

PLANIFIKIMI OPTIMAL I PRODHIMIT TË ENERGJISË ELEKTRIKE TË GJENERUAR NGA KASKADA E DRINIT

SIMONI A.¹, KAMBERI A.².

¹Universiteti i Tiranës, Fakulteti i Shkencave të Natyrës, Departamenti i Matematikës së Aplikuar

²Korporata Elektroenergjetike Shqiptare, Departamenti i Shfrytëzimit, Sektori i Analizës dhe Programimit

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

Përmbajtje

Pjesa më e madhe e energjisë elektrike në të gjitha vendet prodhohet nga termocentralet, lëndët djegëse, panelet diellore, burimeve bërthamore, hidrocentralet. Uji është një nga burimet kryesore për prodhimin e energjisë elektrike në vendin tonë. Hidrocentralet për prodhimin e energjisë elektrike shfrytëzojnë energjinë potenciale të ujit në turbinat hidraulike. Detyra e shfrytëzimit optimal në prodhimin e energjisë elektrike të njesive gjeneruese në sistemin elektroenergjetike, është mbulimi i grafikut të ngarkesës së kërkuar duke maksimizuar prodhimin nga burimet gjeneruese të disponueshme me minimumin e kostos. Në sisteme të komplikuara nuk mund të arrihet që të gjithë agregatet të punojnë me kushte optimale, kështu që qëllimi kryesor në rastin e optimizimit është të përcaktohen rrugët dhe mënyrat për të hartuar një model llogaritës për shfrytëzimin sa më optimal dhe me efektivitet ekonomik të sistemit elektroenergjetik. Në këtë punim ndërtojmë një model për mbulimin optimal të grafikut të ngarkesës të Shqipërisë dhe do të marrim në konsideratë për qëllim optimizimin e tre HEC-eve të kaskadës së Drini-t, duke garantuar një shfrytëzim optimal të rezervave ujore të kaskadës së Drin-it. Në këtë punim do të përdorim një variant të algoritmit PSO (Particle Swarm Optimization) për të përcaktuar shpërndarjen optimale të prodhimit të tri HEC-ve të ndërtuara mbi lumin Drin.

Abstract

The most part of electricity in all countries is produced by plants, fuels, solar panels, nuclear sources, hydropower. The water is one of the important source for the production of electric energy in our country. The hydropower plants use the potential energy of water in hydraulic turbines for the production of electric energy. The task of optimal utilization in the production of electricity of the generation units in the power system is the cover of the required load graph by maximizing production from available resources with minimum cost. In complicated systems it isn't possible that all the aggregates to work in optimal conditions, so our main goal in the case of optimization is to determine ways the manners to design a model for optimum utilization and economic efficiency of the electricity system. In this paper we construct a model for optimal coverage of the graph load in Albania considering for optimization three HPP of Drin's cascade, ensuring an optimal exploitation of water resources. For this we will use a variant of PSO algorithm (Particle Swarm Optimization) to determine the optimal allocation of production of three HPP built on the Drin River.

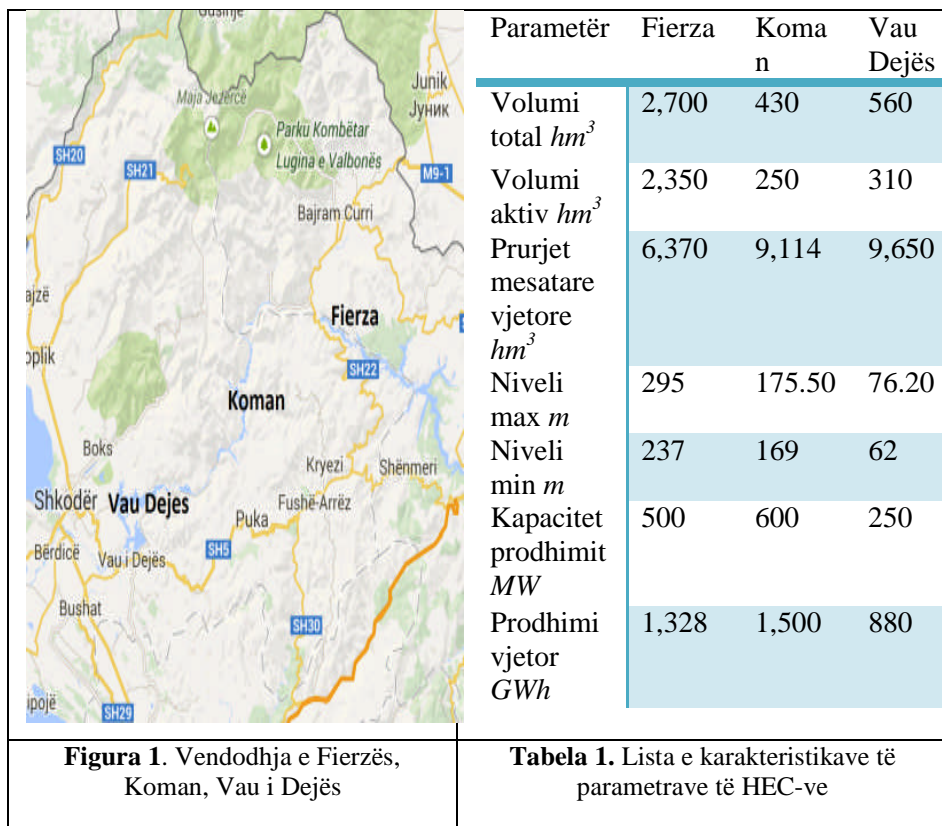
Fjalëkyçe: Kaskad, Optimizim, Hec, Shpërndarje Optimale, PSO.

Hyrje

Teknikat optimizuese përdoren gjerësisht për zgjidhjen e problemeve që lidhen me sistemet elektroenergjetike, të cilat janë përdorur në problemet e kaskadave për të modeluar dhe studiuar probleme të ndryshme. Problemi i planifikimit të gjenerimit të energjisë elektrike janë të kategorizuara si probleme të vështira jolineare, dinamike dhe jo konveks. Problemi bëhet dinamik kur kemi disa hidrocentrale të njëpasnjëshme mbi një lumë, sepse kemi që shkarkimet nga hidrocentrali i sipërm kontribuon në gjenerimin e hidrocentralit poshtë tij si në rastin e kaskadës së Drinit që në do të studiojmë. Shumë autorë kanë dhënë formulime të ndryshme dhe teknika zgjidhjeje te cilat zbatohen për zgjidhjen e problemeve të hidrocentraleve (HEC) (Habibollahzadeh, & Bubenko. (1986); Wei L., *et.al.*, 2008); Jian *et.al.*, 2008); Zhou *et.al.*, 2013). Zhou & Yang (2013) kanë prezantuar një metodë e cila kombinon Random Simulatio (simulim rastesor) me Optimal Operation of Reservoirs Group (shfrytëzimi optimal i grupit të rezervuarve). Soliman dhe Mantawy (2012) kanë studiuar Long Term Hydro Scheduling Problem (problemet e funksionimit afatgjatë në prodhimi i energjisë elektrike). Zheng & Fu (2013) kanë bërë vlerësimin e rendimentit të fuqisë gjeneruese të HEC-ve në kaskadat e Kinës. Mahor dhe Rangnekar përdorin Time Varying Acceleration Coefficients PSO (TVAC_PSO, shpejtësia e ndryshimit të koeficientëve të PSO në varësi të kohës, modifikim i PSO) ka studiuar shpërndarjen optimale të energjisë elektrike të kaskadës mbi lumin Narmada në Madhya Pradesh, India. Rahi dhe Chandel bëjnë një studim të sistemit elektroenergjetik me PSO (Optimizime Lokale). Në këtë punim ndërtojmë një model për mbulimin optimal të grafikut të ngarkesës të Shqipërisë dhe do të marrim në konsiderate për qëllim optimizimin e tre HEC-eve të kaskadës së Drin-it, duke garantuar një shfrytëzim optimal të rezervave ujore të kaskadës së Drin-it.

Kaskada Drinit

Pozita gjeografike e Shqipërisë bën të mundur që rrjedha e lumenjve që burojnë në Kosovë të akumulohen dhe nga potenciali i tyre të prodhohet energjia e ripërtëritshme elektrike, si rrjedhojë në fundvitet e 60 dhe fillimivitet e 70, u paraqit nevoja për ndërtimin e hidrocentraleve, të cilat përbëjnë bazën e prodhimit të energjisë në vend. Harta e hidrocentraleve në Shqipëri përbëhet nga Kaskada e Drinit, ndërsa shumë shpejtë asaj do ti bashkangjitet ajo e Devollit, Fanit dhe Hidrocentrali i Kalivacit. Aktualisht kaskada e Drinit është më e madhja. Kaskada e Drinit është e dyta për nga madhësia (prodhimi) në Ballkan pas kaskadës së Danubit në Serbi dhe mbulon 92 % të prodhimit vendas dhe 50% të ngarkesës totale. Në figurën e mëposhtëme jepet vendodhja e tre hece-ve të ndërtuara gjatë lumit Drin, hec-i i Fierza-ës, Koman-it dhe Vau Dejës, si dhe tabela e karakteristikave kryesore të parametrave të Hec-ve.



Formulimi i problemit

Problemet e planifikimit të shpërndarjes së energjisë elektrike të gjeneruar nga HEC-et interpretohen si probleme Optimizimi. Planifikimi afatshkurtër i kaskadës për cdo rezervuar i në hapin t të kohës kërkon zvoglimin e gabimit të bërë në procesin e shpërndarjes, për të cilin do të përdorim PSO.

Funksioni objektiv

Qëllimi kryesor është të mbulojmë kërkesën e ardhur nga operatori i shpërndarjes. Shpërndarja optimale e fuqisë së prodhuar nga HEC-et merret duke minimizuar diferencën midis kërkesës dhe prodhimit të HEC-ve. Funksionin e qëllimit e japim si minimizim i shmangies mesatare katrore të kërkesës dhe prodhimit.

$$E = \min \left[\sum_{t=1}^T (P_{D,t} - \sum_{i=1}^n P_{i,t})^2 \right]$$

T është bashkësia e indexit t , ku me t kemi shënuar kohën, i është bashkësia e indexit i , ku me i kemi shënuar numrin e hidrocentraleve. $P_{D,t}$ është ngarkesa totale e vendit në çastin e kohës t , $P_{i,t}$ është prodhimi i energjisë

elektrike në HEC-in i në çastin e kohës t . Prodhimi gjendet me anë të formulës së poshtë shënuar si funksion i lartësisë dhe prurjeve:

$$P_{i,t} = g\eta_{i,t}\rho Q_{i,t} H_{i,t}$$

$\eta_{i,t}$ është rendimenti i gjeneratorit në HEC-in i gjatë kohës t ; $Q_{i,t}$ janë prurjet totale në HEC-in i gjatë kohës t ; $H_{i,t}$ është diferenca midis nivelit të sipërm me nivelin e poshtëm të HEC-it i gjatë kohës t , g është nxitimi i rënies së lirë dhe ρ është densiteti i ujit.

Ekuacioni i lartësisë: Ky ekuacion shpreh diferencën midis rezervuarit të sipërm me rezervuarin e poshtëm.

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

ku $X_{i,t}$ tregon nivelin e rezervuarit i në çastin e kohës t për çdo HEC i .

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

$$H_{2,t} = X_{2,t} - X_{3,t}$$

$$H_{3,t} = X_{3,t} - X_{4,t}$$

$$X_{4,t} = \omega, \text{ ku } \omega = 23 \text{ konstante.}$$

Kufizimet

Vlera optimale e funksionit të qëllimit, i ndërtuar si më sipër, llogaritet nën disa kushte të nevojshme për mbarëvajtjen e problemit të trajtuar. Kufizimet janë interpretuar si ekuacione, inekuacione ose variabla ndërmjet kufijve si më poshtë.

Kufizimet e shtrënguara

Ekuacioni i balancit energjetik.

Prurjet natyrore dhe shkarkimet nga turbinat ndikojnë drejtpërdrejt në ndryshimin e balancit energjetik i cili jepet nga formula e mëposhtme

$$M_{i,t} = M_{i,t-1} + I_{i,t} + \left(\sum_{m \in M_j} q_{t,m} + s_{t,m} \right) - q_{i,t} - s_{ki,t}$$

ku $M_{i,t}$ është vëllimi i rezervuarit i gjatë kohës t ; $I_{i,t}$ prurjet natyrore në rezervuarin i gjatë kohës t ; $q_{k,j}$ shkarkimet nga turbinat në HEC-in i gjatë kohës t ; $s_{k,j}$ shkarkimet nga portat në HEC-in i gjatë kohës t ; $s_{k,m}$ shkarkimet nga portat nga rezervuari i sipërm; $q_{k,m}$ shkarkimet nga turbine të rezervuarit i sipërm.

Kufizimet e lira

Niveli i rezervuarit, shkarkimet nga turbinat, shkarkimet nga portat, fuqia e prodhimit duhet të ruajnë kufijtë e sipërm dhe të poshtëm të tyre.

Kufijtë e nivelit të rezervuarit. Këto kufij mund ti shprehim në dy mënyra.

$$M_{i,\min} \leq M_{i,t} \leq M_{i,\max} \quad (hm^3) \quad \text{or} \quad X_{i,\min} \leq X_{i,t} \leq X_{i,\max} \quad (m)$$

$M_{i,t}$ vëllimi i rezervuarit i gjatë kohës t ; $M_{i,\max}$ vëllimi max i lejuar i rezervuarit i gjatë kohës t ; $M_{i,\min}$ vëllimi min i lejuar i rezervuarit i gjatë kohës t ; $X_{i,t}$ niveli i rezervuarit i gjatë kohës t ; $X_{i,\max}$ niveli max i rezervuarit i gjatë kohës t ; $X_{i,\min}$ niveli min i rezervuarit i gjatë kohës t .

Kufijtë e shkarkimit të ujit nga turbinat. Ky kusht ruan kufijtë e shkarkimit të ujit nga turbinat

$$Q_{i,\min} \leq Q_{i,t} \leq Q_{i,\max} \quad (m/s^2)$$

$Q_{i,t}$ shkarkimet e ujit nga turbinat në HEC-in i gjatë kohës t ; $Q_{i,\max}$ shkarkimet max të HEC-it i ; $Q_{i,\min}$ shkarkimet min të HEC-it i .

Kufijtë e fuqisë prodhuese. Shpreh fuqinë prodhuese për secilin HEC

$$P_{i,\min} \leq P_{i,t} \leq P_{i,\max} \quad (MW)$$

$P_{i,t}$ prodhimi i energjisë elektrike gjatë kohës t në HEC-in i ; $P_{i,\max}$ max prodhimit në HEC-in i ; $P_{i,\min}$ min prodhimit në HEC-in i .

Shkarkimet nga portat. Shkarkime nga portat do të kemi në rastin kur niveli i rezervuarëve ka arritur nivelin max të lejuar dhe kur prurjet totale janë më të mëdha se kapaciteti shkarkues nga turbinat

$$X_{i,t} > X_{i,\max}$$

$$S_{i,t} \geq 0 \quad S_{i,t} = Q_{i,t} - Q_{i,t} \quad \text{nqs} \quad Q_{i,t} > Q_{i,t}$$

Shkarkime nga portat kuptojmë që kemi shkarkime të ujit pa prodhim të energjisë elektrike.

Fillimi dhe fundi i niveleve të rezervuarëve.

Në rastin e problemit tonë që bëjmë një planifikim të energjisë elektrike për një periudhë të shkurtër të kohës konkretisht për një ditë, ne na intereson që niveli i rezervuarit që ishte në fillim duhet të jetë i njejtë me nivelin e ujit në fund mbasi ne kemi operuar, në qoftë se duam të bëjmë një zgjedhje optimale na leverdis që të mos harxhojmë rezervën energjetike që kemi por të prodhojmë atë që ka hyrë me tendencë për të rritur nivelin e rezervuarëve në max e lejuar të tyre

$$X_j^0 = X_j^{\text{fillim}} \quad \text{and} \quad X_j^T = X_j^{\text{fund}}$$

$$X_j^T - X_j^0 = d, \quad \text{ku} \quad |d| \leq 0.09.$$

Një përshkrim i përgjithshëm i PSO

Veprimet bazë të PSO-së (Abdel-Magid & Abido 2003; Kassabalidis *et.al.*, 2004; Ghoshal S. P. (2004)), i cili kalon në hapat e mëposhtëm.

Hapi 1: Jepet bashkësia e lejuar nga hapësira e zgjidhjes

Hapi 2: Vlerësohet funksioni fitnes(një modifikim i ndërtuar nga PSO i funksionit të qëllimit)

Hapi 3: Modifikohen p-best(vlera më e mirë lokale), g-best(vlera më e mirë globale) dhe shpejtësia

Hapi 4: Çdo pjesë vendoset në pozicionet e veta

Hapi 5: Shkohet në hapin e dytë dhe përsëritet deri sa të plotësohen kushtet e ndalimit.

Rasti i studimit

Tre HEC-et që janë përzgjedhur për tu studiuar janë hidrocentralet e ndërtuara mbi lumin Drin, mbi të cilin janë ndërtuar disa hidrocentrale ku tre më të mëdhenjtë janë Fierza, Koman, Vau i Dejës të cilat mbulojnë rreth 92% të prodhimit vëndas ose 50% të kërkesës së vëndit. Nga rregullorja e shkarkimit të plotave theksohet rëndësia e nivelit të liqenit të Fierzës nga i cili varen nivelet e Komanit dhe Vau i Dejës.

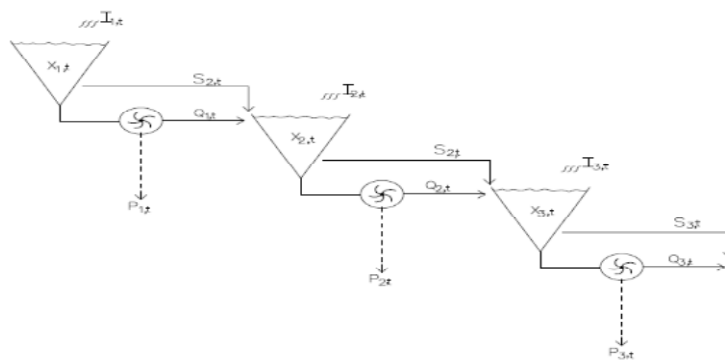


Figura 2. Tre Kaskadat e Drinit

Rezultatet

Mbasi kemi përcaktuar maximumin që mund të prodhojmë gjatë një dite në kaskadën e Drini-t nën kushtet e parashtuara tek formulimi i problemit duhet të bëjmë shpërndarjen orare të prodhimit. Qëllimi kryesor është të mbulohet grafiku i ngarkesës së vendit me fuqinë e prodhuar në kaskadën e Drinit.

Në tabelën e mëposhtme jepet prodhimi i secilit hidrocentral dhe totali gjatë periudhës kohore një ditore si dhe kërkesa nga operatori i shpërndarjes për periudhën kohore 24 orare të marr në shqyrtim.

	Fierza	Koman	Vau Dejës	Total	Kërkesa
Prodhimi MW/ditë	4300	4933	1998	11231,00	19981,57

Tabela 2. Fuqia maksimale e gjeneruar nga tre HEC-et, Fierzë, Koman, Vau Dejës si dhe kërkesa.

Vërejmë që fuqia e prodhuar kalon 50% të kërkesës, rezultat mjaftueshëm i kënaqshëm duke qënë se në vendin tonë Kaskada e Drinit mbulon mesatarisht 50% të kërkesës së vendit. Pjesa e pambuluar do të importohet nga vendet fqinje. Duke zbatuar algoritmin PSO (Particle Swarm Optimization) marrim shpërndarjen optimale të fuqisë së prodhuar nga tre HEC-et e Kaskadës së Drinit të cilën e japim në tabelat e mëposhtme.

Ora	Kërkesa	Prodhimi	Ora	Kërkesa	Prodhimi
1	530,90	109	13	885,51	527
2	488,10	66	14	892,64	495
3	472,82	50	15	891,63	492
4	471,80	49	16	896,72	493
5	497,27	75	17	961,94	593
6	605,29	184	18	1148,41	785
7	843,73	424	19	1158,60	897
8	1001,68	641	20	1127,01	865
9	998,62	738	21	1037,34	772
10	962,96	696	22	904,87	638
11	932,39	564	23	751,00	333
12	908,95	552	24	611,40	191
				19370,17	11.231

Tabela 4: Tabela e shpërndarjes orare të Kaskadës së Drinit sipas kërkesës.

Ora	Fierzë	Koman	V.Dejës	Ora	Fierzë	Koman	V.Dejës
1	0	0	109	13	200	207	120
2	0	0	66	14	200	215	80
3	0	0	50	15	200	292	0
4	0	0	49	16	200	293	0
5	75	0	0	17	200	313	80
6	100	0	84	18	300	365	120
7	200	144	80	19	400	357	140
8	300	221	120	20	400	345	120
9	300	278	160	21	300	352	120
10	325	211	160	22	200	368	70
11	200	254	110	23	0	333	0
12	200	272	80	24	0	111	80

Tabela 4. Tregon shpërndarjen orare të prodhimit të ndara sipas tre HEC-ve, Fierzës, Komanit dhe Vau i Dejës.

Rezultatet e përfutuara nga algoritmi për të gjetur shpërndarjen sipas HEC-ve gjatë 24 orëve janë dhënë në Fig 4. Ngarkesa e vendit si dhe planifikimi 24 orar i vendit janë paraqitur në Fig 3.

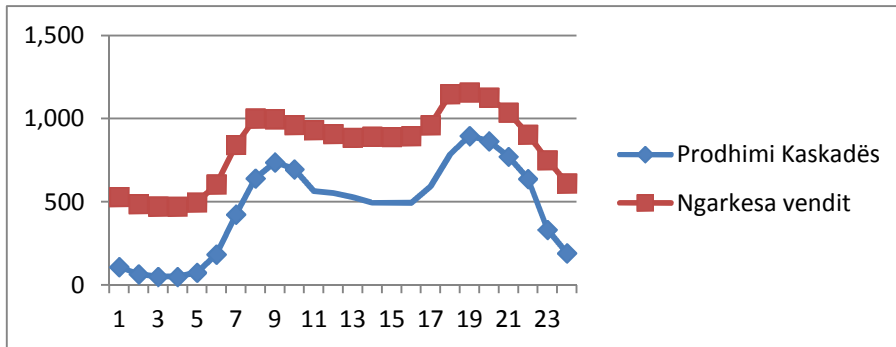


Figura 3. Planifikimi optimal i shpërndarjes totale në periudhën kohore 24 orare.

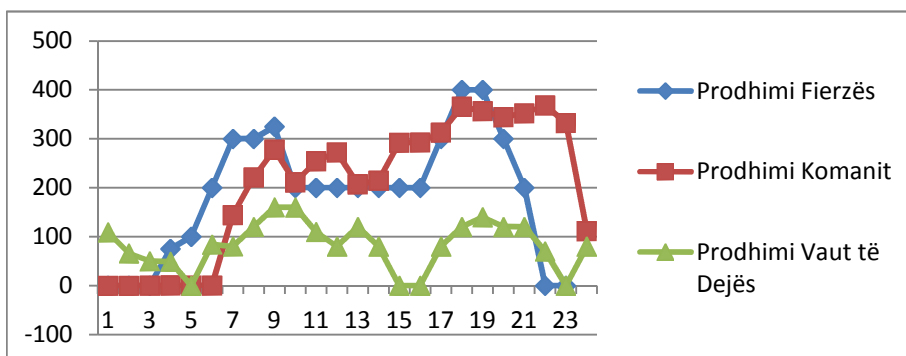


Figura 4. Planifikimi i shpërndarjes së prodhimit optimal në HEC-et, Fierza, Koman, Vau i Dejës.

Përfundimet

Në këtë punim u ndërtua një model i problemit të planifikimit optimal të prodhimit të energjisë elektrike, sipas të cilit arrijmë rezultate të kënaqshme në sistemin elektroenergjetik Shqiptar. Teknika PSO është një ndër teknikat më të përdorura për zgjidhjen e problemeve të tilla. Zbatimi i saj në problemin optimizues i ndërtuar në rastin konkret bëri planifikimin e shpërndarjes optimale të prodhimit në Kaskadën e Drinit.

Literatura

Abdel-Magid Y.L., Abido M. A. (2003): AGC tuning of interconnected reheat thermal systems with particle swarm optimization, in Proc. 10th IEEE Int. Conf. Electron., Circuits, Syst, vol. 1; 376–379

Habibollahzadeh H., Bubenko A. (1986): Application of decomposition techniques to short term operation planning of hydrothermal power system, in PWRs. 1st IEEE Trans. Power Syst, vol.1; 41-7

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 IEEE Trans. Power Syst, vol.17; 723–729

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

Wei L., Chun-yu H. E., Shou-lun C.(2008), Application of modified chaos optimal algorithm in optimal regulation of a hydropower station reservoir [J]. Journal of Hohai University: Natural Sciences, , 36(2):195-197

Jian L., Chun C., Bin Y.U. (2008), Cascaded hydroelectric optimized operation based on coarse-grain parallel improved ant colony optimization algorithm [J]. Water Resources and Power, ,26(4): 53-56

Mahor A, Rangnekar S. (2010): Short term generation scheduling of cascaded hydro electric system using time varying acceleration coefficients PSO. International Journal of Energy and Environment Volume 1, Issue 5, 2; 769-782

Rahia O, Chandel K, Sharma M. (2011): Optimization of Hydro Power Plant Design by Particle Swarm Optimization (PSO), International Conference on Communication Technology and System Design, Procedia Engineering 30; 418 – 425

Zhou R., Yang K., Zheng J., Liu G. (2013): Giant Hydropower Stations Operation Random Simulation Method Research, Communications in Information Science and Management Engineering Jan., Vol. 3 Iss. 1, 13-22

Zheng Y., Fu X., Wei J. (2013): Evaluation Of Power Generation Efficiency Of Cascade Hydropower Plants. A Case Study, Energies. ISSN 1996 -1073