

СЕКЦИЈА III: ВОДОВИ И ПОСТРОЈКИ
ГРУПА 39: ПОГОН И ВОДЕЊЕ НА ЕЕС
СТРУЧЕН ИЗВЕСТУВАЧ: д-р Арсен Арсенов, ЕТФ Скопје

ИЗВЕШТАЈ НА СТРУЧНИОТ ИЗВЕСТУВАЧ

P39. 01.

“Електролизна станица во ТЕ Битола автономно производство на водород”
од авторите: Јован Јанков, Николче Јовановски и Димче Цуцуловски – РЕК Битола

Во трудот е даден опис на постројењето и опремата за производство на водород по пстапка веллектролизаг кој се употребува за ладење на генераторите во ТЕЦ Битола, принципот на работа на постројката и правилата за техничка експлоатација.

Прашања за дискусија:

1. Какви се можностите за користење на кислородот како технички гас
2. Каков е степенот на почитување на техничко-технолошката дисциплина од безбедносен аспект.

P39. 02.

"Можната продуктибилност на хидроелектраните како критериум за рационално користење на акумулациите"
од авторот м-р Драган Михајловски, Електростопанство на Македонија - Скопје.

Во трудот "Можната продуктибилност на хидроелектраните како критериум за рационално користење на акумулациите" е прикажана метода за согледување на условите за работа на акумулационите хидроелектрични центри и нивно поефикасно користење во електроенергетскиот систем. Методата базира врз определување на повеќе статистички показатели за дотеците, како што се: аритметичка средина, стандардна девијација, математичка надеж, густина на веројатност и др. Со помош на наведените статистички показатели, авторот определува продуктибилност на хидроелектричните центри, одделно и вкупно. Со познавањето на продуктибилноста на дадена хидроелектрична централа за секое од можните нивоа на нејзината акумулација, можно е да се процени големината на очекуваните производни ефекти, а со тоа да се донесуваат и соодветни одлуки за начинот на полнење и празнење на соодветните акумулации. Вкупната продуктибилност на хидроелектричната централа авторот ја пресметува како збир на производи од веројатностите на појава на одделни продуктибилности, што секако е во ред. Не е јасно, меѓутоа, како авторот ги пресметува одделните продуктибилности. Исто така, не е јасно дали при пресметувањето на

продуктибилностите се земаат предвид влијателни фактори, како што се: обликот на акумулационите базени, карактеристиките на доводите и одводите, карактеристиките на хидротурбините.

Прашања за дискусија:

1. Дали критериумот за кој станува збор во овој труд има предности во однос на останатите критериуми за вреднување на работата на акумулационите хидроелектрични центри и кои се тие предности?

P39.03.

“Споредување на трошоците за електрична и топлинска енергија”

од авторот Толевски Михајло, ОХИС - Енергетика, Скопје

Во трудот се врши споредба помеѓу трошоците за електрична и топлинска енергија. Притоа, сосема е јасно дека во споредбата на трошоците на двата режима, израз (5), можат да се случат сите состојби зависно од цените на одделните енергенти.

Прашања за дискусија:

1. Од текстот неможе да се заклучи како е одредена вредноста на Цеег, односно како е избран факторот $K=2$. Се разбира дека сите равенства/неравенства за споредба на трошоците на двата режима, кои следат понатаму во текстот, се базираат на таа цена, односно на факторот K .
2. Понатаму, за да може да се изведе реална цена за Цеег, дали би се добила реална споредба во колку се вклучат актуализираните трошоци за: купување на опремата, амортизација, одржување и т.н.

P39.04.

“Биланс на активни моќности во ТС 400/110 kV Битола –2 при услови на намалени можности за мерење”

од авторот Јован Јанков, дипл. инж. ЕСМ РЕК “Битола” – Битола

Трудот дава анализа на активните моќности во ТС 400/110 kV Битола-2 за 1997 година како изведени големини, при располагање со податоци за активната енергија од броилата и времето за работа. Добиените податоци се приближни, но сепак доволни за одредено согледување на моќноста кога се нема мерни инструменти за моќност. Оваа анализа може да биде применета и на други објекти во ЕСМ. Недостаток на ваквата анализа е што дава одредени согледувања на изминати дејствија, а не сегашни со кои би можело и оперативно да се делува.

Прашања за дискусија:

1. Која е практичната примена на оваа анализа за водење на објектот ТС 400/110 kV Битола – 2

2. Колкава е точноста на добиените податоциза моќност во споредба со вистинските моќности кои се мерат со соседните објекти (ТС и ТЕЦ) со кои е поврзана оваа ТС.

P39.05.

"Распределба на работните моќности на акумулационите хидроелектрани во дневниот дијаграм на оптоварување"

Автор: М-р Драган Михајловски, дипл.инж., Елекростопанство на Р. Македонија

Трудот "Распределба на работните моќности на акумулационите хидроелектрани во дневниот дијаграм на оптоварување" базира врз претпоставка дека термоелектричните центри треба да работат во т.н. "банд", т.е. базира врз претпоставката дека простор за оптимизација постои само кај хидро-електричните центри. Меѓутоа, треба да се напомене дека денеска, кога станува збор за определување оптимален режим на работа на електроенергетски систем, единствен признат критериум за оптимизација во светот е критериумот за минимални трошоци. Во овој случај останува да се минимизира вкупната потрошувачка на вода кај хидроелектричните центри за да се задоволи одреден дел од дијаграмот на оптоварување на електроенергетскиот систем. За таа цел, формирана е Лагранжова функција и воведени Лагранжови мултипликатори - за секое ограничување во форма на равенства по еден мултипликатор. Ограничувањата во форма на равенства се сврзани со билансите на енергија кај секоја хидро-електрична централа и за билансите на моќност во секој временски интервал (конзумот е дискретизиран со 24 временски интервали во кои конзумот се смета за константен). Потоа, поставени се условите за екстрем, а добиениот систем на равенки е решен на *оригинален* начин. Решението е добиено во аналитички облик, а е тестирано на примерот на хидроелектричните центри во Република Македонија. Резултатите од пресметките се прикажани табеларно, а воедно и графички.

Од анализата на прикажаниот модел на оптимизација на водите кај хидроелектричните центри може да се заклучи дека тој не ги вклучува горните и долните граници на променливите во функцијата на Лагранж, т.е. не води сметка за максималните и минималните моќности на хидроелектричните центри. Имено, не е јасно што се случува кога тие ќе излезат од дозволените, за нив, граници.

Прикажаниот модел, исто така, не овозможува определување на Лагранжовите мултипликатори λ_i и μ_i .

Ако се има предвид дека оптимизацијата на работата на електроенергетскиот систем е континуиран процес, од една страна, како и тоа што авторот ги условува хидроелектричните центри секој ден да произведат точно одредено количество енергија, т.е. да потрошат точно одредено количество вода, од друга страна, тогаш гледано на подолг временски период не може да се очекува некој поголем ефект од ваквата оптимизацијата, бидејќи авторот наместо да и дозволи слобода на хидроелектричните центри во трошењето на расположливата вода за еден подолг временски период (на пример една недела и сл.), тој истата ја ограничува за секој ден посебно. Притоа, прашање е колку добро може да се предели која од хидроелектричните центри по колку вода треба да троши дневно? Затоа, подобро би било ограничувањата од типот:

$$\sum_{t=1}^{24} P_{ht} = W_h; \quad h = 1, N_h \quad (1)$$

да се заменат со ограничувања од типот:

$$\sum_{t=1}^{24} P_{ht} \leq W_h; \quad h = 1, N_h \quad (2)$$

Прашања за дискусија:

1. Дали на авторот му е познат електроенергетски систем во кој оптимизацијата на работата се реализира според начинот на кој тој тоа го прави во трудот;
2. Дали во изложениот модел можат да се внесат ограничувањата во форма на неравенства без поголеми зафати и на кој начин. Што ќе стане тогаш со аналитичкиот карактер на решението;
3. Какви промени треба да претрпи прикажаниот модел ако во него ограничувањата од типот (1) треба да се заменат со ограничувања од типот (2);
4. Колку изнесува заштедата на вода во разгледуваниот пример, во трудот, во однос на случајот кога не би постоела оптимизација, туку трошењето на водата би било според произволен режим.

P39.06.

”Влијание на обликот на енергетските карактеристики на електричните центри врз оптималната распределба на активните моќности во ЕЕС”

од авторите д-р Арсен Арсенов, Електротехнички факултет - Скопје и м-р Благоја Стевановски, Технички факултет- Битола

Во трудот се анализира влијанието на обликот на енергетските карактеристики на електричните центри врз оптималната распределба на активните моќности во ЕЕС. При изнаоѓањето на решението се користи методата на динамичко програмирање. Во трудот е анализиран конкретен нумерички пример со помош на кој се илустрира споменатото влијание. Се укажува како на постоење на значителни разлики во добиеното решение во зависност од тоа како се апроксимираат енергетските карактеристики на централите, така и на можноста, во одредени случаи, да се изгубат ефектите од оптимизацијата.

Прашања за дискусија:

1. Дали влијанието на начинот на апроксимирање на енергетските карактеристики е толку големо што одделни постојни методи за оптимална распределба на активни моќности можат да ја загубат својата применливост.

2. Како влијае дисконтинуираниот карактер на енергетските карактеристики врз добивањето на оптималното решение.

P39.07.

“Оптимални токови на реактивна моќност”

од авторите Властимир Гламочанин- ЕТФ - Скопје, Драган Андонов- ЕТФ - Скопје, Билјана Стојковска- студент и Димитар Трајанов- студент

Како една од основните цели на управувањето на електроенергетските системи е оптимален режим на работа, односно трошоците на системот да бидат минимални. Во трудот како функција на целта која се минимизира се земени: вкупните загуби на системот, цената на чинењето на инвестициите во нови извори на реактивна моќност, оперативните трошоци во изворите на реактивна моќност и во генераторите за додатно ангажирање со реактивна моќност.

Како излезни резултати се добива, покрај токовите на моќност по водовите и напонот на собирниците, ангажирањето на генераторите и изворите на реактивна моќност и положбата на регулаторот на регулационите склопки.

Прашања за дискусија:

1. Кои се предностите на овој програмски пакет со користење на вештачка интелигенција во однос на класичен програмски пакет за овакви оптимизациони функции
2. Каква е применливоста на овој програмски пакет во доменот на симулација на состојбите на системот при различни промени на конфигурацијата на мрежата за остварување на функцијата на тренинг на диспечери.

P39. 08.

“Статистичка презентација на квалитетот на работењето на термоцентралите според нормите на УНИПЕДЕ”

од авторот Душан Илоски, РЕК Битола – Битола

Во трудот се систематизирани и дефинирани статистичките податоци кои се однесуваат на расположивост, нерасположивост и вкупните перформанси на работењето на термоцентралите. Изнесената статистичка терминологија овозможува процена на квалитетот на успешното работење, а на таа основа и меѓусебно споредување и подобрување на работењето на термоцентралите од одделните ЕЕС членки на УНИПЕДЕ

P39. 10.

“Влијание на уредите за климатизација врз порастот на потрошувачката на електрична енергија во летните месеци од аспект на управувањето со ЕЕС на Р. Македонија”

од авторите Горан и Жана Чогелџа, “Лира” – Скопје

Во трудот е анализирана потрошувачката на електричната енергија во Р. Македонија во третата седмица од месец јуни за периодот 1995-1997 година, со

согледување на влијанието на температурите во истиот период. Врз основа на дијаграмот на кој е прикажана температурната промена и потрошувачката на електричната енергија во текот на 1997 година, како и врз основа на ванализитег за продажбата на климатизаторите во Р. Македонија, авторите изведуваат заклучок дека вглобалниот пораст на потрошувачка на електрична енергија, така и врз зголемувањето на дневните врвни оптоварувања и зголеменото ангажирање на хидроелектричните централиг покрај другото, може да се објасни со “се поголемата примена на уредите за климатизација”.

P39-11

“Автоматизација и далечинско управување на МХЕЦ во хидросистемот Стрежево Битола”

Во трудот се дава приказ на извршените работи за оформување на автоматизацијата на малите хидроцентрали во системот Стрежево. Прикажаната концепција на далечински надзор и можност за микропроцесорско управување овозможува примена на современи барања кон автоматското управување и компјутерската анализа на погонот во малите хидроцентрали. Трудот може да се презентира на Второто советување на МАКО СИГРЕ.

МАКЕДОНСКИ КОМИТЕТ ЗА ГОЛЕМИ ЕЛЕКТРИЧНИ СИСТЕМИ СИГРЕ, СКОПЈЕ

ВТОРО СОВЕТУВАЊЕ НА МАКО - СИГРЕ

Јован Јанков, дипл. ел. инж, ЕСМ, РЕК- Битола, Битола
Николче Јовановски, дипл. ел. Инж, ЕСМ, РЕК -Битола, Битола
Димче Цуцулоски, ел. техн, РЕК- Битола, Битола

ЕЛЕКТРОЛИЗНА СТАНИЦА ВО ТЕ БИТОЛА АВТОНОМНО ПРОИЗВОДСТВО НА ВОДОРОД

КРАТКА СОДРЖИНА

Компаративните карактеристики на разни гасови, кои можат да бидат употребени за ладење на турбогенераторите, го посочуваат водородот. Тој обезбедува подобро одведување на топлината, со многу помали загуби. Нашите генератори се ладени со водород. Тоа значи, да се има сопствено производство во Електролизна станица. Прикажан е краток опис со главните делови и работа на Електролизната станица во ТЕ Битола.

SUMMARY

The comparative characteristics of various gases that might for cooling AC generators, show the hydrogen. It provides better heat transfer with much less windage loss. Our generators are cooled by hydrogen. It is mean to have own production in " Water Elektrolyzer Station". It presented a short description with the main parts and work in Water Elektrolyzer Station in Power Plant Bitola.

Клучни зборови: Електролизна станица, водород, технички правила, безбедност.

1. ВОВЕД

Електролизна станица во ТЕ Битола, произведува водород (H_2) потребен за ладење на намотките на роторот од генераторот. Технологијата на производство се одвива по принцип на електролиза на вода, (H_2O) во постројки наречени електролизери, при што водата се разлага на водород (H_2) и кислород (O_2). Капацитетот на електролизерот е 2×4 ($m^3/ч$) водород и 2×2 ($m^3/ч$) кислород. Кислородот не се користи, се испушта во атмосферата. Водородот под притисок од 10 (бари) се собира во четири резервоари од по 20 (m^3), од каде што со систем на цевоводи и вентили се носи до генераторот.

Водородот во кислородот (во широк опсег на концентрација од 4,6-74 % водорот во воздухот) е многу експлозивен и затоа секакви манипулации и интервенции со опремата во електролизна станица и инсталациите, до и околу генераторот, треба да се вршат со посебно внимание и специјален алат што не искри. Забрането е секакво приближување со пламен и слично.

При било какви појави на опасност од пожар, или пожар во близина на генераторот, водородот од цевоводите и телото на генераторот треба многу брзо да се отстрани. Оваа операција во термоелектраните се врши со истиснување на водородот со јагленороден двооксид (CO_2), гас кој не гори.

Потребниот јагленороден двооксид во ТЕ Битола се обезбедува од трговијата, втечнет во боци под висок притисок. Во електролизна станица има постројка, преку која се врши полнење на три резервоари со јагленороден двооксид под притисок од 10 (бари) и капацитет по 10 (m^3).

2. ГЛАВНИ ДЕЛОВИ И ПРИНЦИП НА РАБОТА НА ПОСТРОЈКАТА

2.1 Главни делови на електролизната постројка

Електролизна станица во ТЕ - Битола се наоѓа во посебна зграда.

Технолошката шема на електролизна станица ги има следните главни составни делови:

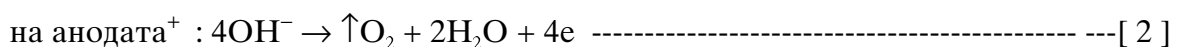
1. Електролизер - во кој се врши електролиза на водата (H_2O) на нејзините составни елементи, водород (H_2) и кислород (O_2);
2. Резервоар за база (КОН) - во кој се врши подготовка на електролит;
3. Азотна рампа - од која се овозможува продување со азот, на сите инсталации и садови во постројката при стартување и запирање на истата;
4. Разделни колонки - во кои се врши одделување на гасовите (H_2 и O_2) од електролитот и ладење на електролитот.
5. Прочистувачи на гасови - во кои се врши издвојување на алкалната магла од гасовите (H_2 и O_2) и нивното ладење;
6. Регулатори на притисок - во кои се врши поддржување на еднаков притисок на водородот (H_2) и кислородот (O_2) во апаратите на електролизна постројка, без разлика од тоа при каков притисок се користи секој гас;
7. Ладилници за гасови - во кои се врши конечно разладување на водородот (H_2) и кислородот (O_2);

8. Хидрозатвор - кој е наменет за испуштање на кислородот (O_2) во атмосфера и спречување на навлегување на воздух во системот на електролизната постројка;
9. Огнопреградувач - кој е наменет за спречување на прескокнување на пламен во системот на електролизната постројка, при пламнување на водородот (H_2) на излез од истиот;
10. Напојни резервоари - кои се наменети за чување на резерва на деми вода за напојување на електролизерите;
11. Ладилник на фреон - во кој се врши кондензација и одвојување на влагата од водородот (H_2);
12. Одвојувач на влага - во кој се врши дополнително механичко одвојување на влагата од гасовите;
13. Резервоари за водород (H_2) - во кои се врши складирање на резерва на водород за потребите на блоковите;
14. Палети со боци со водород (H_2) - во кои се чува резерва на водород (H_2) во случај на подолг застој на електролизната постројка;
15. И останати помошни уреди и цевоводи.

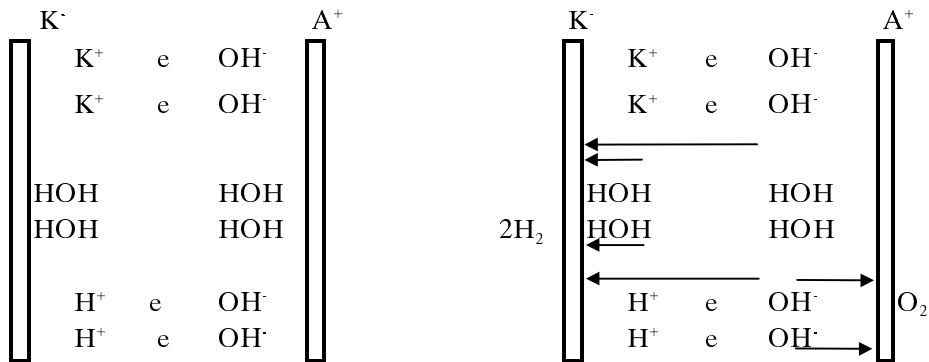
2.2 Електро - хемиски процеси при електролизата на водата

Електролизата е процес, на поминување на електрична струја низ раствор на електролит и оксидационо - редукциски реакции, кои при тоа се вршат на електродите. Катјоните одат на катодата, а анјоните на анодата.

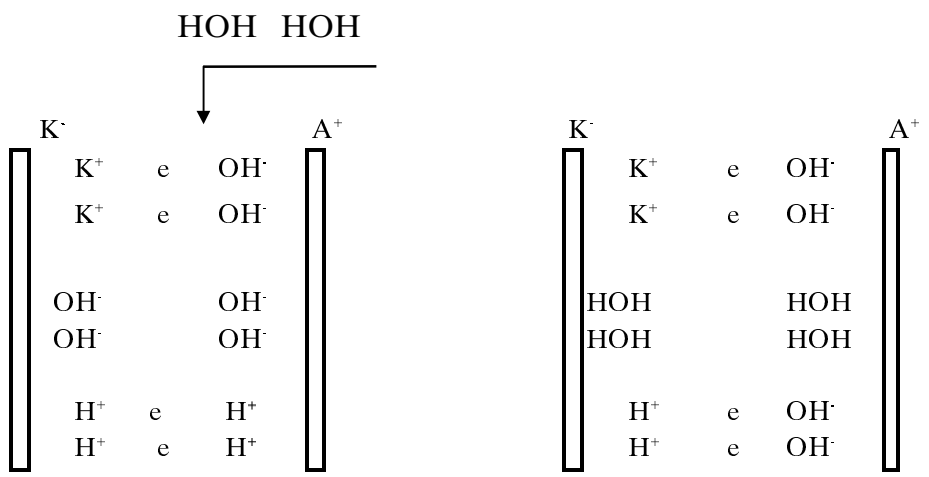
Во нашиот случај, станува збор за електролиза на вода, во услови на раствор од калиева база (KOH) со вода (H_2O) во електролизер, под дејство на еднонасочна електрична струја. Реакциите при електролизата во овој случај се следни:



Во моментот на протечување на електрична струја во електролизерот, (во раствор и електродите) постои следната електрохемиска ситуација.



После издвојувањето на водородот (2H₂) на катодата и на кислородот (O₂) на анодата, во електролитот би се јавил недостаток на вода (2HOH), кое понатаму во процесот се надокнадува со додавање на деми вода, а истото е прикажано подолу:



Понатаму процесот се повторува.

2.3 Принцип на работа на електролизната постројка

Технолошкиот процес на производство на водород (H₂) кислород (O₂) главно се одвива на следниот начин:

Во резервоарот за база се врши подготовка на електролитот, раствор на калиева база (KOH) со деминерализирана вода, се врши нивно дозирање и мешање во пропишан сооднос. Резервоарот се полни приближно една четвртина со деми вода, а потоа постепено се пушта калиева база (KOH) до 130 (кг) и се меша рачно со дрвена лопата. Потоа, со инструмент (бомметар) се мери густината на растворот, која треба да биде во граници од 1,28 - 1,3 (гр/см³) и по потреба се додава деми вода за постигнување на соодветната густина. Одкако ќе се постигне пропишаната густина, во растворот се додава калиумбихромат (K₂Cr₂O₇) во количина од 0,5 (кг). Наведените количини се однесуваат за пополнување на еден систем на електролизната постројка.

Електролизерот СЕУ- 4М, е хоризонтален апарат, од филтерно пресувачки тип, кој работи под притисок од 10 (бари). Се состои од две монополарни електроди - анода и катода, кои ги преставуваат крајните плочи на електролизерот и се изолирани од земјата и 29 биполарни електроди поставени помеѓу крајните плочи, одделени едни од други со изолациони заптивки и дијафрагмни рамки.

Пред стартување, електролизерот треба да биде наполнет со електролит. Заполнувањето се врши со рачна пумпа од резервоарот за база, со предходно припремена шема.

При минување на еднонасочна струја низ електролизерот, биполарните електроди го издвојуваат на една страна водородот (катода), а на друга страна кислородот (анода). Одделените гасови на електродите, се разделени со азбесни дијафрагми, кои се поставени на дијафрагмените рамки, заковани со заковци.

Гасовите (H_2 и O_2) од прочистувачите на гасови, преку цевоводи одат во регулаторите за притисок (H_2 и O_2) во кои преку систем на пловка со игла (регулационен вентил) се врши поддржување на еднаков притисок на гасовите (H_2 и O_2) во апаратите на електролизната постројка, независно од тоа при каков притисок се користи секој гас. Регулаторите на притисок имаат приклучоци за довод на гас, за одвод на гас, за врска со напојните резервоари, за сигурностен вентил, за манометар и за нивоказно стакло.

Водородот (H_2) од ладилникот на фреон преку цевоводи оди во одвојувачот на влага (H_2 и O_2), во кој се врши дополнително одвојување на влага од водородот. Одвојувачот на влага за кислород (O_2) не е во функција бидејќи истиот се исфрла во атмосфера. На одвојувачот на влага има приклучоци за довод на гас, за одвод на гас, и за дренажа.

Од одвојувачот на влага, водородот (H_2) преку цевоводи се води во резервоарскиот простор надвор од постројката, од каде може да се дистрибуира до електричните генератори на блоковите во ТЕ.

Водородот од ладилникот на фреон, може да оди и во огнопреградувачот и од него во атмосферата додека не се постигне пропишаната чистота.

За додавање на деминализирана вода во системот на електролизната постројка служат напојните резервоари. Резервоарите се хоризонтално расположени со приклучоци за влез и излез на деминализирана вода, за врска со прочистувачите на гасови, со регулаторот на притисок и за нивоказно стакло.

За продување на цевоводите и садовите на електролизната постројка, за потреба на ремонт или за подолг застој, се применува азот (N_2), кој се дистрибуира од боци преку азотната рампа.

3. ПРАВИЛА ЗА ТЕХНИЧКА ЕКСПЛОАТАЦИЈА

3.1 Работни параметри

Електролизната станица работи под притисок до 10 (бари) поради што, за неа се применува правила на техничка експлоатација за садови кои работаат под притисок.

При експлоатација на електролизна станица, потребно е да се контролира напонот и струјата на електролизерот, разлика на притисок меѓу водородот и кислородот, нивото на течноста во апаратурата, температурата на електролитот и гасовите, чистотата на гасовите, содржина на O_2 во H_2 и H_2 во O_2 .

Напонот на електролизерот се контролира по волтметарот, поставен на пултот за едномерна струја. Напонот на келиите на електролизерот се контролира со преносен волтметар.

Напонот на електролизерот е равно на сумата на напоните на поединечните келии.

Напонот на келиите се пресметува по следната формула:

$$U = E + \eta_k + \eta_a + \Sigma I \cdot R \text{ ----- [3]}$$

E - напон на разложување на водата;

η_k и η_a -катоден и аноден пренапон на електродите

$\Sigma I \cdot R$ -сума на активните загуби на енергија во електролитот и дијафрагмите.

Основно значење има густината на струјата, температурата на електролитот, растојанието меѓу електродите, материјалот и начинот на обработка на електродите.

Зависноста на напонот на електролизерот, од густината на струјата , температурата и притисокот е изразена со следната формула:

$$U = 1.65 + 2.86J - 0.025\sqrt{J} (t - 80) - 0.3\sqrt{\lg P} [1 - 0.015(t - 80)]J \text{ ----- [4]}$$

U - напон на електролизерот, [V] ;

J - густина на струјата, [A/cm²];

t - температура на електролитот, [°C];

P - притисок во електролизерот, [бари].

Колку е понизок напонот на електролизерот, толку тој поекономично работи. Со пораст на температурата, напонот на електролизерот се намалува. Со зголемување на температурата на електролитот, се забрзува корозациониот процес и доведува до стареење на материјалот на електролизерот- паронитните. Поради тоа , најдобро е температурата на електролитот да се одржува во границите од 60 - 75°C, а кога електролизерот не работи под полн товар, пожелно е температурата на електролитот да се одржава во граници од 40 - 50 °C. При тоа, за да се достигни потребното производство, потребно е да се подигни напонот на електролизерот.

3.2 Производност на електролизерот

Производноста на електролизерот поврзана е со струјата преку следната формула.

$$P = 0,000419 \cdot I \cdot n \cdot V_T^x \text{ -----} [5]$$

P - производност на електролизерот, м³/ч сув водород при атмосферски притисок;
I - струја A;

n - број на ќелии во електролизерот;

V_Tⁿ - излез по водород (дел од текот на водородот кој се издвојува во катодните зони на ќелиите во електролизерот). Во зависност од конструкцијата на електролизерот и режимот на неговата работа се движи од 0.94 - 0.99.

Притисокот на водородот и кислородот зависи од обработката и губитокот на водородот. Притисокот на водородот во системот, треба да е поголем од притисокот во резервоарите не повеќе од 0,5 (бари). Благодарение на работата на пловката од регулаторите за притисок на кислород, неговиот притисок во системот е ист со притисокот на водородот. Доколку кислородот се испушта во атмосфера, неговиот притисок од регулаторите на притисок, до хидрозатворот, е поголем од атмосферскиот притисок за приближно 0,1(бари).

Еднаквоста на притисоците на водородот и кислородот, во промивачите на гасови и регулаторите на притисок, се јавува како прв услов за безбедна експлоатација на електролизна станица. Голема разлика на притисоците на водородот и кислородот, може да доведе до преливање на водата од водородниот во кислородниот систем (или обратно), смешување на гасовите и стварање на запалива смеса.

Притисокот на гасовите се контролира на манометрите, кои се поставени на цевниот систем и апаратурата.

3.3 Технолошка заштита

Технолошката заштита на електролизната станица треба да го исклучи мотор-генераторот, при следните отклонувања од технолошкиот режим:

- разлика на притисок во регулаторите на притисок за водород и кислород повеќе од 200 (mm VS);
- содржина на водород, во кислородот повеќе од 2%;
- содржина на кислород, во водородот повеќе од 1%;
- притисок во системот повеќе од номиналниот;
- куса врска помеѓу половите;
- нестанок на напон, на мотор-генераторот, од страна на наизменичниот напон.

При автоматско исклучување на електролизна станица, потребно е да се јави сигнал.

Повторно пуштање на електролизна станица, е можно само после објаснување и отстранување на причината за испадот.

Исклучување на електролизна станица, при зголемување на разликата на притисоците помеѓу водородот и кислородот е како превентива да не би дошло до мешање на гасовите, а со тоа обезбедување на безбедна експлоатација.

После исклучување на постројката од заштита, апаратурата останува под притисок со водород и кислород. Нивоата на течностите во регулаторите на притисок можат да се помешаат и на исклучена апаратура. За одбегнување на можноста за смешување на водородот и кислородот, оперативниот персонал е должен, да ги провери приборите и апаратурата по паднатите блинкери, да ја установи причината за сработување на заштитата и отпочне со продувка на системот со азот.

Причината за исклучување на електролизна станица се гледа по паднатите блинкери, кои се поставени на пултот за сигнализација.

Најголема опасност, претставува брзото намалување на чистотата на водородот и кислородот со образување на запалива смеша во една од апаратурите. Тоа е можно при неправилно приклучување на поларитетот кон електролизерот. За исклучување на таа можност, потребно е пред вклучување на електролизна станица, да се провери поларитетот на електролизерот, а во колата на еднонасочна струја потребно е да има реле за инверзна струја, кое не овозможува работа на електролизерот со обратна поларитет.

Опасно намалување на чистотата може да се јави и при прескок на еден гас во друг, а кое е можно при намалување на нивото на водата во системот.

Во сите случаеви на намалување на чистотата на кислородот помала од 98,5% и намалување на чистотата на водородот помала од 99,5%, електролизерот потребно е да се исклучи, притисокот во системот да се намали до 0,1 - 0,2 (бари) и системот да се продува со азот.

Пред вклучување на електролизерите во работа, системот треба да се продува со азот. Чистотата на азотот за продувка, потребно е да биде не помала од 97,5%. Продувката се смета дека е завршена ако содржината на азот биде 97%. Продувката на системот со јагленороден двооксид се забранува, бидејќи со електролитот ствара карбонати.

Продувката со азот на сите апаратури во електролизна станица пред пуштање е неопходно поради избегнување на експлозивна смеша на водород со воздух. За продувка може да се користи азот, со содржина на кислород не повеќе од 2,5%.

Приклучување на електролизерите кон резервоарите кои се под притисок се врши тогаш, кога притисокот на водородот во системот, е за 0,5 (бари) поголем од притисокот во резервоарите.

При обслужување на електролизна станица, треба да се избегнуваат нагли промени на притисокот во системот. Поради тоа, не е препорачано приклучување на резервоарите кон системот при поголема разлика на притисоците. Исто така, притисокот на водородот во системот, над притисокот во резервоарите не треба да биде помал од 0,5 (бари), бидејќи при незаптивност на неповратната клапна, може да има повраток на водород од резервоарите кон системот и нарушување на работата на регулаторите на притисок.

4. ЗАКЛУЧОЦИ

-Електролизна станица во рамките на ТЕ- Битола, со своето производство на водород (H_2) потребен за ладилниот систем на турбогенераторите, овозможува технолошка и техничка самостојност на објектот.

-Производниот процес се одвива во посебен издвоен објект, изведен по стандардна (руска) проектна документација.

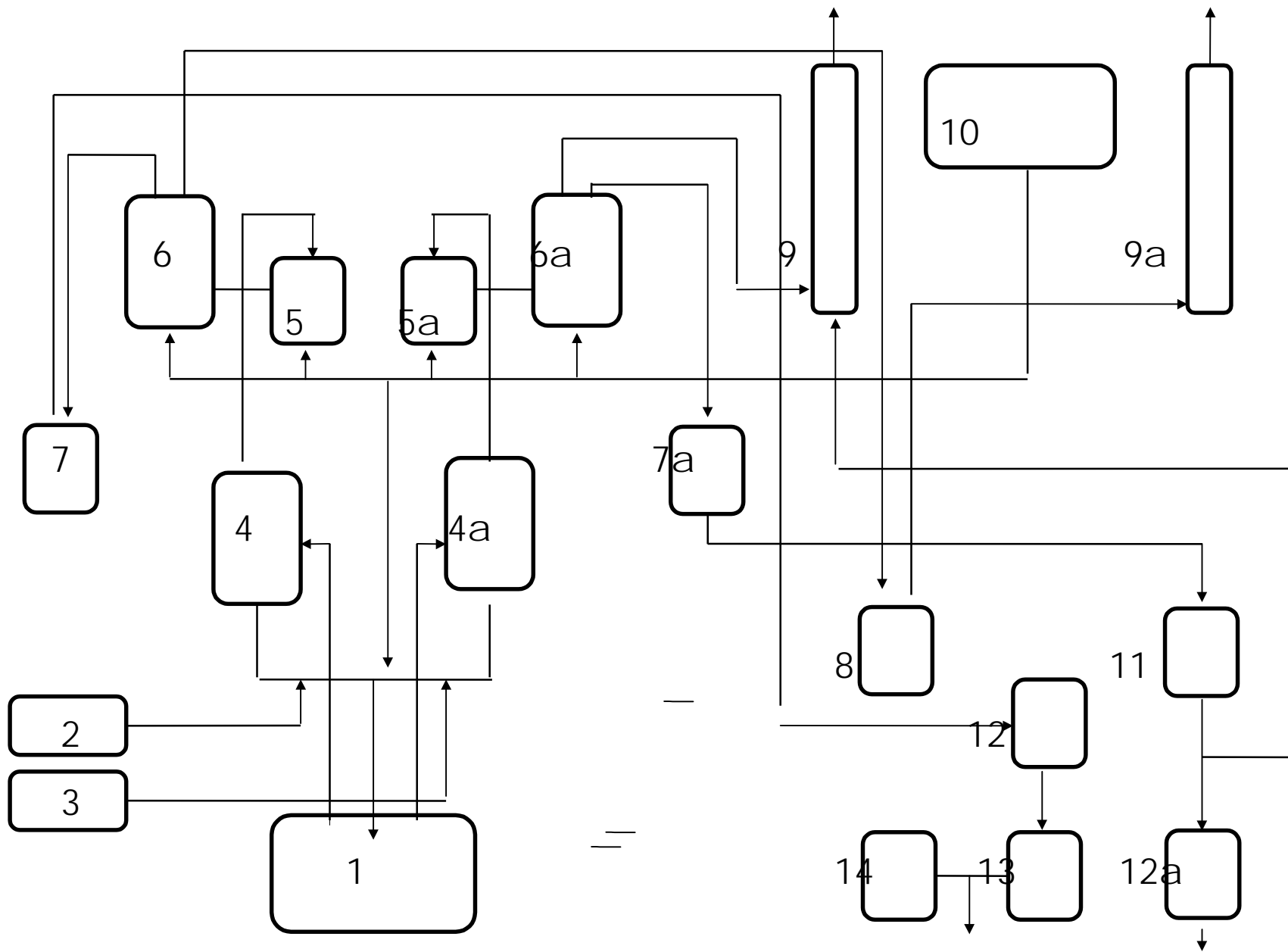
-Процесот на производство и производот - водород, се исклучително опасни, поради што тоа производство подлежи на строги прописи и правила.

-Правилата на техничката експлоатација, не смеат да се занемарат ни во еден момент без било какви компромиси и лежерност во примената.

-Изложениот дел од правилата е само извод. Вкупниот состав е во многу поголем обем.

5. ЛИТЕРАТУРА

- Проектна документација за Електролизна станица - Енергопроект, Београд СРЈ (подлоги од Русија).
- Техничка документација од испорачателот на опремата - Уралхиммаш, Москва - Русија.
- Н. Јовановски, С. Пецаков : Локална инструкција за експлоатација на електролизна станица СЕУ - 4М x 2, ЕСМ - Битола 1997 год.
- Упатство за работа со водород во електролизна станица, ТЕ Битола бр.142/1.
- Останати упатства и прописи за ваков вид објекти од ТЕ Битола.
- Лични сознанија и искуства на авторите.



ТЕХНОЛОШКА БЛОК ШЕМА НА ЕЛЕКТРОЛИЗНА СТАНИЦА

МАКЕДОНСКИ КОМИТЕТ ЗА ГОЛЕМИ ЕЛЕКТРИЧНИ СИСТЕМИ, СИГРЕ
СКОПЈЕ

ВТОРО СОВЕТУВАЊЕ НА МАКО СИГРЕ

М-р Драган Михајловски, дипл.ел.инж
ЕЛЕКТРОСТОПАНСТВО НА МАКЕДОНИЈА –Скопје.

МОЖНАТА ПРОДУКТИБИЛНОСТ НА ХИДРОЕЛЕКТРАНИТЕ КАКО КРИТЕРИУМ ЗА РАЦИОНАЛНО КОРИСТЕЊЕ НА АКУМУЛАЦИИТЕ

1. ВОВЕД

Критериумите за користење на акумулационите електрани треба да обезбедат рационално работење на електроенергетскиот систем како посебна целина, со респектирање на сите неговите специфичности.

Методологиите за определување на оптималната работа на електраните, кои се досега развиени, се погодни за релативно поголеми електроенергетски системи во кои влијанието на акумулационите електрани и воопшто на хидроелектраните е релативно мало. За помали електроенергетски системи, но со релативно значајно учество на хидроенергетските извори, нивната употребливост е ограничена.

Употребливоста на досега развиените методологии, кои се засниваат врз годишни пресметки за оптимална работа на електраните, е посебно ограничена за помалите електроенергетски системи кај кои дотеците во хидроелектраните се одликуваат со големи и непредвидливи варијации на нивниот износ.

Новите пазарни услови на стопанисување во значителна мара го менуваат обемот, структурата и карактерот на потрошувачката на електрична енергија во Македонија. Промените се динамични и во насока која се повеќе ја зголемува потрошувачката на дневната варијабилна енергија, со што уште повеќе се потенцира потребата од што порационално користење на акумулационите хидроелектрани, како најзначаен извор на таква енергија.

Во овој труд ќе биде изложена една нова метода за согледување на условите за работа на акумулационите електрани и нивно поефикасно користење во електроенергетскиот систем.

Методата има стохастички природ и се заснива врз пресметките на можната продуктивност на хидроелектраните.

2. ПРОДУКТИБИЛНОСТ НА ХИДРОЕЛЕКТРАНИТЕ

Според терминологијата на УНИПЕДЕ (Меѓународно здружение на производителите, пренесувачите и дисрибутерите на електрична енергија) ПРОДУКТИБИЛНОСТ (ENERGY CAPABILITY, ARBAITDARGEBOT, PRODUCTIBILITE) на хидроелектраните во одреден временски период, се дефинира како максимална количина на електрична енергија која може да биде искористена од дотеците во тој временски период.

Под искористување на дотеците, притоа, се подразбира или од нив да се произведе енергија или тие да бидат сместени во акумулацијата на електраната.

За разлика од хидраулицитетот, кој претставува енергија на природните дотеци во електраната, продуктивбилноста претставува оној дел од енергијата на дотеците кој што електраната може да го искористи со своите инсталации, под најповолни околности. При тоа се подразбира дека електраната нема никакви ограничувања од страна на ЕЕС за количината на произведената енергија или захтеви за определено производство заради регулација на фреквенцијата, обавување на испитувања и сл.

Помеѓу можното производство на електрична енергија и продуктивбилноста на електраните постои битна разлика. Таа разлика се состои во тоа што пресметките за можното производство се определуваат за определен начин на користење на акумулациите, диктиран од условите во електроенергетскиот систем. Под такви околности големината на можното производство кореспондира со регулираните истечи низ турбините на електраната, а не со дотеците во електраната со кои кореспондира продуктивбилноста.

Кај акумулационите електрани постои разлика помеѓу можното производство и продуктивбилноста, како во нивната големина така и во нивниот распоред во текот на годината. Само кај протечните хидроелектрани, кај кои не постои возводна акумулација производството и продуктивбилноста се идентични.

Основна релација за пресметка на продуктивбилноста е следната :

$$W = a + b + c + d \quad - - - - - (1)$$

во која е :

- a - Произведена електрична енергија.
- b - Енергија складирана во акумулацијата (+) или одземена од неа (-).
- c - Енергија произведена во неенергетски цели (празен од и сл.).
- d - Енергија која е прелиена поради непредвидени погонски собитија.

Енергијата која одговара на прелиените води кои неможе да се избегнат (електраната работи со полна инсталираност и акумулацијата е полна) , не се вбројува во продуктивбилноста.

3. СТАТИСТИЧКИТ ПОКАЗАТЕЛИ НА ДОТЕЦИТЕ

Во земјите членки на УСРТЕ, за статистичка обработка на дотеците, најчесто се употребува лог-нормалната распределба на веројатностите за нивна појава.

Според таквата распределба, основните статистички показатели се определуваат со следните релации:

$$a = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \log(d_i) \quad \text{-----} \quad (2)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\log(d_i) - a)^2} \quad \text{-----} \quad (3)$$

$$c_v = \frac{\sigma}{a} \quad \text{-----} \quad (4)$$

$$c_a = \frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{\log(d_i)}{a} - 1\right)^3}{n \cdot c_v^3} \quad \text{-----} \quad (5)$$

$$z = \frac{\log(d_i) - a}{\sigma} \quad \text{-----} \quad (6)$$

$$v(z_0) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{z_0} e^{-\frac{z^2}{2}} dz \quad \text{-----} \quad (7)$$

во кои ознаките ги имаат следните значенија:

n - Вкупен број на појави

d_i - Дотек во периодот i

\log - Природен логаритам

a - Среден логаритамски износ

σ - Стандардна девијација на логаритамските износи.

c_v - Коефициент на варијација

c_a - Коефициент на асиметрија

z - Независна променлива во логаритамскиот координатен систем.

v - Веројатност случајната големина z да добие вредност помала или еднаква на z_0

За да се определи веројатноста за појава на дотек што е помал или еднаков на зададена големина, на пример D , се постапува на следниот начин:

- Според релациите (2) и (3) се определуваат основните статистички показатели на дотеците во периодот за кој се обавуваат анализите (a и σ).

- Според релацијата (6) се определува вредноста на z_0 за зададеното D .

- Според релацијата (7) се определува бараната веројатност.

Определувањето пак на дотек што се појавува со дадена веројатност се обавува со спротивен ред на пресметките. Најнапред за зададеното v , од релацијата (7) се определува вредноста на z_0 , а потоа од релацијата (6) вредноста на бараниот дотек.

Покрај пресметките за износот на веројатноста за одредена појава, од особена важност се и износите на средните вредности на појавите, односно нивното математичко очекување. Со други зборови, важно е да се знае колкава е веројатноста да се појави дотек, кој, на пример, е поголем од определена вредност, но уште поважно е да се знае колкав е средниот износ на дотеците кои се поголеми од таа зададената вредност.

Во овој труд ќе биде прикажан начинот на пресметка на средните вредности на големините кои имаат лог-нормална распределба на веројатностите.

Ако дотеците во некоја електрана, имаат лог-нормална распределба на веројатностите, тогаш нивната густина на веројатностите, согласно со релациите за функционално поврзани случајни големини, може да се прикаже со изразот :

$$g(D) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \cdot \frac{1}{D} \cdot e^{-\frac{1}{2\sigma^2}(\log D - a)^2} \quad \text{-----} \quad (8)$$

во кој се :

g - Густина на веројатностите за појава на дотеците.

D - Дотек

a - Среден логаритамски износ на дотеците, определен според (2)

σ - Стандардна девијација на логаритамските износи на дотеците, според (3)

Веројатноста да се појави некој дотек помеѓу два дадени износи D_1 и D_2 се пресметува со релацијата :

$$v(D_1 \leq D \leq D_2) = \int_{D_1}^{D_2} g(D) \cdot dD \quad \text{-----} \quad (9)$$

Ако во релацијата (9) се изврши т.н. Галтон-ова замена на променливите според релацијата (6) се добива решението :

$$v(D_1 \leq D \leq D_2) = v(z_2) - v(z_1) \quad \text{-----} \quad (10)$$

во кое z_1 и z_2 се соодветни вредности добиени од D_1 и D_2 , според релацијата (6), а $v(z_1)$ и $v(z_2)$ соодветни вредности на интегралот (7).

Средната вредност, односно условното математичко очекување на дотеците кои се остваруваат помеѓу дадените вредности D_1 и D_2 се пресметува преку изразот

$$M(D_1 \leq D \leq D_2) = \frac{1}{v(z_2) - v(z_1)} \int_{D_1}^{D_2} D \cdot g(D) \cdot dD \quad \text{-----} \quad (11)$$

Ако во горниот интеграл се внесе изразот за $g(D)$ според (8) и потоа се изврши замената :

$$D = e^{\sigma \cdot z + a}$$

после кусо подредување се добива изразот :

$$M(D_1 \leq D \leq D_2) = \frac{1}{v(z_2) - v(z_1)} \cdot e^a \cdot \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{z_1}^{z_2} e^{\sigma z - \frac{z^2}{2}} \cdot dz$$

од кој се добива решението :

$$M(D_1 \leq D \leq D_2) = \frac{1}{v(z_2) - v(z_1)} \cdot e^{a + \frac{\sigma^2}{2}} \cdot [v(z_2 - \sigma) - v(z_1 - \sigma)] \quad \text{-----} \quad (12)$$

Ако се стави $D_1 = 0$ и $D_2 = \infty$, па потоа од нив се определат z_1 и z_2 , со помош на (12) ќе се добие средната вредност на дотекот за целиот дијапазон на неговите можни појави односно :

$$Dsr = e^{a + \frac{\sigma^2}{2}} \quad \text{-----} \quad (13)$$

Ако во (12) се замени изразот (13), за пресметка на средната вредност на дотеците кои се појавуваат во границите D_1 и D_2 се добива следниот релативно едноставен израз :

$$M(D_1 \leq D \leq D_2) = Dsr \cdot \frac{v(z_2 - \sigma) - v(z_1 - \sigma)}{v(z_2) - v(z_1)} \quad \text{-----} \quad (14)$$

во кој се :

- M - Средна вредност на дотеците кои се појавуваат во границите D_1 и D_2 .
- D_1 и D_2 - Дотеци во чии граници се истражува можната појава на дотек.
- z_1 и z_2 - Помошни променливи, определени од D_1 и D_2 според врската (6).
- Dsr - Средна вредност на сите дотеци, според (13)
- σ - Стандардна девијација на остварените дотеци, определена според (3).
- v - Вредност на интегралот (7).

Релацијата (14) има вонредно значење за оценка на големината на можните појави на дотеците и соодветно на неа, оценка на можните енергетски, водостопански и други последици од таквите дотеци.

4. ПРЕСМЕТКА НА МОЖНАТА ПРОДУКТИБИЛНОСТ НА АКУМУЛАЦИОНИТЕ ХИДРОЕЛЕКТРАНИ

Во услови кога дотеците не се познаваат однапред и кога не постојат показатели со кои може да се процени нивната очекувана големина со задоволителен степен на сигурност, особено е изострен проблемот на полнење и празнење на акумулационите базени. Отсекогаш постоела дилемата дали и колку да се полни некоја акумулација. Со зголемување на нивото на акумулацијата се зголемува падот со кој би се користеле идните дотеци и од нив би се добила

поголема количина енергија. Од друга страна се зголемува опасноста од појава на преливи и дел од водите да бидат загубени за енергетски цели, што не би било случај кога нивото на акумулацијата би било пониско.

Ако се познава продуктибилноста на некоја електрана за секое од можните нивои на нејзината акумулација, може да се процени големината на очекуваните производни ефекти и зависно од тоа полесно да се донесе одлука за полнење или празнење на акумулацијата.

Пресметките на продуктибилноста се спроведуваат за сите можни појави на дотек и се обавуваат по следниот редослед :

1. Се определуваат статистичките големини на дотеците a и σ , во истражуваниот период, според релациите (2) и (3) .

2. Се определува граничната вредности D_a на можните дотеци кои што електраната може да ги пропушти низ турбините, без да се врши акумулирање на вода.

3. За таквите дотеци се пресметува веројатноста за нивната појава и средната вредност. Со таа средна вредност се пресметува можното производство на електраната, кое претставува продуктибилност со пресметаната веројатност.

4. Се пресметува граничната вредност D_b на дотеците кои се поголеми од D_a , но без да се појават преливи, кога електраната работи со максимален протек.

5. Се пресметува веројатноста за појава и средната вредност на дотеците поголеми од D_a , а помали од D_b . За таква средна вредност на дотеците, посебно се пресметува делот од енергијата што ќе биде произведен, а посебно енергетската вредност на делот од дотекот што ќе биде акумулиран. Збирот на тие две енергии ја дава продуктибилноста на електраната што би се остварила со пресметаната веројатност.

6. Се определува веројатноста и средната вредност на сите дотеци поголеми од D_b . При појава на такви дотеци, електраната ќе работи со максимална моќност, акумулацијата ќе се наполни и дел од водите ќе бидат прелиени.

7. Се пресметува енергијата што ќе се произведе и енергијата што ќе се акумулира, чии збир ја дава продуктибилноста. Енегијата на прелиените води не се вбројува во продуктибилноста.

Откога ќе се пресметаат сите можни појави на дотеци во електраната и соодветните веројатности и продуктибилности, вкупната продуктибилност на електраната се добива како збир на производите помеѓу веројатностите и продуктибилностите, односно според релацијата :

$$W = v_1 \cdot W_1 + v_2 \cdot W_2 + v_3 \cdot W_3 \quad - - - - - (15)$$

во која со v се означени веројатностите , а со W соодветните продуктибилности.

5. РАСПРЕДЕЛБА НА ЕНЕРГЕТСКИТЕ РЕЗЕРВИ ПОМЕЃУ АКУМУЛАЦИИТЕ .

Во работата на електроенергетскиот систем постојано се појавува прашањето за тоа дали и каде да се акумулираат енергетските резерви, односно како да се распределат по акумулации, количините од енергија што треба да се користат во наредниот период.

Дали и колку вкупно енергија треба да се акумулира зависи од конкретните услови во ЕЕС и на тоа прашање се добива одговор преку билансни пресметки.

Кога е позната вкупната енергија што треба да биде оставена во акумулациите за користење во наредниот период, тогаш во услови на непознати идни дотеци, секако дека е најповолно енергетските резервите да бидат распоредени на начин со кој ќе им се овозможи на електраните најефикасно да ги искористат идните дотеци.

Во општ случај, како мерка за ефикасно користење на дотеците може да послужи големината на вкупната продуктибилност од сите акумулациони електрани и за функција на целта да се употреби следниот израз :

$$W(E) = W_1(E_1) + W_2(E_2) + \dots + W_n(E_n) \quad \text{--- (16)}$$

$$\text{за } E_1 + E_2 + \dots + E_n = E \quad \text{и} \quad E_{i\min} \leq E_i \leq E_{i\max} \quad \text{за секое } i = 1, n$$

во кој е означено :

W - Продуктибилност на сите електрани.

W_i - Продуктибилност на електраната i .

n - Број на електраните.

E - Енергија сместена во сите акумулации.

E_i - Енергија сместена во акумулацијата i .

$E_{i\min}$, $E_{i\max}$ - Гранични вредности на енергетските резерви.

Пресметките за можната продуктибилност обично се обавуваат во зависност од котата на акумулацијата. Енергетската вредност на акумулираната вода е исто така зависна од котата и може да се определи зависноста на продуктибилноста од енергетската содржина на акумулацијата, во вид на апроксимативен аналитички израз или со помош на дискретни големини.

Определувањето на оние вредности за E_i , со кои вкупната можна продуктибилност на системот W е максимална , под наведените услови, претставува класичен проблем на динамичкото програмирање и постојат повеќе начини за негово решавање.

При решавањето на проблемот за распределба на енергетските резерви по акумулациите треба да се земат во предвид сите конкретни услови кои владеат во електроенергетскиот систем, дневниот дијаграм на потребите, можностите на термоелектраните, производството на протечните хидроелектрани, почетните

состојби во акумулациите, дотеците од вода и др. Решението за крајните состојби на акумулациите добиено според релацијата (16) треба да биде такво што во тековниот период би биле задоволени потребите на потрошувачите и во енергија и во моќност.

Како основен временски период за согледување на состојбите може да се користи седмица, декада, месец или сезона. Претпоставка е дека за временскиот период за кој се определува работата на електраните постојат доволно доверливи податоци за дотеците и расположивоста на електраните. Целта на пресметките е да се определи такво користење на електраните во тековниот период за да на крајот од тој период состојбата во акумулациите биде таква што тие би биле максимално подготвени да ги обработат дотеците од наредниот период, за кој постојат само статистички сознанија.

Решението за распределба на енергијата по акумулации може да има повеќе практични примени. Главна корисност е таа што може да послужи за полесно определување на стратегијата за користење на акумулациите.

6. ПРИМЕР

Начинот и текот на пресметките за продуктибилноста ќе биде илустриран врз примерот на ХЕ Шпиље.

Во периодот 1946-1994 год. во месец мај остварени се следните средномесечни дотеци во акумулацијата Шпиље :

1946	78.3	1956	75.6	1966	82.2	1976	61.8	1986	134.8
1947	65.8	1957	61.2	1967	84.3	1977	62.1	1987	74.3
1948	91.8	1958	89.4	1968	69.0	1978	168.3	1988	43.2
1949	38.6	1959	65.7	1969	138.6	1979	118.5	1989	42.0
1950	48.3	1960	105.8	1970	126.2	1980	106.2	1990	26.1
1951	96.6	1961	83.1	1971	96.7	1981	96.1	1991	91.9
1952	51.4	1962	94.4	1972	62.1	1982	84.4	1992	30.8
1953	122.4	1963	213.0	1973	97.4	1983	56.6	1993	34.5
1954	63.6	1964	64.8	1974	128.1	1984	132.9	1994	48.8
1955	74.1	1965	113.1	1975	46.5	1985	98.3		

Според релациите (2) и (3) се добива :

$$a = 4.344 \quad \text{и} \quad \sigma = 0.437$$

Ако на почетокот од месецот акумулацијата е на ниво од 577 м.н.в. , во услови кога не се познаваат идните дотеци може да се случат следните собитија :

1. Да се појави дотек кој што електраната може целиот да го обработи. Такви се сите дотеци помали од $90 \text{ m}^3/\text{sek}$, колку што изнесува инсталираноста на електраната, односно помали од максималниот истек на таа ката.

Веројатноста за појава на такви дотеци, пресметана преку релацијата (11) изнесува 0.6393, со средна вредност, пресметана преку релацијата (14) во износ од

62.0 m³/sek. Со таков дотек пропуштен низ турбините на електраната, на таа ката ќе се оствари просечна специфична моќност од 0.74042 MW/ (m³/sek), односно ќе се произведе во месецот просечно 34.2 GWh. Тој износ претставува и продуктивност на електраната во случај на појава на дотеци помали од инсталираниот протек.

2. Помеѓу котите 577 и 580 м.н.в акумулацијата Шпиље располага со акумулационен простор кој може да се наполни со дотек од 13.8 m³/sek. Тоа значи дека при појава на дотеци што се поголеми од 90 но помали од 103.8 m³/sek нема да дојде до прелевање на води, ако електраната работи со максимален протек.

Веројатноста за појава на дотек во границите помеѓу 90 и 103.8 m³/sek изнесува 0.1133, со средна вредност од 96.5 m³/sek. Во овој случај низ турбините во просек би биле пропуштени 90 и во акумулацијата би биле сместени 6.5 m³/sek., односно на крајот од месецот акумулацијата би достигнала ниво од 578.4 м.н.в.

Просечната работна ката на акумулацијата би изнесувала 577.7 м.н.в., електраната би работела со просечна специфична моќност од 0.74825 MW/ (m³/sek) и би биле произведени 50.2 GWh. На ката од 577.7 м.н.в. електраната остварува просечна специфична моќност од 0.75609 MW/ (m³/sek), од што произлегува дека во акумулацијата би биле акумулирани дополнителни 3.6 GWh., односно дека вкупната продуктивност на електраната, во овој случај, би изнесувала 53.8 GWh.

3. Во случај на појава на дотек кој би бил поголем од 103.8 m³/sek и покрај работа со максимален протек, би се наполнила акумулацијата и би дошло до прелевање на дел од водите. Веројатноста за појава на дотек поголем од 103.8 m³/sek изнесува 0.2474, а неговата просечна вредност 138.0 m³/sek. При работа со максимален протек, електраната би произвела 50.8 GWh и би биле акумулирани 7.8 GWh., односно продуктивноста на електраната, во овој случај би изнесувала 58.6 GWh.

Ако на почетокот од месец мај акумулацијата на ХЕ Шпиље е на ниво од 577 м.н.в., според релацијата (15), може да се очекува продуктивност од :

$$W = 0.6393 \cdot 34.2 + 0.1133 \cdot 53.8 + 0.2474 \cdot 58.6 = 42.44 \text{ GWh.}$$

Кога би се спровеле пресметки за продуктивноста на ХЕ Шпиље за сите можни коти на нејзината акумулација, би се добила очекувана продуктивност во месец мај, според дијаграмот прикажан на наредната страница.

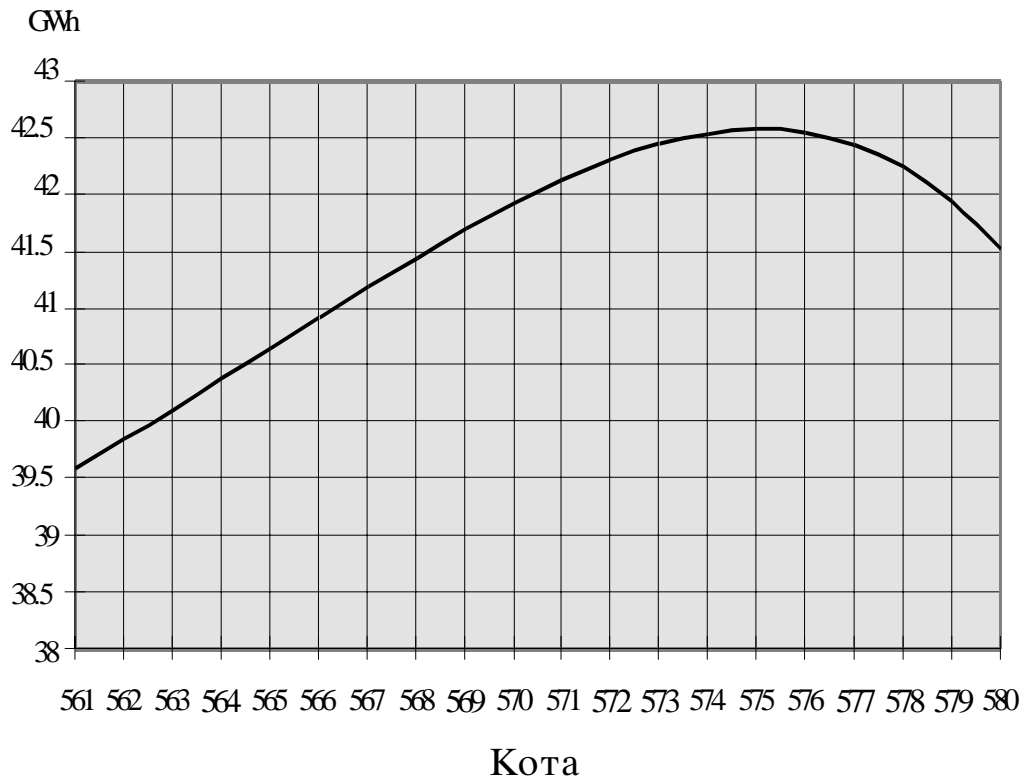
Дијаграм покажува како се менува можната искористливост на дотеците во ХЕ Шпиље во месец мај, во зависност од котата на акумулацијата на почетокот од месецот.

Со зголемувањето на котата се зголемува веројатноста за појава на прелив но едновременно се зголемува и степенот на искористување на расположивите води поради работа на поголем пад. Се до ката 575 користи од работењето со зголемен пад е поголема од штетите поради преливи, а над таа ката спротивното.

Најмногу енергија од дотеците во месец мај, во ХЕ Шпиље би можело да се очекува ако котата на акумулацијата на почетокот од месецот изнесува 575 м.н.в., а кривата на можната продуктивност има свој максимум под максималната ката на акумулацијата. За други месеци или други електрани, можната продуктивност е

често најголема кога на почетокот на месецот акумулацијата е на своето највисоко ниво.

Можна продуктибилност



Познавањето на кривите на можната продуктибилност во зависност од котите на акумулациите е корисно заради согледување на најповолните коти и особено заради согледување на стрмината (градиентот) на промената на продуктибилностите во зависност од состојбите на акумулациите, што овозможува да се определи најрационална распределеба на енергетските резерви.

ЛИТЕРАТУРА :

- Terminologie utilisée dans les statistiques de l'industrie électrique - UNIPEDE
- Стохастички пристап проблему коришћења сезонских акумулационих базена. - Кеглевић Ј. Советување ЦИГРЕ, Блед, 1977.
- Елементи теорије вероватноће и математичке статистике - Вукадиновић С. Привредни преглед, Белград 1973.
- Продуктибилност хидроелектрана у Југославији, модел 1987. ЕНЕРГОПРОЈЕКТ, Белград, 1987.
- Оптимално искористување на водите во акумулационите хидроелектрани со променлив пад по критериумот за максимално производство на енергија. Магистерски труд, Д. Михајловски, Скопје 1980.

Толевски Михајло Дипл. Ел. Инг.
ОХИС-Енергетика, Скопје

СПОРЕДУВАЊЕ НА ТРОШОЦИТЕ ЗА ЕЛЕКТРИЧНА И ТОПЛИНСКА ЕНЕРГИЈА

Содржина

Во некои технолошки процеси се трошат значителни количества на енергија, топлинска и електрична. Понекогаш постојат можности да се преферира едната енергија на сметка на другата како би се постигнал трошковен оптимум.

Во овој труд се разработува еден произведен процес во ОХИС и се определува критериум за оптимизирање при различни цени на електричната и топлинската енергија.

Во случајот е опфатено сопственото когенеративно производство на двете енергии при што електричната енергија е во функција на сигурносна, второ напојување за друг процес со посебна потреба од вкритичног напојување.

КЛУЧНИ ЗБОРОВИ: механичка рекомпресија, сигурносна енергија, когенерација, трошоци.

In certain technological procedures significant quantities of energies: thermal and electrical are consumed. In some cases one of the energies is preferred on the account of the other one in order to achieve cost optimum.

This article treats a production process in the Chemical Plant “OHIS” determining the optimization criteria when different prices of thermal and electrical energies are present.

This case covers as well the cogenerative production of the both energies, when the electrical energy plays a role of a critical energy of the plant, meaning a second source.

KEY WORDS: mechanical recompression, critical energy, cogeneration, costs.

ВОВЕД:

Во процесот на производство на полиакрилно, синтетско влакно во фабриката “Малон” во ОХИС-Скопје, може да се користат два процеси: едниот е механичка рекомпресија (МК), а другиот со термо компресор (ТК). Во првиот случај се вложува повеќе електрична енергија споредена со вториот (ТК) каде позначајна е потрошувачката на топлинска енергија. Од друга страна во индустриската енергана овие процеси имаат свое влијание и когенеративното производство на електрична енергија која има функција како алтернативен сигурносен или резервен извор на електрична енергија во погонот за производство на поливинил хлориди (PVC) во фабриката “Пластични маси”.

Овие процеси гледани како целина на ниво на комбинат ОХИС имаат повеќекратни значења од комерцијален, сигурносен и економски аспект анализирани преку потрошувачката на топлинска енергија (мазут), електрична енергија набавена од електроенергетскиот систем (ЕЕС) и електрична енергија од сопствено производство како сигурносен.

Во овој текст ќе се задржи вниманието на тоа: кои односи на цените на топлинската и електричната енергија (на пазарот) овозможуваат помала енергетска потрошувачка за комбинатот како целина, односно овозможуваат поголем профит за определено производство.

1. ДЕФИНИРАЊЕ НА ПРОБЛЕМОТ

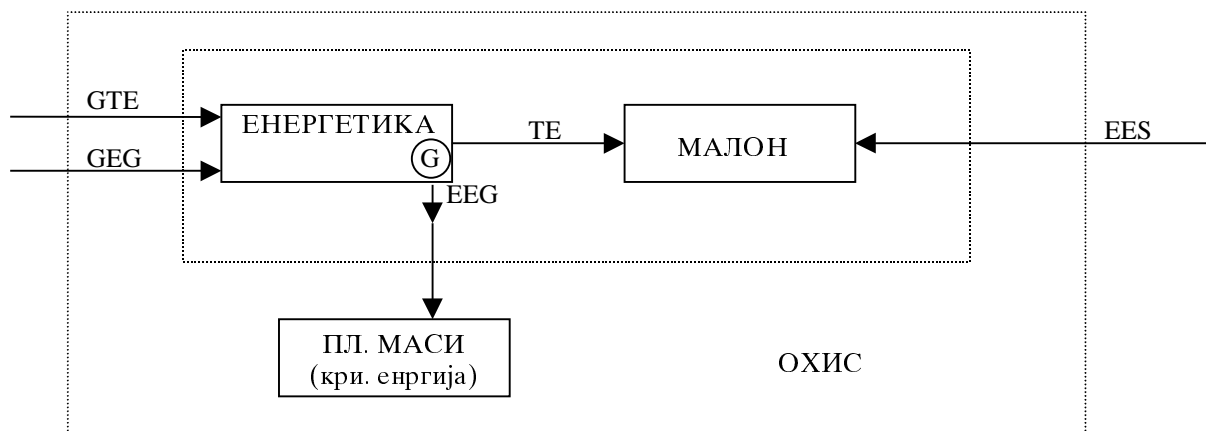
За остварување на определено производство во Ф-ката Малон, секцијата може да работи во три режими. При тоа потребите на топлинска енергија се искажани како количини на пара со определени параметри, притисок и температура. Општата потрошувачка на електрична енергија се задржува иста освен онаа која се наведува посебно за компресорот при механичката рекомпресија. Различити режими на работа овозможуваат различно производство на когенерирана електрична енергија во енерганата. Податоците се наведуваат во следната табела:

		Механичка рекомпресија	Термо компресија	Класична
Пара (t/h)	4(5) bar	22	20	-
	14 bar	-	11	44
	Вкупно:	22	31	44
Електрична енергија од ЕЕС (MW)		1,5	-	-
Производство од генератор во Енергетика (MW)		1,5	1,6	1,6

Во овој текст ќе се споредуваат само режимите на работа: механичка рекомпресија со термо компресија, како актуелни режими. Класичната технологија веќе е напуштена по изградбата на повеќестепенската испарителна станица.

2. МАТЕМАТИЧКА ФОРМА НА ПРОБЛЕМОТ

Произведената електрична енергија од генераторот во Енергетика, наведено во горната табела, е зависна од количината пареа која ја презема Малон исто така посочено во табелата. Можно е поголемо производство на електрична енергија како последица од потрошувачката на другите потрошувачи. На шематскиот приказ прикажани се поврзаностите на технолошките целини “Енергетика”-“Малон”-“Пластични маси” со тековите на енергиите како фактори кои имаат влијание за анализата:



Ако ги споредуваме само разликите од топлинската и електричната енергија помеѓу различните режими на работата на Малон и производството на електричната енергија во Енергетика како критериум поставуваме биланс:

$$\Sigma E = GTE + GEG + EES - EEG \quad (1)$$

што треба да значи внесена енергија во системот “Енергетика”-“Малон” со знак “плус” и произведена електрична енергија (критична) со знак “минус”.

Ознаките значат:

GTE-гориво за топлинска енергија за Малон

GEG-гориво за електрична енергија од генератор, критична електрична енергија

TE-топлинска енергија за Малон

EES-електрична енергија од систем за Малон (за компресорот)

EEG-електрична енергија произведена од Енергетика

Равенката (1) важи за двата режима на работа, (МК и ТК), со тоа да при ТК, електричната енергија од EES е нула.

Со помошни релации собироците во релацијата (1) и конкретните вредности од табелата се добива:

За механичка компресија МК:

$$\Sigma MK = TE \cdot Nk \cdot Cm + Pg \cdot Ng \cdot Cm + Pees \cdot Cees - Pg \cdot Cees \text{ (ден/h)} \quad (2)$$

Каде е:

Nk -нормативна потрошувачка на гориво (мазут) при производство на пара (80 kg/t)

Ng -нормативна потрошувачка на гориво за производство на електрична енергија од генератор (0,125 kg/kWh)

$Cees$ -цена на електрична енергија од енергетскиот систем (ден/kWh)

$Ceeg$ -цена на електрична енергија од генераторот (ден/kWh)

Cm -цена на мазутот (ден/kg)

Pg -произведена електрична моќност од генераторот (kW)

$Pees$ -превземена моќност од енергетскиот систем за компресорот во Малон (kW)

Ако се применат вредностите за механичка рекомпресија имаме:

$$\Sigma MK = 22 \cdot 80 \cdot Cm + 1500 \cdot 0,125 \cdot Cm + 1500 \cdot Cees - 1500 \cdot Ceeg \quad (3)$$

$$\Sigma MK = 1760 \cdot Cm + 187,5 \cdot Cm + 1500 \cdot Cees - 1500 \cdot Ceeg$$

Ако се применат вредностите за термокомпресија според (2) имаме:

$$\Sigma TK = 31 \cdot 80 \cdot Cm + 1600 \cdot 0,125 \cdot Cm + 0 - 1600 \cdot Cees \quad (4)$$

$$\Sigma TK = 2480 \cdot Cm + 200 \cdot Cm - 1600 \cdot Cees$$

Критериумот за поволност на еден режим спрема друг го дефинираме како:

$$\begin{array}{c} < \\ \Sigma MK = \Sigma TK \\ > \end{array} \quad (5)$$

Релацијата (5) може да ги има трите занаци <, =, >. При што:

- а) <, значи дека при термокомпресија се прави поголем трошок во споредба со механичката рекомпресија
- б) =, значи рамноправност во трошоците на МК и ТК, при што во изборот одлучуваат другите поволности, а не цените на енергентите
- ц) >, значи помал трошок при термокомпресија во споредба со механичката рекомпресија.

Ако во неравенката (5) се внесат изразите (2) и (3) со соодветните вредности, се префрлат лево и десно членовите од неравенството и се подели со 1000, ќе се добие следниот израз:

$$1,5 \cdot C_{ees} + 0,1 \cdot C_{eeg} \begin{matrix} < \\ = \\ > \end{matrix} 0,7325 \cdot C_m \quad (6)$$

3. АНАЛИЗА НА МЕЃУЗАВИСНОСТА

Од неравенката (6) видливи се следните моменти:

- трошоците за топлинска и електрична енергија се меѓусебно зависни од цените на енергентите и превземената моќност (топлинска и електрична)
- електричната моќност од сопствениот генератор, т.н. критична, во двата случаи е приближно иста, 1.5MW при МК, односно 1.6MW при термокомпресија. Затоа не влијае значајно во оценката
- цената на ел. енергија од генераторот треба да се третира посебно. Најчесто се воведува фактор за проценка кој кажува колку треба да биде повисока во споредба со енергијата од електро системот.

Ако воведеме фактор K како сооднос помеѓу цената на ел. енергија на електроенергетскиот систем и цената на ел. енергија од сопствениот генератор, се добива:

$$C_{eeg} = K \cdot C_{ees} \text{ (ден/kWh)} \quad (7)$$

Бидејќи станува збор за цена на електрична енергија произведена на ниво на енергетскиот систем, (како овој на Р.М. каде приближно 85% е од термо центри на лигнит со класична технологија) може да се земе дека главна компонента во структурата на цената е делот за енергија, спрема оној за моќност. Ова значи, во нашиот случај со степен на ползност на термоцентралата, $\eta=0.32$, имаме потрошувачка од $3.600/0.32 = 11.250$ (kJ/kWh). Ако е когенеративен, најсовремен процес имаме потрошувачка од $3.600/0.64 = 5.625$ (kJ/kWh).

Во мала индустриска (стара) енергана се верифицирани потрошувачки и до 21.000 kJ/kWh, ако постројката е неколку MW до 4.400 kJ/kWh ако е когенеративен најсовремен процес.

Ако е доминантен критериумот на реално потрошената топлина тогаш факторот K може да биде:

$K=1$ при иста потрошувачка на топлина во двата случаи

$K<1$ ако индустриската енергана е когенеративна

$K>1$ ако индустриската енергана е кондензациона

Најчесто се додава на K факторот, уште и “сигурносната” димензија, како втор алтернативен и постојан извор на ел. енергија. Тогаш неговиот износ може да биде

повеќекратен, на пример 2, 3 до 5 пати поскапа електрична енергија од сопствениот извор во споредба со онаа од енергетскиот систем.

Со воведување на равенката (7) во (6) имаме:

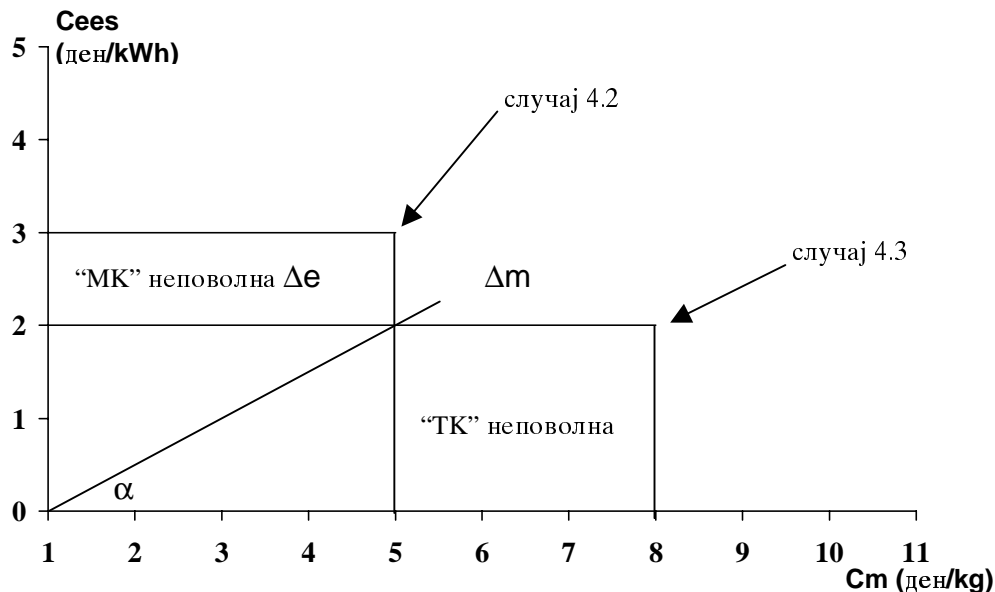
$$C_{ees} \cdot (1,5 + 0,1K) = 0,7325 \cdot C_m (10^3 \text{ ден/h}) \quad (8)$$

Прифаќаме дека факторот K по двата критериума, енергетски и сигурносен изнесува 2. Тогаш релацијата (8) го добива следниот облик:

$$1,7 \cdot C_{ees} = 0,7325 \cdot C_m (10^3 \text{ ден/h}) \quad (9)$$

Ако ја разгледаме релацијата (9) како еднаквост, се гледа дека тоа е права кој проаѓа низ координатниот почеток со наклон во однос на апцисата (C_m) еднаков на $\text{tg}\alpha = 0,7325:1,7 = 0.43$.

На слика 2. прикажана е областа на поволност на термокомпресијата (поголема застапеност на топлинска енергија), спрема механичката рекомпресија (поголема застапеност на електрична енергија), при определени цени на мазутот (топлинска енергија) и електрична енергија од електроенергетскиот систем.



Слика 2. Графички приказ на релацијата (8)

4. КОМЕНТАР НА ВОСПОСТАВЕНИТЕ ЗАВИСНОСТИ

Последната математичка релација (9) прикажана во графичка форма на слика 2, ќе ја разгледаме во зависност од знакот во неравенката.

При еднаковост на двете страни на неравенката (слика 2.) имаме права со $C_{ees} = 0.43C_m$ која проаѓа низ почетокот на координатниот систем и има наклон $tg\alpha=0.43$. Ова представува граничен случај кога не постои фаворизација на едниот или другиот процес (ТК или МК), при што одлуката за едниот или другиот процес се носи не по критериум на цена туку од други техничко-технолошки моменти. На пример, сигурноста во снабдувањето, квалитетот на енергијата, сигурноста на постројките, квантитативните состојби, други финансиски погодности.

Ако за определени цени на енергентите се добие знакот $>$, во равенката (9), значи дека трошокот за електрична енергија е поголем, односно се наоѓаме во област помеѓу правата $C_{ees} + 0.34 C_m$ и ординатата (Слика 2.), каде механичката рекомпресија е понеповолна од термокомпресијата.

Релацијата (9) $C_{ees} > 0.43C_m$ можеме да ја напишеме во облик:

$$C_{ees} - \Delta e = 0,43 \cdot C_m \quad (10)$$

што значи се остварува поголем трошок за електрична енергија.

Пр: -цена на мазутот $C_m = 5$ (ден/kg)
-цена на ел. енергија $C_{ees} = 3$ (ден/kWh)

тогаш: $\Delta e = C_{ees} - 0,43 \cdot C_m = 3 - 0,43 \cdot 5 = 0,85$ (ден/kWh)

Може да се определи дека трошокот поради високата цена на електрична енергија е понеповолен за $1,7 \cdot 0.85 = 1,445$ (10^3 ден/h).

Ако имаме знак $<$, при примена на цените на енергентите од неравенката (9), значи поволна механичка рекомпресија во однос на термокомпресијата.

На графикот на слика 2. тоа е областа помеѓу правата $C_{ees} = 0.43C_m$ и апцисата.

Во овој случај можеме да направиме релација:

$$C_{ees}/0,43 = C_m - \Delta m \quad (11)$$

Пр: -цена на мазутот $C_m = 8$ (ден/kg)
-цена на ел. енергија $C_{ees} = 2$ (ден/kWh)

тогаш: $\Delta m = C_{ees}/0,43 = 8 - 2/0,43 = 3,348$ (ден/kg).

Трошокот заради високата цена на мазутот C_m , е поголем од:
 $0,7352 \cdot 3,348 = 2,45$ (10^3 ден/h).

5. ЗАКЛУЧОК

Енергетската оптималност најчесто се бара во процеси каде се користат повеќе енергенти кои меѓусебно можат да се супституираат.

Во трудот е покажано на конкретен пример на еден процес, како може да се определи и во кои режими на работа се постигнува помал трошок на енергија.

За процеси кои се енергетски интензивни, трошокот кој потекнува од енергијата може многу често да биде пресуден за оценката на економичноста-конкурентноста.

Исто така, при проектирањето на некој процес за некое определено подрачје (пазар на енергии), изложениот метод може да биде згодно применет при оценка на економичноста.

Податоци:

Погонски технички податоци

**МАКЕДОНСКИ КОМИТЕТ ЗА ГОЛЕМИ ЕЛЕКТРИЧНИ СИСТЕМИ
СИГРЕ, СКОПЈЕ**

ВТОРО СОВЕТУВАЊЕ НА МАКО - СИГРЕ

Јован Јанков, дипл. ел. инж. ЕСМ РЕК БИТОЛА, Битола

**БИЛАНС НА АКТИВНИ МОЌНОСТИ ВО ТС 400/110 kV
БИТОЛА 2 ПРИ УСЛОВИ НА НАМАЛЕНИ МОЖНОСТИ
ЗА МЕРЕЊЕ**

КРАТКА СОДРЖИНА

Контролата на протокот на електрична енергија и моќност во секој поврзан систем е една од основните компоненти за добра работа. Контрола и донесување заклучоци за тоа бара апарати, мерење, инструменти, броила.

Прикажан е поглед во ТС 400/110 kV Битола 2 со просечни месечни токови на моќност за 1997 год. за да се видат условите во овој дел од 400 kV мрежа во Република Македонија. Основа за заклучоци се мерењата од сите електрични (активни) броила во постројката.

S U M M A R Y

The control the flowing of the electric energy and power in every interconnected system, is one of basic component for good servicing. Control and making considerations about it, needs a lot of devices, measuring, instruments, counters. It is presented, a wiew in SY 400/110 kV Bitola 2, with monthly average power flow for 1997, to see conditions in this part of 400 kV network in Republic of Macedonia. The base for considerations are measurement of all electric (active) counters in the yard.

Клучни зборови: Трафостаница, биланс, просечни
активни моќности

1. ВОВЕД

Електроенергетскиот систем на РМ, резидуален дел на некогаш единствен поголем систем, има релативно едноставна шема. Активирањето на ДВ 447 помеѓу ТС Битола 2 и ТС Скопје 4, битно ја подобри состојбата со формирање на триаголник на 400 кV со интерконекции кон СРЈ и Грција.

Несомнено е дека ефикасната работа на ТС 400/110 кV Битола 2 како аголна точка на која се прима главниот дел од производството на електрична енергија во РМ, битно придонесува за општата состојба во електроенергетскиот систем за непречена и безбедна работа. Пратењето на течењето на електрична енергија и моќност во системот е основен податок кој со вклоп-ната состојба и го дефинира како таков.

Просечните моќности изведени од измерената електрична енергија и број на саати во месецот даваат приказ на состојбата на токовите што со извесни ограничувања се блиску до реалната состојба.

2. СОСТОЈБА ВО ТС БИТОЛА 2

Високонапонската 400 кV мрежа во ТС Битола 2 технички е “најбогата” со изводи во РМ. Имено покрај двата далноводи за ТС Дуброво (446) и ТС Скопје 4 (447), прима енергија од ТЕ Битола од блок 2 (001) и блок 3 (002). Останатите технички полиња во ТС (спојно, трансформатори) се заеднички за сите трафостаници од ваков вид. Во однос на останатите две трафостаници во РМ недостасува меѓународна интерконекција што во секој случај со природен развој мора да се реализира во блиска иднина.

Недостатокот на помошна собирница (покрај двете главни собирници) во досегашната експлоатација не се почувствувала како посериозен проблем.

Концепциското решение во ТС, сите секундарни инсталации да бидат концентрирани во т.н. релејни кукички овозможува техничка автономија на секој поединичен извод. Далечинското управување и надзор, само е надградба.

Нормално објект од ваква важност има потреба од постојан надзор и опрема и апаратура во секундарните шеми за заштита, управување, сигнализација и мерење, која овозможува висок стандард на контрола и управување.

Мерењето на електричните (и технолошки неелектрични) величини е битен елемент во креирањето на општата слика на работата на ТС.

Во услови на намалени можности за мерење на моменталните вредности, без регистрација или меморирање на податоците, единствен практичен применлив метод за анализа на состојбата, е токовите на електрична енергија и моќност се броилата за електрична енергија (активна и реактивна), кои се монтирани во релејните кукички, во непосредна близина на “своето поле”.

3. ПОДАТОЦИ ЗА АНАЛИЗА

3.1 Броилата како извор на податоци

Броилата посебно за активна ел. енергија се вградени и активирани со ТС. Согласно законските прописи и стандарди, редовно се контролираат и баждарат (во соработка со надлежната служба во ЕСМ). Со самата своја конструкција и работа, броилото дава ограничени можности за анализа, знаејќи ја неговата основна намена.

Праксата покажува дека во услови на намалени можности за мерење, средносатните просечни оптоварувања на поедини изводи добиени со пери-одични очитувања од броилата, имаат исклучителна важност за донесување на заклучоци според тековната погонска состојба.

Просечните месечни моќности, изведени од пресметковните количини на измерената електрична енергија и саатите во тековниот месец презентираат податоци, применливи за анализа на состојба и заклучоци за експлоатација и одржување

3.2. Квалитет и применливост на податоците

Електроенергетски систем кој работи во стабилен режим без нарушувања има текови на ел.енергија и моќност кои се многу блиски до просечните. Зависно од потреба, односно за каква анализа се работи, податоците се применливи или помалку применливи. Непрекинатата работа на изводот со релативно стабилен режим дава сосема солидни податоци. Недостаток е кога изводот повремено се исклучува или е трајно исклучен за период помал од еден месец. Исто така и кога исклученоста се пренесува од еден месец во друг.

Непрецизности внесуваат и изводи со реверзибилна работа. Зависно од разни фактори во електроенергетскиот систем (како транзит на ел. енергија) се менуваат токовите на моќностите со динамика која не може точно да се регистрира, така што и податоците за просечна моќност немаат соодветна применливост.

Разни технолошки причини, покрај редовните годишни ремонти како главен фактор, причинуваат нарушување на основната енергетска работа и работа во привремена врска. За ТС Битола 2 ваков случај е исклучениот трансформатор за сопствени потреби на ТЕ Битола, Блок 3 во првата половина на годината (кој е приклучен на отцеп од врската генератор блок-трансформатор) така што сопствените потреби на блок 3 се напојуваат преку т.н. “домашни потреби” за ТЕ што е видно на табелата 1.

ТС 400/110 БИТОЛА 2
БИЛАНС НА ПРОСЕЧНИ МОЌНОСТИ ВО 1997 г.

I ВЛЕЗ ВО ТС
ПРОИЗВОДСТВО

ТАБЕЛА 1
MW

БЛОК/МЕС	ЈАН	ФЕБ	МАР	АПР	МАЈ	ЈУН	ЈУЛ	АВГ	СЕП	ОКТ	НОВ	ДЕК
БЛОК 1	184	205	201	195	195	200	191	175	0	124	201	203
БЛОК 2	182	205	176	148	87	0	137	197	200	202	200	203
БЛОК 3	209	223	222	210	185	221	78	69	202	184	202	204
ВК. ВЛЕЗ	575	633	599	553	467	421	406	441	402	510	603	610

II ИЗЛЕЗ ОД ТС
МРЕЖА 400 кV

ТС	ЈАН	ФЕБ	МАР	АПР	МАЈ	ЈУН	ЈУЛ	АВГ	СЕП	ОКТ	НОВ	ДЕК
ДУБРОВО	217	234	268	235	236	256	198	163	217	219	231	239
СКОПЈЕ 4	206	224	212	148	80	0	43	119	89	156	209	206
ВКУПНО 1	423	458	480	383	316	256	241	282	306	375	440	445

МРЕЖА 110 кV

ДОМАШНИ	ЈАН	ФЕБ	МАР	АПР	МАЈ	ЈУН	ЈУЛ	АВГ	СЕП	ОКТ	НОВ	ДЕК
РУДНИК	11	13	14	14	13	12	12	13	13	14	13	14
ТЕ	19	19	19	19	18	18	10	4	3	5	4	5
ВКУПНО 2	30	32	33	33	31	30	22	17	16	19	17	19

ТС	ЈАН	ФЕБ	МАР	АПР	МАЈ	ЈУН	ЈУЛ	АВГ	СЕП	ОКТ	НОВ	ДЕК
БТ 1	110	129	72	124	110	127	135	134	71	105	133	131
БТ 2	12	14	14	13	10	8	8	8	9	11	13	15
ВКУПНО 3	122	143	86	137	120	135	143	142	80	116	146	146

	ЈАН	ФЕБ	МАР	АПР	МАЈ	ЈУН	ЈУЛ	АВГ	СЕП	ОКТ	НОВ	ДЕК
ВК. ИЗЛЕЗ	575	633	599	553	467	421	406	441	402	510	603	610

ЗАБЕЛЕШКИ :

- БЛОК 3 ОД ЈАНУАРИ ДО РЕМОНТОТ ВО ЈУЛИ РАБОТЕШЕ БЕЗ ТРАФО НА ОТЦЕП
- ПОВЕЌЕ ДНЕВЕН РЕМОНТ НА ИЗВОДИ ЗА ТС БИТОЛА 1 ВО МЕСЕЦ МАРТ.

4. АНАЛИЗА

4.1 Концепција

Билансот на просечните месечни активни моќности во ТС Битола 2, при намалени можности за мерење се базира на пресметковните броила за ел. енергија и бројот на саати во месецот. Се билансира влез и излез на активни (и реактивна во трансфер) моќност, што при занемарени (минимални) загуби во ТС во секој случај се еднакви. (Табела 1)

Влезот е дефиниран со производството на трите блокови (збирно).

Излезот се состои од :

. Мрежа 400 кV (ТС Дуброво и ТС Скопје)

- Мрежа 110 кV (Дом.потореби Рудник и ТЕ, ТС Битола 1 и ТС Битола 3)(Дијаграм 1)
(Сопствените потреби на ТС се вклопени во сопствените на ТЕ Битола)

Натаму, во функција на поцелосен приказ за подетални натамошни анализи се дава трансформацијата на активна и реактивна моќност од 110 кV кон 400 кV и обратно, како и транзитот на 400 кV за СР Југословија и Грција. (Табела 2)

4.2. Ограничувања и апроксимации

За ваков вид биланс, неизбежни се ограничувања од аспект точност на податоците и апроксимативни пресметки.

Ограничувањата во точноста се нагласени при застои и исклучени изводи, затоа што количините ел. енергија во помал временски период се третираат како за цел месец, додека апроксимацијата не може да се избегне за изводи и трансфер на енергија нарочно помеѓу мрежите на 400 кV и 110 кV.

Сепак за ваков биланс и во постојните услови, ограничувањата и апроксимациите се прифатливи, но не и заборавени или занемарени.

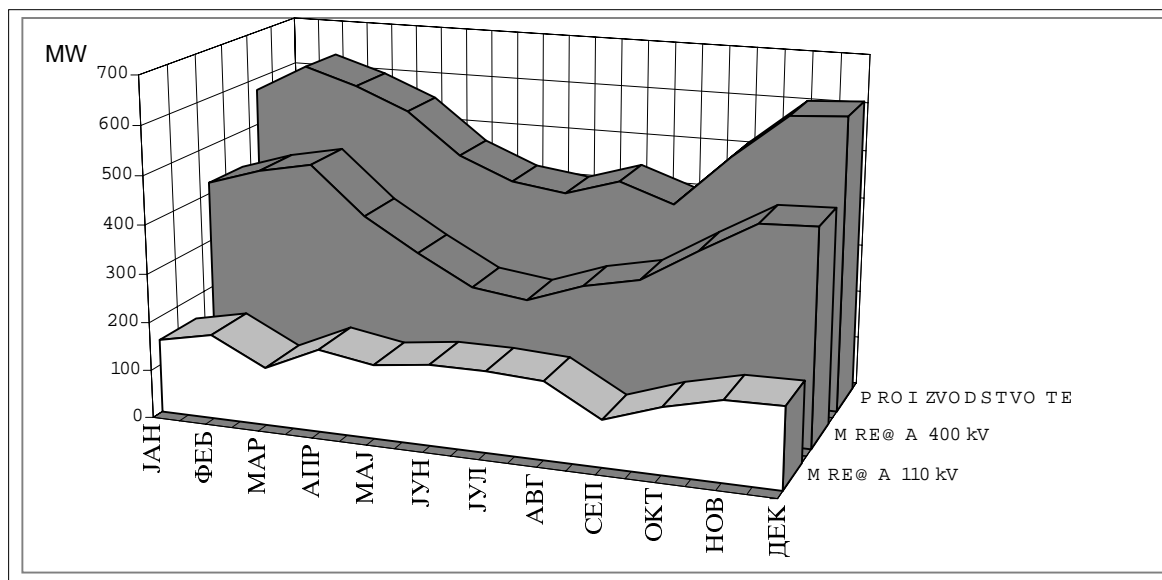
4.3. Биланс во ТС

Како и што може да се очекува без интерконекција, аголот на 400 кV мрежа на РМ во ТС Битола 2 и спој со западниот дел на мрежата 110 кV, влезот за активна моќност е дефиниран само со производството на ТЕ Битола, додека за реактивната моќност може да се очекува трансфер кон 110 кV мрежа.

Нагласени се летниот период со најмали моќности (табела 1) 402 MW во септември со трансфер на ел енергија кон понискиот напон (Сл. 1) и зимскиот со најголеми во декември 610 MW (Сл. 2) Од табелата е видно и “дистрибутивното” оптоварување на 110 кV (77-135 MW), како и домашните потреби на РЕК-Битола 16-19 MW (Сопствените потреби на блоковите се посебна категорија, приклучени на отцепен трансформатор).

ДИЈАГРАМ 1

ОПИС	ЈАН	ФЕБ	МАР	АПР	МАЈ	ЈУН	ЈУЛ	АВГ	СЕП	ОКТ	НОВ	ДЕК
МРЕЖА 110 kV	152	175	119	170	151	165	165	159	96	135	163	165
МРЕЖА 400 kV	423	458	480	383	316	256	241	282	306	375	440	445
ПРОИЗВОДСТВО	575	633	599	553	467	421	406	441	402	510	603	610



**ТС 400/110кВ БИТОЛА 2
БИЛАНС НА ПРОСЕЧНИ МОКНОСТИ ВО 1997 г.**

ТАБЕЛА 2

ТРАНСФОРМАЦИЈА ВО ТС

MW

АКТИВНА	ЈАН	ФЕБ	МАРТ	АПР	МАЈ	ЈУНИ	ЈУЛИ	АВГ	СЕПТ	ОКТ	НОЕМ	ДЕК
110-400 kV	32	30	82	25	44	35	26	25	0	21	38	39
400-110 kV	7	12	3	4	0	0	4	13	96	37	0	0

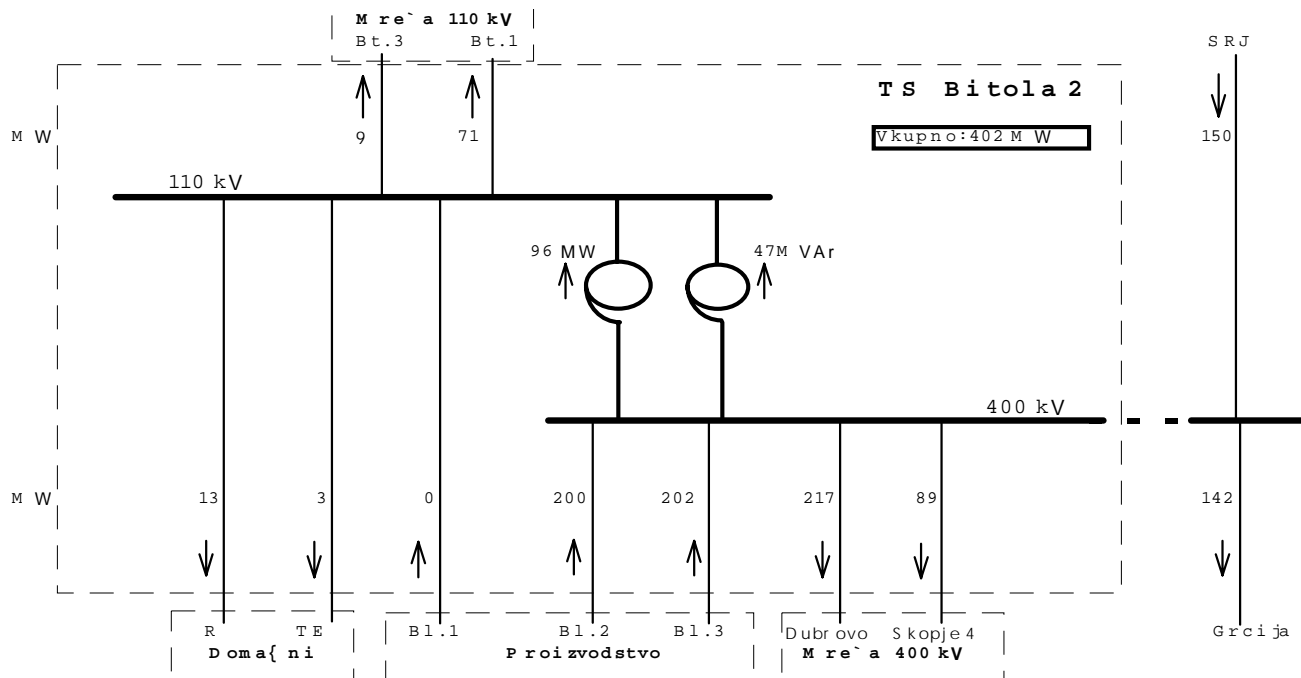
РЕАКТИВНА	ЈАН	ФЕБ	МАРТ	АПР	МАЈ	ЈУНИ	ЈУЛИ	АВГ	СЕПТ	ОКТ	НОЕМ	ДЕК
110-400 kV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
400-110 kV	46	43	50	60	42	42	53	55	47	40	36	35

ТРАНЗИТ 400 kV ВО ЕЕС

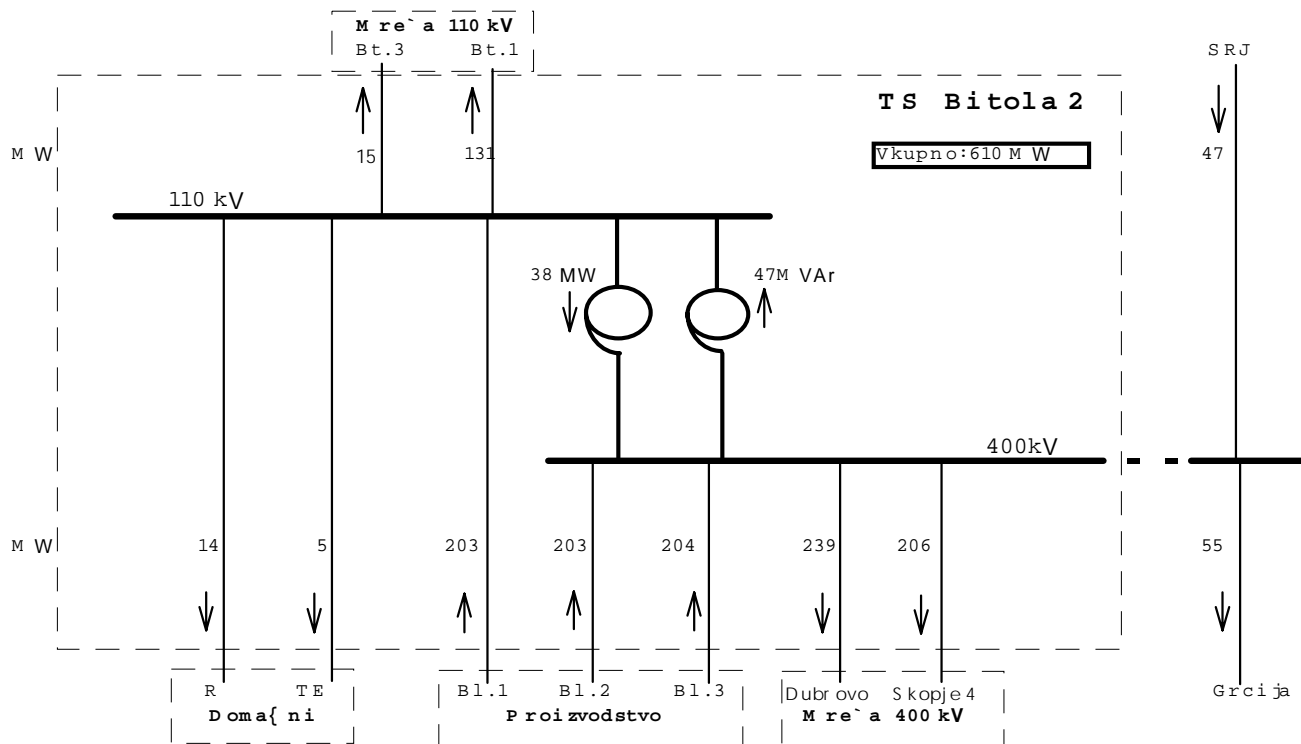
СРЈ	ЈАН	ФЕБ	МАРТ	АПР	МАЈ	ЈУНИ	ЈУЛИ	АВГ	СЕПТ	ОКТ	НОЕМ	ДЕК
УВОЗ	6	6	33	105	138	190	187	143	150	75	14	47
ИЗВОЗ	10	14	7	0	0	0	0	0	0	0	6	1

ГРЦИЈА	ЈАН	ФЕБ	МАРТ	АПР	МАЈ	ЈУНИ	ЈУЛИ	АВГ	СЕПТ	ОКТ	НОЕМ	ДЕК
УВОЗ	2	3	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2
ИЗВОЗ	21	24	110	179	187	188	161	144	142	90	56	55

ЗАБЕЛЕШКИ На мрежа 220 kV постојан просечен увоз 73 MW од СРЈ
На мрежа 150 kV постојан просечен извоз 40 MW во Грција



S1.1 Bilans na prose~ni mese~ni mo}nosti (Septemvri 1997 g.-najmal)



S1.2 Bilans na prose~ni mese~ni mo}nosti (Dekemvri 1997 g.-najgolem)

Трансформацијата на ел. енергија и моќност покажува тенденција на трансфер на активна моќност од 110 кV кон 400 кV (до 82 MW просечно), додека реактивната моќност има обратен правец од 400 кV (до 60 MVA) (табела 2).

Важен сегмент во целата анализа на билансот е транзитот на електрична енергија и снага од СРЈ кон Грција (до 190 MW просечно на мрежата 400 кV, кој не е директно врзан за ТС Битола 2 но влијае на билансот. Не се за одминување и податоците за протоци на моќности на врските 220 кV со СРЈ (увоз 73 MW просечно) и 150 кV со Грција (извоз 40 MW-просечно). (Табела 2)

Од табелите се видливи и други податоци кои покрај тоа што отсликуваат една просечна енергетска состојба и ја дефинира работата на ТС, можат да послужат и како база за натамошни анализи, предвидувања и развој.

5. ЗАКЛУЧОК

- ТС 400/110 кV Битола 2 извесен период работи со намалени можности за мерење, сигнализација, управување и регистрација.
- Како важен сегмент во ЕЕС на РМ, аголна точка на 400 кV систем, неопходна е анализа, најмалку за билансот на “влезот“ и “излезот“ во ТС Битола 2, за да се дефинира нејзиното место и тековна улога.
- Практичен прифатлив метод (со ограничувања и апроксимации) е со просечни снаги добиени од месечните пресметковни прочитувања на броилата и саати во месецот.
- Добиените резултати (класирани во табели и дијаграми) ,покрај тековната состојба, можат да бидат подлога за натамошни анализи и развој за овој дел од ЕЕС, односно целиот ЕЕС.
- Оспособувањето на ТС Битола 2 со модерно решение за далечински надзор и управување, овозможува ефикасно и брзо изготвување на сите потребни анализи во ТС..

6. ЛИТЕРАТУРА

- Проектна документација за ТС
- “Состојба на броила”, документација од ТС
- Годишен извештај од Служба за мерење на ЕСМ, 1997 год.
- Лични сознанија и опсервации на авторот.

М-р Драган Михајловски, дипл.ел.инж
ЕЛЕКТРОСТОПАНСТВО НА МАКЕДОНИЈА –Скопје.

РАСПРЕДЕЛБА НА РАБОТНИТЕ МОЌНОСТИ НА АКУМУЛАЦИОНИТЕ ХИДРОЕЛЕКТРАНИ ВО ДНЕВНИОТ ДИЈАГРАМ НА ОПТОВАРУВАЊЕ

1. ВОВЕД

Во врска со распределбата на моќностите на електраните во дневниот дијаграм на оптоварување постојат повеќе развиени методи. Сите тие, помалку или повеќе успешно, го решаваат проблемот на распределбата, преку минимизација на трошоците за гориво во термоелектраните. Меѓутоа, во реални услови на работа, од термоелектраните најчесто се захтева да работат “во банд” и да произведуваат максимални количини енергија. Во тој случај примената на досега развиените методи е несоответна и со нив не може да се определи распределбата на моќностите на хидроелектраните.

Методата развиена во овој труд, овозможува да се определи рационална часовна распределба на работата на акумулационите хидроелектрани, во услови кога е однапред определена дневната количина енергија што треба да ја произведе секоја од хидроелектраните. При тоа, претпоставено е дека загубите во преносната мрежа имаат занемарливо влијание врз распределбата на моќностите, како и дека потрошокот на вода во хидроелектраните може да се определи со задоволителна точност со помош на полином од втор степен.

2. ФУНКЦИЈА НА ЦЕЛТА

Цел на задачата е да се определат моќностите на секоја од електраните во секој од временските интервали (P_{ht}), така да се постигне минимална вредност на исразот :

$$F = \sum_{h=1}^{N_h} \sum_{t=1}^{N_t} (a_h + b_h P_{ht} + c_h P_{ht}^2) \quad (1)$$

во кој е означено :

h – Индекс на електраната

t – Индекс на временскиот интервал

N_h – Вкупен број на електрани

N_t – Вкупен број на временските интервали

a_h, b_h, c_h – Коефициенти на трошковната карактеристика на електраната h .

P_{ht} – Моќност на електраната h во временскиот интервал t .

Решението на задачата треба да ги задоволува условите :

$$\sum_{t=1}^{N_t} P_{ht} = W_h \quad (h=1, N_h) \quad (2)$$

$$\sum_{h=1}^{N_h} P_{ht} = R_t \quad (t=1, N_t) \quad (3)$$

Условот (2) претставува обврска секоја електрана вкупно да произведе однапред зададена количина енергија (W_h), а условот (3) во секој временски интервал сите електрани да произведат онолку енергија колку што изнесува побарувачката во тој интервал (R_t).

Со примена на Лагранжовите мултипликатори функцијата на цел може да се изрази во облик :

$$F = \sum_{h=1}^{N_h} \sum_{t=1}^{N_t} (a_h + b_h P_{ht} + c_h P_{ht}^2) - \sum_{h=1}^{N_h} \lambda_h \sum_{t=1}^{N_t} (P_{ht} - W_h) - \sum_{t=1}^{N_t} \mu_t \sum_{h=1}^{N_h} (P_{ht} - R_t) \quad (4)$$

во кој мултипликаторот λ_h се однесува за вкупното производство на електраната h , а мултипликаторот μ_t за вкупните потреби од енергија во временскиот интервал t .

3. РЕШЕНИЕ НА ЗАДАЧАТА

Со диференцирање на релацијата (4) по λ_h се добива релацијата (2), а по μ_t релацијата (3). Ако релацијата (4) се диференцира по P_{ht} и добиениот израз се изедначи со нула се добива :

$$b_h + 2c_h P_{ht} - \lambda_h - \mu_t = 0 \quad \text{односно :}$$

$$P_{ht} = \frac{\lambda_h - b_h}{2c_h} + \frac{\mu_t}{2c_h} \quad (h=1, N_h \quad t=1, N_t) \quad (5)$$

Со сумирање на левата и десната страна на изразот (5) по сите временски интервали ($t=1, N_t$), се добива :

$$\sum_{t=1}^{N_t} P_{ht} = N_t \frac{\lambda_h - b_h}{2c_h} + \frac{1}{2c_h} \sum_{t=1}^{N_t} \mu_t$$

Левата страна на горниот израз претставува вкупно производство на електраната h и согласно со релацијата (2) изнесува W_h . Ако збирот на мултипликаторите μ се означи со M , односно :

$$\sum_{t=1}^{N_t} \mu_t = M$$

горниот израз може да се напише во облик :

$$W_h = N_t \frac{\lambda_h - b_h}{2c_h} + M \frac{1}{2c_h}$$

а од него произлегува :

$$\frac{\lambda_h - b_h}{2c_h} = \frac{W_h}{N_t} - \frac{M}{N_t} \frac{1}{2c_h}$$

Кога овој израз ќе се замени во изразот (5) се добива :

$$P_{ht} = \frac{1}{N_t} W_h + \left(\mu_t - \frac{M}{N_t} \right) \frac{1}{2c_h} \quad (h=1, N_h \quad t=1, N_t) \quad (6)$$

Ако врз левата и десната страна на изразот (6) се спроведе сумирање по сите електрани ($h=1, N_h$) се добива :

$$\sum_{h=1}^{N_h} P_{ht} = \frac{1}{N_t} \sum_{h=1}^{N_h} W_h + \left(\mu_t - \frac{M}{N_t} \right) \frac{1}{2} \sum_{h=1}^{N_h} \frac{1}{c_h} \quad (7)$$

Левата страна на овој израз претставува вкупното производство на сите електрани во временскиот интервал t и согласно со релацијата (3) изнесува R_t . Ако збирот на производството на сите електрани се означи со W , а збирот на реципрочните вредности на коефициентите c_h се означи со S , односно :

$$\sum_{h=1}^{N_h} W_h = W$$

$$\sum_{h=1}^{N_h} \frac{1}{c_h} = S$$

Изразот (7) може да се напише во облик :

$$R_t = \frac{W}{N_t} + (\mu_t - \frac{M}{N_t}) \frac{S}{2}$$

Од него произлегува врската :

$$\mu_t - \frac{M}{N_t} = (R_t - \frac{W}{N_t}) \frac{2}{S}$$

од која со замена во релацијата (6) и кусо подредување се добива конечниот израз:

$$P_{ht} = \frac{W_h}{N_t} + (R_t - \frac{W}{N_t}) \frac{1}{S} \frac{1}{c_h} \quad (h=1, N_h \quad t=1, N_t) \quad (8)$$

Како што може да се види, добиена е многу едноставна релација за пресметка на моќностите на електраните со кои се обезбедуваат часовните потреби од енергија и со кои најрационално се користи водата, односно складираната енергија во акумулациите.

После обавувањето на сите пресметки, во некои случаи, добиените резултати за работните моќности на електраните може да се вон границите на дозволените вредности. Во таков случај се применува некоја од познатите методи за ограничување на излезните решенија во границите на дозволените вредности (методи на Флечер, Пауел, Зоутендијк, воведување на функција на казна и др.) и проверка за исполнување на Кун-Такеровите услови.

4. ПРИМЕР

Постапката ќе биде илустрирана врз реалните состојби во ЕЕС на Македонија. Како појдовна основа користени се податоците од 25.11.1996 година.

Врз основа на средночасовните потреби, дотеците во ХЕ Врбен и расположивата моќност на термоелектраните, определено е потребното производство од акумулационите хидроелектрани, според следнава табела:

Час	Потрби	Врбен	Термоел.	Акум. ХЕ
1	691	10	681	0
2	614	10	604	0
3	576	10	566	0
4	568	10	558	0
5	558	10	548	0
6	605	10	595	0
7	687	10	677	0
8	826	10	714	102
9	865	10	714	141
10	880	10	714	156
11	858	10	714	134
12	865	10	714	141
13	829	10	714	105
14	830	10	714	106

15	856	10	714	132
16	876	10	714	152
17	958	10	714	234
18	955	10	714	231
19	938	10	714	214
20	922	10	714	198
21	912	10	714	188
22	870	10	714	146
23	857	10	714	133
24	836	10	714	112
Вкупно	19232	240	16367	2625

Вкупните потреби на 25.11.1996 год. изнесувале 19332 MWh, од кои 240 MWh може да се задоволат со протечната ХЕ Врбен, а 16367 MWh со расположивите ТЕ Битола и ТЕ Осломеј. Акумулационите хидроелектрани треба да произведат вкупно 2625 MWh.

Зависно од расположивоста на водите и стратегијата за нивно сезонско користење, нека е определено дека ХЕ Шпиље, во тој ден, треба да произведе 500, ХЕ Тиквеш 700, ХЕ Вруток (заедно со ХЕ Равен) 1000 и ХЕ Глобочица 425 MWh.

Ако котите на акумулационите езера изнесуваат 570 250 1220 и 685 м.н.в. респективно за Шпиље, Тиквеш, Маврово и Глобочица, согласно со енергетските параметри на електраните може да се определат следните апроксимативни трошковни карактеристики :

$$Q = 2.52332 + 1.22351 P + 0.00305 P^2$$

$$Q = 2.45990 + 1.24324 P + 0.00193 P^2$$

$$Q = 0.77615 + 0.16220 P + 0.00033 P^2$$

$$Q = 3.55836 + 0.77583 P + 0.00873 P^2$$

во кои Q претставува потрошок на вода во m^3/s , а P моќност која ја пласира електраната во ЕЕС во MW.

Со цел да бидат споредливи, трошоците на вода се преобразени во трошоци на енергија преку множење на горните вредности со најголемата енергетска вредност на водата во соодветната акумулација на дадената кота, односно со 0.715 0.724 5.149 и 0.886 MW/(m^3/s), респективно за Шпиље, Тиквеш, Маврово и Глобочица. На тој начин се добиени следните трошковни карактеристики на електраните изразени како потрошок од енергија :

$$\text{За ХЕ Шпиље} \quad E = 1.80370 + 0.87458 P + 0.00218 P^2 \quad (5 \leq P \leq 72)$$

$$\text{ХЕ Тиквеш} \quad E = 1.78119 + 0.90022 P + 0.00140 P^2 \quad (5 \leq P \leq 94)$$

$$\text{ХЕ Вруток} \quad E = 3.99649 + 0.83519 P + 0.00170 P^2 \quad (5 \leq P \leq 165)$$

$$\text{ХЕ Глобочица} \quad E = 3.15365 + 0.68759 P + 0.00774 P^2 \quad (5 \leq P \leq 40)$$

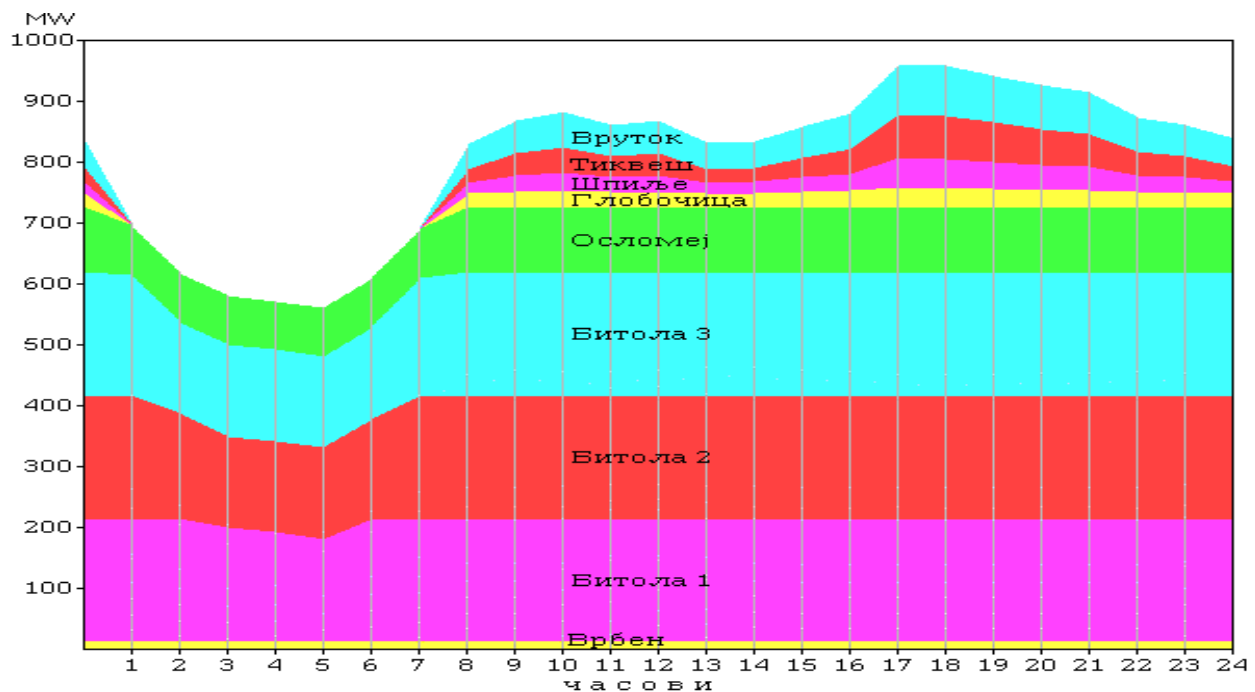
Во претходните врски E претставува потрошок на енергија во MWh, а P средночасовно производство на електраната во MWh.

Според напред обавените пресметки акумулационите електрани треба да произведуваат само во времето од 8 – 24 часот односно во 17 едночасовни временски интервали. Со примена на релацијата (8) се добиваат следните резултати :

Интервал	Час	Шпиље	Тиквеш	Вруток	Глобочица	Вкупно
1	8	16.7	21.4	42.5	21.4	102.0
2	9	26.2	36.1	54.7	24.1	141.0
3	10	29.8	41.8	59.3	25.1	156.0
4	11	24.5	33.5	52.5	23.6	134.0
5	12	26.2	36.1	54.7	24.1	141.0
6	13	17.4	22.5	43.5	21.6	105.0
7	14	17.7	22.9	43.8	21.7	106.0
8	15	24.0	32.7	51.9	23.5	132.0
9	16	28.8	40.3	58.1	24.8	152.0
10	17	48.7	71.3	83.6	30.4	234.0
11	18	48.0	70.1	82.6	30.2	231.0
12	19	43.9	63.7	77.4	29.1	214.0
13	20	40.0	57.7	72.4	28.0	198.0
14	21	37.6	53.9	69.3	27.3	188.0
15	22	27.4	38.0	56.2	24.4	146.0
16	23	24.2	33.1	52.2	23.5	133.0
17	24	19.1	25.1	45.6	22.1	112.0
Вкупно	произв.	500.0	700.0	1000.0	425.0	2625.0
Трошок	MWh	503.9	706.7	1008.0	429.1	2647.7
Трошок	Мил м ³ вода	2.538	3.514	0.705	1.743	

Трошокот на енергија кај сите електрани е поголем од произведената енергија бидејќи вредноста на водата е валоризирана со нејзината најголемата енергетска вредност на работната кола на акумулацијата.

Согласно со обавените пресметки, работењето на електраните во дневниот дијаграм на оптоварување за 25.11.1996 може да се претстави со следниот дијаграм :



Заради споредба на резултатите од овие пресметки, определена е работата на електраните во дневниот дијаграм на оптоварување и според еден од досега вообичаените начини. Согласно со обликот на дијаграмот, планираните дневни

количини и инсталираните моќности на електраните, ХЕ Глобочица, ХЕ Шпиље и ХЕ Тиквеш би можеле да работат со константна моќност , респективно со по 25.0 29.4 и 41.2 MW, во целиот период од 8 – 24 часот, а регулацијата на моќноста да се обавува само со ХЕ Вруток. Во тој случај би биле потрошени следните количини вода, односно енергија од акумулациите :

	Шпиље	Тиквеш	Вруток	Глобочица	Вкупно
мил m ³	2.520	3.486	0.737	1.739	
MWh	500.5	701.1	1053.7	428.0	2683.3

Во споредба со претходно обавените пресметки , на овој начин би била потрошена повеќе енергија за 36.6 MWh што изнесува околу 1.4 % од вкупното дневно производство на акумулационите хидроелектрани.

5. ЗАКЛУЧОК

Развиената постапка овозможува на релативно едноставен начин да се определи часовното ангажирање на акумулационите хидроелектрани, кога нивните трошковни карактеристики се апроксимирани со квадратни полиноми. Постапката дава основа, преку итеративни постапки, да се обавуваат пресметки и со повисок степен на апроксимација на трошковните карактеристики, што би овозможило да се определи уште порационален начин за користење на водите во акумулациите.

Проф. д-р Арсен Арсенов, дипл.инж.
ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКИ ФАКУЛТЕТ, Скопје
М-р Благоја Стеваноски, дипл.инж.
ТЕХНИЧКИ ФАКУЛТЕТ, Битола

**ВЛИЈАНИЕ НА ОБЛИКОТ НА ЕНЕРГЕТСКИТЕ КАРАКТЕРИСТИКИ
НА ЕЛЕКТРИЧНИТЕ ЦЕНТРАЛИ ВРЗ ОПТИМАЛНАТА РАСПРЕДЕЛБА
НА АКТИВНИТЕ МОЌНОСТИ ВО ЕЕС**

СОДРЖИНА

Во трудот е разгледано влијанието на обликот на енергетските карактеристики на електричните центри врз оптималната распределба на моќности во ЕЕС. За изнаоѓање на оптималното решение користена е методата на динамичко програмирање. Врз еден конкретен пример направена е споредба на оптималната распределба на моќности во случај кога енергетските карактеристики се дадени во облик на прекината линеарна функција и во случај кога е направена апроксимација на таа функција со полином од втор степен. Апроксимацијата е направена со помош на стандардната метода на најмали квадрати.

CONTENTS

In this paper is presented the influence of energetic characteristics shape of electrical plants on the optimal power distribution in electrical power system. Method of dynamic programming is used for finding the optimal solution. On a example is made a comparison of optimal power solution when the energetic characteristics are linear interrupt function and when this functions are approximated with 2-nd order polynomials. Method of the minimal squares is used for approximation.

1. Клучни зборови

Динамичко програмирање, енергетски карактеристики, метода на најмали квадрати, оптимална распределба.

2. ВОВЕД

2.1. Примена на динамичкото програмирање при оптимизација на алокациони проблеми

2.1.1. Дефиниција на проблемот

Да претпоставиме дека е зададена следната сепарабилна функција¹ :

$$P = \sum_{i=1}^K f_i(x_i) \quad (1)$$

каде што K е зададен број, а x_i ($i=1,2,\dots,K$) променливи кои го задоволуваат следново ограничување :

$$\sum_{i=1}^K g_i(x_i) \leq b \quad (2)$$

Функциите $f_i(x_i)$ и $g_i(x_i)$ се функции од реални аргументи (зададени графички или аналитички), а b е зададена константа. Потребно е да се определи максимум (или минимум) на функцијата P .

Притоа, треба да се напомене дека нема никакви ограничувања во поглед на потребата од непрекинатост на функциите $f_i(x_i)$ и $g_i(x_i)$ и покрај тоа што може да се покаже дека се можни извесни поедноставувања ако овие функции се непрекината. Исто така, од гледна точка на динамичкото програмирање, постои извесно поедноставување на пресметките ако променливите x_i и функциите $g_i(x_i)$ можат да се сметаат за само ненегативни *integer* (цели) броеви.

Врската помеѓу дефиницијата на гореспоменатиот проблем и зборот *алокација* може да се согледа преку следниве примени :

Примена 1 : Износот b (парични единици; на пример, денари или долари) треба да се инвестираат во K различни места. x_i е бројот на долари што треба да се алоцира на i -тото место кое враќа $f_i(x_i)$ парични единици, на пример, долари. Во овој случај константата b во равенката (2) е претставена во следниов облик :

$$\sum_{i=1}^K x_i \leq b$$

Примена 2 : Материјал со габарит во износ b (m^3) е наменет за товарење на брод кој треба да го транспортира до некое одредено место. x_i е бројот на делови од типот i што треба да бидат извезени со предвиден профит $f_i(x_i)$. Габаритот на една единица од i -тиот тип изнесува a_i (m^3), поради што ограничувањето (2) ја има следнава форма :

$$\sum_{i=1}^K a_i \cdot x_i \leq b$$

Така габаритот $a_i \cdot x$ е *алоциран* кон i -тиот елемент.

Примена 3 : Индустриски комплекс претставува конзумно подрачје со b (kW). Постојат K производни единици ; $f_i(x_i)$ претставува чинењето, по единица време, на обезбедувањето x_i (kW) од страна на i -тата единица што треба да го плати индустрискиот комплекс. Во овој случај, треба да се минимизира P така што ќе се изврши алокација на производството на одделни единици, а при тоа ќе биде задоволен условот :

$$\sum_{i=1}^K x_i = b$$

¹ Секоја $f_i(x_i)$ е функција од соодветно x_i

3. ПРИОД НА ДИНАМИЧКОТО ПРОГРАМИРАЊЕ КОН ИЗНАОЃАЊЕТО НА РЕШЕНИЕТО

Во продолжение, вниманието ќе го фокусираме на приодот на динамичкото програмирање кон решавање на алокациониот проблем (1) и (2), за случај кога P треба да се максимизира. Да ја разгледаме, нешто поопшта, форма на ограничувањата (2) :

$$\sum_{i=1}^K g_i(x_i) \leq \beta_k \leq b \quad (3)$$

каде што β_k е т.н. *изворна варијабла* (или варијабла на состојба) која треба да се алоцира. Ќе сметаме дека постои ограничување варијаблите x_i да не се негативни, а воедно функциите $g_i(x_i)$ да не можат да имаат негативни вредности. Нека максимумот на функцијата P , при задоволен услов (3), го означиме со :

$$\mathfrak{S}_K(\beta_K) = \max_{x_1, \dots, x_K} \left[f_K(x_K) + \sum_{i=1}^{K-1} f_i(x_i) \right] \quad (4)$$

каде што $\mathfrak{S}_K(\beta_K)$ е функција од β_K ; $\mathfrak{S}_K(\beta_K)$ е наречена *максимално повратна функција* или кратко *повратна функција*. За конкретниот проблем, придружен кон (1) и (2), треба да биде пресметана вредноста $\mathfrak{S}_K(b)$.

Моментална цел е да се воспостави релација помеѓу максималната повратна функција $\mathfrak{S}_K(\beta_K)$ и решението на некој поедноставен проблем. За таа цел, нека $\hat{x}(\beta_K)$ означува т.н. *варијабла на одлука* придружена кон x_K . Имено, за која и да е вредност на β_K , соодветната вредност $\hat{x}(\beta_K)$ е оптимална вредност на x_K . Посебно, варијаблата на одлука $\hat{x}(b)$ ќе ја означиме со x_K^* . Со овие ознаки, равенката (4) може да се напише во следниов облик :

$$\mathfrak{S}_K(\beta_K) = \max_{x_1, \dots, x_{K-1}} \left[f_K[\hat{x}_K(\beta_K)] + \sum_{i=1}^{K-1} f_i(x_i) \right] \quad (5)$$

во која максимизацијата е ограничена со :

$$\sum_{i=1}^{K-1} g_i(x_i) \leq \beta_k - g_K[\hat{x}_K(\beta_K)] \quad (6)$$

Треба да се напомене дека максимизирањето на (5) со оглед на (6) е поедноставно изводливо од максимизирањето на (4), затоа што во овој случај постои една варијабла помалку. И уште нешто - ограничувањата (6) имаат иста форма како и оригиналните ограничувања (3). Така, решението на полесниот проблем може да се изрази со иста нотациона работна мрежа каква што беше користена при оригиналниот проблем. Имено :

$$\mathfrak{S}_{K-1}\{\beta_K - g_K[\hat{x}_K(\beta_K)]\} = \max_{x_1, \dots, x_{K-1}} \left[f_K[\hat{x}_K(\beta_K)] + \sum_{i=1}^{K-1} f_i(x_i) \right] \quad (7)$$

Еквивалентно,

$$\mathfrak{S}_K(\beta_K) = \max_{x_K} \{ f_K(x_K) + \mathfrak{S}_{K-1}[\beta_K - g_K(x_K)] \} \quad (8)$$

со оглед на $g_K(x_K) \leq \beta_K$.

Нека, заради комплетност, во равенката (8) ја воведеме следнава замена :

$$\beta_{K-1} = \beta_K - g_K(x_K) \quad (9)$$

Со оглед на последново, од равенката (7), произлегува :

$$\mathfrak{S}_{K-1}(\beta_{K-1}) = \max_{x_1, \dots, x_{K-1}} \sum_{i=1}^{K-1} f_i(x_i) \quad (10)$$

при што максимизациониот процес е ограничен со :

$$\sum_{i=1}^{K-1} g_i(x_i) \leq \beta_{K-1} \quad (11)$$

Од анализата на равенката (8) може да се заклучи дека решението на оригиналниот проблем (кој е наречен K -степен проблем, бидејќи се вклучени K независно променливи величини x_i) е поврзано со решението на $(K-1)$ -степен проблем. Решението на K -степенниот проблем е релативно едноставно, откако ќе се реши $(K-1)$ -степенниот проблем. Следователно, решението на $(K-1)$ -степенниот проблем [дефиниран со равенките (10) и (11)] е сврзано со решението на $(K-2)$ -степенниот проблем, а карактерот на врската е ист како во равенката (8). Општо, ваквиот начин на резонирање доведува до следнава рекурзивна релација :

$$\mathfrak{S}_k(\beta_k) = \max_{x_k} \{f_k(x_k) + \mathfrak{S}_{k-1}[\beta_k - g_k(x_k)]\} \quad (12)$$

$$g_k(x_k) \leq \beta_k \quad ; \quad k = 1, 2, \dots, K$$

ако се усвои договорот дека $\mathfrak{S}_0(\beta_0) = 0$. Со оглед на усвоената претпоставка $\mathfrak{S}_0(\beta_0) = 0$, од (12), за првото решение се добива :

$$\mathfrak{S}_1(\beta_1) = \max_{x_1} \{f_1(x_1)\} \quad (13)$$

$$g_1(x_1) \leq \beta_1$$

Со помош на решението (13) и равенката (12) може да се определи $\mathfrak{S}_2(\beta_2)$, потоа $\mathfrak{S}_3(\beta_3)$ и т.н. Може да се заклучи дека оригиналниот K -степен проблем, на овој начин, е заменет со серија од K -едностепенни проблеми.

Бараниот редослед на пресметките при одредување на $\mathfrak{S}_1(\beta_1)$ е следниов : (1) најнапред се специфицира $\beta_1 = 0$; (2) со специфицирано $\beta_1 = 0$, се врши максимизација (или минимизација) на (13) по променливата x_1 ; (3) вредноста (или вредностите) на x_1 што ја максимизираат (или минимизираат) функцијата $\mathfrak{S}_1(\beta_1)$ се означуваат со $\hat{x}_1(\beta_1)$; (4) се зголемува вредноста на β_1 за единица; (5) процедурата, опишана во чекорот 2 погоре, се повторува до $\beta_1 = b$. *Максимум-повратната функција* $\mathfrak{S}_1(\beta_1)$ за овој прв едно-степен проблем на одлучување се табелира последователно, со оние вредности за x_1 и $\hat{x}_1(\beta_1)$, кои кореспондираат на $\mathfrak{S}_1(\beta_1)$. Може да се забележи дека \hat{x}_1 е функција од влезот β_1 ; тоа е “политика” што ќе биде усвоена за x_1 при зададено β_1 , па поради тоа таа функција е наречена *функција на политика*.

4. ПРИМЕР

За илустрација на гореизнесеното ќе го разгледаме следниов пример :
Потребно е да се минимизира функцијата :

$$P = \sum_{i=1}^3 f_i(x_i) \quad (14)$$

каде што x_i ($i = 1, 2, 3$) се цели (integer) броеви. Притоа, треба да биде задоволено следново ограничување :

$$\sum_{i=1}^3 x_i = b \quad (15)$$

Во равенката (15) b е цел (integer) број. Решенијата треба да се добијат за различни вредности на b , во опсегот од 1 до 15. Функциите $f_i(x_i)$ се дефинирани во табела I.

Таб. I

$f_i(x_i)$	$x_i = 0$	$0 \leq x_i \leq 5$	$5 \leq x_i \leq 15$
$f_1(x_1) =$	0	$5 + 10 \cdot x_1$	$15 + 8 \cdot x_1$
$f_2(x_2) =$	0	$2 + 8 \cdot x_2$	$-18 + 12 \cdot x_2$
$f_3(x_3) =$	0	$1 + 9 \cdot x_3$	$-4 + 10 \cdot x_3$

За да се реши наведениот проблем со помош на методот на динамичко програмирање, прв чекор претставува определувањето на соодветните рекурентни изрази. Тие изрази се аналогни на равенката (12). Во конкретниот случај е :

$$\mathfrak{S}_3(b) = \min_{0 \leq x_3 \leq b} [f_3(x_3) + \mathfrak{S}_2(b - x_3)] \quad (16)$$

$$\mathfrak{S}_2(\beta_2) = \min_{0 \leq x_2 \leq \beta_2} [f_2(x_2) + \mathfrak{S}_1(\beta_2 - x_2)] \quad (17)$$

$$\mathfrak{S}_1(\beta_1) = \min_{x_1 = \beta_1} f_1(x_1) = f_1(\beta_1) \quad (18)$$

Врз база на погоре изложената метода изработена е компјутерска програма, а во таб. II се прикажани резултатите добиени со генерирање користејќи ги равенките (16), (17) и (18).

Таб. II

k	1		2		3		b
	$\mathfrak{S}_1(\beta_1)$	$\hat{x}_1(\beta_1)$	$\mathfrak{S}_2(\beta_2)$	$\hat{x}_2(\beta_2)$	$\mathfrak{S}_3(\beta_3)$	$\hat{x}_3(\beta_3)$	
0	0	0	0	0	0	0	0
1	15	1	10	1	10	$\begin{Bmatrix} 0 \\ 1 \end{Bmatrix}$	10
2	25	2	18	2	18	0	2
3	35	3	26	3	26	0	3
4	45	4	34	4	34	0	4
5	55	5	42	5	42	0	5
6	63	6	54	6	52	1	6
7	71	7	66	7	61	2	7
8	79	8	77	5	70	3	8
9	87	9	87	$\begin{Bmatrix} 0 \\ 5 \end{Bmatrix}$	79	4	9
10	95	10	95	0	88	5	10
11	103	11	103	0	98	6	11
12	111	12	111	0	108	7	12
13	119	13	119	0	118	8	13
14	127	14	127	0	127	0	14
15	135	15	135	0	135	0	15

За илустрација на начинот на добивање на резултатите во таб. II ќе го разгледаме пресметувањето на минималното чинење $\mathfrak{S}_3(7)$ и варијаблата на состојба $\hat{x}_3(7)$ со помош на равенката (16) :

$$\begin{aligned}\mathfrak{S}_3(7) &= \min_{0 \leq x_3 \leq 7} [f_3(x_3) + \mathfrak{S}_2(7 - x_3)] = \\ &= \min \{66, 64, 61, 63, 64, 66, 66\} = 61\end{aligned}\tag{19}$$

Од равенката (19) се гледа дека минималната вредност, која изнесува 61 за $b = 7$, соодветствува на :

$$\begin{aligned}x_3 &= \hat{x}_3(7) = x_3^* = 2 \\ \beta_2^* &= 7 - x_3^* = 7 - 2 = 5 \\ \hat{x}_2(5) &= x_2^* = 5 \\ \beta_1^* &= \beta_2^* - x_2^* = 5 - 5 = 0 \\ \hat{x}_1(0) &= x_1^* = 0\end{aligned}$$

На сличен начин и за другите вредности на b , од 0 до 15 (различни од 7) се добиени соодветните, погоре наведени, оптимални вредности кои се прикажани во таб. III.

Таб. III.

b	P_{min}	x_3^*	x_2^*	x_1^*
1	10	$\begin{Bmatrix} 0 \\ 1 \end{Bmatrix}$	$\begin{Bmatrix} 0 \\ 1 \end{Bmatrix}$	0
2	18	0	2	0
3	26	0	3	0
4	34	0	4	0
5	42	0	5	0
6	52	1	5	0
7	61	2	5	0
8	70	3	5	0
9	79	4	5	0
10	88	5	5	0
11	98	6	5	0
12	108	7	5	0
13	118	8	5	0
14	127	0	0	14
15	135	0	0	15

Заради анализа на влијанието на обликот на енергетските карактеристики врз оптималната распределба, функциите дефинирани во таб. I се апроксимирани со полиноми од втор степен со помош на стандардна метода на најмали квадрати. При тоа, добиени се следните изрази :

$$\begin{aligned}f_1(x_1) &= 5,687 + 10,02 \cdot x_1 - 0,1 \cdot x_1^2 \\ f_2(x_2) &= 0,626 + 7,959 \cdot x_2 + 0,2 \cdot x_2^2 \\ f_3(x_3) &= 0,657 + 8,99 \cdot x_3 + 0,05 \cdot x_3^2\end{aligned}$$

при што $0 \leq x_i \leq 15$. Со вака дефинирани функции, направена е оптимална распределба за вредности на b како во таб. III. Добиените резултати се прикажани во таб. IV.

Таб. IV.

b	P_{min}	x_3^*	x_2^*	x_1^*
1	15,1	0	1	0
2	23,7	0	2	0
3	32,6	0	3	0
4	41,7	1	3	0
5	50,8	2	3	0
6	60,1	3	3	0
7	69,4	4	3	0
8	78,8	4	4	0
9	88,2	5	4	0
10	97,2	0	0	10
11	105,1	0	0	11
12	112,8	0	0	12
13	120,3	0	0	13
14	127,7	0	0	14
15	134,8	0	0	15

5. ЗАКЛУЧОК

Влијанието на обликот на енергетските карактеристики на електричните центри врз оптималната распределба на моќности во ЕЕС е сублимирано во табелите III и IV каде е забележителна значителна разлика помеѓу оптималните вредности на x_i и минималните вредности на функцијата P во случаите кога енергетските карактеристики се прикажани во облик на прекинати линеарни функции и во случај кога тие функции се апроксимирани со полиноми од втор степен. Тоа јасно укажува на заклучок дека грешките кои се прават при ваквите апроксимации не се занемарливи и треба да се земат во предвид кога се бараат поточни анализи и пресметки.

6. ЛИТЕРАТУРА

1. Arsenov, A., Пиев, А., **Optimal Shedule of complex power system**, IMACS Symposium, Casablanca, 1991.
2. Arsenov, A., Пиев, А., Џевски, I., **An Algorithm for fast Determination of optimal Shedule of Power in Electric Power system composed of Hydro, Thermal and Pump-storage Plants**, Manila International Symposium on Development and Managemament of Energy Resources, Manila, 1989.
3. Пожар, Х., **Снага и енергија у електроенергетским системима**, I свезак, Информатор, Заргеб, 1983.
4. Petri}, J., **Operaciona istra`ivanja**, Nau~na knjiga, Beograd, 1987.

МАКЕДОНСКИ КОМИТЕТ ЗА ГОЛЕМИ ЕЛЕКТРИЧНИ СИСТЕМИ-СИГРЕ, СКОПЈЕ

ВТОРО СОВЕТУВАЊЕ НА МАКО-СИГРЕ

Д-р Властимир Гламочанин, Електротехнички факултет

М-р Драган Андонов, Електротехнички факултет

Билјана Стојковска, Електротехнички факултет

М-р Димитар Трајанов, Електротехнички факултет

ОПТИМАЛНИ ТОКОВИ НА РЕАКТИВНА МОЌНОСТ

КРАТКА СОДРЖИНА

Во овој труд се презентирани искуствата во примената на техниките на вештачката интелигенција во оптималното планирање на текови на моќности. Оптимизацијата како еден од најзначајните елементи на техничкиот систем на управување (ТСУ) има за цел да изврши оптимизација на функциите на цел, кои пак се ограничени со критериумите за безбедноста и квалитетното снабдување на системот. Развојот на голем број оптимизациони техники како што е генетскиот алгоритам, како и примената на објектно ориентираниот начин на решавање на проблемите даваат широка можност за развој на разни видови софтвери кои со својата структура овозможуваат лесно поврзување со разни функции за оптимизација, пресметка и др. Сите овие достигнувања се искористени при развојот на софтверот наречен GANOS. Развивајќи ги техниките за оптимизација со помош на вештачка интелигенција AI се дојде до одредени експериментални заклучоци.

SUMMARY

In this paper is presented the authors' experience in the application of AI technique to Optimal Power Flow (OPF) planning. The purpose of an OPF function, as a fundamental tool of Energy Management System (EMS), is to schedule the power system controls to optimize an objective function while meeting defined standards of security and quality of supply. The development of new optimization techniques, such as genetic algorithms, as well as the implementation of object oriented approaches, provides conceptual framework for innovative software environments with unified modular structure to include computational, optimization and intelligent functions. This approach was used for the development of the GANOS software environment, where power management experts and AI technique developers experiment with the innovative algorithms and their interactions.

Клучни зборови: Оптимални токови на моќност, генетски алгоритам, Вештачка интелигенција.

1. ВОВЕД

Управувањето на енергетските системи од економска гледна точка може да се подели на два дела:

- како регулација на активната моќност (P регулација)
- токови на реактивна моќност во мрежата (Q регулација).

Оптimalен тек на моќности е глобален оптимизационен проблем на дисконтиунирана нелинеарна функција. Самото решение е ограничено со вредноста на напонот, положбата на регулаторот на регулационите трансформатори, активната и реактивната моќност на изворите, како и други контролни променливи [1], [2]. Со нагодување на преносниот однос на трансформаторите, промена на напонот на собирниците на изворите, како и нагодувањето на VAR изворите се постигнува:

- подобрување на напонската состојба на системот
- намалување на загубите во системот.

Вкупните трошоци во системот можат да се намалат со минимизирање на функцијата на цел која се состои од:

- загубите во системот
- цената на чинење на нови извори на реактивна енергија
- оперативните трошоци изворите на реактивна енергија
- оперативните трошоци кои произлегуваат од генерирање додатна реактивна моќност на генераторите.

Промената на напоните на собирниците се претставува преку равнките на ЕЕС, при што се бара да се одредат такви нагодувања на променливите на ЕЕС при кои се минимизира функцијата на цел, а да при тоа бидат задоволени сите ограничувања на ЕЕС. Ограничувањата се прикажуваат математички на два начина: со равенства и неравенства.

Постои голем број алгоритми за ефикасна пресметка на токовите на на моќностите во мрежа на ЕЕС, некои од нив се достапни како софтверски пакети (на пример POWERWORLD [3]).

Од друга страна, обемната оптимизациона процедура се потпира на разни оптимизациони методи, како што е примента на генетскиот алгоритам [2-5].

Интеграцијата на пресметката на ЕЕС и оптимизацијата базирана на примената на генетскиот алгоритам во интегрирана објектно ориентирана околина претставуваше голем предизвик, но истовремено и почетен чекор на истражувањата прикажани во овој труд.

2. МАТЕМАТИЧКА ФОРМУЛАЦИЈА НА ПРОБЛЕМОТ

Едноставноста на пристапот кон пресметките, оптимизацијата како и приказот на енергетската мрежа претставува една од основните задачи на овој труд. Сакавме да добиеме генерален модел за оптимизација на ЕЕС, планирање и тренинг на диспечерите на системот.

Прво за самиот систем беше потребно да се дефинира математичкиот модел на системот, како и структурата на податоците потребни за модулара на имплементација на разни пресметки и оптимизациони техники.

Како следен чекор беше дефинирањето на постоечките ограничувања во вид на равенства и неравенства. Ограничувањата во вид на равенства беа дефинирани за

моќностите во оделните собирници на ЕЕС. Ограничувањата во вид на неравенства произлегоа од следните услови:

- вредноста на напонот во одделните јазли да биде во зададените граници

$$V_{imin} \leq V_i \leq V_{imax} \quad (1)$$

- вредноста на генерираната активна моќност на изворите да биде во дадените граници

$$P_{imin}^G < P_i^G < P_{imax}^G \quad (2)$$

- вредноста на генерираната реактивна моќност на изворите да биде во дадените граници

$$Q_{imin}^G < Q_i^G < Q_{imax}^G \quad (3)$$

- вредноста на регулаторот на регулационен трансформатор треба да биде во дадените граници

$$t_{imin} < t_i < t_{imax} \quad (4)$$

Во оптимизационата фаза на нагодување на одделните параметри на системот го користевме генетскиот алгоритам.

3. ПРОЦЕС НА ОПТИМИЗАЦИЈА

Со цел да се оцени применливоста на генетскиот алгоритам (GA) во оптимизацијата на ЕЕС го развиеме софтверскиот пакет GANOS (Genetic Algorithm Network Optimizacion System) [5]. Основата на софтверот претставува GALib библиотекта на програми [4].

Развојната околина е така организирана што секој од поединечните ограничувања кои се јавија можеа да се разгледуваат како посебни класи, но исто така и самиот GA беше третиран како посебна класа.

Евидентни се предностите што се произлегуваат од овој концепт:

- ТСУ експерт може да развива соодветни алгоритми за анализа на ЕЕС
- ГА оптимизациониот експерт може да развие лепеза на класи и објекти за генерални типови на проблеми
- експериментите со "интелегентни" функции на цел обезбедуваат учење и адаптивен концепт.

За решавање на проблемот со примена на генетски алгоритам потребно е да се дефинираат следниве компоненти:

- репрезентација
- генетски операторите
- функција на цел.

Различни конфигурации на параметрите на ЕЕС претставуваат геноми (објекти, членови на "преживеани" единки) од кој генетскиот алгоритам ги селектира преживеаните (базиран на нивната спремност, која произлегува од функцијата на цел) како и следните генерации на вкрстување или пак мутирани

геноми. Преживеаните единки со најдобра спремност се селектираат за репродукција со мутираните единки кои при мутацијата се здобиле со нови корисни особини.

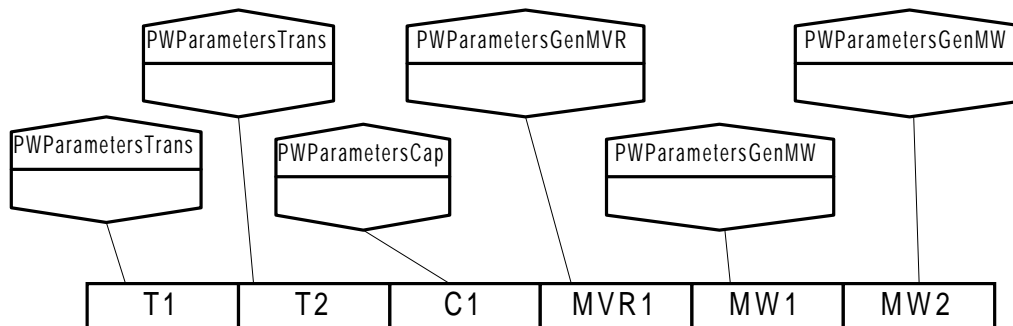
Значи новите единки кои се добиваат од генетските оператори (содржани во геномите) и од стратегиите на селекција/замена (содржани во генетскиот алгоритам).

4. ПРИМЕНА НА ГЕНЕТСКИ АЛГОРИТМИ

4.1 Структура на GA и параметри

За примена на пристапот со генетски алгоритми во решавање на проблеми потребно е најпрво да се избере соодветна податочна структура за репрезентација на проблемот и на неговото решение. Податочната структура на решението го претставува пресликувањето на параметрите на решението во генетска структура која може лесно да се процесира со помош на GA.

Решението во GANOS околината е претставено како збир од објекти чии класи се подкласи на класата PWParameters (Слика 1). Овие објекти се групирани со помош на контејнер класата PWContainerParameter. Секој од овие објекти ги претставува (енкапсулира) својствата на соодветниот параметар кој го претставува.



Слика 1. Репрезентација на решението

За да се овозможи ефикасна употреба во генетскиот алгоритам, ова множество од објекти се конвентира во вектор од реални броеви. Броевите припаѓаат на предефинирано множество (со специфицирани граници) и се дискретизирани со одреден чекор. Границите и чекорот зависат од типот на параметарот кој се претставува со дадениот елемент од векторот, а постои можност за нивно динамичко менување. Вака дефинирианиот вектор може да се претстави со класата GA1DArrayGenome<флоат>, која е дел од библиотеката GALib. Со тоа, параметрите кои се специфични на дадениот проблем се прсликани во структура која може да ја манипулира генетскиот алгоритам.

Во тековната имплементација постојат четири различни параметри врз кои се влијае при оптимизацијата на мрежата. Тоа се тап-позициите (на регулаторот) на трансформаторите, активната моќност на генераторите, реактивната моќност на генераторите и големината на кондензаторските батерии во одделните собирници на ЕЕС. За секој од овие параметри постои посебна класа во која се енкапсулирани својствата на дадениот параметар. Тоа се класите PWParametersTrans,

PWParametersGenMW, PWParametersGenMVR и PWParametersCap соодветно. Сите овие класи наследуваат од класата PWParameters, која е апстрактна класа. Овие класи се групираат во container класата PWContainerParameter, со што се формира структура која одговара на геномот кој се користи во генетскиот алгоритам.

На Слика 1 е даден пример во кој се регулираат тап позициите на два трансформатора, капацитетот на еден кондензатор, реактивната моќност на еден од генераторите, како и активната моќност на два генератори.

4.2 Пресметката на функцијата на цел

Пресметката на целната функција може да се врши врз основа на различни критериуми. Со издвојување на дефиницијата на целната функција се овозможува примена на различни оптимизациони пристапи. Така, оптимизацијата може да се врши преку било кој од наведените критериуми, како и преку било која нивна комбинација:

- оптимизација на загубите на активна моќност
- цената на чинење на кондензаторските батерии
- цената на чинење на активната енергија од генераторите
- загуби на енергија во ЕЕС
- нарушување на напонските ограничувања.

Последните два критериуми претставуваат пенални функции.

Сите овие фактори кои влегуваат во оптимизацијата се претставени со соодветни класи и тоа: PWCommandLosses, PWCommandCapCost, PWCommandGenActivCost, PWCommandBranchActiv и PWCommandBusVoltViolation соодветно. Овие класи наследуваат од апстрактната класата PWCommand. Во базната класа PWCommand постои функцијата objective(). Таа ја пресметува objective вредноста за дадениот елемент кој е репрезентиран од одредена класа. Овие класи се групираат преку container класата PWContainerCommand, која исто така има objective() функција што се добива како збир од нормализираните вредности на objective функциите (помножени со одредени коефициенти).

Целната функција на контејнер класата се користи за пресметка на objective на геномите. Ваквиот пристап има две предности:

- овозможува експерименти со разновидни целни функции
- овозможува експерименти со променливо (тежинско) влијание на поединечните целни компоненти.

Од првонаведената предност произлегува можноста за генерализација на пристапот во други оптимизациони проблеми, каде експертот за соодветната проблематика избира најповолни целни функции, без да има потреба од репрограмирање на генетскиот алгоритам.

Второнаведената предност резултира во развој на експертни објектни функции за нови проблеми, слично на развојот на стратегии во играњето на игри. Воведувањето на тежинска објектна функција овозможува претставување на решението на GA како мрежа на меѓуповрзани елементи, кои можат да се пресметуваат паралелно. Врските со соодветни тежини го реализираат процесот на селекција на геноми слично на врските во невронските мрежи.

4.3 ГА оператори

Прва фаза е фазата на иницијализација, при што се употребува предефиниран иницијализаторски оператор. Тој најпрво ги иницијализира со случајни вредности објектите кои ги претставуваат избраните проблемски параметри. Овој оператор потоа го конвертира множеството од објекти во вектор.

Како оператор за crossover се користи предефинираниот `GA1DArrayGenome<>::OnePointCrossover` од библиотеката.

Како оператор за мутација се користи мутатор кој избира одреден елемент од векторот на геномот и му доделува случајно избрана вредност од дефиниционото подрачје на вредности и ограничувања за соодветниот елемент.

4.4 Интерфејс помеѓу GANOS и PW

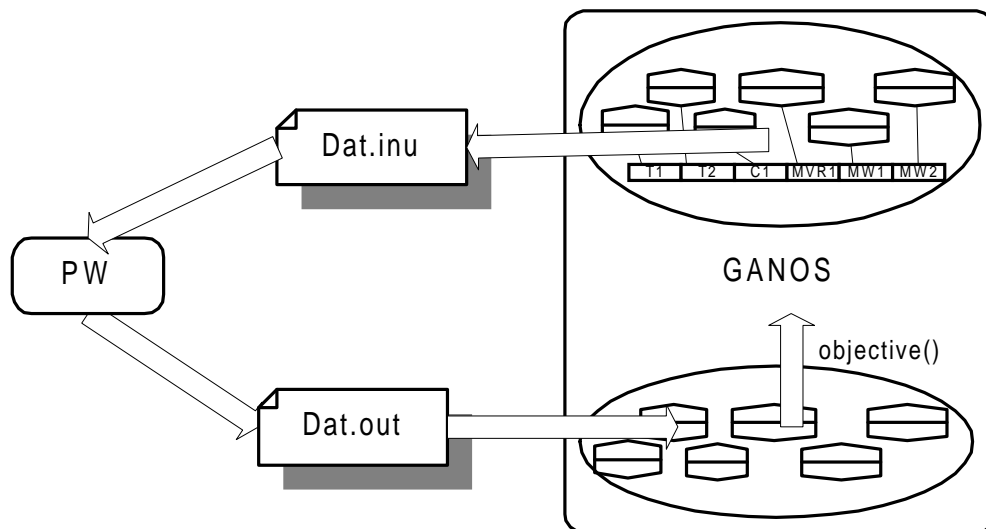
Можни се два пристапа за интеграција на ГА оптимизационата техника со класични проблеми за оптимирање на мрежи:

- развој на интегриран софтверски пакет
- меѓуповрзување на два постоечки генерализирани софтверски пакети.

Првиот пристап дава компактно и ефикасно решение, но тоа е многу специјализирано. Вториот пристап дава помалку ефикасно решение.

Главна предност на вториот пристап е можноста да се развие методологија за генерализација на GANOS и негова имплементација за различни оптимизациони проблеми. Во овој случај како корисници се јавуваат и експерти за поодделни проблематики, а кои не се програмери, при што можат да ги споредуваат резултатите со други оптимизациони техники и постепено да се запознаваат со ГА пристапот за оптимизација.

Ваквото размислување го диктираше изборот на вториот пристап, при што интеракцијата помеѓу GANOS и PW се одвива преку размена на податоци со механизам на датотеки (Слика 2). Ваквата комуникација со влезно/излезни датотеки е својствена кај скоро сите генерализирани софтверски пакети, каков што е и пакетот PW. Дополнително, GANOS околината содржи и модул `objective()` за реализација на целна функција за да овозможи експерименти со критериумите за оптимизација. Применетиот интерфејс е прикажан на Слика 2.



Слика 2 Интерфејс на PW, objective() и GANOS

Функционирањето на софтверот и меѓукомуникацијата се одвива на следниот начин:

- Најпрво, врз основа на векторот кој го претставува решението, се формира соодветната структура од објекти. Секој од овие објекти поседува функција која му овозможува да ги запише параметрите во датотека во соодветен формат (Dat.inu).
- Формираната датотека со сите параметри претставува влезна датотека за PW, кој врши пресметки за новонастанатата конфигурација на мрежата (може да се користат и други рутини за евалуација на мрежи).
- PW ги запишува добиените резултати во излезна датотека (Dat.out), која претставува влезна датотека за следниот циклус на модулот objective(). Резултатите од процената ги чита GANOS за формирање на структура од објекти кои ќе служат за пресметка на објектите на даденото решение (процена на новата генерација).
- Во рамките на GANOS, секој од ове објекти знае како да го пресмета својот дел од целната функција. Крајната објективна функција се добива како линеарна комбинација од целните функции на секој од објектите.

4.5 Имплементација

Целата оваа структура врз која се потпира GANOS програмата е потполно објектно-ориентирана, со што е овозможено нејзино лесно проширување, како со нови параметри за мрежата, така и со нови начини на оптимизација.

Програмата е реализирана во MS Visual C++, при што е користена и софтверската библиотека GALib. Истиот пристап беше употребен и во развојот на GANOS околината, со проширување и надградба на основните библиотечни рутини.

5. РЕЗУЛТАТИ ОД ТЕСТОВИТЕ

Оптимизација на реактивни моќности беше применета во стандардниот IEEE систем со 30 јазли. Извршени се извесни модификации на системот кои се прикажани во следнава табела:

Табела I Модификација на IEEE системот со 30 јазли

извори на реактивна енергија, 5MVA, 5 steps, (bus No.)	10,24,12,15,17,20,21,23,29
граници на напонот	0.95 -- 1.10
граници на регулаторите кај трансформаторите	0.9 -- 1.1
P1 (MW) ; Q1 (MVAr)	50(max200);-20(max200)
P2 (MW) ; Q2 (MVAr)	20(80) ; -20(max100)
P5 (MW) ; Q5 (MVAr)	15(50) ; -15(max80)
P8 (MW) ; Q8 (MVAr)	10(35) ; -15(max60)
P11 (MW) ; Q11 (MVAr)	10(30) ; -10(max50)
P13 (MW) ; Q13 (MVAr)	12(40) ; -15(max60)

Од добиените резултати може да се согледа дека загубите се намалени од 5.67 на 3.79 р.и при што имаме дискретна промена на вредностите на MW и MVAr кај генераторите, границата на регулаторите кај регулационите трансформатори се движеше од 95-105 %,а напонот на врвниот јазел се одржуваше на 1.05 р.и .

6. ПОДОБРУВАЊА

Што се однесува до подобрувањето на перформансите на GA, местото каде што може да се интервенира е во операторот за мутација. Наместо случајни промени на операторот, може да се воведат некој посоефицициран метод, со чија помош ќе се зголеми брзината на конвергенција на самиот генетски алгоритам. Оптимизационата техника на табу-пребарување се користи за забрана на спарување на единки кои доведуваат до волтаге виолатон, или пак вредностите кои доведуваат до недозволено голема загуба во водовите.

Големо подобрување на перформансите би се добило со избегнување на комуникацијата преку датотеки со PW. Најдобро би било ако "и́ресметкајќи на мрежајќи" се врши преку функции кои се наоѓаат во одредена C++ библиотека. Ваквиот начин на пресметка би отворил и додатни можности за паралелизација на пресметките и нивно дистрибуирање.

7. ЗАКЛУЧОК

Развојот на оптимизационите техники како што се генетски алгоритам, како и достигнувањата и напредокот на објектно-ориентиран начин на програмирање даваат можност за развој на софтверски околии лесно прилагодливи кон разни оптимизациони, пресметковни и други интелегентни функции. Овој пристап се примени при развој на софтверската околина GANOS, каде што експертите на ТСУ и АИ можат да експериментираат и интегрираат разни ограничувања, функции на цел и оптимизациони техники.

8. ЛИТЕРАТУРА

- [1] A.Monticelli et al.: "Security Constrained Optimal Power Flow with Post Contingency Corrective Rescheduling", *IEEE Tran. On Power Systems*, No. 1, February 1987.
- [2] K.Iba: "Reactive Power optimization by Genetic Algorithm", *IEEE Transactions on Power Systems*, No. 1, May. 1994.
- [3] "PowerWorld shareware User Manual", 1997.
- [4] M.Wall: GALib shareware user manual, 1997.
- [5] D. Andonov, V.Glamocanin, D.Trajanov, "Application of Genetic Algorithms in Distribution System Planning", *Proc. of the Ist MakoCigre Conference, Struga, 1996 (in Macedonian language)*.

Душан Илоски, дипл.ел.инж. РЕК *Биџола* Битола

СТАТИСТИЧКА ПРЕЗЕНТАЦИЈА НА КВАЛИТЕТОТ НА РАБОТЕЊЕТО НА ТЕРМОЦЕНТРАЛИТЕ СПОРЕД НОРМИТЕ НА УНИПЕДЕ

КРАТКА СОДРЖИНА

Даден е алгоритам (начин) на приказ на статистичките податоци од работењето на термоцентралите. Врз основа на примена на еднаков алгоритам во централите можна е квалитетна оценка на работењето и рангирање на истите. Статистичката терминологија се користи во електростопанствата на земјите кои асоцираат во **УНИПЕДЕ**.

S U M M A R Y

An algorithm is given showing data of working of the thermal power plant. According to applying of the same algorithm in the power plants it is possible to give good estimate of the working and ranging them. Statistical terminology is used in the countries, which associated in **UNIPED**

Клучни зборови: максимална електрична моќност, расположива електрична моќност, вкупна нерасположива моќност, фактор на расположивост на енергија, фактор на расположивост на блок.

1. В О В Е Д

Во светот постојат многу електроенергетски системи за производство, пренос и дистрибуција на електрична енергија. Едноставната комуникација помеѓу нив во смисол на меѓусебно споредување на статистичките податоци од разни области од работењето е обезбедена од **UNIPED (UNION INTERNACIONALE DES PRODUCTEURS ET DISTRIBUTEURS D' ENERGIE ELECTRIQUE)**.

Оваа светска асоцијација за производство, пренос и дистрибуција на електрична енергија издаде публикација во која прецизно се дефинирани сите термини од оваа област.

Публикацијата е составена од следните поглавија:

-Општи термини, на пр. дефиниција на претпријатие и класификација за различни енергетски извори;

-Карактеристики на опремата кои ги дефинираат статистичките податоци кои нормално временски не се менуваат на пример максимална електрична моќност, максимална топлотна моќност на парогенератор, сливна површина на една хидроелектрична централа и др;

-Термини поврзани со перформансите односно изразите, за кои статистичките податоци ќе се променат со текот на времето, како на пример фактор на оптеретување, расположивост, топлотен коефициент на корисно дејство и др. Во ова поглавје вклучени се и термините употребувани за статистика на мрежите како и за енергетските биланси;

Во овој реферат се изложени термините кои се однесуваат на перформансите на термоелектричните централи, расположивост и нерасположивост.

2. РАСПОЛОЖИВОСТ НА ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНА ЦЕНТРАЛА

2.1 Максимална електрична моќност на една ТЕЦ

Максимална електрична моќност на еден блок или една термоцентрала е максималната моќност која се однесува на активната моќност која може да биде произведена континуирано, во подолг временски период под претпоставка дека сите постројки се во работна состојба, а расположивите горива се во потребна количина и со нормален квалитет.

2.2 Расположива електрична моќност на термо елеклтрична централа

Расположива електрична моќност (P_d) на една *термоцентрала* е максимална електрична моќност која може да се произведе од оваа опрема во реални услови каде таа се наоѓа, под претпоставка без ограничувања во преносната мрежа.

Расположивата електрична моќност може да биде бруто и нето како и максимална електрична моќност.

Оваа расположива моќност зависи само од техничката состојба на постројките и од нивната работна способност, таа не зависи од инструкциите на диспечерот. Расположива моќност на еден блок (P_d) е еднаква на максималната електрична моќност (P_M), намалена за *Нерасположива електрична моќност* (P_{it}).

Поимот расположива електрична моќност може да биде употребуван и за електрична *централа* и за *блок*, како и за група блокови или електрични централи.

Расположивата моќност на еден систем централи треба да ги представува сите централи на оваа група, било тие да се во погон или застој.

3. НЕРАСПОЛОЖИВОСТ НА ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНА ЦЕНТРАЛА

3.1 Вкупна нерасположива моќност

Вкупна нерасположива моќност (P_{it}) на една постројка е разлика меѓу *максималната електрична моќност* (P_M) и расположливата моќност (P_d).

И двата термини на оваа функција, треба да бидат од иста природа, бруто или нето:

$$P_{it} = P_M - P_d$$

Вкупната нерасположива моќност одговара на збирот на нерасположивости предизвикани од ограничувања под контрола на раководството* од една страна и нерасположивости предизвикани од ограничувањата кои не се под негова контрола, од друга страна. За проценување на перформансите на една постројка треба да биде земен предвид, при утврдувањето на билансите, само делот на нерасположивости кои се надвор од контролата на раководството, и кој го надминува намалувањето на оние под негова контрола.

3.2 Нерасположивост предизвикана од ограничувања под контрола на раководството

За *нерасположивост* предизвикана од ограничувања под контрола на раководството причината може да биде било од техничка природа, било од не техничка природа.

За утврдување на билансите на расположивост, ограничувањата од техничка природа можат да бидат многу различни, како што се репарациите, одржувањата, слабостите на опремата или намалувањето на производството, обновувањето на горивото или некои испитувања. Уште повеќе, ограничувањата од техничка природа ги опфаќаат и нерасположивостите предизвикани директно или индиректно од човечкиот фактор. Примерите од ограничувањата од нетехничка природа се дадени подолу.

3.2.1 Ограничувања од техничка природа

Нерасположивата моќност како резултат на овие ограничувања може да биде припишана на една од долунаведените категории (види дијаграм):

Планирани ограничувања

- долготрајни
- краткотрајни
- испитувања

* (раководниот тим, оперативниот персонал, персоналот во одржување, односно сиот персонал кој ги носи одлуките за работењето на ТЕЦ)

Непланирани ограничувања

- планирано продолжување на застојот
- предвремен планиран застој
- оштетување на опремата, и други ограничувања од техничка природа

Овие категории се дефинирани во детали во понатамошниот текст, заедно со неколку причински примери.

Застојот или опаѓањето на оптоварувањето треба да бидат најавени (со почеток и времетраење) **најмалку четири недели однапред за да биде итрирано како иланирано.**

Меѓутоа, ако една промена на датумот на почетокот е побарана од диспечерот од чисто економски причини, застојот или намалувањето на оптоварувањето остануваат третирано како планирани.

Не е дозволено, една нерасположивост да се декларира како планирана после појавата на една непредвидена нерасположивост (слабост на опремата) и да се пристапи кон соодветна санција. Ако една планирана нерасположивост била веќе предвидена и вклопена за време на таа непредвидена нерасположивост, единствено разликата помеѓу двете нерасположивости треба да биде третирана како нерасположивост.

3.2.1.1 Планирани ограничувања од техничка природа

Планирана долготрајна нерасположивост

Нерасположивост соодветна на планираниот долготраен застој: застојот (или намалување на оптоварувањето) треба да има можност да биде испланиран однапред, обично на почетокот на годината, или кога се утврдува годишната програма за одржување; почетокот на овие застои (или опаѓања на оптоварувањето) може да биде задоцнет или авансиран и обично припремен за да се прилагоди на условите за експлоатација на производниот систем (оваа флексибилност која води кон прекувременост не треба да се споредува со предвремениот застој пред предвидениот датум на планираниот застој, од причина на пр: слабост на материјалот).

Траењето на застојот или опаѓањето на оптеретувањето треба да биде однапред определено. Планираните долготрајни нерасположивости се обично поврзани со стратегијата на раководството за долготрајно одржување. Воопшто, планираните застои имаат периодичност од една година, па и повеќе.

Планирана краткотрајна нерасположивост

Планирани краткотрајни нерасположивости се оние кои се предмет на согласност помеѓу раководството и диспечерот договорени најмалку четири недели однапред. Овде припаѓа и дополнителниот застој (или опаѓање на оптеретувањето), кој не е вклучен во годишната програма за одржување. Траењето на овој застој треба да биде однапред одредено.

Испитувања

Нерасположивоста која се должи на испитувањата ќе биде третирана како планирана, ако таа е утврдена најмалку четири недели однапред и претставува дел од редовната програма, дури и ако утврдениот момент за вршење на овие испитувања не е договорен четири недели однапред.

3.2.1.2 Непланирани ограничувања од техничка природа:

Не планирано продолжување на застојот

Секое продолжување на краткотрајниот или долготрајниот планиран застој и после однапред договорениот рок за завршување на работите, се третира како не планирано продолжување на застојот.

Ова продолжување треба да биди прифатено како непланиран застој.

Предвремен планиран застој

Овде се работи за нерасположивост предизвикана од предвременото започнување на застој, пред планираниот застој како последица од слабоста на некоја опрема.

Ако блокот го започнува својот застој или својата редукција на оптоварувањето пред најавениот датум, третираната нерасположивост како - реален почеток на застојот - планиран почеток на застојот - е со карактер на непланираност.

Оштетување на опремата, други ограничувања од техничка природа

Тука се опфатени сите загуби на расположивост од технички причини, кои претходно не се наведени. Може да се работи, на пр: за застој во работата или смалување на капацитетот на производството кое е предизвикано од некое оштетување на опремата или од влошените услови во кои се наоѓа постројката и кои не можат да бидат поправени во доволна мера за да бидат ставени во категоријата на *крајкојтрајна иланирана нерасположивост*.

3.2.2 Ограничувања од нетехничка природа

Нерасположивости предизвикани од ограничувања под контрола на раководството (внатрешно во постројката) но не од технички причини:

-отсуство на персоналот од здравствени причини,

-штрајкови и барања на локалните движења,

-проблеми со горивото: лош квалитет, влажност, недостиг на гориво, (единствено само ако се работи за внатрешна реконструкција).

3.3. Нерасположивост предизвикана од ограничувања кои не се дадени под контрола на раководството

Овде се работи за нерасположивост причинета од ограничувања кои можат да бидат целосно надвор од контролата на раководството. Тие се третирали како надворешни ограничувања на постројката.

Како примери, можат да се наведат следните надворешни ограничувања на постројката:

- проблеми поврзани со разладната вода, како ниското ниво на водата (река, море) така и температурите на водата во разладните уреди (регулациони ограничувања), излегување од рамките на концептот).

- рестрикции во снабдувањето со гориво во термоцентралата, како и резултати од надворешните ограничувања како на пр: рационализација, штрајкови во индустријата на горива;

- секое ограничување наметнато во производството од некој надворешен орган - врз постројката, без некаква техничка причина;

Постојат разни околности во кои овие ограничувања се негативни, на пр, во случајот кога температурата на разладната вода е многу ниска.

4. ПРОЦЕНКА НА ВКУПНИТЕ ПЕРФОРМАНСИ НА ЕДНА ПОСТРОЈКА

За проценување на вкупните перформанси на расположивоста или нерасположивоста на една постројка и кога различните причини ограничувања како на нерасположивост се едновременно презентирани, направен е следниот хиерархиски распоред на термини:

- | | |
|------------------------------|--|
| 1. нерасположивост настаната | 1 планирана |
| Заради недостатоци во | 2 непланирана (непланирани |
| Управувањето (раководењето) | технички ограничувања) |
| | 3 непланирани ограничувања кои не се од техничка природа |

и потоа

2. нераположивости кои не се под контрола на раководството (надворешни ограничувања)

5. ФАКТОР НА РАСПОЛОЖИВОСТ

5.1 Фактор на расположивост на енергија за еден даден временски период

Факторот на расположивост на енергија за еден даден временски период f , е количник од енергијата B која би можела да биде произведена со расположивата моќност (Pd) за време на овој период и од енергијата A што може да се произведе со максимална електрична моќност (PM) за време на истиот период.

$$EAF: f = \frac{B}{A} \quad (\text{изразен во \% од енергијата која би можела да биде произведена})$$

ЕАФ - енергс аваилабилитс фацтор

Енергијата B произведена од расположивата моќност (Pd) може исто така да биди пресметана како разлика помеѓу енергијата A која би можела да биде произведена со максималната електрична моќност (PM), и нерасположивата енергија C која не можеше да биде произведена од вкупната нерасположива моќност (Pit).

$$f = \frac{B}{A} = \frac{A - C}{A}$$

5.2 Фактор на расположивост на блок за еден даден временски период (UCF)

Факторот на расположивост на блок за еден даден временски период h , е еднаков на факторот на расположивост на енергија за време на истиот период, со корекција која го зема предвид фактот дека блокот постојано работи во стандардни услови на околината (температура на воздухот или водата за разладување), елиминирајќи ги во пресметувањето нерасположивостите предизвикани од ограничувањата кои се надвор од контрола на раководството (надворешни ограничувања) и внатрешните не технички расположливости.

$$UCF : h = \frac{B^*}{A} \quad (\text{каде } B \text{ е корегиран во } B^* \text{ за да се земат предвид корегираните фактори или елиминирани фактори})$$

UCF = Unit capability factor

Појаснување :

УНИПЕДЕ - овој израз *фактор на расположивост на енергија* по својата дефиниција во принцип одговара на поимот наречен еквивалентен фактор на расположивост, користен во САД (Equivalent Availability Factor). Се употребува како

на пр: во банката на податоци на GADS - NERC (Generating Availability Data System - North American Electric Reliability Council).

Појаснување :

V^* обично е поголем од V , значи и факторот на расположивост на блокот е поголем од факторот на расположивост на енергија. Притоа и двете методи на пресметувањето употребени за да се добие V , се употребуваат исто и за пресметување на V^* .

6. ЗАКЛУЧОЦИ

Статистиката на термоелектричните центри во Македонија опфаќа во обработка дел од погоре наведените показатели кои во главно се наследени од препораките на ЈУГЕЛ. Но за жал тие во последните десетина години не ги пратеа современите светски движења во оваа област. Веројатно причината лежи во многуте политички промени што се случиле на овие простори. Секоја компарација на досегашниот начин на водење на статистиката односно показателите на работењето се непрактични со оглед на современите трендови.

Според тоа неопходно е:

- Статистиката на производство и показателите на работењето во термоелектричните центри во Македонија да се водат према терминологијата и нормите на УНИПЕДЕ;
- По обработката на податоците да се направи споредба со податоците од другите термоелектрични центри - членки на УНИПЕДЕ, а потоа да се донесе оценка за квалитетот и успешноста на работењето;
- Примената на статистичката терминологија и оценка на квалитетот на работењето се препорачува и на останатите сегменти од електростопанството: хидроелектричните центри, преносната и дистрибутивната мрежа.

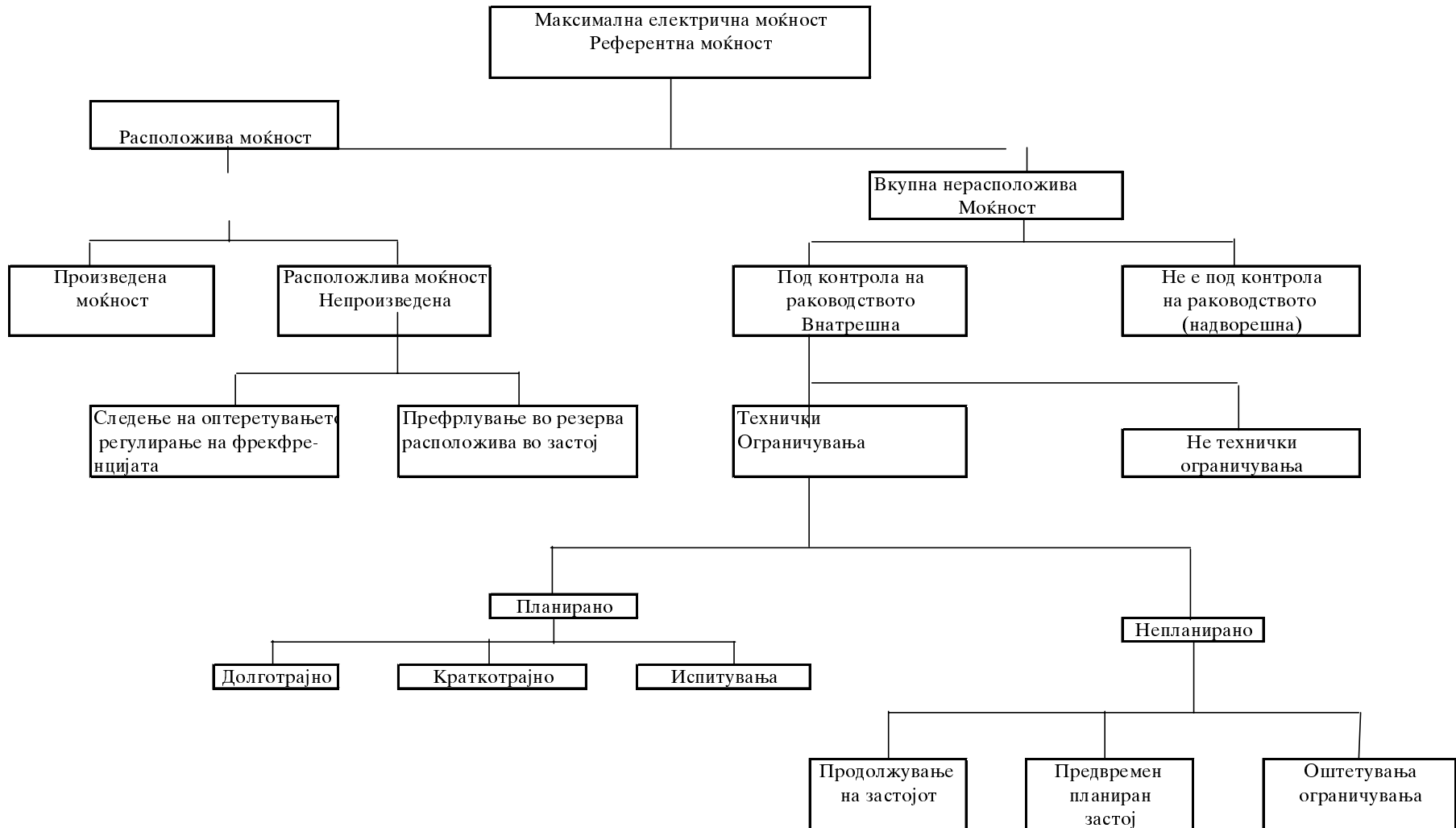
7. ЛИТЕРАТУРА:

1. Statistical terminology employed in the electricity supply industry :

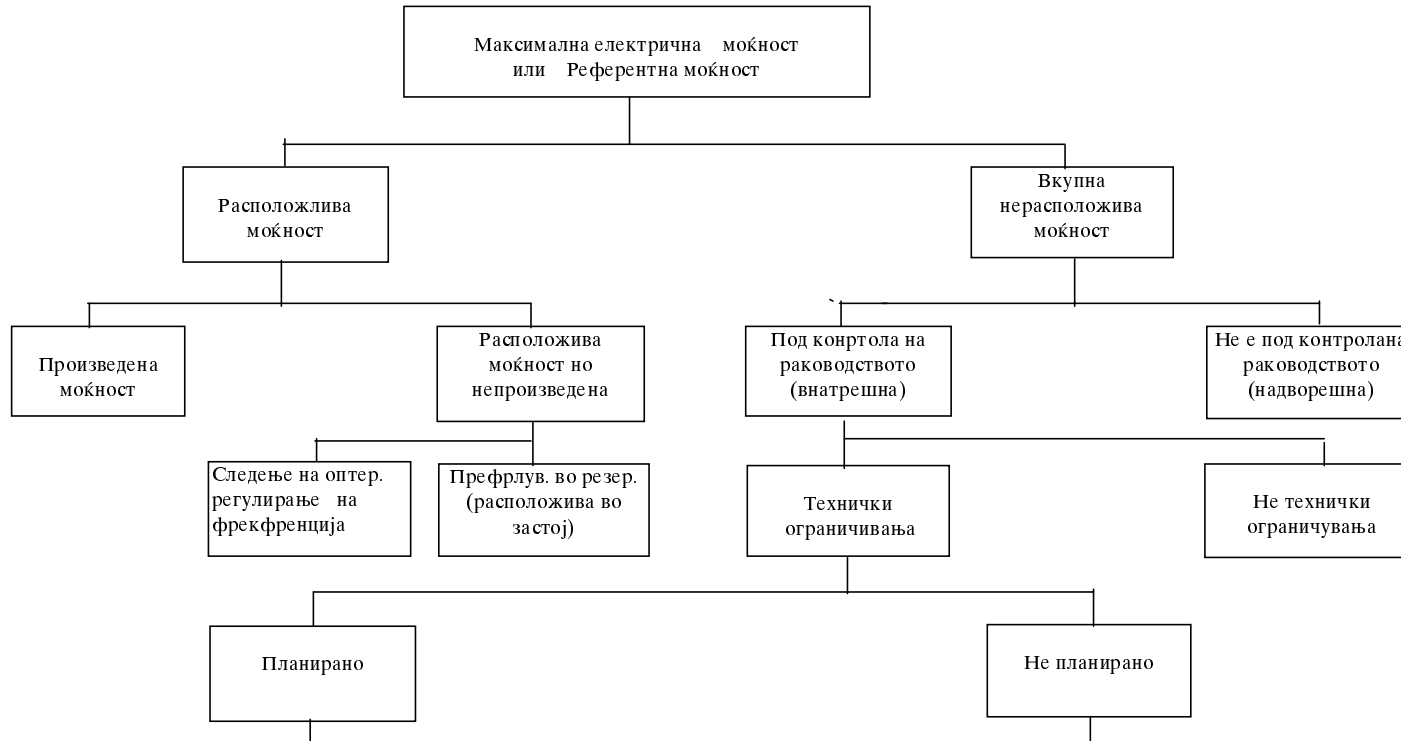
A.G. MORE , Swindon, England
M. DUCRUIT, Pariz, France
M.M SANCHEZ – FORNIE, Madrid, Espana
R. BERTOLINO, Roma, Italia
DR. A. REICHL, Viena ,Austria
L. PAULISSEN, Bloemendaal, Pays - Bas

2. Статистичка документација РЕК Битола

КЛАСИФИКАЦИЈА НА НЕДВИЖНОСТИТЕ



КЛАСИФИКАЦИЈА НА НЕРАСПОЛОЖИВОСТИТЕ - UNIPED



МАКЕДОНСКИ КОМИТЕТ ЗА ГОЛЕМИ ЕЛЕКТРИЧНИ СИСТЕМИ-СИГРЕ, СКОПЈЕ

ВТОРО СОВЕТУВАЊЕ НА МАКО-СИГРЕ

Д-р Властимир Гламочанин, Електротехнички факултет
М-р Марија Кацарска, Електротехнички факултет
М-р Драган Андонов, Електротехнички факултет

АНАЛИЗА НА МОЖНИТЕ СОСТОЈБИ НА ИСПАД НА ПОЕДИНЕЧНИ ЕЛЕМЕНТИ ВО ЕЕС

КРАТКА СОДРЖИНА

Во овој труд е прикажан ефикасен алгоритам за повеќекратно решавање на ретки линеарни равенки. Анализата на ЕЕС се базира на мултипроцесорски проточен систем, но истовремено и на ефикасно проточно мапирање на хиперкоцка. Главната карактеристика на мултипроцесорскиот проточен систем претставува оптимизацијата на балансот на оптоварувањето на процесорите (преку 95% од активното време на процесорите). Постигнатите забрзувања се блиски до линеарно забрзување, додека ефикасноста на системот останува во рамките од 95% до 97%. Ограничувањата во комуникацијата се занемарливи, а пресметките на егзекутивните времиња се базирани на пресметковните операции. Предложениот алгоритам успешно е применет на контролата на совпаѓањата на променливите во процесот на решавањето на забрзаната раздвоена постапка за одредување на напоните во ЕЕС, кое што се базира на повторувачки пресметки на ЕЕС со примена на ретки матрици. Преку експериментите се потврди успешноста на постапката за субоптимално проточно мапирање на хиперкоцка од повисок ред, со приближно линеарно забрзување.

SUMMARY

In this paper an efficient algorithm for repetitive sparse simultaneous linear equations solution is proposed. It features fast power system analysis based on multiprocessor pipeline, as well as efficient pipeline mapping on a hypercube architecture. A major characteristic of the proposed multiprocessor pipeline approach is the optimization of processor load balance (over 95% active time of processors). Achieved speedups are close to linear, while the system efficiency remains within the range of 95% to 97%. The communication overheads are neglectable and the execution times are calculated on the basis of the computing operations. The proposed algorithm has been successfully applied for power mismatch calculations arising in the solution phase of Fast Decoupled Power Flow (FDPF) which involves typical repeated sparse power network computations. The experiments supported the approach for suboptimal pipeline mapping on a higher order hypercube, with almost linear speed-up.

Клучни зборови: Проточна архитектура, паралелни мултипроцесори, хиперкоцка, ретки матрици, анализа на ЕЕС

ВОВЕД

Оперативната "сигурност" во работењето на електроенергетските системи – ЕЕС треба да обезбеди континуирано напојување на потрошувачите преку оптимална контрола на работењето на изворите и преносната мрежа при минимални оперативни трошоци. За да се обезбеди економски доверливо работење на ЕЕС се применуваат современи функции на анализа, оптимизација и контрола, кои се обединети во единствен Технички Систем на Управување - ТСУ. Две основни средства за пресметување во ТСУ се: анализа на можните состојби на испад (contingency analysis) и анализа на оптималниот тек на моќностите.

Анализата на можните состојби на испад на поединечни елементи ги издвојува можните критични (вонредни) состојби на ЕЕС по пат на екстензивна симулација на одделните испади. ЕЕС се наоѓа на одредено ниво на критична состојба во зависност од надминувањето на оперативните ограничувања (на пр. преоптоварување, напонска состојба), во овој случај предизвикани од испадот на високонапонскиот вод, трансформатор или генератор. Анализата на можните состојби на испад се изведува за состојбата на моменталното оперативно функционирање на ЕЕС (анализа во реално време), но исто така и за предвидуваните оперативни конфигурации на ЕЕС. Основна цел на ова анализа е идентификација на потенцијалните критични состојби со голема веројатност на појавување. Притоа, операторот на ЕЕС мора да одговори на појавата на секоја критична состојба при испад на елемент на системот со:

- 1) развивање на планови за одбегнување на несигурни состојби, и
- 2) развивање на работни стратегии за справување со потенцијалните состојби на испад.

1. АНАЛИЗА НА **МОЖНИ** СОСТОЈБИ НА ИСПАД

Анализата на можните состојби на испад се извршува во две фази: фаза на пребарување и фаза на евалуација.

А) Фаза на пребарување: Во првата фаза се откриваат потенцијалните состојби на испад кои предизвикуваат критични состојби на ЕЕС, при што истовремено се елиминираат многу случаи на испад како непроблематични. Пресметките на текот на моќностите за нормална (здрава) состојба на енергетската мрежа ја даваат почетната состојба на ЕЕС за пресметување на симулираните состојби на испад. Сите генератори и сите гранки (освен гранките на прекин кои предизвикуваат изолирање на дел од мрежата, односно создавање на острови) една по една постапно се елиминират. Фазата на пребарување се потпира на "брза-раздвоена" метода за пресметка на токовите, односно се состои од една итерација на равенката

$$\mathbf{V}' \cdot \Delta\theta = \Delta\mathbf{P} \quad (1)$$

каде: $\Delta\mathbf{P}$ – вектор на разликата во реалните моќности (ретко исполнет вектор за случај на испад на гранка)

$\Delta\theta$ – вектор на промените на фазниот агол на јазлите во однос на нормалната состојба на ЕЕС (пред настанување на испадот)

B' – матрица на системот, која е ретко исполнета, симетрична матрица со реални елементи.

Равенката (1) претставува систем линеарни равенки со ретко исполнета матрица на системот од типот

$$\mathbf{Ax}=\mathbf{b}. \quad (1a)$$

Во оваа фаза се забележуваат три основни потешкотии. Првата произлегува од воведувањето на соодветен модел на ЕЕС во зависност од претставата на ограничувањата кои треба да бидат задоволени во симулацијата на испадите. Како втор проблем се јавува изборот кои случаи на испад ќе треба да се разгледуваат. Како трет проблем кој треба да се реши се јавува пресметката на токовите на моќности за огромниот број на можни испади со повторување на пресметките во кратки временски интервали зависно од динамичкиот карактер на состојбите на ЕЕС. Од тука и произлегува фактот дека пребарувањето на состојбите на ЕЕС при можните испади е процес кој најдолго трае во целиот ТСУ.

Б) Фаза на евалуација: Втората фаза се занимава со критичните можни состојби на испад. Откога можната состојба на испад е означена како потенцијално штетна, за забрзување на пресметувањето на комплетниот тек на оптоварувања во мрежата применет е Проточен Повеќепроцесорски Алгоритам–ППА. Понатаму, проценката на можните состојби на испад се изведува на последователни индивидуални случаи според опаѓачки редослед на штетноста. Анализата на најштетните можни состојби на испад со комплетна пресметка на токовите на моќностите ќе открие постоење на евентуално дополнително преоптоварување во мрежата. Паралелизмот во решавањето е искористен со распределба на можните состојби на испад меѓу процесорите во проверката на ограничувањата на струите кои течат во преносните водови и трансформаторите.

За тестирање на ефикасноста на наведената постапка, ЕЕС се анализира во режимите на критични можни состојби на испад кои треба да се испитаат според дополнителните недозволените преоптоварувања, предизвикани од критичните испади. Одделните случаи во листата на можните случајни состојби можат да се разгледаат независно една од друга. Со тоа, лесно можат да се распределат за обработка во повеќепроцесорски компјутерски систем.

2. ПРОТОЧЕН ПОВЕЌЕПРОЦЕСОРСКИ АЛГОРИТАМ

ППА е применет во решавањето на системот равенки (1) и тестиран е на IEEE 30, 57 и 118 собирници (три стандардни тест системи) за сто можни состојби на испад во мрежата.

Основа на ППА е потребата од повеќекратно решавање на системот линеарни равенки (1). Направена е модификација на Crout-овиот секвенцијален алгоритам за решавање систем линеарни равенки, со цел системот равенки (1) лесно да се реши на проточен повеќепроцесорски систем или на било кој друг повеќепроцесорски систем со распределена меморија. Алгоритмот се базира на факторизација на матрицата **A** од системот (1a) на три матрици:

$$\mathbf{A}=\mathbf{LDU} \quad (2)$$

каде \mathbf{L} е долно триаголна матрица, \mathbf{D} е дијагонална матрица и \mathbf{U} е горнотриаголна матрица со единици на дијагоналата. Потоа решението на системот се добива со постапно решавање на матричните равенки:

$$\mathbf{LDy}=\mathbf{b} \quad (3a)$$

$$\mathbf{Ux}=\mathbf{y}. \quad (3b)$$

Равенката (3a) се решава со постапна замена на променливите во системот нанапред, а (3b) со постапна замена наназад.

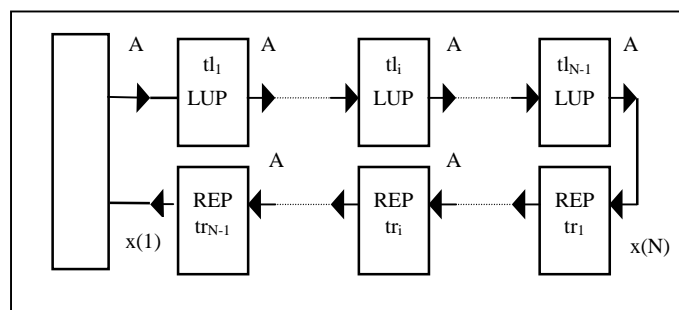
Факторите \mathbf{L} и \mathbf{U} се ретко исполнети матрици, исто како и матрицата \mathbf{A} . Во меморијата на компјутерот се запишуваат само ненултите елементи на сите матрици и вектори, во подредени листи на соседни елементи.

Важно е да се напомене дека во случај на вектор \mathbf{b} само со еден елемент различен од нула, со погодно преместување на редиците и колоните во матрицата \mathbf{A} може да се избегне постапното решавање на равенката (3a). Бројот на новосоздадени ненулти елементи во матрицата \mathbf{A} е незначителен во споредба со заштедата во операции кои нема да се извршуваат.

По својата природа, и факторизацијата и постапното решавање со замена наназад, се рекурзивни процеси. Направената модификација на оригиналниот Crout-ов алгоритам е токму во овој дел. ППА има две фази, секоја со $L=N-1$ рекурзивни чекори:

- 1) LDU факторизација (дефинирани како LUP процеси)
- 2) постапна замена наназад (дефинирани како REP процеси).

Со тоа целата постапка на решавање се сведува на $2L$ последователни процеси (LUP и REP) кои се распределуваат за обработка во $m \ll N$ процесори. Повеќепроцесорскиот систем содржи ограничен број на исти процесори кои треба ефикасно да се искористени (да имаат минимален неактивен период). Проточната имплементација на алгоритмот е претставена на сликата 1.



Слика 1. Проточна имплементација на ППА

За постигнување на поголема ефикасност на повеќепроцесорскиот систем развиен е алгоритам за оптимална распределба на LUP и REP процесите во соседни процесори на системот. Бидејќи различни процесори имаат различни времиња на извршување на операциите, како мерка за активното време на еден процесор земен е бројот на операции кои тој треба да ги изврши.

Во Табелата 1 дадени се резултатите добиени со имплементација на ППА на линиски проточен повеќепроцесорски систем за одредување на сто можни состојби на испад во ЕЕС. Споредувани се:

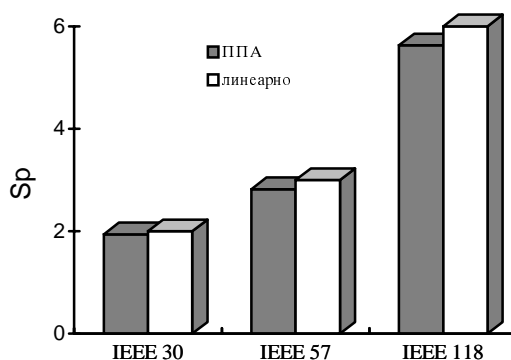
- N – бројот на јазли во ЕЕС и редот на системот линеарни равенки
- L – бројот на последователни процеси кои се распределени во m процесори
- m – бројот на процесори во проточната линија
- Δt – работниот интервал на процесорите во повеќепроцесорскиот систем, во релативни временски единици
- t – просечното неактивно време од работниот интервал на процесорите, во проценти
- Sp – забрзувањето на системот, дефинирано како
 $Sp = \frac{\text{време за решавање проблемот на секвенцијален процесор}}{\text{време за решавање на проблемот на повеќепроцесорски систем}}$
- Ef – ефикасноста на системот, дефинирана како
 $Ef = \frac{\text{забрзување}}{\text{бројот на процесори во повеќепроцесорскиот систем}}$

Табела 1

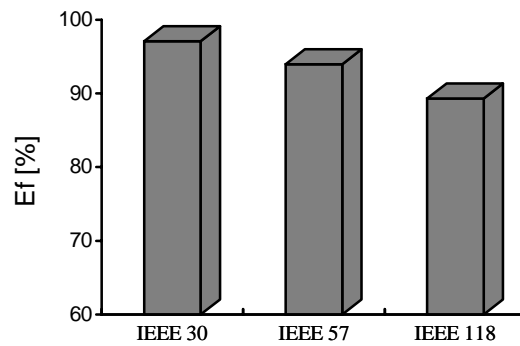
Пример	N	L	m	t [%]	Sp	Ef [%]
IEEE 30	30	35	2	0.00	1.94	97.08
IEEE 57	57	69	3	2.10	2.82	93.94
IEEE 118	118	130	6	1.11	5.36	89.30

Резултатите покажуваат дека линискиот проточен повеќепроцесорски систем е добро балансиран, со просечно најголемо неактивно време од 2.1% добиено во примерот IEEE 57. Оптималната распределба на процесите е во мал број процесори ($m \leq 6$) во системот. Забрзувањето минимално отстапува од линеарното (најмногу за 10% во примерот IEEE 118). Ефикасноста на системот е над 90%.

Сликите 2 и 3 графички го прикажуваат постигнатото забрзување и ефикасност за тест системите со ППА.



Слика 2. Забрзувањето на системот



Слика 3. Ефикасноста на системот

Предложениот ППА ефикасно се мапира и на хиперкоцка со 2^n процесори. Во Табелата 2 се резултатите добиени со имплементација на алгоритмот на хиперкоцка со 2, 4, 8 и 16 процесори.

Табела 2

Пример	L	T_1	m	Δt	t [%]	S_p	E_f [%]
IEEE 30	35	184	2	92	0.00	1.94	97.08
			4	50	10.67	3.45	86.24
			8	26	13.19	6.21	77.55
			16	14	19.05	10.26	64.10
IEEE 57	69	562	2	284	2.11	1.92	96.08
			4	154	11.69	3.42	85.55
			8	80	13.93	6.16	77.01
			16	50	31.73	8.9	55.65
IEEE 118	130	963	2	486	1.85	1.92	96.21
			4	246	2.85	3.66	91.54
			8	126	5.10	6.67	83.33
			16	66	9.34	11.26	70.37

Добиените резултати укажуваат дека за $m=2$ процесори (оптималната или субоптималната должина на проточната линија) се постигнува скоро линейно забрзување и ефикасност поголема од 96%. Со зголемување на редот на хиперкоцката, и забрзувањето и ефикасноста на системот брзо опаѓаат.

Ефикасноста на хиперкоцките со повисок ред ($n>4$) значително се зголемува со разложување на хиперкоцка со 2^n процесори на неколку 2^1 хиперкоцки. Меѓу нив е распределено решавањето на системот (1), а со тоа се добива скоро $2^{(n-1)}$ – кратно

забрзување на целиот процес на решавање. Во табелата 3 дадени се резултатите од имплементацијата на решавањето на $K=100$ можни состојби на испад за IEEE 118 разложени на хиперкоцка со $i=2^{(n-1)}$ проточни линии, кога $n=1,2,3,4$. Должината на секоја проточна линија е $m=2=2^1$. Пресметани се добиеното забрзување во однос на хиперкоцка со $m=2$ процесори и ефикасноста на целиот систем.

Табела 3

<i>ред на хиперкоцката</i>	<i>број на процесори</i>	<i>број на проточни линии</i>	<i>S_p</i>	<i>E_f [%]</i>
1	2	1	1	96.21
2	4	2	1.89	94.50
3	8	4	3.11	77.71
4	16	8	3.54	44.26

3. ЗАКЛУЧОК

Забележително е опаѓањето на забрзувањето за мапирање на повеќе проточни линии. Тоа е затоа што со зголемувањето на бројот на проточни линии се намалува бројот на задачи кои се решаваат во една линија (станува K/i). За хиперкоцка со ред поголем од 3 нагло се намалуваат и забрзувањето и ефикасноста на системот.

4. ЛИТЕРАТУРА

- [1] M. Kacarska, D. Andonov, A. Grnarov, V. Glamocanin: "Pipeline algorithm for sparse linear equations solution in power systems", *International Conference on Parallel and Distributed Processing Techniques and Applications-PDPTA'97*, Las Vegas, USA, Juli 1997
- [2] V. Glamocanin, D. Andonov, M. Kacarska, B. Stojkovska: "Efficient screening method for branch contingency selection of overloads", *IEEE International Conference MELECON'98*, Tel-Aviv, Israel, May 1998

МАКЕДОНСКИ КОМИТЕТ ЗА ГОЛЕМИ ЕЛЕКТРИЧНИ СИСТЕМИ – СИГРЕ
СКОПЈЕ,

ВТОРО СОВЕТУВАЊЕ НА МАКОСИГРЕ

Д-р. Ел. Инж. Горан Чогеља
Ј.П. "Електростопанство на Македонија"

Д-р. Ел. Инж. Жана Чогеља
П.П. "ЛИРА" - Скопје

**ВЛИЈАНИЕ НА УРЕДИТЕ ЗА КЛИМАТИЗАЦИЈА ВРЗ ПОРАСТОТ НА
ПОТРОШУВАЧКАТА НА ЕЛЕКТРИЧНА ЕНЕРГИЈА ВО ЛЕТНИТЕ МЕСЕЦИ
ОД АСПЕКТ НА УПРАВУВАЊЕТО СО ЕЕС НА Р. МАКЕДОНИЈА**

Содржина

Во овој труд е анализирана потрошувачката на електрична енергија во периодот 1995 - 97 год., како и температурите во периодот од 1990 до 1997 год во Р. Македонија. Во летните месеци се забележува зголемување на потрошувачката на електрична енергија и пораст на дневните врвни оптоварувања во електроенергетскиот систем на Р. Македонија, што покрај другото, може да се објасни со сè поголемата примена на уредите за климатизација. Согледувајќи го трендот на пораст на продажбата на клима уредите укажано е на ова влијание како проблем кој се повеќе се наметнува за решавање.

Клучни зборови: дијаграм на оптоварување, уреди за климатизација, врвно оптоварување

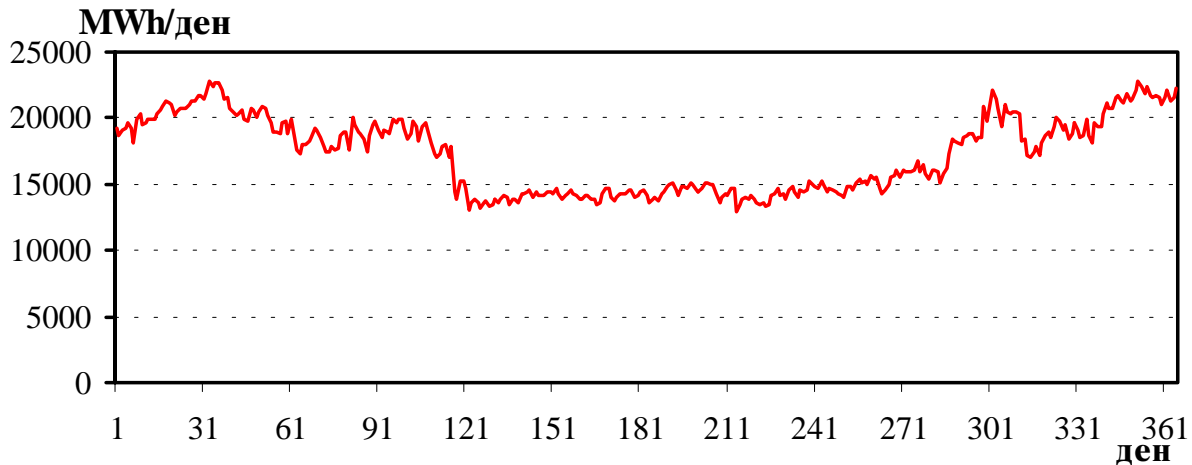
Abstract

In this paper the electricity consumption in the period of 1995 – 1997, as well as the ambient temperatures in the period of 1990 – 1997 in R. Macedonia are analyzed. In the summer months, it can be noticed increasing of consumption and daily peak loads within the power system of R. Macedonia, which partially can be explained by expansion of air-conditioning units usage. In this contents, looking the increasing seal of air-conditioning units, this influence is problem which is more actual for searching possible solution.

Key words: load profile, air-conditioning units, peak load

1. ВОВЕД

Потрошувачката на електрична енергија во Р. Македонија, во текот на годината варира во голем дијапазон (слика 1). Односот на потрошувачката на електрична енергија во поедини денови во зимските и во летните месеци се движи во границите 1,40 – 1,55. Тоа пред сè се должи на фактот што таа во зимскиот период во голема мерка се користи за греење. Имајќи го предвид тоа, управувањето со електроенергетскиот систем е прилагоден кон таквиот режим.



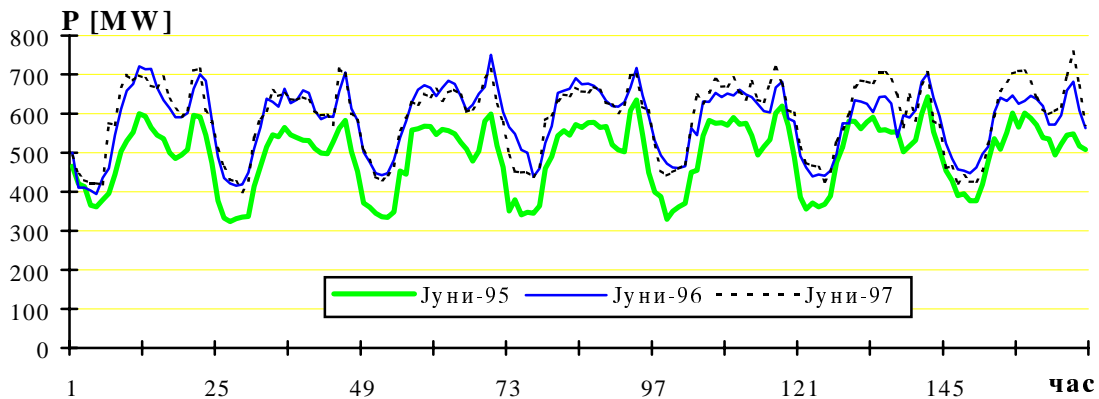
Слика 1: Дневна потрошувачка на електрична енергија во Р. Македонија во текот на 1997 година

Меѓутоа, овој однос во последните години има тренд на опаѓање. Тоа не се должи на намалувањето на користење на електрична енергија за греење, туку на сè поголемата примена на уреди за климатизација, што во поразвиените земји е изразена во голема мерка. Имено, во голем дел од западните земји, врвното оптоварување се јавува во текот на летните месеци поради изразено користење на клима - уредите. Таков пример имаме и кај нашиот јужен сосед кој нема така изразена разлика помеѓу летната и зимската потрошувачка, но сепак врвното оптоварување се јавува во летниот период.

Примената на климатизерите доведува до поголема потрошувачка на електрична енергија во текот на летниот период и тоа само во одредени часови во текот на денот. Со ова се зголемува вариабилниот дел од дневниот дијаграм на оптоварувањето, кој се надополнува со зголемено производство на електрична енергија од хидроелектричните центри. Ова пак доведува до зголемена потрошувачка на вода, а со оглед и на малиот дотек во овој период и забрзано празнење на акумулациите.

2. АНАЛИЗА НА КОНЗУМОТ

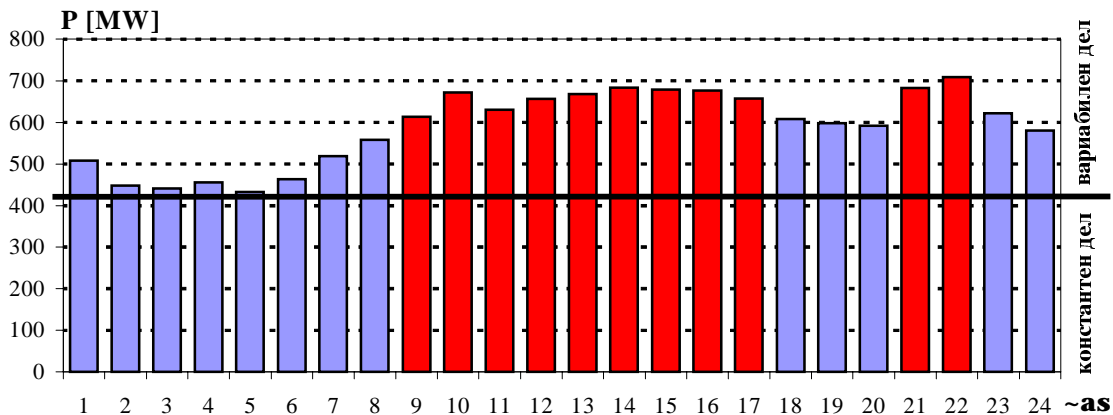
На слика 2 се прикажани часовните вредности на вкупната потрошувачка на електрична енергија во Р. Македонија во третата седмица од месецот јуни за периодот 1995 – 1997 година. Потрошувачката на електрична енергија во разгледуваните седмици од 1996 и 1997 година во споредба со потрошувачката во 1995 година е значително поголема и во одредени моменти разликата изнесува преку 30 % .



Слика 2: Часовни оптоварувања во третите недели во јуни 1995, 1996 и 1997 год.

Исто така се забележува дека односот на максималното и минималното дневно оптоварување изнесува речиси 1 : 2. Земајќи предвид дека минималното оптоварување е под 400 MW, во тој период од годината имаме услови за ангажирање само на два термо блока во РЕК Битола. Од друга страна, врвното дневно оптоварување достигнува вредноста и до 800 MW, што укажува на изразито големо ангажирање на хидроелектраните и голема потрошувачка на вода.

Во дневниот дијаграм на оптоварување на потрошувачката на електрична енергија на Македонија (слика 3), се забележува една интересна појава. Имено, покрај врвното оптоварување во вечерните часови, кое трае еден до два часа, и во дневните часови има уште еден "шпиц" со приближно исто оптоварување како и во



Слика 3: Дневен дијаграм на потрошувачката на електрична енергија во РМ

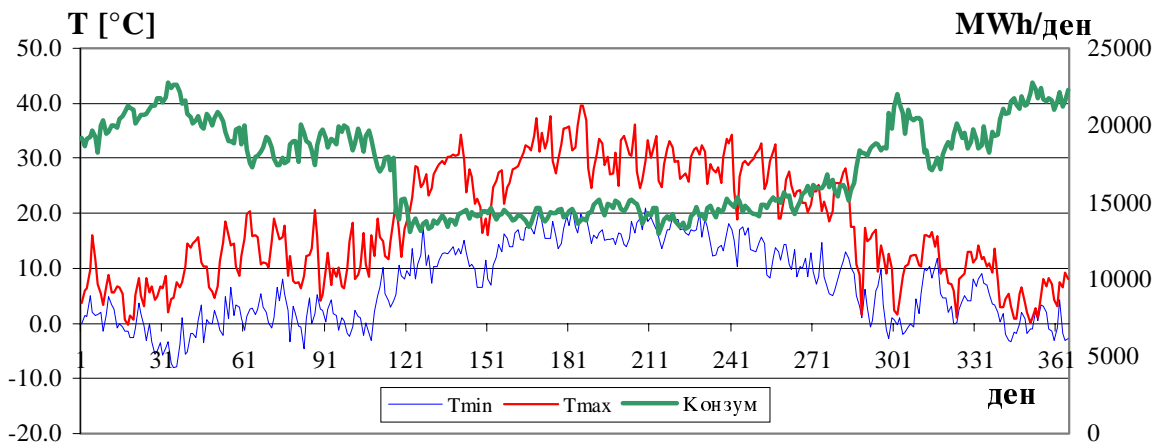
вечерните часови. Бидејќи дневниот "шпиц" трае значително подолго (од 9 до 17

часот), електричната енергија произведена за покривање на овој "шпиц", претставува значително поголем дел од вкупно произведената електрична енергија за покривање на целиот варијабилен дел од дневниот дијаграм на потрошувачката. Ова значително влијае при планирањето на ангажманот на хидроелектричните централи, кои по правило го покриваат варијабилното оптоварување, што со други зборови укажува на голема потрошувачка на вода во летните месеци. Имајќи ги предвид малите дотеци во овој сушен период доаѓа до брзо празнење на акумулациите.

Значи, зголемувањето на варијабилниот дел од потрошувачката на електрична енергија, во кој што денскиот "шпиц" како по моќноста на врвното оптоварување, така и по времетраењето, влијае во најголем дел на зголемена потрошувачка на вода во летните месеци, наметнувајќи го проблемот за соодветно решавање на овој пораст.

3. АНАЛИЗА НА ТЕМПЕРАТУРИТЕ

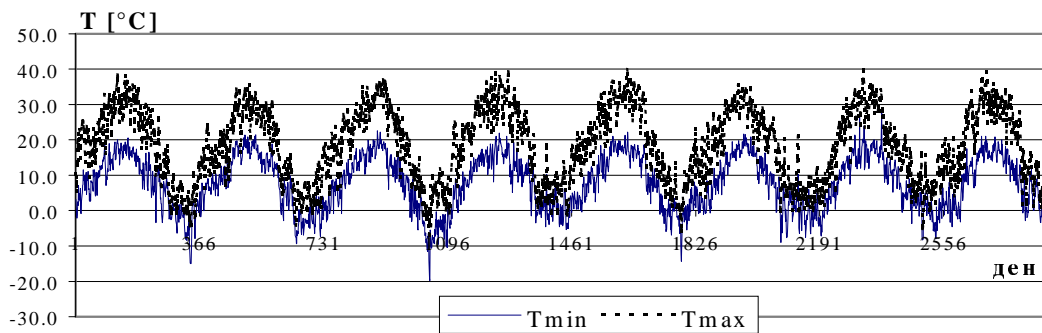
На слика 4 се дадени дијаграмите на минималните и максималните температури и на потрошувачката на електрична енергија во текот на 1997 година. Поради ниските температури во текот на зимските месеци има зголемена потрошувачка на електрична енергија што е резултат на нејзиното користење за



Слика 4: Влијание на температурите врз потрошувачката на електрична енергија

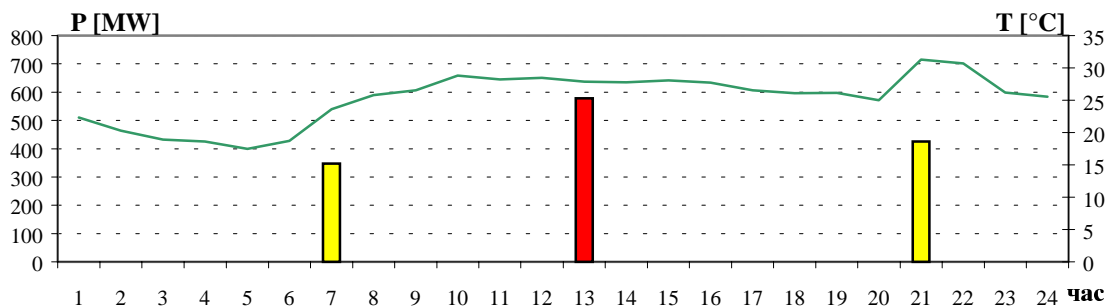
греење. Меѓутоа, и во летните месеци има пораст на потрошувачката на електрична енергија, што не е случај со предходните години. Промената на температурите е речиси иста во текот на целиот разгледуван период од 1990 до 1997 (слика 5), па според тоа порастот на потрошувачката на електрична енергија во летните месеци на 1997 година, покрај другото, се должи и на сè поголемата примена на уредите за климатизација.

Според спроведените анализи, во Р. Македонија има инсталирано околу 15 000 - 20 000 уреди за климатизација, несметајќи ги големите климатизери со моќност над 10 kW. Инсталираната моќност, просечно се движи во граници од 1 до 5 kW. Годишно во Македонија се продаваат од 800 - 1 200 климатизери во *split* изведба, а статистиката покажува дека во секоја наредна година продажбата расте за *s.c.a.* 20% во однос на предходната. Согледувајќи ги овие податоци, несомнено е дека овие уреди влијаат и сè повеќе ќе влијаат врз потрошувачката на електрична енергија во Р. Македонија.

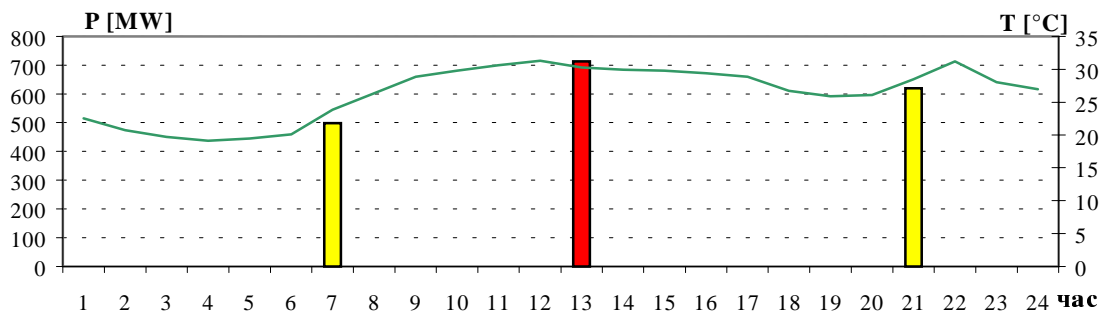


Слика 5: Промена на температурите во периодот 1990 - 1997 год.

Постои директна зависност меѓу температурата на околината и дневната потрошувачка на електрична енергија. За анализа се земено повеќе денови во летниот период со изразито високи и пониски температури од просечните. Така на пример на 3 јуни 1997 година, кога температурите во 07:00, 13:00 и 21:00 се пониски од температурите во истите часови на 17 јуни истата година, потрошувачката на електрична енергија е помала (слика 6а и 6б). Се забележува дека во летните денови, со порастот на температурата значително пораснува и потрошувачката на електрична енергија и обратно, со намалување на температурите потрошувачката на електрична енергија се намалува. Треба да се нагласи дека во избраните денови за кои е направена анализата, превземањето на електрична енергија од страна на директните потрошувачи е приближно исто. Од тука се заклучува дека високите летни температури влијаат врз зголеменото ангажирање на уредите за



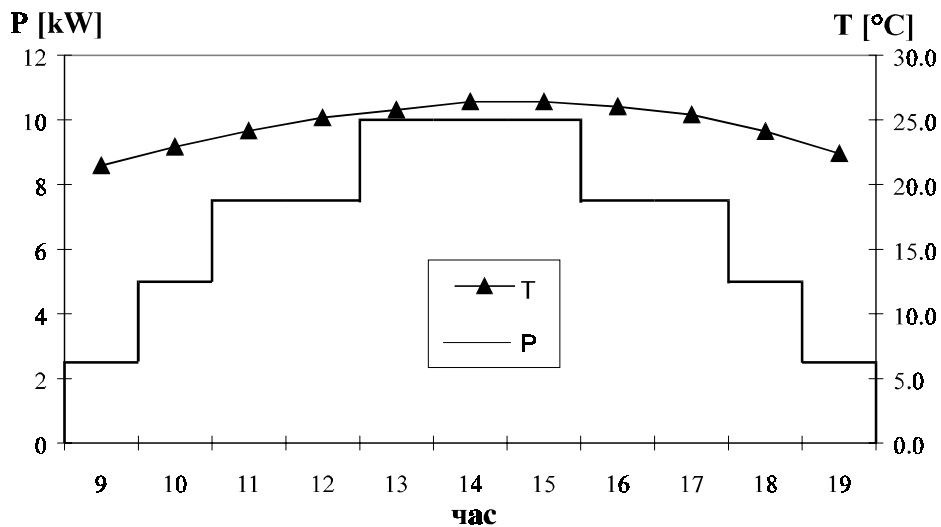
Слика 6а: Дневен дијаграм при пониски дневни температури (03 Јуни 1997)



Слика 6б: Дневен дијаграм при високи дневни температури (17 јуни 1997) климатизација, што пак директно се одразува врз потрошувачката на електрична енергија.

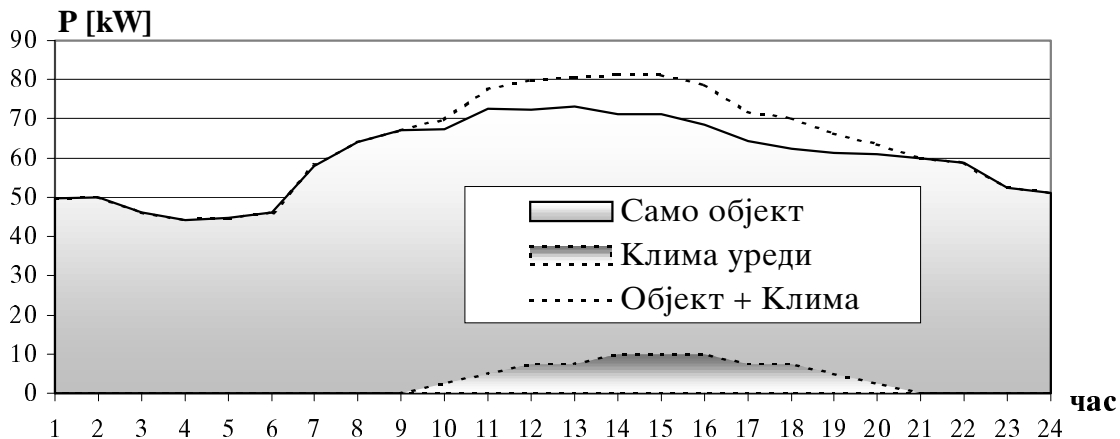
4.1 Дијаграм на потрошувачка на електрична енергија на уреди за климатизација

На слика 7 е прикажан пример за дневен дијаграм на потрошувачка на електрична енергија од уреди за климатизација во административни простории, чии вредности се однесуваат на систем од 4 такви уреди, секој со моќност од по 2,5 kW (или вкупно 10 kW). Претпоставено е дека сите уреди работат во периодот од денот кога температурата достигнува највисоки вредности (13:00 – 15:00). Во преостанатите часови земено е дека има намалено користење на уредите за климатизација поради пониските температури, должината на работниот ден, ориентираноста на некои простории кон северната страна, итн. На истиот дијаграм се прикажани просечните часовни вредности на амбиентната температура во текот на летниот период.



Слика 7: Дневен дијаграм на потрошувачка на уреди за климатизација инсталирани во еден индустриски објект

На слика 8 се даден дневните дијаграми на потрошувачка на електрична енергија на објектот, на уредите за климатизација, како и вкупниот дневен дијаграм на потрошувачка. Се забележува дека функционирањето на уредите климатизација доведува до дополнително зголемување на потрошувачката на електрична енергија и тоа во периодот кога има врвно оптоварување од другите потрошувачи.



Слика 8: Дневен дијаграм на потрошувачка на потрошувач со клима уреди

4. ЗАКЛУЧОК

Согледувајќи ги сите претходни проблеми кои се јавуваат со сè поголемото користење на уредите за климатизација, како врз глобалниот пораст на потрошувачка на електрична енергија, така и врз зголемувањето на дневните врвни оптоварувања и зголеменото ангажирање на хидроелектричните центри, може да се заклучи дека оваа појава засега во Р. Македонија е во почетна фаза.

Без разлика од изборот на можно решение на уред за "пеглање" на врвното оптоварување, проблемот со негативното влијание на уредите за климатизација станува сè поголем со секоја наредна година и потребно е да се разгледува како проблем за кој треба да се бараат соодветни решенија.

РЕФЕРЕНЦИ:

1. Г. Чогелја: Зголемување на инсталираната моќност на ХЕ Шпилје од диспечерски аспект, семинарска работа од посдипломските студии на Електротехнички факултет – Скопје, 1997.

Забелешка:

Податоците за конзумите се земени од диспечерската служба на Ј.П. ЕСМ.

Податоците за температурите и сончевото зрачење се земени од Републичкиот хидрометеоролошки завод.

МАКЕДОНСКИ КОМИТЕТ ЗА ГОЛЕМИ ЕЛЕКТРИЧНИ СИСТЕМИ - СИГРЕ СКОПЈЕ

ВТОРО СОВЕТУВАЊЕ НА МАКО СИГРЕ

Јован Стефановски
Јован Адамов
ХС "Стрежево" - Битола
Ристо Богоевски
Битола

АВТОМАТИЗАЦИЈАТА И ДАЛЕЧИНСКО УПРАВУВАЊЕ НА МХЕЦ - МАЛИТЕ ХИДРОЕЛЕКТРИЧНИ ЦЕНТРАЛИ ВО ХИДРО СИСТЕМОТ "СТРЕЖЕВО" - БИТОЛА

СОДРЖИНА

Предмет на трудот е приказ на изведена состојба на МХЕЦ во хидро системот "Стрежево", како и некои согледувања произлезени од досегашната експлоатација. Прикажана е автоматиката, надзорот и далечинското управување кој се врши од компјутерскиот центар. МХЕЦ работат потполно автоматизирано без посада.

ABSTRACT

A subject of this paper is a presentation of performed state of small hydroelectric power plants in the hydrosystem "Strezevo", as well as some considerations which resulted from the exploitation up to the date. It is shown the automation, supervision and the remote control done by the command computer centre. The small hydroelectric power plants work completely automatically without any staff.

1. В О В Е Д

Основната намена на ХС "Стрежево" е наводнување на дел од Пелагонија (20 000 ха) обработлива површина, како и снабдување со вода за пиење на градот Битола и технолошка вода за индустријата и РЕК Битола. Но, покрај основната намена уште во концепирањето на системот се размислувало и за енергетско искористување на хидропотенцијалот. Така, во рамките на ХС "Стрежево" досега се изградени и пуштени во работа четири хидроелектрични центри, а уште две се во фаза на проектирање.

Во табелата бр. 1 е даден преглед на малите хидроелектрични центри - МХЕЦ во Хидросистемот "Стрежево" со нивните основни карактеристики.

ТАБЕЛА бр. 1

Реден Број	Име на електрана	Река	Вид на електрана	Моќност kW	Годишно производство kWh	Напонско ниво kV	Година на пуштање
1	Стрежево	Шемница	Прибранска акумулација	3x 800	5.500.000	35/0.4	1992
2	Биолошки минимум	Шемница	Прибранска акумулација	1 x 132	800.000	0,4	1994
3	Филтерница	Главен собирен канал	Деривациона	1 x 380	1.490.000	10/0,4	1997
4	Довлецик	Главен собирен канал	Деривациона	1 x 460	1.430.000	10/0,4	1997
5	Лера	Главен собирен канал	Деривациона	3 x 2800	22.000.000	35/10	Во проект
6	Кажани	Шемница	Деривациона	2 x 1600	7.840.000	35/10	Во проект
				14.972	39.060.000		

Заклучно со 1997 год. од изградените МХЕЦ добиено е производство на електрична енергија 8.775.660 kWh а инсталираната моќност изнесува 3.372 kW . Со изградбата на уште двете хидроелектрични централи "Лера" и "Кажани" би се добило вкупно годишно производство од околу 40 милиони kWh, кое претставува 1/ 5 од вкупните годишни потреби на градот Битола заедно со Демир Хисар, што не е за потценување. Сепак, за реализација на овие два објекти потребна е една постимулативна глобална политика и стратегија за градба на мали хидроелектрични централи во државата, со цел да се искористат сите расположиви хидропотенцијали.

Заради зголемување на економичноста на производството МХЕЦ се потполно автоматизирани и далечински управувани од централниот компјутерски систем, кој е сместен во управната зграда на ХС "Стрежево" во Битола.

2. ОСНОВНИ ЕЛ. ЕНЕРГЕТСКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА ИЗГРАДЕНИТЕ МХЕЦ

2.1. МХЕЦ "Стрежево" 3 x 800 kW

Во оваа централа се инсталирани синхрони самовозбудни генератори без четкици со моќност од 1000 kVA и Францисови турбини со инсталиран проток од 2,7 m³/ s и нето пад од 30 м. Предавањето на ел. енергија е преку два енергетски трансформатори 35/0,4 kV и

1600 kVA. На Н.Н. собирници приклучена е и МХЕЦ "Биолошки минимум". Еднополната шема е прикажана на прилог бр. 1.

2.2. МХЕЦ "Биолошки минимум" 1 x 132 kW

Ова централа е едноагрегатна и ја користи водата што се испушта од акумулацијата "Стрежево" како обавезен Биолошки минимум во реката шемница. Затоа и го носи името биолошки минимум. Инсталиран е асинхронен генератор од 160 kVA со Францисова турбина од 132 kW, нето пад од 30 - 62 м и проток 290 l/s. Работи непрекидно преку целата година. По истекот, водата од централата се користи за рибник, кој е во непосредна близина на МХЕЦ.

2.3. МХЕЦ "Филтерница" 1 x 380 kW

2.4. МХЕЦ "Довлеџик" 1 x 460 kW

Овие две центри концепциски се идентично решени, само што се разликуваат по моќностите и локациите. Изведени се со по еден агрегат со Пелтонови турбини со следните карактеристики:

$H_p = 150$ м и $Q_{inst} = 0,300$ м³/s за филтерница, $H_p = 109$ м и $Q_{inst} = 0,500$ м³/s за Довлеџик. Тука треба да се напомене дека за МХЕЦ "Довлеџик" се користи постоечкиот цевковод од филтерница во с. Дихово до пумпната станица "Довлеџик" за питка вода.

Еднополната шема е прикажана на прилогот бр. 2

3. КОНЦЕПЦИЈА НА АВТОМАТИЗАЦИЈА И ДАЛЕЧНСКО УПРАВУВАЊЕ

Управувањето со работата на МХЕЦ е така решено што обезбедува максимална надежност, со оглед на тоа што МХЕЦ работат без посада. Автоматската работа на агрегатите е остварена преку системот за турбинска регулација, системот за возбуда со напонска регулација, START - STOP - автоматот како и неопходните мерења, сигнализација, електрична заштита со синхронизација.

На слика бр. 3 е дадена блок шема на автоматизација на МХЕЦ со далечинско управување.

Системот на турбинската регулација се остварува преку електронскиот турбински регулатор и масло - хидрауличкиот агрегат кој обезбедува погон за сите задвижувања на вентили и регулациони органи. Истиот е снабден со резервно напојување. Регулационите органи на турбините, како што се спроводниот апарат, игла и дефлектор обезбедуваат, покрај основната функција - нормална работа на турбината, и заштитна функција во случај на нерегуларно работење на агрегатот.

Со автоматизацијата на МХЕЦ управува микропроцесорски регулатор кој оперира со следните влезни сигнали за:

- брзина на вртења на турбината,
- позиција на отвореност на регулационите органи на турбината,
- струи и напони од генераторот и електричната мрежа,
- моќноста на турбината,
- побуден напон на генераторот,
- фреквенција на електричната мрежа
- ниво на водата во водната комора.

Покрај горе наведените влезни сигнали, микропроцесорскиот регулатор обезбедува и сигнализација за положбата на:

- отвореност и затвореност на регулационите органи на турбината,
- вклученост или исклученост на генераторскиот прекинувач.
- Алармна сигнализација за превисока температура на турбинските и генераторските лежишта, електричните заштити, "побег" на турбината.

Микропроцесорскиот регулатор издава и дигитални команди за отворање и затворање на вентилите, за вклучувања и исклучувања на разни прекинувачи и релеи. Издавања на аналогни референтни вредности за:

- Позиционирање на регулациони органи на турбината,
- Задавање на референтни напони на напонскиот регулатор на генераторот
- Излези на аналогните мерења за понатамошно процесирање за приказ или далечински пренос во компјутерскиот центар.

Функции на микропроцесорскиот регулатор:

- стартување на агрегатот и синхронизација,
- оптеретување на агрегатот,
- растеретување на агрегатот,
- застанување на агрегатот и исклучување од електричната мрежа,
- хавариско исклучување и застанување на агрегатот.

Комуникацијата на МХЕЦ со централниот компјутерски систем се врши преку модемска линија и радио врска. Принципот на комуникацијата е таков да секогаш микропроцесорскиот регулатор одговара на прашања од компјутерскиот центар.

Во секој момент се прати состојбата на агрегатот и во случај на делувања на некоја заштита, микропроцесорскиот регулатор го извршува режимот на запирање на агрегатот.

Во колку би поставиле посада во сите центри, потребно е минимум 15 работници, а тоа би претставувало, според нашите пресметки, издатоци 1/4 од вкупната реализација од минатата година.

Во прилог е даден екрански приказ на компјутерското управување со МХЕЦ "Стрежево".

4. ЗАКЛУЧОК

Од досегашното неколку годишно искуство на работа на овие МХЕЦ во ХС "Стрежево" може да се заклучи дека доста надежно работат. Најчести испади има заради испадите на електричната дистрибутивна мрежа. Во ваков случај доаѓа до активирање на повеќе заштити на постројката, па турбината оди во режим на брзо затворање. За повторно стартување потребен е човек за проверка на состојбата и повторно стартирање на МХЕЦ.

Исто така, при испад на електричната дистрибутивна мрежа доаѓа до проблем и во радио врските (испад на репетиторскиот пункт).

Како понатамошно подобрување на работата на МХЕЦ претставува воведувањето на далечински пренос на вибрациите на агрегатот и тоа амплитудски и фреквентно. Исто така и далечинско пратење на кавитациониот режим на турбината.

5. КЛУЧНИ ЗБОРОВИ

Автоматизација, далечинско управување, микропроцесорски регулатор, турбинска регулација, возбуда, напонска регулација, заштита, синхронизација, **старт-стоп** автомат.

6. ЛИТЕРАТУРА

Техничка документација во ХС "Стрежево" - Битола