

Устойчивое планирование энергии для независимой Энергосистемы Крита

Эммануэль Karapidakis

TEIC доцент (соответствует Автор)

Николаус Zografakis

Региональное агентство по энергетике, Генеральный секретариат
Критского региона

Эммануэль Thalassinakis

TSO Крита, Государственной энергетической корпорации

Тел: +30-28210-23076

Факс: +30-28210-23003

электронная почта: karapidakis@chania.teicrete.gr

Адрес

Департамент природных ресурсов и охраны окружающей среды,
технологический институт образования Крита (TEIC), ул Romanou 3, 731 33,
Ханья, Греция

Резюме : Независимая энергосистема Крита была выбрана в качестве представителя модель для долгосрочной оценки энергетического планирования в случае значительного высокой доли во власти и баланс энергии из возобновляемых источников энергии. Расширение генерирующих мощностей модель выбирает из обычной электроэнергетики технологий, таких как тепловые энергоблоки, соединений цикла, газовых турбин, а также технологии использования возобновляемых источников энергии, таких как ветер парки, фотоэлектрических и гибридных систем для снабжения прогнозируемый спрос на будущие годы. В то же время, мощность работы системы и контроля, специальных ограничений, выполнение прогнозов, а также затраты на расширение поколения, должны быть всесторонне исследованы. Точнее, это исследование анализирует текущую работу системы и демонстрирует преимущества, и препятствия значительной части прогнозируемой нагрузки Крита за счет возобновляемых источников энергии

и гибридных систем к концу 2020 года. Потенциал высокой доли технически возможно, но не непомерно, и обеспечивает преимущества в формах сокращения выбросов углерода, адекватности энергии и зависимости.

Ключевые слова: Независимая энергосистема, Планирование энергетики, возобновляемые источники энергии

1. Краткий обзор

Возобновляемые источники энергии (ВИЭ) для производства электроэнергии имеют ряд преимуществ перед традиционными технологиями. Сокращение выбросов парниковых газов (ПГ), которые способствуют глобальному изменению климата и качеству местного воздуха является одним из основных преимуществ использования ВИЭ. Кроме того, они снижают риск колебания цен на топлива, распространение смеси энергии и снижение зависимости от сектора электроэнергии.

С другой стороны, своим географическим и естественным положением, Европейские острова представляют собой ключевого игрока с определенными характеристиками в рамках реализации политики устойчивого развития энергетики. Точнее, три основных аспекта были определены Европейской Комиссией для успешного планирования энергии, которые являются безопасностью поставок, устойчивостью и конкурентоспособность. Кроме того, несколько препятствий и технических ограничений проявляются в островах энергетического сектора, такие, как повышение общей суммы расходов, колебания цен и отсутствие безопасности поставок. Однако эти недостатки, может быть, перевешивают преимущества, присущие, в частности путем использования возобновляемых источников энергии, благодаря их относительно сильному ветру и солнцу [Пападопулос и соавт., 2008]. Этот потенциал должен быть лучше использован для расследования деятельности и планирования ограничений и оценки возможных решений [Voulaxis и соавт., 2005].

Независимая энергосистема Крита была выбрана в качестве репрезентативной модели для долгосрочного планирования оценки энергии, в случае, имея значительно высокую долю в энергосистеме и энергетическом балансе за счет возобновляемых источников энергии. [Zografakis, 2005]. Крит обладает широкими потоками ветра [Katsaprakis, Христинис, 2004] и

солнечных ресурсов, которые могли бы быть использованы для производства электроэнергии технически более 1,2 ГВт, по разумной цене, если исключены ограничения контроль и управления. Дисперсии установок ВИЭ и разнообразие производства электроэнергии должна быть успешно управляется электросетями. Как правило, распределенная генерация изменяет распределительных сетей от пассивных сетей, с мощностью потоков с более высоких на более низкие уровни напряжения, в активные сети с разнонаправленными потоками мощности, [Strbac, 2002]. Кроме того, передача и распределение инфраструктуры требует особого экономического регулирования, [Stoft, 2002]. Хотя ветер снижает использование ископаемого топлива, общая стоимость проектов ВИЭ должны быть внимательно исследованы.

В работе анализируются возможности и преимущества высокого процента электроснабжения от ВИЭ технологий до 2020 года на острове Крит. Эксплуатация и статистические данные энергосистемы Крита используется в качестве базового вклада в это исследование, оценивающие расширение генерирующих мощностей для экономически оптимальной генерации смеси по долгосрочным горизонтам планирования до 2020 года, с учетом предыдущих исследований, как Tsioliaridou [, и др.. 2006], [Katsaprakakis и соавт. 2008], [Tsoutsos и соавт. 2009], [Kaldellis и соавт., 2009], и [Giatrakos, Г. П., 2009].

2. Независимые энергосистемы

Независимые или изолированные энергосистемы –это все малые и средние энергосистемы, где не существует взаимосвязь с со смежными и / или континентальными системами. Эти энергосистемы, как те, работающие в крупных островах, сталкиваются с увеличенным количеством проблем, связанных с их эксплуатацией и управлением, [Smith и соавт. 2006]. В большинстве из этих систем, динамические характеристики являются серьезной проблемой, так как несоответствие в генерации и нагрузки и / или управления частотой нестабильной системы может привести к системным сбоям, легче, чем во взаимосвязанных системах.

Возобновляемые источники и особенно эксплуатация энергии ветра выглядят особенно привлекательно, [Доэрти, О'Мэлли, 2006]. Тем не менее, интеграция значительного количества энергии ветра в изолированных системах требует тщательного рассмотрения, с тем чтобы поддерживать высокую степень надежности и безопасности работы системы, [Hatzigargiou и соавт. 1998]. Основные проблемы выявили беспокойство оперативного планирования (в основном блок обязательств) из-за высокой неопределенности прогноза производства, а также стационарных и динамических операционных задач [Thalassinakis, Dialynas, 2007]. Эти проблемы повышая сложности их эксплуатации могут значительно ограничить объем генерирующего ветра, которое может быть подключено к системе острова. [Dialynas, Hatzigargiou, 2007]. Таким образом, рядом с более общей проблемой стабильности колебаний и напряжения, стабильность частоты [Karapidakis, Thalassinakis, 2006] должно быть обеспечено. Это зависит от способности системы, чтобы восстановить баланс между генерацией и загрузкой следуя некоторым тяжелым системам с минимальными потерями.

3. Энергосистема Крита

Грете является самым крупным греческим островом с примерно 8500 км² и один из крупнейших в Средиземноморском регионе. Его население составляет более 600 тысяч жителей, что увеличивается в три раза в летний период. Кроме того, она имеет значительный ежегодный рост спроса на электроэнергию, который приближается к 7% в течение последнего десятилетия, как это ясно показано на рис.1. В результате, годовое потребление энергии в 2008 году превысил 3млрд-а кВт-час по сравнению со скромным результатом 280 ГВт-ч 1975 года.

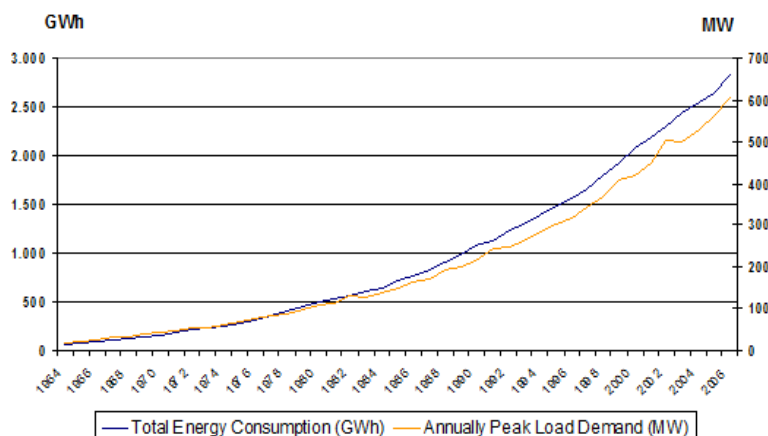


Рис.1 потребление и нагрузка спроса на энергию

Кроме того, сравнивая средние почасовые изменения спроса нагрузки круглый год, есть значительная диверсификация производства электроэнергии между месяцами и временами года, как это показано на рис. 2.

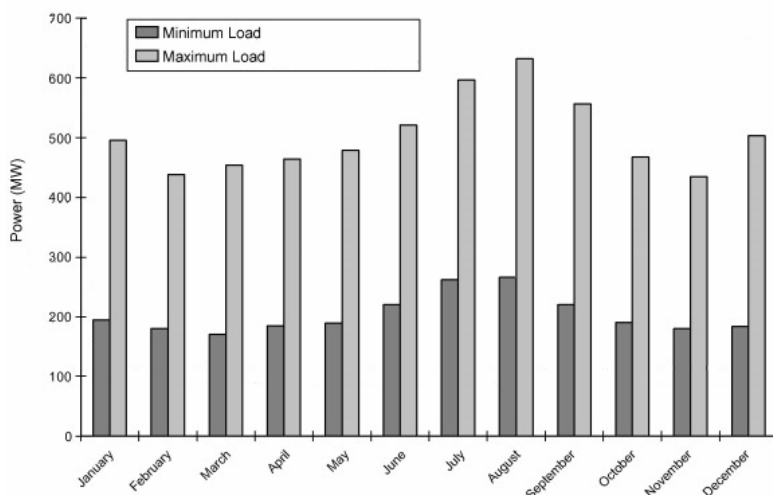


Рис. 2. Ежемесячное изменение минимального и максимального спроса нагрузки

Однако, даже в периоды низкого объема потребления, минимальный спрос нагрузки больше, чем существующая система технического минимума (около 120 МВт). Электроэнергетическая система острова основана главным образом на трех (3) мазутных тепловых энергоблоках, расположенных, как это показано на рис. 3. Номинальная мощность местных электростанций является 742 МВт в общем, хотя реальная мощность считается 721 МВт зимой и 674 МВт на летний режим работы, как это описано в следующей таблице 1.

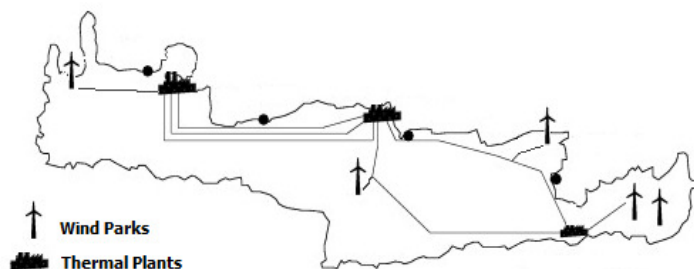



Рис. 3. места Электростанций и ветропарков

Годовая потребность пиковой нагрузки происходит в летний день, обычно в течение августа. Кроме того, в ночь нагрузки можно считать

примерно равным 25% от соответствующей ежедневной пиковой нагрузки. Точнее, рис. 4 изображает диапазон изменения 24-часового спроса нагрузки.

Таблица 1 Стандартная Установленная мощность



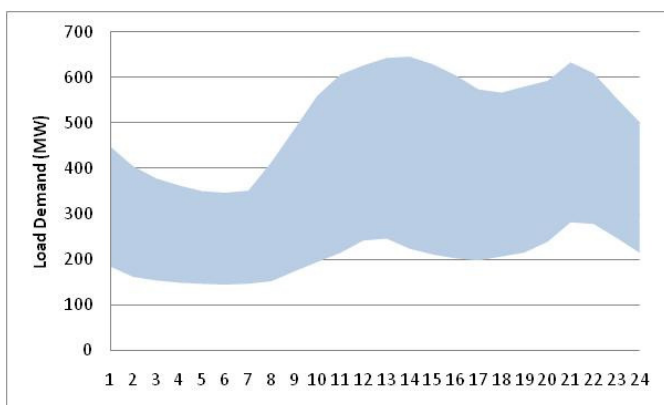


Рис. 4. Диапазон изменения 24-часовой нагрузки спроса Крита

Паровые и дизельные агрегаты в основном поставляют базисный спрос. Газовые турбины обычно поставляют ежедневно пиковую нагрузку или нагрузки, которые не могут быть поставлены в условиях перерывов в процессе работы. Эти устройства имеют высокую стоимость эксплуатации, что значительно увеличивает среднюю стоимость поставляемой электроэнергии. Кривая годовая продолжительности состоит из доли каждой единицы генерации, как она представлена в следующем рис.5.

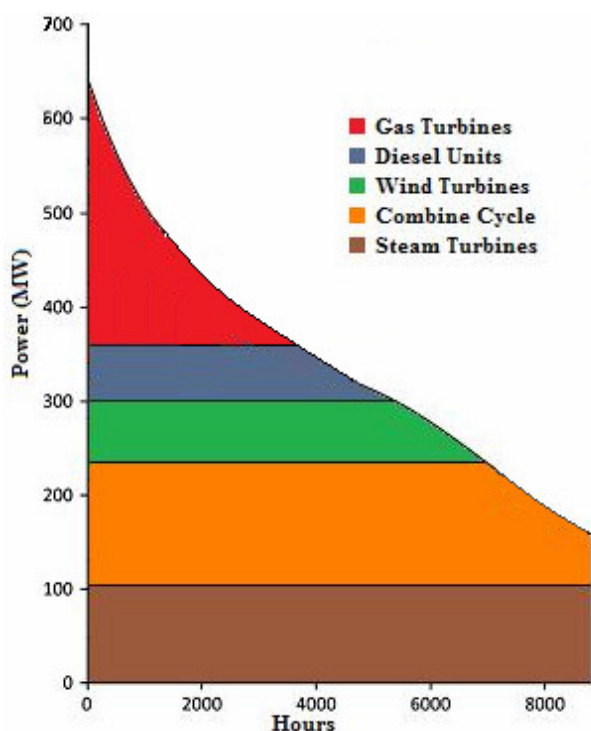


рис.5 . Кривая годовой продолжительности нагрузки Крита

4. Текущий статус ВИЭ в Крите

В настоящее время в соответствующих регионах острова установлены 30 ветропарков с номинальной мощностью 160.45MW. Эти ВП подключены к

сети через MV / HV подстанции 20kV/150kV. В следующих таблицах 2 и 3 изложены все ветропарки, которые уже установлены и планируется установить в ближайшем будущем, соответственно, на четыре префектуры Крита остров (Lasithi, Ираклион, Ретимно и Ханья).

Таблица 2 Установленные Ветропарки

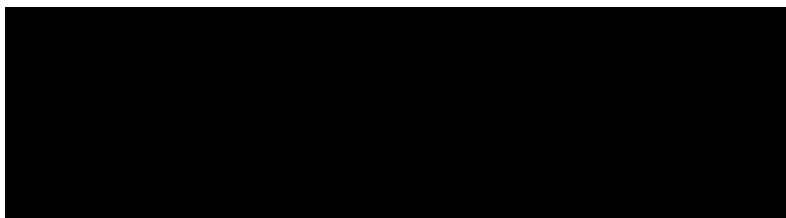
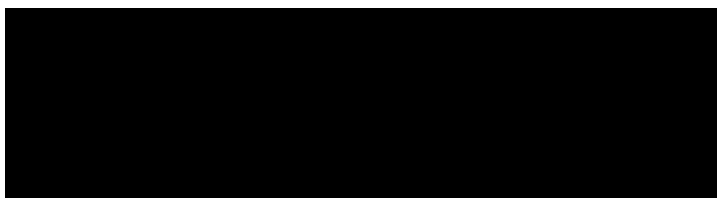


Таблица 3 Ветропарки которые будут установлены в ближайшем будущем



Упомянутые ранее ветровые парки будут расположены почти по всему Криту, как это изображено на рис. 6, что не было достигнуто в предыдущие годы, где большинство из них были расположены в восточной части острова.

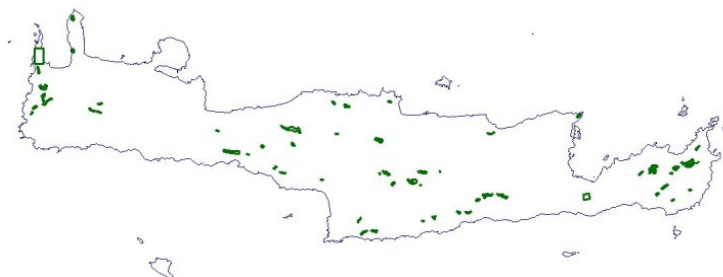


Рис.6. Географическое распределение Ветро-парков на острове Крит

Сбор и анализ всех соответствующих записанных данных нагрузки и соответствующее производство ветра 2008-го представили несколько интересных цифр. Во-первых, на рис.7 производства энергии ветра в виде доли от общей выработки электроэнергии в определенный день (29/07/08) в 2008 г. представлено. В тот день ежедневная энергия, поставляемая ветро парками составила самый высокий показатель года и была равна 2,641.2 МВтч. Доля ветровой энергии составляла 24%, что считается весьма значительно высокой долей. Кроме того, в этот определенный день

проницаемость ветра колебалась между 19% и 36% от общего источника питания.

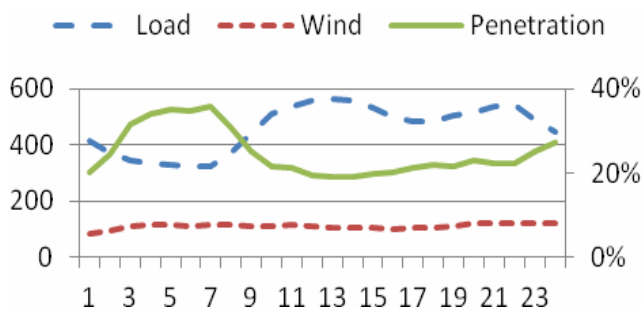


Рис. 7. Проницаемость энергии ветра в энергосистеме острова Крит

Кроме того, следующий день (25/10/08) с высокой долей энергии ветра в ежедневной базе изображен на рис.8, где доля производства энергии ветра составила 32,6%. Точнее, в тот день ежедневная энергия, поставляемая ветропарками составляла 2,359.1 МВтч, в то время как проникновение ветра колебалась между 29% и 38% от общего источника питания без каких-либо значительных трудностей операции. Следовательно, они рассматриваются как весьма значительным проникновением ВИЭ, особенно для независимой системы, таких как сетевые системы Крита.

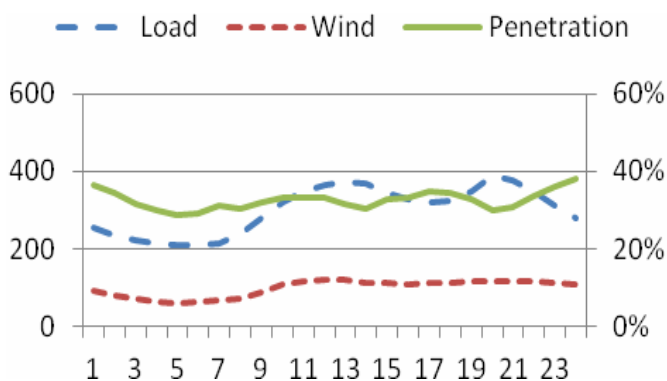


Рис. 8. Проникновение энергии ветра в энергосистеме острова Крит

В следующем рис. 9 представлены в среднем часовые значения в ежедневной базе энергии ветра и соответствующие проникновение ветра на 2008 год.

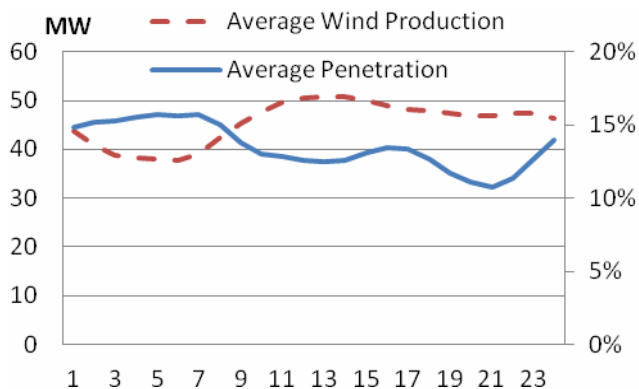


Рис. 9. Часовой средний показатель производства энергии ветра

Еще один интересный параметр энергосистемы Крита за 2008 год является то, что объединяя самый высокий показатель производства энергии ветра с низкими записанными требованиями нагрузки, возможное максимальное проникновение может появляться. Конечно, в этих случаях, системный оператор должен прекратить производство энергии ветра для обеспечения оценки проникновения, касающийся реальных условий, [Kaldellis, 2004]. Однако эта цифра может дать хорошие картины соответствующих верхних пределов текущего состояния.

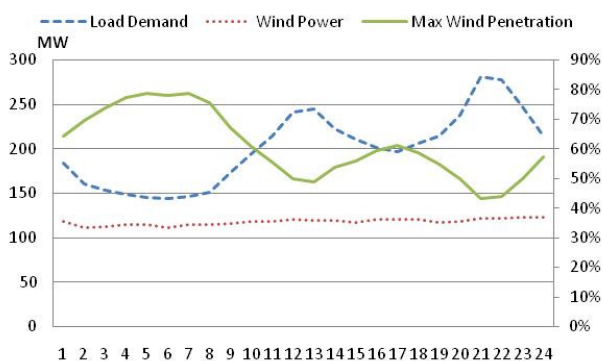


Рис. 10. Учет максимального проникновения ветра в 24-часовом профиле

Таким образом, в соответствии с предыдущим представлением текущего состояния ветропарков и их эксплуатации в 2008 году, Крит даже сейчас занимается со значительно распределенной генерацией и высоким проникновением ВИЭ. Это может быть хорошим базовым сценарием для еще более высокой доли ВИЭ с учетом будущих перспектив и потенциальных возможностей.

5. Перспективы на будущее

Годовое потребление энергии на Крите в 2008 году составил 3,01 млрд. кВт-ч. В предыдущие годы ежегодный прирост потребления электроэнергии был весьма значительным, варьируя от 4% до 6%. В этом исследовании, два случая годовой эволюции спроса на электроэнергию до 2020 года были рассмотрены, как они изображены на рис.11. Эти случаи по-разному комбинируют темпы прироста от 2% до 4%. Вторым и наиболее умеренным сценарием нагрузки увеличения спроса, учитывающей как незначительный рост населения, финансовый кризис, так и экономии энергии, которые могут быть достигнуты (по директиве ЕС 2006/32) на Крите до 2020 года.

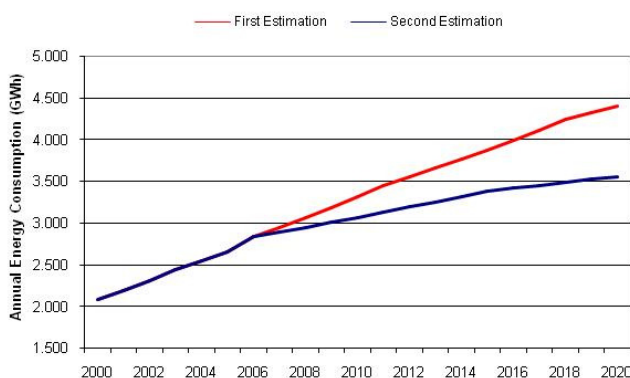


Рис. 11. Нагрузка оценки развития спроса

В дополнение к предыдущем упомянутым ветропаркам, которые уже установлены или планируется, в настоящее время есть еще два предложения для дополнительного 43,65 МВт по лицензии утверждения. Этот факт приведет в скором времени еще более высоким показателям энергии ветра равному 258МВт в ближайшем будущем (табл. 4). В этом исследовании два основных сценария были исследованы относительно мощностью ветра до 2020 года. Первый сценарий следует текущей тенденции, которые приведут до 258 МВт энергии ветра до 2012 года и оцениваются мощностью 320 МВт до 2020 года. Второй сценарий предполагает возможность установки системы хранения насоса [Kaldellis и соавт. 2007] на Крите, который позволит расширению энергии ветра до 900 МВт-ов до 2020 года.

Таблица 4 Предполагаемая мощность ветра до 2012 года

Кроме того, греческое законодательство (L.3468/2006), способствующая производству электроэнергии из ВИЭ, и особенно от фотогальванических электростанций вводит программу для общей установленной системы мощностью не менее 500 МВт в взаимосвязанную и не менее 200 МВт в автономных системах острове до конца 2020 год. В результате, был отмечен большой интерес для фотогальванических электростанций интеграции 88,82 МВт в энергосистеме Крита. В следующей таблице 5 доля каждой префектуры Крита представлена, в то время как на рис.12 изображен географическое разветвление соответствующих фотогальванических электростанций. Этот факт приведет в скором времени еще высокой генерации ВИЭ и более широкому распределению системы.

Кроме того, в этом исследовании две основные случая были исследованы относительно фотогальванических электростанций мощностей до 2020 года. Первый случай предполагает умеренных два шага расширения, 88.2МВт до 2012 года и 120МВт до 2020 года. Второй случай предполагает окончательную фотогальванических электростанций объема второго шага расширения до 200 МВт до 2020 года.

Таблица 5 Фотогальванические электростанции планируемые установить

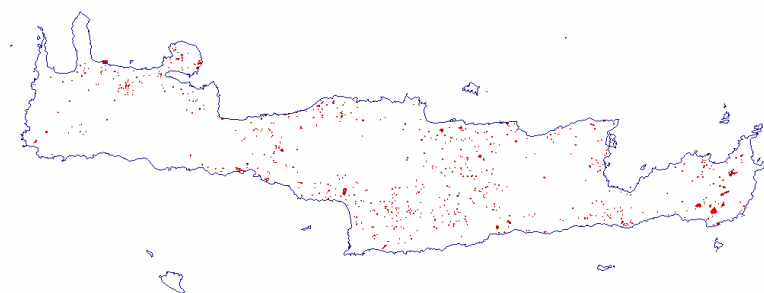
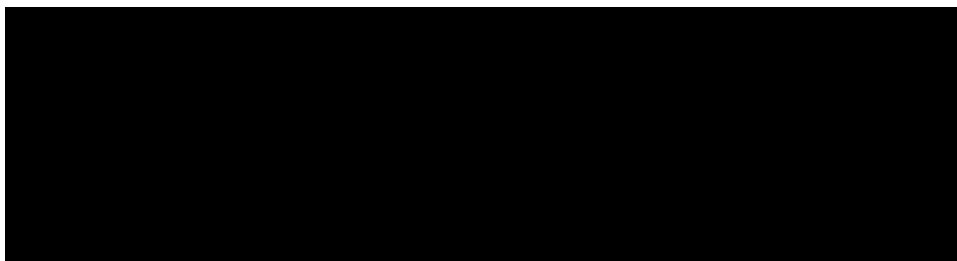


Рис. 12 Географическое распространение фотогальванических электростанций

В заключение, энергосистема Крита представляет все типичные характеристики независимой сети и была выбрана в качестве репрезентативной модели для долгосрочного планирования оценки энергии,

из-за значительно высокой доли возобновляемых источников энергии и их ожидаемых перспектив будущего.

5. Долгосрочное планирование энергии

В данной работе используется на основе сценариев энергетики и окружающей среды моделирования платформы под названием система планирования энергетических альтернатив на большом расстоянии [Кучи, 2002] для оценки воздействия различных сценариев в работе Критской энергосистемы. Поэтому, проектируя различные схемы, были исследованы несколько сценариев о будущем спросе на энергию и среды разработки. LEAP подчеркивает детальную оценку конкретных энергетических проблем в контексте интегрированного энергетического и экологического планирования для каждой "что если" сценарии или комбинаций сценариев. Построенная модель включает в себя полный спектр спроса на энергию, преобразования, передачи, распределения и конечного использования. Модель может имитировать как с существующие, также передовые технологии, которые могут быть использованы в будущем. Окончательная платформа включает не только технологии и экологических базы данных (TED), которая предоставляет обширную информацию о текущих технических характеристиках, стоимости и воздействия на окружающую среду энергетических технологий, но и позволяет пользователю делать прогнозы энергоснабжения и спроса над долгосрочными горизонтами планирования.

Четыре из программ энергетических сценарий решения основных компонентов комплексного анализа энергии, имеющие отношение к смягчению анализа: анализ спроса на энергию (спрос), преобразование энергии и оценки ресурсов (Трансформация), оценки выбросов (окружающая среда), а сравнение сценариев с точки зрения затраты и физические воздействия (оценка).

Для того, чтобы оценить влияние альтернативных подходов, которые связаны с высоким проникновением технологий возобновляемых источников энергии (ВТ (Ветрогенераторы) и ФГ (фотогальванические электростанции)) в независимой энергосистеме Крита два основных сценария были разработаны на период 2009-2020 годы.

1. В первом сценарии проникновения энергии ВИЭ технологий будет увеличиваться линейно от 12% от общего спроса на энергию в 2008 году до 20% в 2020 году. Учитывая, около 3% годового роста энергии, это

проникновение может быть достигнуто путем установки ВТ-ов установленных с мощностью 258МВт до 2012 года и мощностью 320 МВт до 2020 года, которая будет производить 16% от годовой энергии. Что касается фотогальванических электростанций, в данном сценарии предполагается мощностью 88,8 до 2012 года и мощностью 120 до 2012 года, которая будет производить 4% от годовой энергии.

2. Во втором сценарии, где гидроаккумулирующие (ГЭС) системы построены и используются, энергия проникновения ВИЭ технологий будет увеличен линейно от 12% от общего спроса на энергию в 2008 году до 50% в 2020 году. Использование ГЭС систем, генерация условных единиц будет часто ограничивать технический минимум, в то время, как проникновение ВИЭ может достигать 90%. Учитывая еще раз около 3% годового роста энергии, это проникновение может быть достигнуто путем реализации цели для установленной мощности в 2020 году до 900 МВт для ВТ-ов (которые будут производить 42% от годовой энергии), и до 200 МВт для фотогальванических электростанций (которые будут производит 8% от годовой энергии).

На рис. 13, изображен развитие установленной мощностью технологий производства электроэнергии для первого сценария. Паровые блоки, которые потребляют нефть тяжелой фракции планируются остановить до 2017 года, а два 250 МВт блока сжиженного природного газа (СПГ) добавляются соответственно в 2014 и 2017 годы [Karpov, 2006]. Более того, моделирование системы Критской системы показал, что установка дополнительных 50 МВт дизель-генераторов в 2011 году имеет решающее значение для надежной работы системы.

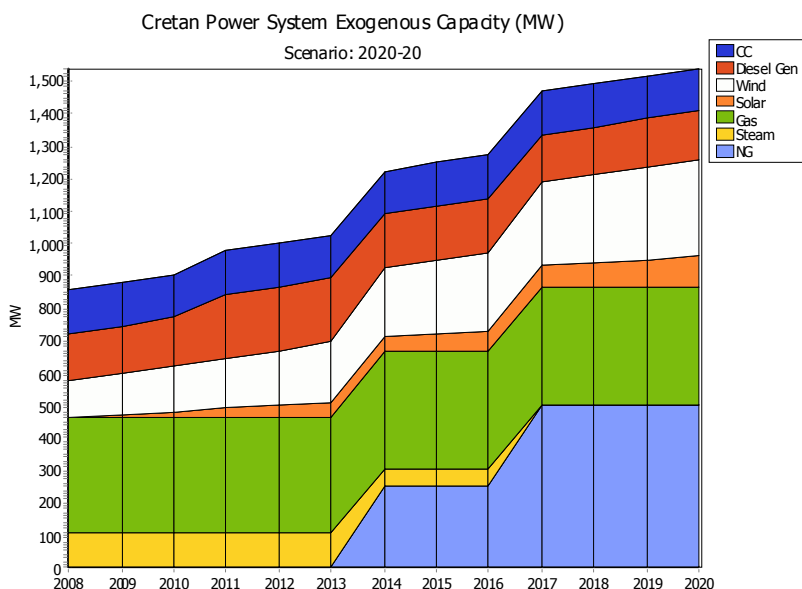


Рис. 13. Развитие установленной мощностью

Для каждого из рассматриваемых сценариев и за каждый год рассматриваемого периода, рассчитывается годовой объем производства энергии из каждого вида электричества генерирующей технологии, а также соответствующие ежегодные экв. выбросов CO₂. Более того, реализуется анализ чувствительности экв. выбросов CO₂ рассматривая различные темпы ежегодного роста энергии (2% и 4% соответственно).

5.1 Первые результаты сценария

Рис. 14 показывает ежегодный взнос энергии каждой из технологий производства электроэнергии, а рис. 15 показывает ежегодный объем экв. выбросов CO₂ в обычных генераторах. Хотя годовое потребление энергии увеличивается с темпом роста на 3%, высокое проникновение технологий ВИЭ в сочетании с установкой блоков природного газа после 2014 года, приводит почти к постоянным экв. выбросов CO₂. Новые блоки природного газа используются в качестве базовой нагрузки, в то время как проникновение пиковой нагрузки единиц газа немного сократилось.

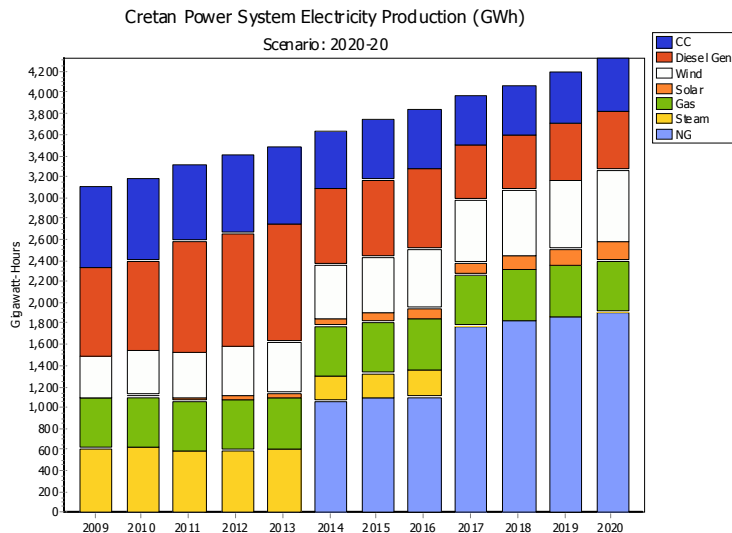


Рис. 14. Годовое производство электроэнергии

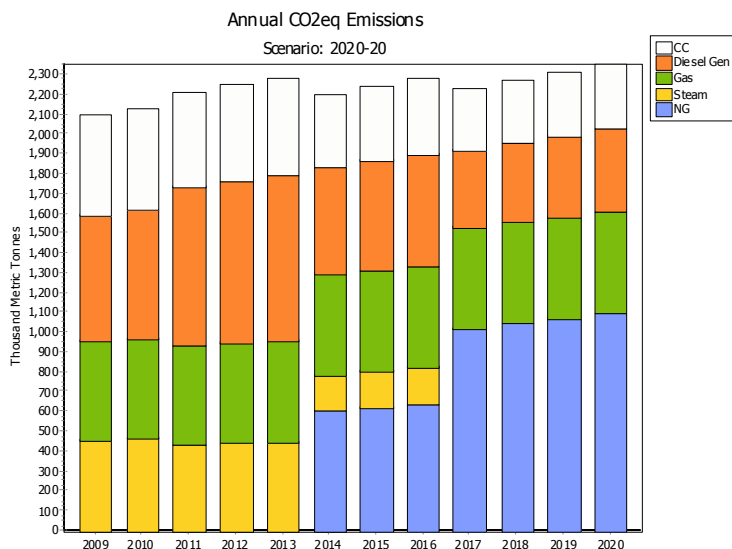


Рис. 15. Ежегодный экв. выбросов CO₂

5,2 Результаты Второй сценарий

Ежегодный взнос энергии из каждой технологии производства электроэнергии, а также ежегодный экв. выбросов CO₂ обычных генераторов для второго сценария, представлен соответственно на рис. 16 и рис. 17. Большое проникновение технологий ВИЭ, которая достигнет 50% в 2020 году, результаты особенно после установки блоков природного газа значительно снизят экв. выбросов CO₂. Производство энергии из комбинированного цикла и газовых блок, которые потребляют, дорогое дизельное топливо также снизились, в то время как установка блоков природного газа применяются для базовой нагрузки.

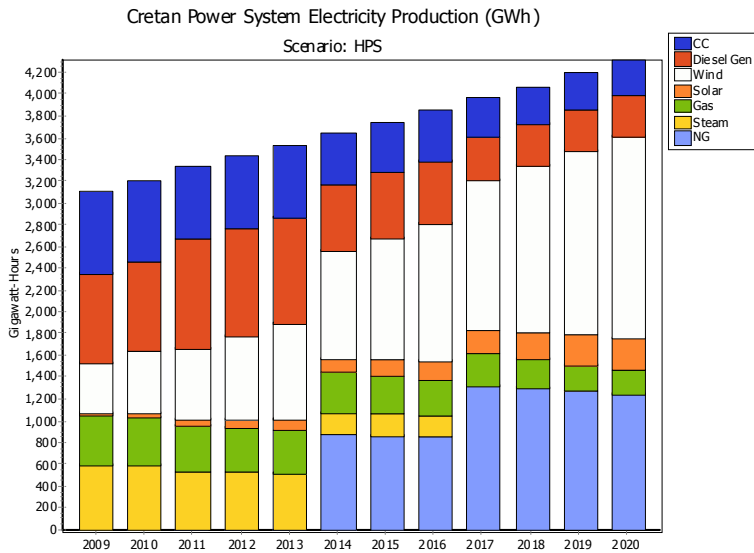


Рис. 16. Годовое производство электроэнергии

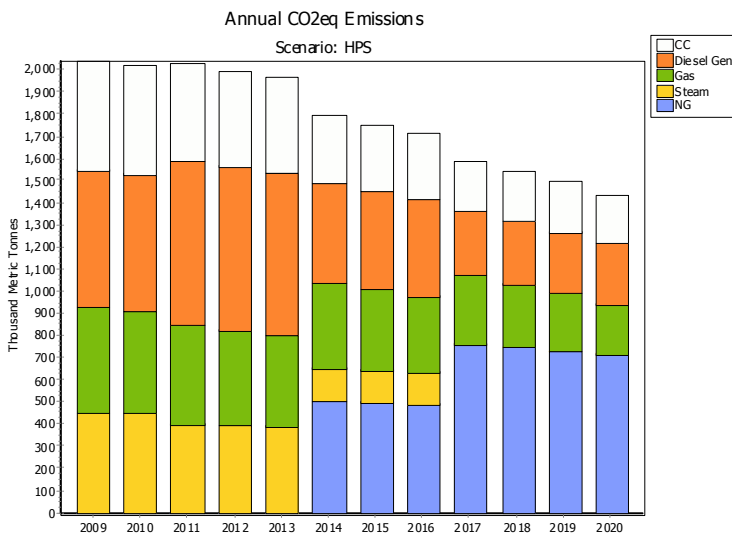


Рис. 17. Ежегодный экв. Выбросов CO2

5.3 Анализ чувствительности

Анализ чувствительности рассматривает эффект двух различных рейтингов ежегодного роста потребления энергии (2% и 4%) выбросов в экв. CO₂ за последний год рассматриваемого периода. Результаты представлены в таблице 5. Можно сделать вывод, что уменьшение ежегодного роста потребления энергии на 1% уменьшает окончательные выбросы в экв. CO₂ на 11% для обоих сценариев, в то время как увеличение ежегодного роста потребления энергии на 1% увеличивает окончательные выбросы в экв. CO₂ на 12% для обоих сценариев. Более того, сокращение выбросов в экв. CO₂ в

2020 году в сценарии ГЭС составляет почти на 40% по сравнению с первым сценарием.

Таблица 5. Эффект разных сценариев ежегодного роста потребления энергии по нормам выбросов в экв. CO₂ на 2020 год.

Annual Energy increment	Final CO₂ eq. Emissions (first scenario)	Final CO₂ eq. Emissions (second scenario)
3% (base case)	2355·10 ³ tn	1434·10 ³ tn
2%	2095·10 ³ tn	1275·10 ³ tn
4%	2644·10 ³ tn	1610·10 ³ tn

7. Заключение

В настоящем документе рассматривается эффект двух различных сценариев с высоким проникновением ВИЭ в производстве электроэнергии и общий объем выбросов в экв. CO₂ Критской энергосистемы. Рассматриваемый период охватывает двенадцать лет (с 2009 по 2020), а также анализ был реализован при помощи программного обеспечения LEAP. Первый сценарий предполагает 20% проникновения ВИЭ в 2020 году, в то время как во втором сценарии окончательное проникновение ВИЭ увеличивается до 50%, а это достигается с помощью установки гидро и гидроаккумулирующих систем.

Полученные результаты показали, что в первом рассматриваемом сценарии, в случае увеличения нагрузки спроса ежегодный прирост, улучшение возобновляемых источников энергии не может преодолеть предполагаемый ежегодный спрос на энергию, в результате чего выбросы в экв. CO₂ остаются почти постоянным за весь рассматриваемый период. С другой стороны, во втором рассматриваемом сценарии, высокое проникновение технологий возобновляемых источников энергии преодолевает увеличение годового спроса на энергию, так что окончательные выбросы в экв. CO₂ почти на 40% ниже, по сравнению с первым сценарием.

В этом исследовании, использования других технологий возобновляемых источников энергии и источников, за исключением

ветряных турбин и фотоэлектрических источников не рассматривается. Это было связано с их низкой потенциальной энергией (геотермальная энергия, биомасса и т.д.) в местности Крита и отсутствия интереса со стороны инвесторов. Поэтому это исследование было сфокусировано только на ветровых и фотоэлектрических энергетических установках, с или без развития параллельного строительства насосных систем хранения.

Кроме того, данное исследование не рассматривало возможность Критской энергетической системы во взаимосвязи с системой континентальной державы Греции. Осуществление такой взаимосвязи будет предлагать возможность для дальнейшей эксплуатации ветровой и солнечной энергии, преодолевая многие современные технические и эксплуатационные ограничения.

Анализ в данной работе рассматривает только технические аспекты в каждой из рассматриваемых сценариев. Методологические подходы и результаты работы можно рассматривать как базовый вариант. Следовательно, в будущей работе, сравнение двух альтернативных подходов, которые будут содержать сочетание экономических и технических критериев, следует уточнить, какие из рассматриваемых сценариев превосходит, по сравнению с другими.

В заключении, комплексные исследования для планирования устойчивой энергии, которая сочетает в себе усовершенствование технологий, контроль продвижения операции, дальнейшее эксплуатация ветровой и солнечной энергии в сотрудничестве с насосной системой хранения, параллельно с успешным энергосбережением, может привести к реалистичным сценарием высокой доли реализации ВИЭ.