

**“Електроенергиен системен оператор” ЕАД**

***ЕСО ЕАД***

**Хидроенергийните обекти и тяхната  
роля в управлението на ЕЕС**

**НИЕ ГАРАНТИРАМЕ СВЕТЛИНАТА ЗА ВАС!**

**„ЕЛЕКТРОЕНЕРГИЕН СИСТЕМЕН ОПЕРАТОР“ ЕАД**  
осъществява управлението на електроенергийната система на Р България, съвместната паралелна работа с електроенергийните системи на другите страни от ENTSO-E, осигурява експлоатацията и поддръжката на преносната електрическа мрежа и организира пазара на електрическа енергия



# *Участие на хидроенергийните обекти в управлението на ЕЕС*

ВЕЦ имат комплексно предназначение. То се определя от едновременното задоволяване нуждите на напояването, водоснабдяването, водоплаването и енергетиката.

ВЕЦ играят комплексна роля и в пазара на електроенергия, защото едновременно с производството на електроенергия осигуряват качествени спомагателни услуги. Поради техническите си предимства пред останалите видове електроцентрали, те участват във всички видове регулирания: на честотата, на обменните мощности, на напреженията и др.

Незаменима е ролята на ВЕЦ като доставчик на аварийен резерв - първичен, вторичен и третичен.

# *Участие на ВЕЦ в управлението на ЕЕС*

## *Нормални режими на паралелна работа:*

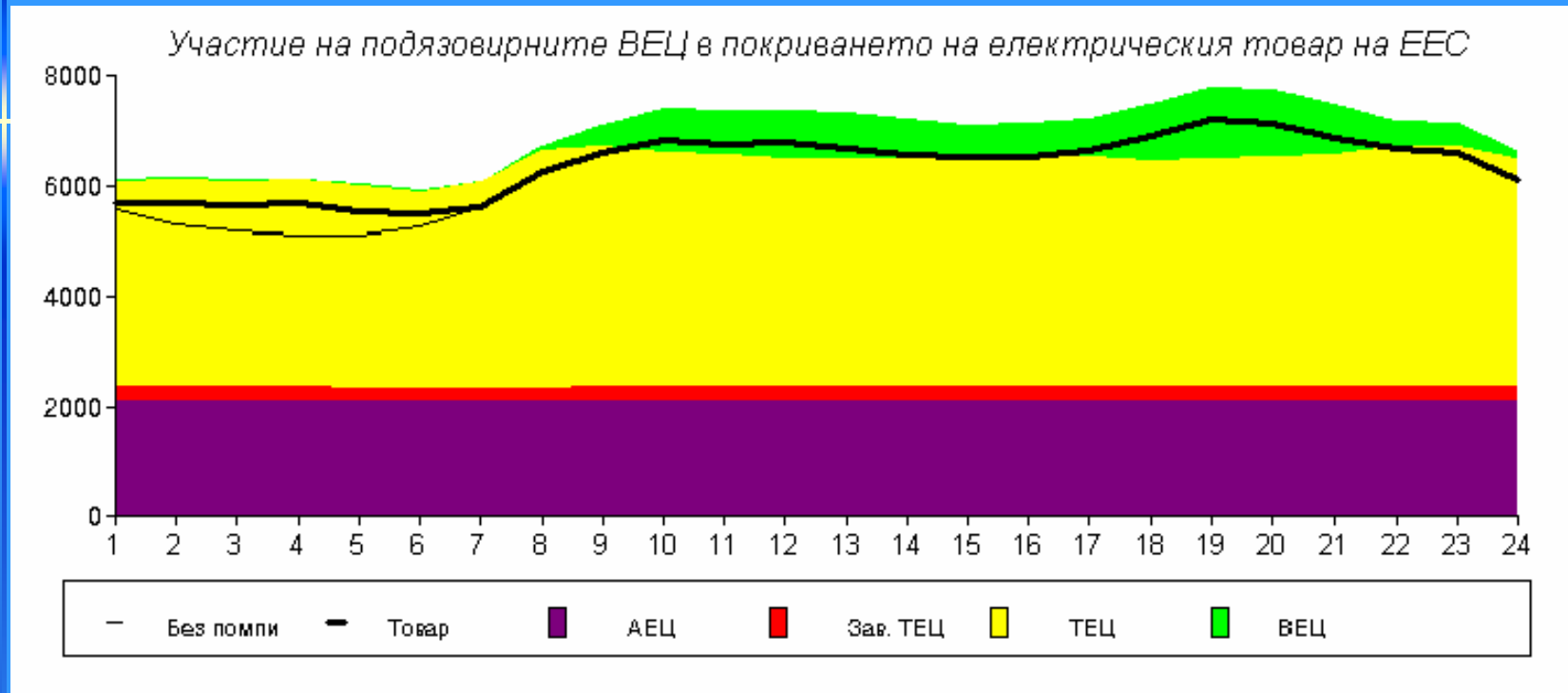
- **Участие на ВЕЦ в покриване на електрическия товар на ЕЕС**
- **Вторично регулиране (secondary control)**
- **Първично регулиране (primary control)**
- **Третично регулиране (tertiary control)**
- **Регулиране на напрежението в мястото на присъединяването към ЕЕС**
- **Успокояване колебанията на активна мощност**

# *Участие на ВЕЦ в управлението на ЕЕС*

## *Аварийни режими:*

- Автоматично бързо разтоварване (Quick unloading)
- Работа в островен режим (Island mode of operation)
- Хвърляне на товар и захранване на собствени нужди (Load Rejection)
- Пускане без външно захранване (Black start)
- Участие в коридори за възстановяване

# Участие на ВЕЦ в покриване на електрическия товар на ЕЕС



Подязовирните ВЕЦ с долен изравнител са електроцентрали с висока маневреност и участват предимно във върховата зона на денонощния товаров график на ЕЕС

# Участие на ВЕЦ в покриване на електрическия товар на ЕЕС

Чрез ВЕЦ и ПАВЕЦ, системният оператор осигурява максимума и минимума на денонощния товаров график на ЕЕС, рационално използване на разполагаемите водни ресурси, оптимална работа на ТЕЦ и компенсиране на аварийно изключили енергийни блокове.

Тази дейност ЕСО извършва, без да нарушава режима на напояването през напоителния сезон.

## *Вторично регулиране на ВЕЦ (secondary control)*

Вторично регулиране - централизирано автоматично управление от ЦДУ на предварително определени генераторни блокове в страната. Вторичното регулиране осъществява поддържане на договорените обмени на активна мощност със съседните страни в съответствие с планираните графици. Времето за активиране на вторичното регулиране е в диапазона 30sec....15min.



## *Вторично регулиране на ВЕЦ (secondary control)*

При ВЕЦ, централният регулатор в ЦДУ взаимодейства с управляващата система на централата, която е в режим на групово управление по активна мощност (Joint Power Control).

В този режим, зададената от ЦДУ стойност по активна мощност се разпределя оптимално от управляващата система на централата между агрегатите, работещи в този режим.

# Първично регулиране (primary control)

Първично регулиране - бързо възстановяване на равновесието между производство и потребление на принципа на солидарно участие на турбинните регулатори на предварително определена група машини. Практически това се осъществява чрез автоматична честотна корекция на заданието по активна мощност на съответния турбинен регулатор, съгласно зададената статична характеристика. Цялата договорена мощност за първично регулиране трябва да се активира при честотно отклонение  $\pm 200\text{mHz}$  в пределите на 30s.

# Третично регулиране (tertiary control)

Третично регулиране - централно координирана системна услуга, която при ВЕЦ се изразява в промяна статуса на даден хидроагрегат по разпореждане на оператора на електроенергийната система, посредством която се осигурява поддържането на необходимия резерв за вторично регулиране.

# Регулиране на напрежението в мястото на присъединяването на ВЕЦ към ЕЕС

Централизираното денонощно регулиране на напрежението в ЕЕС на Р България се осъществява чрез „График по напрежение“.

Поддържането на напреженията в преносната електрическа мрежа в допустимите граници гарантира сигурната и безопасна работа на ЕЕС, техническите и икономическите характеристики на електрическите съоръжения, устойчивата работа на синхронните генератори и е условие за намаляване загубите при пренос и трансформация на електрическата енергия.

# Регулиране на напрежението в мястото на присъединяването на ВЕЦ към ЕЕС

В прякото изпълнение на „Графика по напрежение“ участват ВЕЦ, присъединени към напрежения 220kV и 400kV.

Останалите ВЕЦ регулират напрежението на мрежа 110kV на солидарен принцип, въз основа на местни инструкции.

При необходимост, диспечерите от ЦДУ и ТДУ могат дистанционно да променят заданието по напрежение на шини високо напрежение на съответната ВЕЦ

# Регулиране на напрежението в мястото на присъединяването на ВЕЦ към ЕЕС

ВЕЦ регулират напрежението на шини високо напрежение чрез активиране в управляващата система на един от двата режима:

- *Групово управление по напрежение (Joint Voltage Control)*
- *Групово управление по реактивна мощност (Joint Q Control)*

# Регулиране на напрежението в мястото на присъединяването на ВЕЦ към ЕЕС

- В режим Групово управление по напрежение (JVC), управляващата система на централата автоматично поддържа въведеното от дежурния оператор задание по напрежение на шини ВН или се изпълнява дистанционно предаденото задание от ЦДУ.
- В режим Групово управление по реактивна мощност (JQC), дежурният оператор следи и регулира напрежението на шини ВН чрез заданието за обща реактивна мощност на централата.
- И при двата режима, управляващата система на централата натоварва работещите генератори оптимално по реактивна мощност.

# Успокояване колебанията на активната мощност

Въпросът с колебанията на мощността е възникнал още при строежа на първите електроцентрали. При свързване на централите с ЕЕС чрез реактивното съпротивление на мрежата, въртящата се маса на агрегатите образува система, която е податлива на колебания. Погледнато отвън (от към мрежата), тези колебания се проявяват като люлеене на активната мощност, а погледнато отвътре (от към централата) - като нестабилност на роторния ъгъл на съответния генератор.



# Успокояване колебанията на активната мощност

Видове колебания на активната мощност:

- **Локални колебания** (Local oscillations) - между генератор и останалата част от централата или между централата и енергийната система (0.8 ... 2.5Hz).
- Колебания между две електрически близки централи (Interplant oscillations). Честотите са в диапазон 0.5 ... 2.0Hz.
- **Междусистемни колебания** (Interarea oscillations) - между две ЕЕС или между две обединения от ЕЕС (0.15 ... 0.5Hz).
- Глобално колебание (Global oscillation) - характеризира се с общо колебание във фаза на всички генератори в енергийното обединение (като при островен режим). Честотата обикновено е под 0.15Hz.

# Успокояване колебанията на активната мощност

Няколко условия влияят благоприятно върху затихването на колебанията на синхронните генератори:

- Синхронизиращ момент - естествено се противопоставя на изменението на товарния ъгъл спрямо точката на устойчива работа
- Асинхронен момент - от успокоителната намотка на ротора. Той е пропорционален на роторното хлъзгане и противодейства на изменението на товарния ъгъл. Успокоителната намотка при много ниски честоти на люлеене не е достатъчно ефективна

# Успокояване колебанията на активната мощност

## Системен стабилизатор (Power System Stabilizer)

- Системният стабилизатор (PSS) внася изкуствена корекция в товарния ъгъл на генератора, чрез системата за възбуждане, като произвежда компонента на електрическия момент, която се противопоставя на изменението на роторната скорост. При цифровите регулатори на възбуждането, системните стабилизатори се развиват изключително бързо, като тяхната ефективност е много добра и в широк честотен диапазон.

# Успокояване колебанията на активната мощност

## Изисквания към PSS в Р България

- Системните стабилизатори (PSS) е необходимо да потискат колебанията на активната мощност в честотен диапазон от 0.1Hz до 2.5Hz.
- PSS трябва да са винаги въведени в действие при паралелната работа на генераторите с енергийната система. Самоволното извеждане на PSS от оператора на централата се счита за неизпълнение на оперативно разпореждане на ЦДУ.

# Автоматично бързо разтоварване (Quick unloading)

Автоматичното бързо разтоварване при ВЕЦ действа при повишаване честотата на ЕЕС над 50.3Hz със скорост, надвишаваща предварително зададена стойност и разтоварва хидроагрегатите в съответната централа до минималната им мощност.

Ако в процеса на разтоварване системната честота падне под 50.3Hz, разтоварването се прекратява и агрегатите остават на текущата си мощност.

# Работа в островен режим (Island mode of operation)

При отклонение на системната честота с повече от  $\pm 1\text{Hz}$ , турбинният регулатор, който пръв регистрира това отклонение, подава към управляващата система на ВЕЦ сигнал за преминаване към островен режим на работа. При автоматичното преминаване към островен режим, управляващата система извършва следните основни действия:

- Преминава от режим на Групово управление по активна мощност (JPC), към режим на групово управление по честота (Joint Frequency Control), със задание  $50\text{Hz}$
- Преминава към режим на Групово управление по напрежение (JVC), независимо от предходния режим. Заданието по напрежение на шини – високо напрежение е въведено предварително.
- Изключва системните стабилизатори (PSS)

## Хвърляне на товар и захранване на собствени нужди (Load Rejection)

При внезапно отделяне на ВЕЦ от системата по външни за централата причини, агрегатите (или част от тях) трябва да останат в работа, за захранване собствените нужди на централата и за по-бързата ресинхронизация към ЕЕС, след възстановяване на връзката. Тази функция се преценява индивидуално за всяка централа.

# Пускане без външно захранване (Black start)

Пускането на ВЕЦ без външно захранване на собствените ѝ нужди (черен старт) е възможно с помощта на дизел-генератор. Той осигурява стартирането на един от хидроагрегатите.

Тази функция се осъществява автоматично от управляващата система на ВЕЦ, като по този начин се захранва останала без напрежение част от електропреносната мрежа.

При разширяване на захранения около централата район, поетапно се включват и останалите хидроагрегати в съответната централа.



# Участие в коридори за възстановяване

**“КОРИДОР”** представлява съвкупността от съоръженията (подстанции, електропроводи и др.), които осигуряват захранването на собствените нужди на приоритетни термични централи от ВЕЦ с възможност за “черен старт”, които са определени предварително в “План за възстановяване на ЕЕС след тежки аварии”

# Компенсиране колебанията на работната мощност на вятърните енергийни паркове

След въвеждането в експлоатация на значителна мощност от вятърни електрически централи (ВяЕЦ), ще нарасне значението на ПАВЕЦ "Чаира" освен като регулираща мощност за компенсиране на АЕЦ, така и като регулираща мощност за компенсиране колебанията на работната мощност на вятърните енергийни паркове. При съществуващото положение, четирите агрегата на ПАВЕЦ "Чаира" в помпен режим прехвърлят водата от язовир "Чаира" в язовир "Белмекен" за 4...6 часа, което е недостатъчно за целите на управление на ЕЕС, при наличие в работа на АЕЦ и ВЕИ.

В тази връзка е необходимо да се подновят работите по изграждането на язовир "Яденица", който ще увеличи значително обема на долния изравнител на ПАВЕЦ "Чаира" и ще повиши ефективността на нейната работа.