

ЗБОРНИК НА ТРУДОВИ

Прва меѓународна научна конференција
„Влијанието на научно – технолошкиот развој во
областа на правото, економијата, културата,
образованието и безбедноста во
Република Македонија“



Скопје 20-21 декември 2013

ЗБОРНИК НА ТРУДОВИ: Прва меѓународна научна конференција
„Влијанието на научно – технолошкиот развој во областа на правото, економијата,
културата, образованието и безбедноста во Република Македонија“

Организатор: Институт за дигитална форензика
Универзитет „Евро-Балкан“ - Скопје

Уредник: Проф.д-р Сашо Гелев

Издавач: Универзитет „ЕВРО-БАЛКАН“ Скопје
Република Македонија
www.euba.edu.mk

CIP - Каталогизација во публикација
Национална и универзитетска библиотека "Св. Климент Охридски", Скопје
001.3:330/378(497.7)(063)

МЕЃУНАРОДНА научна конференција (1 ; 2013 ; Скопје)
Влијанието на научно-технолошкиот развој во областа на правото,
економијата, културата, образованието и безбедноста во Република
Македонија : зборник на трудови / Прва меѓународна научна
конференција, Скопје 20-21 декември, 2013 ; [уредник Сашо Гелев]. -
Скопје : Универзитет "Евро-Балкан", 2014. - 706 стр. : граф. прикази
; 24 см

Дел од текстот на англиски јазик. - Библиографија кон трудовите
ISBN 978-608-4714-05-7

а) Научен развој - Општествени науки - Македонија - Излагања на
конференции
COBISS.MK-ID 95578634

Сите права ги задржува издавачот и авторите

Програмски одбор

- Проф. д-р Павлина Витанова, ЕВРО-БАЛКАН, копретседател;
- Проф. д-р Сашо Гелев – Електротехнички факултет Радовиш
Универзитет Гоце Делчев Штип, Република Македонија
копретседател
- Проф. Влатко Чингоски, Електротехнички факултет Радовиш
Универзитет Гоце Делчев Штип, Република Македонија
- Проф. д-р Лада Садиковиќ, Факултет за криминалистика,
криминологија и безбедност, Универзитет во Сараево;
- Проф. д-р Здравко Скакавац, Факултет за правне и пословне студии,
Универзитет УССЕ, Нови Сад;
- Проф. Д-р Божо Крстајиќ, Електротехнички факултет - Подгорица,
Црна Гора
- Доц. д-р Марјан Николовски, Факултет за безбедност, Универзитет
Св. Климент Охридски, Битола, Република Македонија
- Доц. д-р Ненад Танески, Војна академија, Скопје, Република
Македонија
- Проф. д-р Гордан Калаџиџиев, Правен факултет, Универзитет Св. Кирил
и Методиј – Скопје, Република Македонија
- Доц. д-р Митко Богданоски, Војна академија Скопје, Република
Македонија
- Доц. д-р Роман Голубовски, Електротехнички факултет Радовиш
Универзитет Гоце Делчев Штип, Република Македонија
- Проф. Д-р Драган Михајлов, УКИМ; Република Македонија
- Д-р Никола Протрка, Полициска академија, Загреб, Република
Хрватска
- Проф. Д-р Тони Стојановски, Австралија
- Д-р Зоран Нарашанов, Винер осигурување, Скопје, Република
Македонија
- Проф. Д-р Стефан Сименов, Академија за внатрешни работи на
Република Бугарија

Организациски одбор

- Проф. д-р Сашо Гелев, претседател;
- Проф. д-р Павлина Стојанова, член;
- Проф. д-р Александар Даштевски, член;
- Доц. д-р Вангел Ноневски, член
- Доц. д-р Јорданка Галева
- М-р Славко Гавриловски, секретар;
- Валентина Гоцевска, член;
- Игор Панев, член;
- Ивана Крајчиновиќ, член
- Драгана Каровска, член

Проф. Д-р Влатко Чингоски
Електротехнички факултет – Радовиш
Универзитет „Гоце Делчев“ – Штип

Улогата на пумпно-акумулационите хидроелектрани во функција на зголемување на безбедноста и флексибилноста на електроенергетскиот систем

Резиме: Пумпно-акумулационите хидроелектрани (ПАХЕ) имаат важна улога во современите електроенергетски системи (ЕЕС). Од една страна, тие ја подобруваат ефикасноста на ЕЕС, а од друга страна ја зголемуваат сигурноста и доверливоста во работата како и самото управување со системот. Овие производни капацитети претставуваат економичен и ефикасен систем за долгорочно складирање на електричната енергија преку зачувување на потенцијалната енергија на водата во соодветно припремени акумулациони системи за вода. ПАХЕ имаат можност за пумпање на водата од долната акумулација во горната акумулација во временски периоди на ниска побарувачка на ЕЕ (период на ниска цена на ЕЕ), и последователно користење на истата количина на вода преку празнење на горната акумулација во долната акумулација и производство на ЕЕ во друг период на денот, односно во текот на тн. висока побарувачка на ЕЕ (период на висока цена на ЕЕ).

Дополнителни предности кои ги имаат ЕЕС кои користат ПАХЕ се:

- можност за управување со ЕЕС преку адекватно искористување на ноќни енергетски вишоци за покривање на дневните недостатоци на ЕЕ,
- овозможување на Операторот на ЕЕС дополнителни услуги од типот на напонска и фреквентна регулација со што значително се зголемува доверливоста и флексибилноста самиот енергетски систем,
- зголемување на ефикасноста во користењето на хидроелектраната и нејзината опрема,
- силно позитивно влијание врз екологијата и животната средина заради зголемување на количините на произведена ЕЕ од обновливи енергетски извори и намалување на емисијата на штетните стакленички гасови.

Во овој труд, ќе биде разработено можностите за реализација и влијанието кое ПАХЕ би го имале во Македонскиот ЕЕС како и дополнителните бенефици за електроенергетскиот систем особено од аспект на сигурност, безбедност и доверливост во неговото управување и работа.

Клучни зборови: енергетика, пумно-акумулациони хидроелектрани, електроенергетски систем, сигурност во снабдување со електрична енергија.

The Role of Pump Storage Hydropower Plants in Electric Power System Security and Flexibility Increase

Abstract: Pump storage hydropower plants (PSHP) play an important role in modern Power systems (PS). On one hand, they improve the efficiency of the Power system, and on the other, they increase the safety and reliability in the operation and management of the system. These production facilities are economical and efficient system for long-term storage of electricity through conservation of potential energy of water systems properly prepared for the accumulation of waters (water storages). PSHPs have ability to pump water from the lower reservoir to the upper reservoir at times of low electricity demand (a period of low-price of electricity), and subsequently, using the same amount of water discharged from the upper reservoir to the lower reservoir and production of additional electricity, at other times of the day or during the so called, high electricity demand periods (a period of high-price of electricity).

Some additional advantages for a Power system utilizing PSHP are:

- additional opportunity to manage Power system through proper utilization of night energy surpluses for covering daily electricity shortages,
- providing new opportunities to Power system Operators for additional, ancillary services such as voltage and frequency regulation, which significantly increases the reliability and flexibility of the system operation,
- increasing efficiency in the use of hydropower plant and its main equipment,
- providing significant positive impact on ecology and environment by increasing the quantity of electricity produced from renewable energy resources and reducing greenhouse gas emissions.

In this paper, the potential for development and the impact that a PSHP would have had on the Macedonian Power system and additional benefits, especially in terms of safety, security and reliability in the management and operation of the Power system, are presented.

Keywords: Energy, Pump Storage Hydropower Plants, Power System, Security of Power Supply.

Вовед

Нормалното функционирање и управувањето со електроенергетски систем (ЕЕС) е сложена и комплексна задача. Основен проблем претставува фактот што *електричната енергија е роба која се употребува во истиот момент кога и се произведува*. Зачувувањето (*складирање*) на електричната енергија (ЕЕ) е исклучително тешка и скапа активност. Заради тоа, едно од основните барања на современите ЕЕС е изградба и користење на високо-флексибилни производни единици кои многу подобро и посигурно ќе можат да одговорат на современите барањата за испорака на ЕЕ, балансирање на системот и обезбедување негова стабилна работа (ЕСА, 2013).

Стабилноста и безбедноста во снабдувањето со ЕЕ во голема мерка зависи од неколку фактори:

- видот и географска распределност на производните капацитети и поголемите енергетски потрошувачки центри,
- стабилноста и распространетоста на преносните и дистрибутивните електрични водови,
- развојот на интерконективните преносни врски со соседните ЕЕС,
- вкупниот инсталираниот капацитет на производните капацитети,
- нивото на развој и инсталираната моќност на обновливите енергетски извори со стохастички произведен циклус – особено соларни и ветерни електрани и сл.

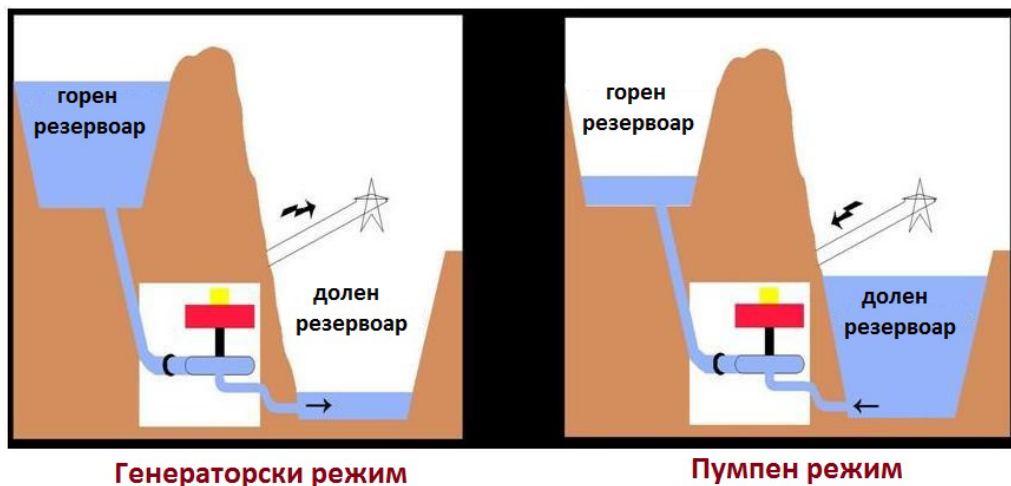
Македонскиот ЕЕС иако релативно стабилен, претставува ниско флексибилен ЕЕС што значително го усложнува неговото нормално и ефикасно функционирање (Стратегија, 2009). Тоа негативно влијае врз стабилноста и безбедноста во снабдувањето со ЕЕ на сите негови потрошувачи. Речиси 80% од целокупното производство на ЕЕ во земјава се базира на користење на термоелектрани на домашен јаглен (*РЕК Битола и РЕК Осломеј*), кои се нефлексибилни и имаат мал дијапазон на промена на моќноста во нормален режим на работа (*од 70% до 100% од номиналната инсталирана моќност*). Дополнително, ваквата мала промена на излезната моќност резултира со намалена ефикасност во производството на ЕЕ како и со зголеми трошоци за одржување и намалување на довелиривоста во нивното работење.

Од друга страна, Република Македонија има околу 25% искористеност на своите хидропотенцијали што претставува многу екстензивна бројка во споредба со поголемиот број на европски држави (Стратегија, 2009). Заради тоа, еден од основните правци на развој на нашиот ЕЕС треба да биде засилено искористување на економски исплатливите хидропотенцијали. При тоа, имајќи го предвид годишниот дијаграм на производство и потрошувачка на електрична енергија, а особено дневниот дебаланс помеѓу расположивиот капацитет за производство на ЕЕ и потрошувачка на истата, може да се

заклучи дека прв приоритет треба да биде изградба на пумпно-акумулациони хидроелектрани (ПАХЕ), какви за жал во моментот во Република Македонија не постојат.

Принцип на работа кај пумпно-акумулационите хидроелектрани

Пумпно – акумулационите хидроелектрани (ПАХЕ) или како често пати во пракса се нарекуваат *пумпно – реверзибилни хидроелектрани*, претставуваат модифициран начин на употреба на конвенционалните хидроелектрани кој овозможува складирање и управување со електричната енергија. Овој тип на хидроелектрани се специјален облик на хидроелектрани кои покрај вообичаеното производство на електрична енергија, можат да ги користат бенефициите од постоењето на две меѓусебно поврзани водени акумулации за меѓусебна размена на водите од двете акумулации (*горна и долна акумулација*) и на тој начин да вршат оптимизација на производниот режим. На Сл. 1, шематски е претставен принципот на работа кај една типична ПАХЕ.



Режим на работа кај пумпно-реверзибилна хидроелектрана

Сл.1: Шематски приказ на работните режими кај една ПАХЕ.

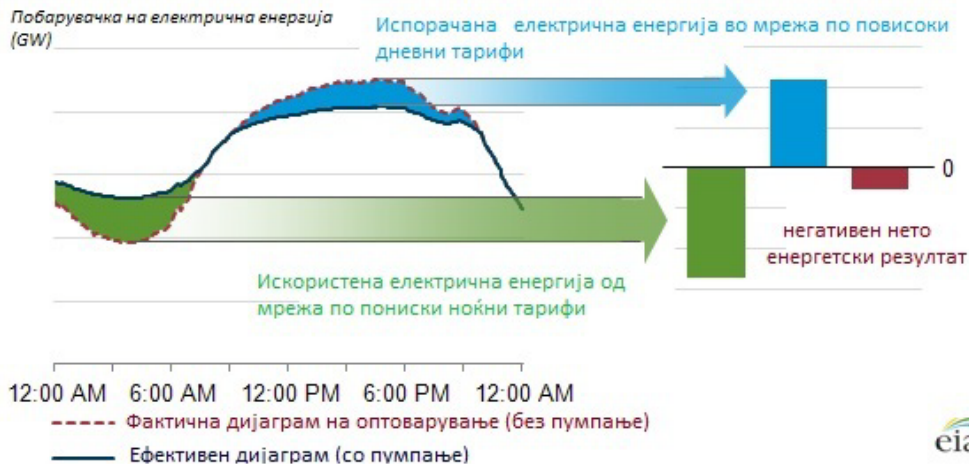
Од Сл. 1 може да се забележи дека кај ПАХЕ генерално постојат два режими на работа:

- 1) *генераторски режим на работа*, при кој со испуштање на водата од горниот воден резервоар (*акумулација*) низ турбините на хидроелектраната, се произведува електрична енергија за потребите на ЕЕС, и

- 2) **пумпен режим на работа**, при кој, турбините на хидроелектраната работат во режим на електрична пумпа и користејќи ја електрична енергија од ЕЕС ја враќаат водата (*ја пумпаат*) од долниот резервоар во горниот резервоар.

Според тоа, типичната ПАХЕ врши двојна трансформација на енергијата, најпрво, (1) во еден поволен временски период потенцијалната енергија на водата ја претвора во електрична енергија, за потоа во друг временски период, (2) електричната енергија ја претвора во потенцијална енергија на водата испумпана од долниот резервоар во горниот резервоар.

Пумпно-реверзибилна електрана - 24 часа пример



Сл. 2: Дневен 24-часовен дијаграм на производство на ЕЕ со и без користење на ПАХЕ.

На Сл. 2, даден е еден типичен дневен (24-часовен) дијаграм на производство на ЕЕ кај еден ЕЕС со користење на ПАХЕ и без користење на ПАХЕ (ЕИА, 2013). Од него може да се забележи дека улогата на ПАХЕ во еден ваков неизбалансиран дневен дијаграм е истиот да го избалансира. Така на пример, во случај да нема ПАХЕ, дневниот ефективен дијаграм на производство е прикажан со полна линија, додека доколку постои ПАХЕ, дневниот дијаграм е тој прикажаан со испрекината линија. Очигледно дека во ноќните часови, поради пумпањето на вода од долниот во горниот резервоар се зголемува количеството на искористена ЕЕ од ЕЕС, додека во дневните часови, заради користење на претходно складираната вода во горниот резервоар за производство на ЕЕ се зголемува вкупното производство на ЕЕ.

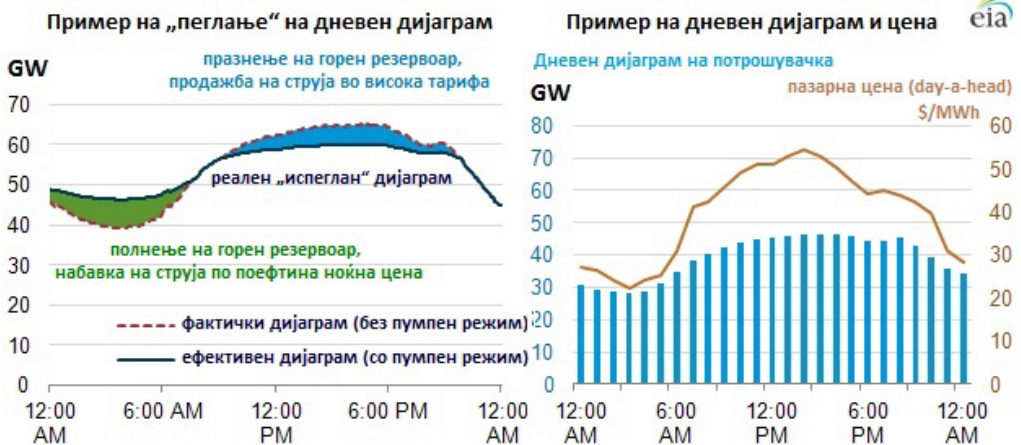
Врз основа на ова може да изведеме два важни заклучоци:

- 1) со користење на ПАХЕ, имаме помала разлика во производството на постојните (*нефлексибилни*) енергетски извори во дневниот и ноќниот период, и
- 2) произведената ЕЕ во текот на денот е секогаш помала од употребената ЕЕ во текот на ноќта за да се испумпа истата количина на вода од долниот во горниот резервоар, т.е. *вкупниот енергетски биланс е негативен* – повеќе сме потрошиле во текот на ноќта отколку што сме произвеле во текот на денот.

Според тоа, основен предуслов за економичност на овој процес е позитивна разлика помеѓу дневната и ноќната цена на ЕЕ. Тоа е прикажано на следната Сл. 3, каде може да се забележи дека разликата на пазарните цени на ЕЕ во ноќниот и дневниот период е речиси 100%, односно дневната цена е речиси два пати повисока од ноќната цена (ЕИА, 2013). Значи и покрај енергетската загубата од околу 20% во ЕЕ помеѓу пумпање и производство, заради значително поповолниот однос на цените на ЕЕ во дневниот во однос на ноќниот режим, крајниот економски ефект е позитивен во корист на ЕЕС со ПАХЕ во однос на ЕЕС без ПАХЕ.

Соодветно, за овој реверзибилен процес да биде ефикасен потребни се неколку предуслови:

- оптимално избран инсталиран капацитет на турбината и на генераторот како во режим на производство на ЕЕ, така и во режим на пумпање,
- временските периоди во кои под оптимални услови ќе се реализира производството и потошувачката на ЕЕ (*за пумпање*),
- разликите на цените во период на пумпање и период на производство на ЕЕ, како основен предуслов за економска исплатливост на целиот произведен циклус.



Сл. 3: Економски параметри кај ЕЕС со и без ПАХЕ.

Иако, како што може да се види во овој реверзибилен процес на претворање на ЕЕ во потенцијална хидроенергија и обратно, повеќе ЕЕ се користи за да се испумпа водата во текот на ноќните часови отколку што се произведува ЕЕ кога истата вода ќе биде пропуштена низ турбините текот на денот, фактот на прераспределувањето на ЕЕ од ноќен период кога истата не е потребна и има пониска цена, во дневниот период кога енергијата е многу барана и има значително повисока продажна цена, додава значителна вредност на целиот овој хидроенергетски систем.

Ваквите електроенергетски постројки значително придонесуваат за рационално користење на енергетските потенцијали, во текот на дневниот (*енергетски скап*) режим хидропотенцијалот на реките, а во текот на ноќниот (*енергетски поефтин*) режим, топлинската вредност на фосилните горива и/или нуклеарното гориво за производство на електрична енергија. Заради тоа, тие се инересни пред се за ЕЕС, каде што:

- хидропотенцијалот сè уште не е во целост искористен,
- постојат генерално нефлексибилни производни капацитети кои работат на фосилни горива (*најчесто јаглен*) или нуклерни електрани, и
- каде разликата во побарувачката на ЕЕ помеѓу дневниот и ноќниот период е значително голема.

Република Македонија ги задоволува речиси идеално три горенаведени предуслови за изградба и експлоатација на ПАХЕ – има 25% искористеност од вкупно расположивиот хидропотенцијал, или околу 35% од економски исплатливиот хидропотенцијал, има околу 80% производство на ЕЕ од нефлексибилни термоелектрани на домашен јаглен, и има голема разлика помеѓу дневната и ноќната потрошувачка на ЕЕ (*околу 30%е помала ноќната потрошувачка од дневната, односно дневна максимална 1350 MW, ноќна минимална 890 MW (13.12.2013) извор АД МЕПСО*).

Постои уште еден важен предуслов, а тоа е разликата на цените на ЕЕ во дневниот (*скап*) период, и ноќниот (*ефтин*) период на продажба и набавка на ЕЕ. Со оглед дека Пазарот на ЕЕ во Република Македонија сè уште не е доволно развиен, а неговата либерализација е во континуиран процес (*речиси 70% од пазарот е регулиран*), овој предуслов е уште не е доволно поволен во случај со нашата земја. Реалните очекувања се дека паралелно со зголемувањето на степенот на либерализацијата на пазарот и зголемувањето на бројот на директни учесници на тој пазар и овој предуслов наскоро ќе биде во корист на изградбата на ПАХЕ.

1. Услови за изградба и експлоатација на ПАХЕ во Република Македонија

Современите ЕЕС во голема мера се разликуваат од традиционалната претстава за ЕЕС. Имено, конвенционалните или традиционалните ЕЕС се базирани на принцип на мал број на енергетски производни капацитети со поголема инсталирана моќност која преку соодветна преносна мрежа се дистрибуира до поголемите потрошувачки центри кои најчесто се прилично оддалечени од прозиводните капацитети. Тоа е т.н ***ЕЕС со концентрирани производни капацитети***. Во модерните услови на пазарот на ЕЕ, ваквиот ЕЕС има неколку основни недостатоци и тоа:

- 1) Зголемени загуби при преносот на големите количини ЕЕ на поголеми растојанија – помеѓу производниот капацитет и потрошувачите,
- 2) Зголемена зависност од локалните енергетски извори и позиционирање на производните капацитети веднаш до енергетските извори (*јагленокон, рафинерија, гасоводен систем, погоден хидроенергетски извор, извор за ладење или довод на гориво и сл.*), што значи многу подалеку од населените места кои пак се главни потрошувачки центри,
- 3) Нестабилност во снабдувањето – зголемен ризик од испад на преносен капацитет или производна единица,
- 4) Зголемено локално загадување на почвата и воздухот во близината на енергетските објекти особено оние кои работат на фосилни горива, итн.

Со забрзаниот развој и примена на информатичката технологија во енергетиката, фокусирање кон мали, но енергетски ефикасни и еколошки прифатливи обновливи енергетски извори, примена на модерни т.н. *паметни мрежи (smart grids)*, и особено со развојот на пазарите за ЕЕ и методологија за поддршка на економски слабо исплатливите производни технологии (*мали хидроелектрани, соларни електрани, ветерни електрани, електрани на биогориво, итн.*) преку систем на субвенционирани цени (*feed-in tariffs*), ваквиот концепт на ЕЕС со концентрирани производни капацитети во поново време постепено се заменуваат со нов вид на ЕЕС кои имаат поголем број на помали производни единици распоредени насекаде во ЕЕС, односно постепено се преминува кон т.н. ***ЕЕС со дистрибуирани производни капацитети***.

Ваквите ЕЕС со дистрибуирано производство, од своја страна бараат:

- 1) Поголема флексибилност, редувантност и стабилност од ЕЕС,
- 2) Зголемена потреба од системски услуги (*енергија за балансирање, реактивна енергија, автоматско регулирање на отповарувањата и производството на ЕЕ во реално време и под товар и сл.*),

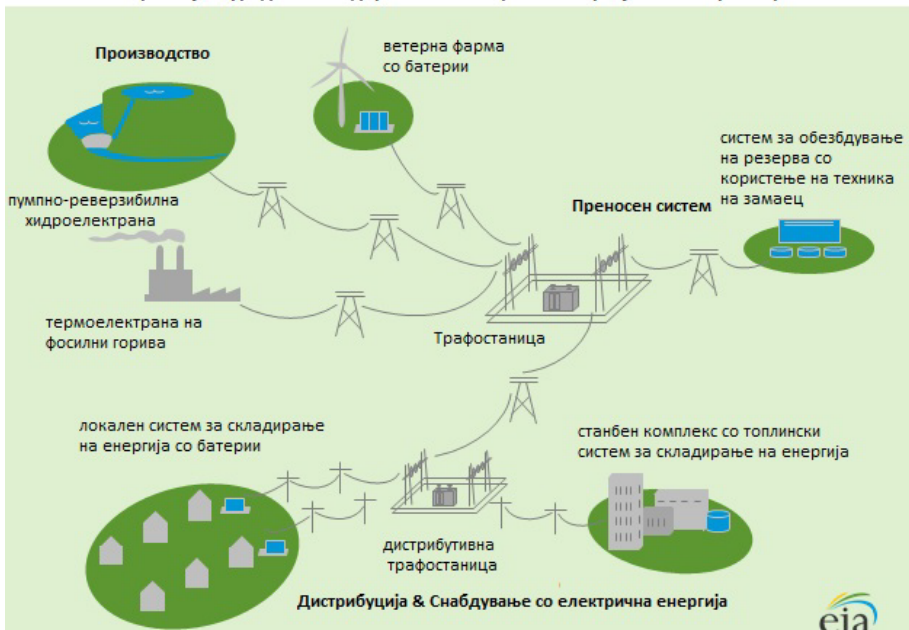
- 3) Системи за зачувување (складирање) на енергијата и нејзино повторно користење според потребите на системот, итн.

На Сл. 4 даден е еден пример на хипотетички ЕЕС со дистрибуирано производство и со повеќе видови на уреди за зачувување (*складирање*) на произведената ЕЕ од различни енергетски извори (ЕИА, 2013). При тоа може да се воочат неколку типични методи за складирање на ЕЕ: (1) локални батерии при ветроелектрана, (2) користење на систем на механички замаец, (3) локални системи за складирање на енергија во батерии, (4) систем за складирање на електрична енергија во топлинска особено во резиденцијалниот дел на ЕЕС, како и (5) систем за складирање на ЕЕ со користење на ПАХЕ.

Според (НХА, 2013), складирањето на ЕЕ е од клучно значење за националната економија и целокупната енергетска сигурност на една земја, бидејќи тоа е:

- 1) Најевтин извор и начин за складирање на ЕЕ,
- 2) Не користи фосилни горива за производство,
- 3) Обновлив извор на ЕЕ без емисија на штетни стакленички гасови,
- 4) Можност за префрлување на производството на ЕЕ од еден (*помалку критичен*) во друг (*повеќе критичен*) период на денот или подолго, и
- 5) Можност за регенерација на ЕЕС после негово целосно (*“black-start”*) или делумно (*“brown-start”*) распаѓање со најмали трошоци и за најкраток временски период.

Хипотетички развој на уреди за складирање на електрична енергија во електроенергетски систем

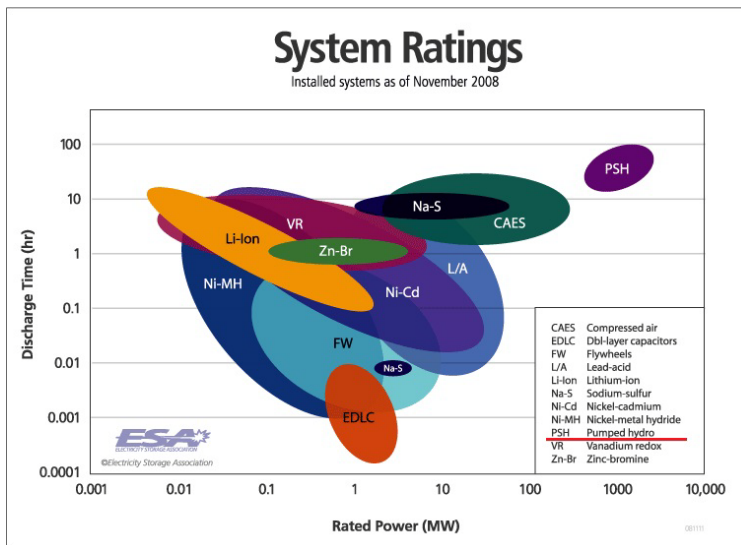


Сл. 4: Пример на современ ЕЕС со дистрибуирано производство.

Ако се направи споредбена анализа помеѓу различните видови на системи за складирање на ЕЕ, тогаш, ПАХЕ убедливо стои на врвот на технички расположиви системи за складирање и управување со ЕЕ во еден ЕЕС (ЕСА, 2013).

Од Сл. 5 може да забележиме дека само ПАХЕ овозможува зачувување и пре-алоцирање на огромни количини на ЕЕ и моќност (*над 1000 MW*) во период подолг од неколку часа (*вообичаено 8 часа дневно*).

Согласно на тоа, изградба на ПАХЕ во Република Македонија со соодветна инсталирана моќност (*мин 100 MW*) со можност за нејзино постепено зголемување согласно развојот на ЕЕС и производните капацитети во земјата и во регионот, за релативно кратко време може да ги донесе следните бенефиции за македонскиот ЕЕС (Cingoski, 2011):



Сл. 5: Анализа на техничките предности кои ги нуди ПАХЕ на еден ЕЕС.

- 1) Стабилизација на ЕЕС и зголемување на неговата флексибилност,
- 2) Дневно балансирање на производството на ЕЕ од термоелектраните, под најповолни економски услови,
- 3) Балансирање на променливите/стохастичките извори на ЕЕ (*обновливи извори на ЕЕ особено ветерните фарми и соларните електрани*),
- 4) Обезбедување на дополнителна и пазарно скапа вршна енергија и моќност во ЕЕС,
- 5) Ефикасно прифаќање на енергетските вишоци кога и да се појават во ЕЕС,
- 6) Можност за складирање на ЕЕ од дистрибуираните производни капацитети под најповолни техно-економски услови.

Јасно е дека сите горенаведени позитивни ефекти во голема мерка му се потребни на македонскиот ЕЕС, што води кон заклучок дека изградба на ПЕХА треба да претставува врвен приоритет во идниот развој на електроенергетиката во земјава.

Останува да одговориме уште на едно многу значајно прашање: дали во Република Македонија постојат природни услови за изградба на економски исплатлива ПАХА со барените параметри како на пример инсталирана моќност, потенцијал за понатамошен развој и сл. Први посериозни анализи во насока на избор на потенцијални локации за изградба на ПАХЕ на територијата на Република Македонија, направени се со изработката на *„Студијата за можни пумпно-акумулациони хидроелектрани во Република Македонија“*, во периодот 1987-1989 година (Студија, 1989).

Основни критериуми во процесот на анализа на потенцијалните локации за изградба на ПАХЕ земени во предвид при изработката на Студијата биле:

- Покрај реалните технички можности, предност да се даде на економични решенија за нови ПАХЕ со користење на веќе постоечките вештачки акумулациони езера (*Мавровско, Глобочица, Тиквеш*), или користење на нови акумулации кои се веќе предвидени со Водостопанската основа на Република Македонија, т.е. една од акумулациите (*Чебрен, Галиште, Градец, и сл.*),
- Да се испита можноста идните акумулациони хидроелектрани кои се во план за изградба и имаат значително големи нето падови и големи акумулациони простори (*на пример, Чебрен, Галиште*), да не се градат како конвенционални хидроелектрани туку да се изградат како ПАХЕ, и
- Да се испита можноста за изградба барем на една ПАХЕ со голема инсталирана моќност и можност за т.н. сезонско израмнување.

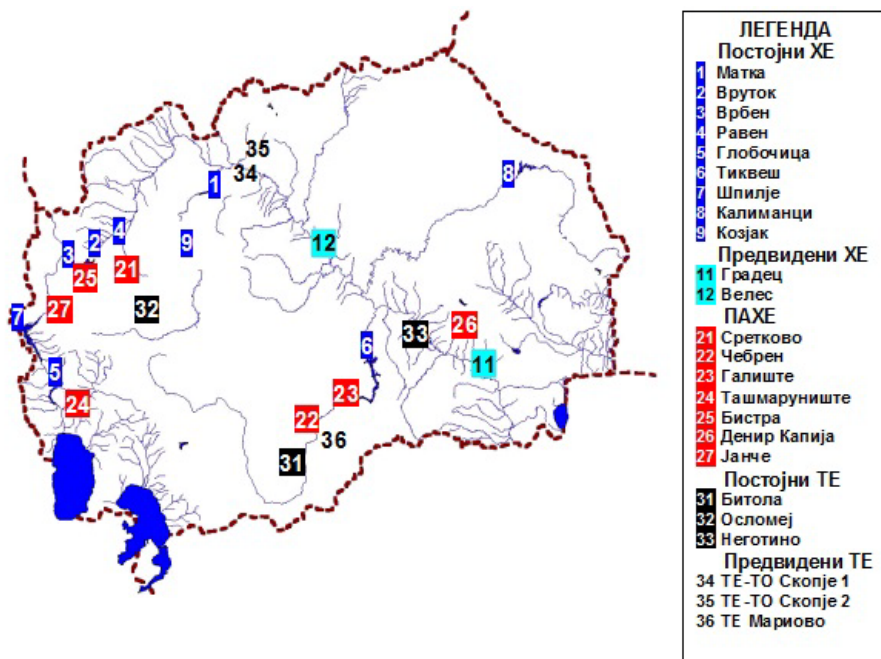
Како резултат на оваа анализа, добиени се повеќе потенцијални локации кои како од топографски, така и од хидролошки и геолошки аспект се прифатливи, но водејќи сметка за горенаведените приоритетни критериуми, како реални најперспективни издвоени се следните седум локации: *Чебрен, Галиште, Демир Капија, Јанче, Бистра, Сретково и Ташмаруниште* (види Сл. 6). Потенцијална ПАХЕ помеѓу постојните природни езера, Охридско и Преспанско езеро со предвиден нето пад од околу 157 m не е земена во предвид при оваа анализа, пред се заради сериозните еколошки проблеми кои може да произлезат од реализацијата на таквиот проект.

Според тоа може да заклучиме дека Република Македонија располага со поволни локации за изградба на ПАХЕ и дека еден од главните приоритети

во идниот развој на електроенергетиката во Македонија, треба и мора да биде изградба на најмалку една ПАХЕ.

Заклучок

Во овој труд направивме кратка анализа на ПАХЕ како еден од најперспективните енергетски објекти во развојот на било кој ЕЕС, а особено на модерните ЕЕС со дистрибуирано производство и со значително голем обем на производни енергетски објекти со непредвидлив произведен профил како што се обновливите енергетски објекти, пред се соларните и ветерните електрани.



Сл. 6: Потенцијални ПАХЕ во Република Македонија заедно со постојните производни електроенергетски објекти.

Бенефициите кои ПАХЕ ги даваат на ЕЕС се од големо значење како за негово нормално и стабилно функционирање така и за обезбедување на сигурно и доверливо снабдување на сите потрошувачи со потребните количини електрична енергија под најповолни економски услови. Прераспределбата на ЕЕ која со помош на ПАХЕ лесно и сигурно се реализира помеѓу ноќните вишоци и дневните недостатоци на енергија и моќност се клуч за техно-економската оправданост од изградба на вакви енергетски објекти.

Република Македонија и нејзиниот ЕЕС имаат потреба од изградба на ПАХЕ во што побрз временски период заради подобрување на

енергетската стабилност, обезбедување на поголема енергетска независност и реализација на поквалитетно снабдување со ЕЕ на сите потрошувачи во земјата, но и пошироко во регионот. Тополошките и хидролошките карактеристики се во корист на изградба на ваков енергетски објект негово ставање во оперативна состојба во што пократок можен период за што приоритет треба да се даде на локации каде постои барем една акумулација (*долна или горна акумулација*) и со евентуална изградба на уште една акумулација би се реализирала ПАХЕ.

Литература

1. **ЕСА, 2013**, Electricity Storage Association, <http://www.electricitystorage.org/>
2. **Стратегија, 2010**, Група автори, „*Стратегија за развој на енергетиката во Република Македонија за периодот 2008-2020*“, Македонска академија на науки и уметности (МАНУ), Скопје, 2009.
3. **ЕИА, 2013**, U.S. Energy Information Administration, <http://www.eia.gov/>
4. **НХА, 2013**, National Hydro Association, “*Challenges and Opportunities for New Pumped Storage Development*”, *NHA White Paper, 2013*.
5. **Андонов, 2011**, Andonov-Chento, Ilija, Cingoski, Vlatko and Nikolov, Igor, “*Pump Storage in Macedonia – Opportunities beyond 2020*”, PowerGEN 2011, 7-9 June 2011, Milan, Italy.
6. **Студија, 1989**, Група автори, „*Студија за можни пумпноакумулациони хидроелектрани во Република Македонија*“, ЕМО – Институт за енергетика – Скопје, 1989.

Conclusions

In this paper, a brief analysis of pumping storage hydro power plants (PSHP) as one of the most promising power generation facilities for any power system (PS), especially for the modern distributed generation PS, and PS with significant percentage of undeterministic power generators such as renewable power plants, in particularly solar and wind power plants.

The advantages that the PSHP provides have significant importance for stable operation of a PS and enables safe and secure power supply for all power customers under most favorable economical conditions. Energy shift between low tariff (night time) to high tariff periods of the day (day time), is a key issue for establishing the economic feasibility for making decision to initiate development of such PSHP.

Macedonia and its PS require building PSHP as soon as possible to improve the energy stability, providing greater energy independence and implementation of better supply of electricity to all power consumers in the country and the wider region. Topological and hydrological features are in favor of the construction of such facility and its energy marketing operations for in the shortest possible time is necessary. Development priorities should be given to those locations where at least one reservoir already exists (*either lower or upper reservoir*). Therefore, the possible construction of a new PSHP should be quicker realized by construction of a single additional storage.