm ³	2.700	430
Volumi Aktiv	hm ³	2.350	250
Prurjet mesatare Vjetore	hm ³	6.370	9.114
Niveli Max i Rezervuarit	hm ³	295	175.50
Niveli min i Rezervuarit	hm ³	237	169
Fuqia e instaluar	hm ³	500	600
Prodhimi mesatar vjetor	GWh	1.328	1.500

Në tabelën 1 pasqyrohen parametrat e dy njësive operuese të marra në konsideratë.

Formulimi i problemit dhe metodologjia

Në këtë paragraf paraqitet modeli dhe metodologjia që përdoret për zgjidhjen e problemit me shumë qëllime, duke synuar maksimizim e njëkohshëm të prodhimit të energjisë elektrike dhe kontrollin e volumit të rezervuarëve. Modeli që trajtohet është optimizimi i ndërveprimit të një sistemi me dy rezervuarë i cili është një problem jo-konveks, programim jolinear (NLP), qëllimi i të cilit është të maksimizojë prodhimin e energjisë hidroelektrike dhe maksimizimin e kontrollit të volumit [Ghadami, 2006]. Kemi përdorur një ndër metodat më efikase për zgjidhjen e problemeve të optimizimit me natyrë jo lineare, metodën optimizuese MOPSO të përshtatur për optimizimin me shumë qëllime.

1. Formulimi matematik i problemit

Në vendin tonë mbizotërojnë hidrocentralet me burime ujore. Përdorimi në mënyrë racionale dhe efektive i burimeve ujore të një kaskade, kërkon modelimin e saj si një problem optimizimi me shumë qëllime. Në rastin tonë problem ka dy qëllime: shkarkimin e kontrolluar të ujit dhe gjenerimin optimal të energjisë në secilën njësi prodhuese në kaskadë [Ming, Chang *et al* 2015]. Sasia e ujit që shkarkohet dhe që shfrytëzohet për prodhimin e

energjisë përcaktohet në mënyrë dinamike nga niveli i ujit. Problemi i optimizimit me dy qëllime paraqitet në vazhdim:

Funksioni i qëllimit

$$\max \begin{bmatrix} f1(X) \\ f2(X) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \max f1 = \sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^T PE_i^t \\ \max f2 = \sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^T c^t * (S_i^n - S_i^t) \end{bmatrix}$$

$$PE_i^t = \eta_i^t * \gamma * R_i^t * H_i^t * P_i^t * d_i * 24$$

ku:

f_1 përfaqëson energjinë e prodhuar nga dy hidrocentralet e marra në konsideratë.

PE_i^t është energjia e prodhuar në rezervuarin i në muajin t (në wat)

η_i^t efikasiteti i rezervuarit i në kaskadë në periudhën t të kohës;

γ është një peshë specifike e ujit e cila është e barabartë me 9806 (N / m³)

R_i^t -Sasia e rrjedhjes të ujit në centralin elektrik për të prodhuar energji nga rezervuari i në muajin t sipas metrave kubike në sekondë.

H_i^t është diferenca ndërmjet nivelit të sipërm të ujit me nivelin e poshtëm të tij në rezervuarin i gjatë periudhës t të kohës;

d_i : Numri i ditëve në çdo muaj të vitit

f_2 përfaqëson volumin e rezervuarëve korrespondues të dy hidrocentraleve më të mëdhenj të kaskadës së Drinit për rastin konkret.

n- numri i rezervuarëve për studimin e rasteve;

T- Periudha kohore për modelin e operimit (12 muaj);

c^t faktori konstant i përmbytjes i cili është i barabartë me 1 në muajin kur ka përmbytje dhe është zero në muajt e tjerë;

S_i^n volumi i rezervuarit 'i' në nivel normal (në m³);

S_i^t volumi i rezervuarit 'i' në periudhën kohore 't' (në m³);

P_i^t –fuqia e prodhuar nga rezervuari i në periudhën t të kohës;

Ekuacioni i lartësisë: Lartësia është përcaktuar si diferenca ndërmjet nivelit të sipërm të ujit dhe nivelit të poshtëm të tij në rezervuarët e kaskadës.

$H_{i,t} = X_{i,t} - X_{i+1,t}, i = 1,2$

$$X_{3,t} = \omega \text{ ku } \omega = 23$$

Në ekuacionet e mësipërme, e vetmja ndryshore e panjohur është $X_{i,t}$, shkalla e rrjedhjes së ujit në centralin elektrik për të prodhuar energji dhe variablat e tjerë janë të matshëm ose mund të llogariten.

$$S1_i^{t+1} = S1_i^t + I1_i^t + P1_i^t - E1_i^t - R1_i^t - Spill1$$

$$S2_i^{t+1} = S2_i^t + I2_i^t + I3_i^t + P2_i^t - E2_i^t - R2_i^t - Spill2$$

S_i^t dhe S_i^{t+1} janë vëllimi i ujit të depozituar në rezervuarët 1 dhe 2 respektivisht (m^3) në fillim dhe të fundit të periudhës t.

I_i^t -Hyrja e shkarkimit të lumit në rezervuarin i në muajin t

P_i^t -Shkalla e rreshjeve në zonën e rezervuarit i në muajin t

E_i^t -Shkalla e avullimit të zonës së rezervuarit i në muajin t,

R_i^t -Shkalla e prodhimit të ujit në centralin elektrik nga rezervuari I në muajin t.

$Spill_i^t$ – Shkarkimet e ujit nga Rezervuari 'i' në muajin 't'.

Vëllimi i ujit të rezervuarit në periudhën t është i kufizuar me volumin maksimal të rezervuarit gjatë periudhës:

$$S_t \leq S_{max}$$

Kufizimet e sasisë së ujit të shkarkuar, interpretohen si kufizime të lira, kufizime të shtrënguara ose si kufinj të ndryshoreve.

$$R1 \leq R1max$$

$$R2 \leq R2max$$

R1-Sasia e derdhjeve në hidrocentralin e pare; R2-Sasia e derdhjeve në hidrocentralin e dytë; Rmax është shkarkimi maksimal në rezervuar i cili llogaritet me formulën e mëposhtëme:

$$R = C_d * A \sqrt{2 * g * H_{max}}$$

C_d është koeficienti i shkarkimit i cili është i barabartë me 0.6; H- është lartësia e ujit të pastruar mbi turbinë. Shkarkimet që do bëhen duhet të jenë të kontrolluara në mënyrë që të shmangim përmbytjet.

$$R1 + Spill1 \geq MDT1$$

$$R2 + Spill2 \geq MDT2$$

ku MDT1 dhe MDT2 paraqesin nivelet minimale të ujit në rezervuarin e parë dhe të dytë përkatësisht.

Kriteret e ndalimit. Kriteri i ndalimit që lidhet me *vëllimin e ujit* në rezervuar.

Në qoftë se $S_t < S_{\min}$

$$P_S = \sum_{i=1}^T 1 + K_t [S_t - S_{\min}]^2$$

Kriteri i ndalimit në lidhje me *shkallën e lëshimit të ujit*.

Në qoftë se $R_t < R_{\min}$

$$P_R = \sum_{i=1}^T 1 + K_t [R_t - R_{\min}]^2$$

Kriteri i ndalimit në lidhje me *minimumin e kërkuar në drejtim të rrymës*.

Në qoftë se $R_t + S_t < \text{MDT}$

$$P_{\text{MDT}} = \sum_{i=1}^T (1 + K_t [R_t + S_t - \text{MDT}]^2)$$

Njëri prej dy qëllimeve të problemit është menaxhimi i niveleve të ujit në basene. Në vendin tonë, protokollin e shkarkimit të baseneve (liqeneve) bëhet në kohë reale. Kështu që, për të menaxhuar situatën energjetike emergjente duhet të konsiderohen shkarkimet e kontrolluara nga basenet.

Kapaciteti i instaluar i hidrocentralit varet nga numri i parametrave hidraulikë. Ekuacioni i mëposhtëm përdoret për llogaritjen e kapacitetit të instalimit:

$$I_C = \frac{\rho \gamma Q H}{10^5}$$

ku I_C (MW) është kapaciteti i instalimit të termocentralit; Q shkarkimet nga termocentrali.

Pas llogaritjes së kapacitetit të instalimit, mund të jepet prodhimi mujor i energjisë si më poshtë:

$$E = I_C \times PF \times 24 \times t$$

PF: Faktori i hidrocentralit (konsiderohet 25% për të dy centralet); t periudha kohore.

2. Metodologjia. Metoda Optimizuese Evolucionare (MOPSO)

Algoritmi Particle Swarm Optimization (PSO) është një metodë efikase për zgjidhjen e problemeve të optimizimit jo linear me shumë qëllime. Në 1995 koncepti bazë i teknikës PSO është prezantuar fillimisht nga [(1995) Kenedy dhe Eberhart]. PSO, si një mjet optimizimi, siguron një procedurë kërkimi

në paralel, në të cilën individët të quajtur grimca ndryshojnë pozicionin e tyre në varësi të kohës. Grimcat lëvizin nëpër hapësirën kërkimore shumëdimensionale me synimin që të gjejnë zgjidhjen optimale duke u mbështetur në eksperiencën personale dhe në përvojën e fqinjëve të tyre.

Çdo grimcë i në hapësirën d - dimensionale të marrë në shqyrtim, shoqërohet nga vektori i pozicionit dhe i shpejtësisë të cilët jepen $X_i = (x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{id})$ dhe $V_i = (v_{i1}, v_{i2}, \dots, v_{id})$ respektivisht. X_i është një zgjidhje kandidate e përfaqësuar nga një vektor m -dimensional, ku m është vëllimi i parametrave që optimizohen. Në çastin t të kohës vektori i pozicionit të grimcës së i -të është $X_i = (x_{i1}(t), x_{i2}(t), \dots, x_{id}(t))$, ku $x_{ik}(t)$ është pozicioni i grimcës “ i ” korresponduese në dimensionin e k -të. Pozicioni më i mirë i grimcës së i -të jepet $Pbest_i = (Pbest_{i1}, Pbest_{i2}, \dots, Pbest_{id})$. Pozicioni më i mirë i të gjitha grimcave është $Gbest_d$ [(2002) Kassabalidis *et.al*], [(2004) Ghoshal *at.al*].

Shpejtësia dhe pozicioni i grimcës modifikohen në hapin pasardhës duke përdorur shpejtësinë dhe distancën ndërmjet $Pbest_d$ dhe $Gbest_d$ si më poshtë:

$$V_{id}^{k+1} = w * V_{id}^k + C_1 * rand_1() * (Pbest_{id} - x_{id}^k) + C_2 * rand_2() * (Gbest_{id} - X_{id}^k); i = 1, 2, \dots, N_p; d = 1, 2, \dots, N_g$$

Ku N_p dhe N_g janë përkatësisht numri i grimcave dhe numri i koordinatave të një grimce. V_{id}^k është shpejtësia e grimcës i në iteracionin e k -të, w është pesha inerte, C_1 dhe C_2 janë konstantet e përshpejtimit dhe $rand_1()$, $rand_2()$ janë numra të gjeneruar rastësisht nga shpërndarja uniformisht në $[0,1]$.

Pozicioni i çdo grimce ndryshohet duke shfrytëzuar shpejtësinë e modifikuar si më poshtë: [(2011) Kamal-Mandal *et al*].

$$X_{id}^{k+1} = X_{id}^k + V_{id}^{k+1}$$

Pesha llogaritet me formulën e mëposhtme:

$$w = w_{max} - \frac{w_{max} - w_{min}}{iter_{max}}$$

ku: w_{max} vlera maksimale e faktorit peshë; w_{min} vlera minimale e faktorit peshë; max_{iter} është numri maksimal i iteracioneve; $iter$ është numri i iteracionit aktual.

Problemet e optimizimit shumë qëllime (MOOP) paraqesin një klasë të rëndësishme të problemeve të optimizimit. Shumë probleme reale modelohen si një MOOP, trajta e te cilit formulohet si më poshtë:

$$\begin{aligned} \min f(x) &= (f_1(x), f_2(x), \dots, f_k(x))^T \\ g_j(x) &(\geq, \leq, =) 0 \quad \text{ku } j = 1, \dots, m \\ x &\in X \subset R^n \end{aligned}$$

Aplikimi i teknikës PSO për zgjidhjen e MOOP rezultoi mjaft efikase dhe u quajtë (MOPSO). Algoritmi MOPSO u prezantua në fillimisht 2002 nga Coello dhe Salazar Lechuga ((2002) Coello dhe Salazar Lechuga). Secila grimcë e PSO, vlerësohet nga secili prej funksioneve objective, pasi zgjidhja duhet të optimizojë njëkohësisht secilin prej tyre. Bazuar në konceptin e optimiteti i Pareto-s (Koncept i njohur në fushën e optimizimit) grimcat prodhojnë pozicione më të mira dominuese dhe jo dominuese (të quajtura udhëheqës). Në fqinjësitë e një grimce mund të ketë shumë zgjidhje jo dominuese, prej tyre zgjidhet një përfaqësues, ne shumicën e rasteve zgjidhet vetëm ajo që do të përdoret si pozicioni më i mirë i një grimce për të marrë pjesë në modifikimin e shpejtësisë. Për këtë arsye zgjedhja e pozicionit më të mirë është një detyrë e rëndësishme për të bërë që grimcat të konvergjojnë drejt zgjidhjes optimale. Ato arkivohen në një grup të jashtëm, roli i të cilit është ruajtja e zgjidhjeve jo dominuese të zbuluara gjatë kërkimit. [(2002) Karlos, Coello *et al.*]. MOPSO ndjek hapat e mëposhtëm:

Hapi 1. Deklarohet popullata Np

(a) Për $i = 0$ deri në max /* $max =$ numri i grimcave */

(b) Deklarohet $Np[i]$

Hapi 2. Deklarojmë shpejtësinë e secilës grimcë:

(a) Për $i = 0$ deri në max

(b) $V[i] = 0$

Hapi 3. Vlerësojmë secilën prej grimcave në Np .

Hapi 4: Arkivojmë pozicionet e grimcave që përfaqësojnë vektorë jo të dominuar në variablin REP (e quajtur ndryshe variabli 'Depo')

Hapi 5. Gjenerojmë hiperkuba të hapësirës së kërkimit të eksploruar deri më tani dhe lokalizojmë grimcat duke përdorur këto hiperkuba si një sistem koordinues ku secila kordinat e grimcave përcaktohet në përputhje me vlerat e funksioneve të saj objektive.

Hapi 6. Deklarojmë kujtesën e secilës grimcë (kjo memorje shërben si një udhëzues për të udhëtuar nëpër hapësirën e kërkimit.

(a) Për $i = 0$ deri në max

(b) $Pbests[i] = X[i]$

Hapi 7. Derisa numri i cikleve nuk është arritur; bëjmë:

a) Përditësojmë shpejtësinë e secilës grimcë

$$V[i + 1] = w \times V[i] + rand1(\) \times (Pbests[i] - Np[i])$$

$$+ rand2() \times (REP[h] - Np[i])$$

$REP [h]$ është një vlerë që merret nga depoja; indeksi h zgjidhet në mënyrën vijuese: hiperkubat që përmbajnë më shumë se një grimcë u caktohet një gjendje e barabartë me rezultatin e pjesëtimit të çdo numri $x > 1$ me numrin e grimcave që ato përmbajnë. $X [i]$ është pozicioni aktual i grimcës i .

b) Llogarisim pozicionet e reja të grimcave duke shtuar shpejtësinë e prodhuar nga hapi i mëparshëm:

$$X [i+1] = X [i] + V [i+1]$$

c) Mbajmë grimcat brenda hapësirës së kërkimit me kushtet e vendosura që të mos tejkalojnë kufijtë e saj (shmanget gjenerimin e zgjidhjeve që nuk qëndrojnë në hapësirën e vlefshme të kërkimit).

d) Vlerësojmë secilën prej grimcave në Np

e) Përditësojmë përmbajtjen e variablit REP së bashku me paraqitjen gjeografike të grimcave brenda hiperkubave.

f) Kur pozicioni aktual i grimcës është më i mirë se pozicioni që përmbahet në kujtesën e tij, pozicioni i grimcës përditësohet duke përdorur:

$$Pbest[i] = X [i]$$

g) Kalohet në iteracionin tjetër

Hapi 8. Algoritmi përfundon.

Edhe pse natyra e problemit të shtruar është jo lineare dhe jo konvekse, MOPSO është një teknikë zgjidhje që konvergjon drejt zgjidhjes globale.

Rezulate dhe diskutime

Problemi i funksionimit optimal të kaskadës së Drinit u modelua si një problem MOOP me dy qëllime. Problemi u zgjidh me teknikën MOPSO. Në kaskadën e Drinit janë tre hece kryesore të lidhura në seri njëra me tjetrën për shkak të pozicionimit gjeografik të tyre. Për shkak të mungesës së basenit në Vaun e Dejës, ky hec nuk është marrë në shqyrtim. Pra janë trajtuar hidrocentralet e Fierzës dhe Komanit. Rezervuari i Fierzës është më i madh në vëllim se rezervuari i Komanit, kjo sjell që shkarkimet në Fierzë janë më të rëndësishme për ruajtjen e sigurisë së kaskadës. Parametrat standartë të PSO që shfrytëzohen në MOPSO janë marre nga [Çobani, Ferrja *et al* (2021)]

Tabela 2. Parametrat standarte të teknikës MOPSO

Numri i grimcave	100
Itermax	1000
Pesha inerte	$W_{max}=0.9$ and $W_{min}=0.4$
Koeficientët përshpejtimit	$C1=2$ and $C2=2$

konvergenca | 1.00E-06

Rezultatet e përfuara nga zgjidhja për secilin nga qëllimet që kemi në problem janë paraqitur në dy tabelat e mëposhtëme. Në tabelën 3 janë paraqitur rezultatet e prodhim/fitimit maksimal nga MOPSO (kod i programuar në Matlab) për secilën njësi operuese të shqyrtuar.

Tabela 3: Çmimi i shitjes për njësi të energjisë, kapaciteti prodhues dhe të ardhurat totale të rezervuarëve në 12 muaj

Muaj	Cmimi i energjisë euro/(Mw/orë)	Prodhimi i/ Gwh Fierzë (rez_1)	Prodhimi/ Gwh Koman (rez_2)	Prodhimi/ Mw Koman (rez_1-2)	Fitimi euro/Mw (rez_1-2) Totali
Korr	36.68	107	93	200×10^3	7336×10^3
Gush	37.60	92	108	201×10^3	7557.6×10^3
Shta	45.74	90	107	197×10^3	9404.78×10^3
Tet	39.35	93	165	258×10^3	10152.3×10^3
Nen	48.88	90	164	254×10^3	12415.52×10^3
Dhje	65.71	109	202	311×10^3	20435.81×10^3
Jan	52.96	171	219	390×10^3	98654.4×10^3
Shku	39.85	184	197	391×10^3	15581.35×10^3
Mar	29.77	218	256	474×10^3	14110.98×10^3
Prill	25.33	224	277	491×10^3	12437.03×10^3
Maj	23.59	230	264	594×10^3	14012.46×10^3
Qer	29.97	167	180	347×10^3	10399.59×10^3

Rezultatet e përfuara për qëllimin e dytë janë paraqitur të ndara nga rezultatet e qëllimit të parë me synimin që të dallohen muajt në të cilët është e nevojshme planifikimi i shkarkimeve. Kontrolli i shkarkimeve ruan nivelin e rezervuarve në kuotat minimale në mënyrë që të përballojë prurjet e shumta në muajt e lagësht; dhjetor, ..., prill.

Tabela 4: Vëllimi i ruajtjes së ujit në rezervuarët 1 dhe 2 në muajt e rrezikut për kontrollimin e përmbytjes.

Muajt	Shkarkime (m³/s) Fierzë (rezervuari 1)	Shkarkime (m³/s) Koman (rezervuari 1)	Shkarkime (m³/s) (rezervuar 1-2) Totali
Korrik	-	-	-
Gusht	-	-	-
Shtator	-	-	-
Tetor	-	-	-
Nentor	-	-	-
Dhjetor	225.75	283.11	508.86
Janar	284,43	354,19	838.62
Shkurt	254,09	425,42	679.51
Mars	234.23	165,27	399.5
Prill	200,15	280.12	48027
Maj	-	-	-
Qershor	-	-	-

Nga rezultatet e tabelës 4, gjatë një viti periudha kohore që kërkon shkarkime të planifikuara është dhjetor - prill. Parandalimi i përmbytjeve mund të bëhet duke kontrolluar nivelin e ujit në rezervuaret 1, 2 gjatë kësaj periudhe kohore.

Përfundime

Në këtë punim u modelua dhe u zgjidh problemi i funksionimit optimal të kaskadës së Drinit si një MOOP me dy qëllime. Ky problem optimizimi është me natyrë jo lineare, jo konvekse dhe synon arritjen e dy objektivave shumë të rëndësishëm në fushën e energjitikës për vendin tonë, maksimizimin e fuqisë prodhuese dhe kontrolli i nivelit të ujit të rezervuareve në basene që të eliminohen përmbytjet. Problem u zgjidh me teknikën MOPSO.

Nga rezultatet e përfuara gjatë muajve Dhjetor, Janar, Shkurt, Mars e Prill në rezervuaret 1,2 duhet të ruhen nivele të ulta duke aplikuar shkarkime të kontrolluara. Rezultatet e qëllimit të parë tregojnë që shkarkimet në muajt e rrezikut nuk ndikojnë në prodhimin maksimal të njërive gjeneruese, Fierza dhe Koman. Ky model na tregoi që mund të arrihet njëkohësisht të dyja qëllimet, edhe pse kanë natyrë kontradiktore me njera tjetrën.

Literatura

- Besiana Çobani, Aurora Simoni, Rigena Sema, Xhensilda Allka (2021), Estimation of parameters in particle swarm optimization, forthcoming publication in Journal of Mathematical and Computational Science, United Kingdom
- Call, S. T., Zubarev, D. Y., and Boldyrev, A. I. (2007). Global minimum structure searches via particle swarm optimization. *Journal of Computational Chemistry*, 28(7), 1177-1186. [doi:10.1002/jcc.20621]
- Chau, K. W. (2007). A split-step particle swarm optimization algorithm in river stage forecasting. *Journal of Hydrology*, 346(3-4), 131-135
[doi:10.1016/j.jhydrol.2007.09.004]
- Ghadami, M. (2006). "Optimization of Water Resource Multi Reservoirs Systems Using Genetic Algorithm." MS. Thesis, Ferdowsi University, Mashhad
- Ghoshal S. P. (2004): Optimizations of PID gains by particle swarm optimizations in fuzzy based automatic generation control, No. 3d Electric Power Syst. Res., vol. 72; 203–212
- Gill, M. K., Kaheil, Y. H., Khalil, A., McKä, M., and Bastidas, L. (2006). Multiobjective particle swarm optimization for parameter estimation in hydrology. *Water Resources Research*, 42(7). [doi:10.1029/2005WR004528]
- Janga Reddy. M and Nagesh Kumar .D, (2007)Multi-objective particle swarm optimization for generating optimal trade-offs in reservoir operation HYDROLOGICAL PROCESSES *Hydrol. Process.* 21, 2897–2909 Published online 10 January in Wiley InterScience
- Jun ZHANG, Zhen W1, Chun-tian CHENG, Shi-qin ZHANG, Improved particle swarm optimization algorithm for multi-reservoir system operation. *Water Science and Engineering*, 2011, 4(1): 61-73 doi:10.3882/j.issn.1674-2370.2011.01.006
- Kennedy, J., and Eberhart, R. (1995) Particle swarm optimization. *Proceedings of IEEE Conference on Neural Networks*, 1942-1948. Piscataway: IEEE Service Center. [doi:10.1109/ICNN.1995.488968]
- Kamal K. Mandal, Niladri Chakraborty (2011): Optimal Scheduling of Cascade Hydrothermal Systems Using a New Improved PSO Technique, *SciRes.* doi: 10.4236/sgre.23032
- Kassabalidis I.N., El-Sharkawi M.A., Marks RJ, Moulin L.S., Silva A. P. (2002): Dynamic security border identification using enhanced particle swarm optimization, No. 3d IWE Trans. Power Syst, vol.17; 723–729
- Kumar, D. N., and Reddy, M. J. (2007). Multipurpose reservoir operation using particle swarm optimization. *Journal of Water Resources Planning and Management*, 133(3), 192-201. [doi:10.1061/(ASCE)07339496(2007)133:3(192)]
- Ko, P. C., and Lin, P. C. (2006). An evolution-based approach with modularized evaluations to forecast financial distress. *Knowledge-based Systems*, 19(1), 84-91. [doi:10.1016/j.knosys.2005.11.006]

Luis Antonio Scola, Oriane M. Neto, Ricardo H. C. Takahashi, Sérgio Gama Cerqueira, (2010). Multi-objective optimal reservoir operation Conference: Proceedings of the IEEE Congress on Evolutionary Computation, CEC 2010, Barcelona, Spain, 18-23 Jul

https://www.researchgate.net/publication/221008510_Multiobjective_optimal_reservoir_operation

Ming, B.; Chang, J.X.; Huang, Q.; Wang, Y.M.; Huang, S.Z. (2015): Optimal Operation of Multi-Reservoir System Based-On Cuckoo Search Algorithm. *Water Resour. Manag.* 29, 5671–5687. [CrossRef]

Ming, B.; Liu, P.; Chang, J.; Wang, Y.; Huang, Q. (2017): Deriving Operating Rules of Pumped Water Storage Using Multiobjective Optimization: Case Study of the Han to Wei Interbasin Water Transfer Project, China. *J. Water Res. Plan. Man.*, 143, 05017012. [CrossRef]

Miqing Li, Shengxiang Yang, and Xiaohui Liu. (2014): Diversity Comparison of Pareto Front Approximations in Many-Objective Optimization”. en. In: *IEEE Transactions on Cybernetics* 44.12, pp. 2568–2584. issn: 2168-2267, 2168-2275. doi: 10.1109/TCYB.2014.2310651.

url: <https://ieeexplore.ieee.org/document/6782674/> (visited on 05/13/2020) (cit. on p. 9)

Mohammad Heydari, Mohammad Noori, Faridah Othamn, (2013): Multi Objective Operation Optimization of Reservoirs Using Genetic Algorithm (Case Study: Ostoer and Pirtaghi reservoirs in Ghezel Ozan Watershed) Article in *International Proceedings of Chemical, Biological and Environmental Engineering* • January.

Noori M., Othman .F, Bagher Sharifi M., Heydari .M, (2013): Multi Objective Operation Optimization of Reservoirs Using Genetic Algorithm (Case Study: Ostoer and Pirtaghi Reservoirs in Ghezel Ozan Watershed)

Pastorino, M. (2007): Stochastic optimization methods applied to microwave imaging: A review. *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, 55(3), 538-548. [doi:10.1109/TAP.2007.891568]

Robinson, J., and Rahmat-Samii, Y. (2004): Particle swarm optimization in electromagnetics. *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, 52(2), 397-407. [doi:10.1109/TAP.2004.823969]