

ОРГАНИЗАЦИЯ И ФУНКЦИИ НА PJM INTERCONNECTION

Димо Стоилов, Никола Николов, Теодора Терентева

Резюме: За постигане на по-голяма ефективност от мащаба правителството на САЩ следва дългосрочна политика за систематично обединяване координацията на развитието и управлението на функционирането на електропреносните мрежи, съчетано с уедряване на пазарите на електроенергия на едро. В тази статия се разглежда структурата на първата и призната за водеща регионална преносна организация - PJM Interconnection, както и основните функции и услуги, които тя извършва. Статията е начална част от описанието на най-успешния и непрестанно възходящо развиващ се централизиран електроенергиен пазар в САЩ, продължено в [2]-[4].

Ключови думи: обединена електроенергийна система, регионални преносни организации, централизиран електроенергиен пазар на едро

ORGANIZATION AND FUNCTIONS OF PJM INTERCONNECTION

Dimo Stoilov, Nikola Nikolov, Teodora Terenteva

Abstract: To achieve greater economies of scale the Government of the United States of America pursues a long run policy for systematic integration in the development coordination and in the management centralization of the operation of transmission networks, together with consolidation of the wholesale electricity markets. This paper examines the structure of PJM Interconnection - the first and recognized as the leading Regional Transmission Organization, as well as the main functions and the services it provides. The paper is the initial part of a larger description of the most successful and ever upwards evolving centralized electricity market in the United States, which is continued in [2]-[4].

Key words: Integrated Electric Power System, Regional Transmission Organizations, Centralized Whole-sale Electricity Market

I. Увод

Законът за енергийната политика в САЩ (Energy Policy Act) от 1992 г. и заповеди №888 и №2000 на Федералната комисия за енергийно регулиране (Federal Energy Regulatory Commission - FERC) насърчават формирането на независими системни оператори (Independent System Operators - ISO) и

регионални организации за пренос (regional transmission organizations - RTO), които да управляват обединените електропреносни системи, обхващащи територията на множество щати и да подпомагат развитието на конкурентни пазари на едро. Последващият интеграционен процес в САЩ и кратката история на PJM Interconnection, L.L.C. са представени в [1]. В тази статия се разглежда организацията на PJM Interconnection, както и основните функции и услуги, които тя извършва. В [2] се представят пазарите за разполагаема мощност, за резерви и за регулиране в PJM, а в [3] пазарите за електроенергия и спомагателни услуги и прилагането на местните (локалните) прирастни цени МПЦ (Locational Marginal Pricing-LMP) в обединената електроенергийна система, оперирана от PJM Interconnection, L.L.C.

II. Организация на PJM Interconnection, L.L.C

Корпорацията с ограничена отговорност PJM Interconnection, L.L.C. е регионална преносна организация - (Regional Transmission Organization - RTO), която координира и отговоря за баланса в управляваната област PJM, обхващаща напълно или частично територията на щатите Delaware, Illinois, Indiana, Kentucky, Maryland, Michigan, New Jersey, North Carolina, Ohio, Pennsylvania, Tennessee, Virginia, West Virginia и the District of Columbia [5]. Районът на PJM обхваща площ от 214 000 квадратни мили, с население от около 58 милиона души, върхов товар от 163 848 MW и 180 400 MW производствена мощност от 1271 генериращи източници, използващи различни видове горива. Годишното потребление на електроенергия достига 728 TWh. Областта обхваща 61,200 мили преносни мрежи и 3,660 преносни подстанции (с напрежение 69 kV и по-високо), собственост на 19 компании, образувачи следните три региона, обединени чрез Обединяващо Споразумение на собствениците на електропренасянето (The Consolidated Transmission Owners Agreement):

i) „PJM Mid-Atlantic Region”: Atlantic City Electric Company (AEC), Baltimore Gas and Electric Company (BGE), Delmarva Power and Light Company (DPL), Jersey Central Power and Light Company (JCPL), Metropolitan Edison Company (ME), PECO Energy Company (PECO), Pennsylvania Electric Company (PENELEC), PPL Electric Utilities Corporation (PPL), Potomac Electric Power Company (PEPCO), Public Service Electric and Gas Company (PSEG), и Rockland Electric Company (RE),

ii) “PJM South Region”: Virginia Electric and Power (Dominion),

iii) “PJM West Region”: Allegheny Power (APS), Commonwealth Edison Company (including Commonwealth Edison Co. of Indiana) (ComEd); AEP East Operating Companies (AEP), Dayton Power and Light Company (Dayton), Duquesne Light Company (DL), American Transmission Systems, Incorporated (ATSI), Duke Energy Ohio, Inc. and Duke Energy Kentucky, Inc. Company (DEOK).

Всяка една от изредените 19 компании представлява управлявана зона (control zone), наричана още местна управлявана област (local control area) в управляваната област PJM. От своя страна тези компании са в състава на други корпорации или те притежават дъщерни дружества или на тяхна територия има други енергийни дружества. Освен като собственик на пренасянето (Transmission owner) и Оператор на контролна зона (Control zone operator), който планира и диспечира източниците на мощност, енергия, помощни услуги и пренасяне на своята територия, всяка една компания изпълнява и други роли:

- i) Производител (Producer);
- ii) Клиент на пренасяне (Transmission customer), който купува от PJM пренасяне от точка до точка, определено първоначално през 2007 г. и запазено за период от 5 години и после предоговоряно за тригодишни периоди. Условието на това договаряне са еднакви с условията за избиращите клиенти (Eligible Customer), с изключение на правото за запазване на заварените пренасящи способности;
- iii) Електрическа разпределителна компания (Electric Distribution Company - EDC);
- iv) Клиент за препродаване на пазара на дребно (retail power customer), който също е равнопоставен на избиращ клиент;
- v) Предприятие за обслужване на товарите (Load Serving Entity - LSE).

С други думи всяка една компания е едно свършено вертикално интегрирано дружество, което функционира перфектно и няма помисъл да се разтурва заради чужди интереси.

PJM Interconnection, L.L.C. е юридическо лице, което изпълнява самостоятелно или чрез свои дружества, няколко роли: **Администратор на управлявана област (Control Area Administrator), Доставчик на пренасяне (Transmission Provider), Помагач на електроенергийния пазар (Energy Market Supporter) и Уредник на (взаимни) задължения (Settlement Maker).**

PJM не:

- Притежава никакви преносни или производствени активи;
- Функционира като обществено/публично търгувана компания;
- Придобива имуществени права върху електроенергията в системата;
- Извършва реална поддръжка на агрегати или преносни елементи;
- Обслужва пряко крайни клиенти на електроенергия (на едро и на дребно);

PJM:

- Ръководи функционирането/оперирането на преносната система;
- Остава неутрална/неповлияна към/от печалбите (profit neutral);
- Поддържа независимост (independence) от отделните свои членове;
- Координира поддръжката на съоръженията на мрежата;
- Администрира доставянето на преносни услуги и свързаните спомагателни услуги на клиентите (на преносната мрежа);

- Оперира и администрира различните централизиран пазари за електрическа мощност и енергия.

РJM оперира: пазар за следващия ден (Day-Ahead Energy Market); пазар на електроенергия в реално време (Real-Time Energy Market); пазар на мощност, оценявана според модел на надеждността (Reliability Pricing Model (RPM) Capacity Market); пазар за регулиране (Regulation Market); пазарите за синхронизиран и несинхронизиран резерв (Synchronized & Non-synchronized Reserve Markets); пазар за планирания за следващо денонощие резерв (Day Ahead Scheduling Reserve (DASR) Market) и дългосрочния тържен пазар за финансови права за пренасяне, необходими според годишните и месечни баланси (Long Term, Annual and Monthly Balance of Planning Period Auction Markets in Financial Transmission Rights (FTRs)).

В ролята на клиенти на услугите за пренасяне и при участие в централизираните пазари, компаниите членки влизат в сделки с РJM като насрещен партньор (контрагент) в съответствие с два основни документа: Тарифа на РJM за открит достъп до преносна услуга (Open Access Transmission Tariff - OATT) и Споразумение на обединените собственици на електропренасяне (Consolidated Transmission Owners Agreement – CTOA). В ролята на пазарни участници компаниите могат също да извършват двустранни сделки с други участници на пазара, а също могат самостоятелно да захранват с мощност и енергия собствените си (обслужваните от тях) електрически товари. Такива двустранни и самостоятелни доставки не са сделки с РJM.

За сключване на договори с клиентите и финансово уреждане на задълженията (financial settlements) по отношение на използването на преносната способност на преносната система, РJM е основала РJMSettlement. РJMSettlement е лице, което е търговска страна по споразумения и сделки в централизираните пазари, администрирани от РJM съгласно OATT и Оперативното споразумение (например споразумения и сделки, които не са двустранни споразумения между пазарните участници на пазара или пък за захранване на собствени потребители). РJMSettlement е също партньор на пазарния участник при използване на инструментариума на финансовите права за пренос и правата върху прихода от търга. Всяко следващо двустранно прехвърляне на тези инструменти между пазарните участници изисква съгласието на РJM, но не замества РJMSettlement като договаряща се страна по отношение на такива последващи двустранни препродажби. РJMSettlement не може да бъде договаряща страна по други, не свързани с преноса по преносната мрежа, сделки, които са: i) двустранни сделки между участниците на пазара (те се съобщават на РJM), и ii) сделки за самостоятелно заангажиране (на собствени производители) или самостоятелно доставяне (на собствени потребители).

Като партньор по CTOA, РJM е придобила правото да използва преносната способност на преносната система, което се изисква за предоставяне на услугата пренос съгласно OATT и правото да препродава преносната услуга, използвайки съответната преносна способност на системата. РJM компенсира компаниите собственици на преносни способности за използване на техните преносни способности чрез поделяне на определени приходи между тях, както е

предвидено в ОАТТ и в СТОА. PJM е прехвърлил правото си за ползване на преносната способност и задълженията си за компенсиране на собствениците на преносни способности на PJMSettlement. PJMSettlement изпълнява изработването на сметки и фактури съгласно ОАТТ. Всички разходи за услуги, предоставяни от PJMSettlement в полза на пазарните участници и клиентите на преносната услуга, се включват в плащането за административните услуги.

III. Обзор на основните услуги в региона на PJM и плащанията за тях

Породените от услугите разходи, включително основни, амортизационни, лихвени, и други финансови се възстановяват от ползвателите на различните услуги, които PJM продава по установените в Open Access Transmission Tariff (ОАТТ) цени. От ползвателите тези плащания се прехвърлят и стават част от цените при крайните консуматори на електроенергия в регионите на PJM.

III.1. Услуга за администриране на управляваната област (Control Area Administration Service)

Услугата за администриране на управляваната област включва всички дейности на PJM, свързани с опазването на надеждността на региона и администриране на услугите за пренос от точка до точка, както и за обединяване на електроенергийните системи.

За услугата пренос от точка до точка и за дейностите по обединяването PJM задължава всеки ползвател на тези услуги с еднакво за всички подобласти месечно плащане, което е равно на месечно доставеното количество енергия (включително загубите) умножено по цената за тази услуга, например от 1 Октомври 2011 тя е \$0.1692 за MWh.

III.2. Услуга за администриране на финансовите права за пренос - ФПП (Financial Transmission Rights Administration Service)

Услугата за администриране на финансовите права за пренос включва всички дейности на PJM, свързани с администриране на ФПП в т.ч. администриране на търговете, координиране на двустранната търговия, поддържане на on-line Internet платформа eFTR и пр. PJM задължава всяка компания, която притежава или която предлага, или която купува ФПП с месечно плащане от две съставни плащания, цените за които от 1 Октомври 2011 г. насам са \$0.0025 за MWh и \$0.0017 за час.

III.3. Услуга за поддържане на пазара (Market Support Service)

Услугата за поддържане на пазара включва всички дейности на PJM, свързани с поддържането на функциониращ междусистемен пазар за електроенергия, в т.ч. създаване на графици за обмен, поддържане на система за графици eSchedules, пазарен модел и цени, уреждане на взаимни задължения, уреждане на сметки, надзор върху пазара.

За услугата поддържане на пазара PJM задължава всеки ползвател на тази услуга с месечно плащане, което се състои от две съставни плащания, цените за които от 1 Октомври 2011 г. насам са \$0.0373 за MWh и \$0.0558 за час.

III.4. Услуга за администриране на регулирането и отзива (към измененията) на честотата (Regulation and Frequency Response Administration Service)

Услугата за администриране на регулирането и отзива (към измененията) на честотата включва всички дейности на PJM, свързани с администриране и доставяне на регулиране и честотен отзив за предприятията, които обслужват клиенти и за производителите, които доставят услугата. PJM задължава всеки ползвател на тази услуга с месечно плащане на цената, която от 1 Октомври 2011 г. насам е \$0.2271/MWh, умножена по сумираните за месеца MWhs, с които ползвателят е бил обслужен, в т.ч. собственото регулиране на агрегатите на ползвателя.

III.5. Услуга за (разполагаема) мощност и управление на задълженията (Capacity Resource and Obligation Management Service).

Тази услуга включва всички дейности на PJM свързани с: (i) осигуряване, че клиентите са уредени с достатъчна разполагаема мощност за задоволяване на техните нужди според споразумението за осигуряване на надеждността (Reliability Assurance Agreement-RAA); (ii) извършване на услугата пренос по обединена мрежа (Network Integration Transmission Service); (iii) администриране на търгове с модел за оценяване според надеждността (Reliability Pricing Model auctions) и (iv) администриране или техническа помощ по споразумението за надеждност, в т.ч. дългосрочно прогнозиране, проучвания за установяване на необходимия резерв, определяне задълженията за мощност на всяко предприятие за обслужване на клиенти, поддържане на Internet платформа eCapacity за извършване на дейностите по тази услуга. Цената за услугата от 1 Октомври 2011 г. насам е: \$0.0864 за MW-day.

III.6. Освен плащания за посочените в III.1 до III.5 услуги PJM събира плащания и за разходите:

i) по (изграждане, наемане на техника и обзавеждане, и опериране на) втория усъвършенстван управляващ център (Costs of PJM Advanced Second Control Center), който е започнал да функционира от 9 ноември 2011 г.;¹

ii) за възстановяване на годишните плащания, които PJM дължи на федералната регулаторна комисия за нейна издръжка;

iii) за създаването на корпорацията Организация на щатите PJM (Organization of PJM States, Inc. – OPSI), която се финансира чрез плащанията на клиентите за пренос;

iv) за обезпечаване на функциите по надзор на пазара в региона;

v) за FINCON, които са определени за покриване на разходите за външни консултанти, назначени от комитета по финансите;

vi) за дейността уреждане на взаимните задължения;

vii) за възстановяване на годишните плащания, които PJM дължи на Североамериканската корпорация за надеждно

¹ PJM е единственият регионален оператор за пренос на електроенергия в Северна Америка с два управляващи центъра. Първият се намира във Valley Forge, Pennsylvania. Той също се модернизира, но разходите са по друга схема. И двата са обзаведени от Siemens.

електроснабдяване (North American Electric Reliability Corporation - NERC) за нейната издръжка;

viii) за възстановяване на годишните плащания, които PJM дължи на първата корпорация за надеждно електроснабдяване (ReliabilityFirst Corporation - RFC) за издръжката на тази регионална организация на NERC;

ix) за плащане на разходите на международната преносна компания за нейния трансформатор с регулиране на ъгъла в централа Bunce Creek на междусистемния електропровод Michigan-Ontario;

x) за усилване на мрежата, които предприятието PJMSettlement събира от името и за сметка на съответния собственик на пренос, направени за усилване на мрежата;

xi) за разширяване на мрежата, които предприятието PJMSettlement събира от името и за сметка на AEP East Operating Companies, Commonwealth Edison Company, и на The Dayton Power and Light Company.

III.7. Освен плащания за изредените по-горе услуги PJMSettlement събира плащания:

a) от изкупилите дялове от преносна способност ползватели на пренасянето за търговия Neptune (частен електропровод за пренос), които прехвърля на собственика на пренасянето Neptune.

b) от ползвателите на преноса за търговия **Linden VFT Transmission** (частен управляем електропровод за пренос построен в Linden, New Jersey), които прехвърля на собственика на пренасянето Linden VFT, LLC.

IV. Обзор на счетоводство, сметки и плащания

Счетоводството, сметките и плащанията са координирани процеси, извършвани в съответствие с условията в Оперативното споразумение и ОАТТ. Подробностите са дадени в съответни ръководства, разполагаеми на <http://www.pjm.com/documents.aspx>. Тук показваме само кратък обзор.

Отчетните сметки се издават седмично и месечно в електронен PDF формат чрез системата за докладване на сметки MSRS. Сметките съдържат дължимите плащания или кредити и съответните прихващания.

Основните услуги и плащанията за тях бяха обобщено представени по-горе, а тук представяме пълния списък на плащанията (charges) и вземанията (credits) за:

- регионално (PJM) планиране, предварително диспечирание, диспечирание и управление в реално време: i) плащания и ii) изравнителни плащания (load reconciliation charges) (заради разлики между фактическите товари на разпределителни компании и използваните прогнозни товари по време на диспечирането, вместо товари в реално време);

- (отделно) системно (в рамките на един оператор на преносна мрежа-ОПМ) планиране, предварително диспечирание, диспечирание и управление в

реално време: i) плащания или вземания и ii) изравнителни плащания (load reconciliation charges) (заради разлики между фактическите товари на разпределителни компании и използваните прогнозни товари по време на диспечерирането, вместо товари в реално време);

- реактивна енергия и регулиране на напрежението (Reactive Supply and Voltage Control): плащания или вземания (към производители или други доставчици);

- услуга енергиен небаланс (Energy Imbalance Service): плащания или вземания;

- услуга пренос през обединена мрежа (Network Integration Transmission Service): плащания или вземания;

- компенсирание на услуга пренасяне през обединена мрежа (Network Integration Transmission Service Offset): плащания или вземания;

- услуга пренасяне през обединена мрежа при ниско напрежение в мрежата на ATSI (Network Integration Transmission Service (ATSI Low Voltage)): плащания или вземания;

- пряко назначени съоръжения (Direct Assignment Facilities): плащания или вземания;

- други поддържащи съоръжения (Other Supporting Facilities): плащания/вземания;

- гарантирано пренасяне от точка до точка (Firm Point-to-Point Transmission Service): плащания/вземания;

- негарантирано пренасяне от точка до точка (Non Firm Point-to-Point Transmission Service): плащания/вземания;

- пускане от тъмно и захранване на мрежа (Black Start Service): плащания/вземания;

- възстановяване на разходи по разширяване (Expansion Cost Recovery): плащания/вземания;

- възстановяване на разходи за регионално пускане (RTO Start-up Cost Recovery): плащания/вземания;

- деактивиране на производства (Generation Deactivation): плащания/вземания

- PJM Settlement, Inc. плащания;

- Плащания и уравнителни плащания за отдела по мониторинг на пазара (Market Monitoring Unit - MMU charges, and load reconciliation charges);

- Плащания и уравнителни плащания за федералната комисия за енергийно регулиране (FERC charges, and load reconciliation charges);

- Плащания и уравнителни плащания за корпорацията Организация на щатите PJM (OPSI charges, and load reconciliation charges);

- Плащания и уравнителни плащания за Североамериканската корпорация за надеждно електроснабдяване (North American Electric Reliability Corporation – NERC charges, and load reconciliation charges);

- Плащания и уравнителни плащания за регионалната организация на NERC (ReliabilityFirst Corporation – RFC charges, and load reconciliation charges);

- Плащания/вземания на търговете за регионална надеждност (RPM Auction);
- Плащания за местна надеждност (Locational Reliability);
- Плащания за надеждност към прекъсваеми консуматори (Interruptible Load for Reliability);
- Вземания за права за прехвърляне на мощност (Capacity Transfer Rights);
- Вземания за прирастни права за прехвърляне на мощност (Incremental Capacity Transfer Rights);
- Плащания/вземания за специфични сделки за мощност не от агрегати (спестена разполагаема мощност) (Non-Unit Specific Capacity Transaction);
- Плащания/вземания за пропаднали изпитания за агрегати (Generation Resource Rating Test Failure);
- Плащания/вземания за недостиг при източник на мощност (Capacity Resource Deficiency);
- Плащания/вземания за глоби при поддръжка/ремонти по време на сезонния връх (Peak Season Maintenance Compliance Penalty);
- Плащания/вземания за разполагаемост по време на върхов час (Peak-Hour Period Availability);
- Плащания/вземания за спазване и неспазване на разпоредени намаления при прекъсваеми товари (Interruptible Load for Reliability - ILR Demand Resource and Compliance Penalty);
- Плащания/вземания за спазване и неспазване на удостоверени подобрения на пренасянето (като източник на спестена мощност) (Qualifying Transmission Upgrade Compliance Penalty);
- Плащания/вземания за пропаднали изпитания за управляване на товари (Load Management Test Failure).

Заклучение

Изложени са организацията и основните функции на PJM Interconnection, както и услугите, които тя предоставя на своите клиенти - 19 електроенергийни компании, членки на обединената електроенергийна система. PJM Interconnection координира развитието и ръководи функционирането/оперирането на преносната система на територията на 14 щата. Организацията поддържа независимост от отделните свои членове, като предпоставка за тяхната равнопоставеност. PJM Interconnection координира поддръжката на съоръженията на мрежата, администрира доставянето на преносни услуги и свързаните спомагателни услуги на клиентите на преносната мрежа, оперира и администрира централизираните пазари за разполагаема мощност, резерви, регулиране, електроенергия и спомагателни услуги.

Представен е обзор на събираните от PJM Interconnection плащания за разходите по предоставените услуги на клиентите на преносната мрежа, както и такива свързани с разходи на компаниите членки и надзираващи организации, които също трябва да бъдат възстановявани от клиентите на преносната мрежа. Статията е част от проучване на пазарите на едро и дребно в обединената електроенергийна система на региона, наричан за краткост PJM.

Благодарност

Направените проучвания и анализи, резултатите от които са представени в настоящата публикация, са финансирани от Вътрешния конкурс на ТУ-София-2014г.

Литература

- [1]. Стоилов Д., Н. Николов, Т. Терентева, Регионално обединяване на електроенергийните пазари в САЩ, Научна конференция „ЕФ 2014“, Сборник доклади, Созопол 2014
- [2]. Стоилов Д., Н. Николов, Т. Терентева, Регионален пазар на едро: примерът на PJM. Част първа - пазар за разполагаема мощност, резерви и регулиране, сп. Енергетика, 2014, под печат
- [3]. Стоилов Д., Н. Николов, Т. Терентева, Регионален пазар на едро: примерът на PJM. Част втора - пазар за електроенергия с местни прирастни цени, сп. Енергетика, 2014, под печат
- [4]. Стоилов Д., Н. Николов, Т. Терентева, Пазар за електроенергия на дребно в PJM: примерът на Duke Energy Ohio Inc., сп. Енергетика, 2014, под печат
- [5]. <http://www.pjm.com>
- [6]. Zhenyu Fan, Horger T., Bastian J., Current and emerging challenges in PJM energy market, Transmission and Distribution Conference and Exposition, IEEE PES, 2010

Данни за авторите:

Димо Георгиев Стоилов, доц. д-р инж., катедра „Електроенергетика“, каб. 12422, dstoilov@tu-sofia.bg

Никола Неделчев Николов, маг. инж., асистент, катедра „Електроенергетика“, лаб. 12441, n_nikolov@tu-sofia.bg

Теодора Николаева Терентева, маг. инж., докторант в катедра „Електроенергетика“, terenteva@tu-sofia.bg