

Сравнение крупных и небольших ТЭЦ/ЦТ



Г-н. Йенс Овергаард,
начальник отдела
энергетических
систем, Ramboll



Г-н. Пол Вудс,
технический
директор отдела
энергетического
обслуживания,
Parsons
Brinckerhoff Ltd.
UK



Г-н. Оливер
Райли, ведущий
инженер отдела
энергетического
обслуживания,
Parsons
Brinckerhoff Ltd.
UK

Важной частью научно-исследовательской программы Международного энергетического агентства (IEA) является рабочее соглашение "Централизованное теплоснабжение и охлаждение с применением метода комбинированного производства тепла и электроэнергии".

Это рабочее соглашение действует уже более 25 лет, и много проектов было осуществлено в рамках этой программы; работы по последнему приложению к которой были завершены в этом году. Проекты последнего приложения -- "Приложения VII" -- были представлены на заключительном европейском семинаре на Конгрессе Euroheat & Power по проблемам централизованного теплоснабжения и комбинированного производства электроэнергии и тепла, состоявшемся в июне 2005 года в Берлине.

Среди проектов была представлена научная работа под названием "Сравнение изолированных систем ЦТ на базе комбинированного производства тепловой и электрической энергии РТЭЦ/ЦТ с крупными ТЭЦ/ЦТ". Исследование проводилось английской

компанией Parsons Brinckerhoff Ltd совместно с компаниями Ramboll (Дания), W-E (Нидерланды), VTT (Финляндия) и Университетом Суссекса (Великобритания) при поддержке компании Canmet (Канада).

В задачи исследования входил анализ двух сценариев использования ТЭЦ в централизованном теплоснабжении (ЦТ). Первый сценарий касался крупных систем ТЭЦ/ЦТ -- на примере существующих в странах Скандинавии, Восточной Европы и в Южной Кореи. Второй сценарий основывался на изолированных системах ТЭЦ/ЦТ небольшой мощности -- по материалам существующих в Нидерландах, Великобритании и в Дании (в небольших населенных пунктах Дании, где более известны крупные ТЭЦ/ЦТ). Модели анализировались с точки зрения экономической выгоды, степени воздействия на окружающую среду и по другим ключевым показателям.

Типовой город

Для того, чтобы обследовать весь спектр применения схемы комбинированного производства тепла и электроэнергии от индивидуальных установок в отдельных домах до крупных ТЭЦ/ЦТ в масштабах целого города, в исследовании проводился сравнительный анализ систем ТЭЦ/ЦТ четырех типов. Каждая из четырех систем должна была обеспечить типовой город теплом и электричеством.

Нужно было смоделировать город, который представлял бы собой типичный европейский город. Численность

населения вывели, сравнив данные по 500 крупнейшим городам Европы. Сам город был смоделирован по данным о трех городах Великобритании с населением от 250 000 до 500 000 человек.

Имелись данные о площади в кв. километрах, типах и площади зданий для каждого почтового округа каждого из английских городов, что позволило рассчитать потребность в тепловой и электрической энергии. Эти данные также позволили определить, какова потребность в энергии в каждом районе, поскольку в центре города плотность населения выше.

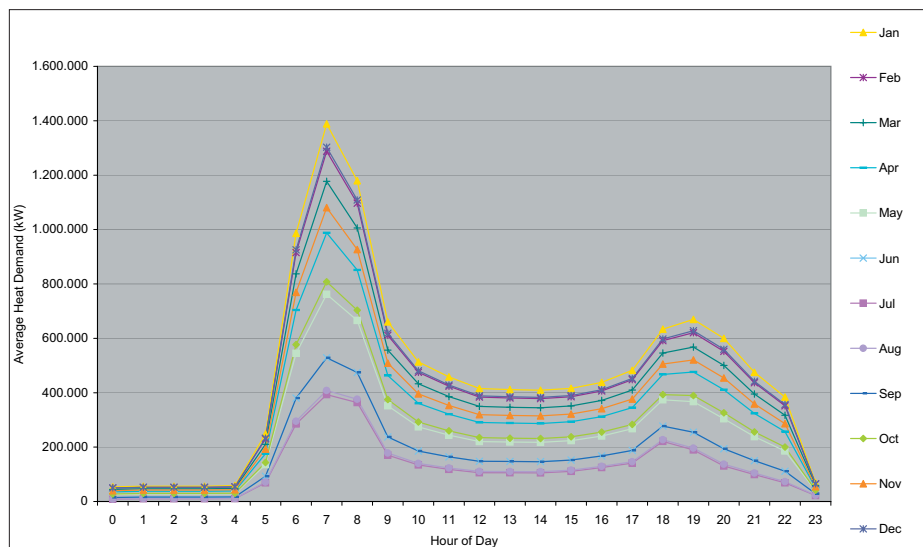
Были учтены различия тепловых нагрузок в течение года и в течении суток, и в модель были включены профили нагрузок по теплу и электроэнергии. Было решено, что город имеет доступ к сети газоснабжения и к национальной электросети. На рис. 1 представлен гипотетический профиль тепловых нагрузок всего города.

Четыре модели

Спектр возможностей снабжения типового города тепловой и электрической энергией был смоделирован для четырех различных моделей по двум различным сценариям.

Для каждой из четырех моделей была выбрана своя технология использования комбинированного производства тепловой и электрической энергии со своей схемой системы ЦТ или ее отсутствия в одной модели. Были разработаны следующие модели:

Рис. 1. Профиль комбинированных недиверсифицированных тепловых нагрузок (месяц/день) для всего города



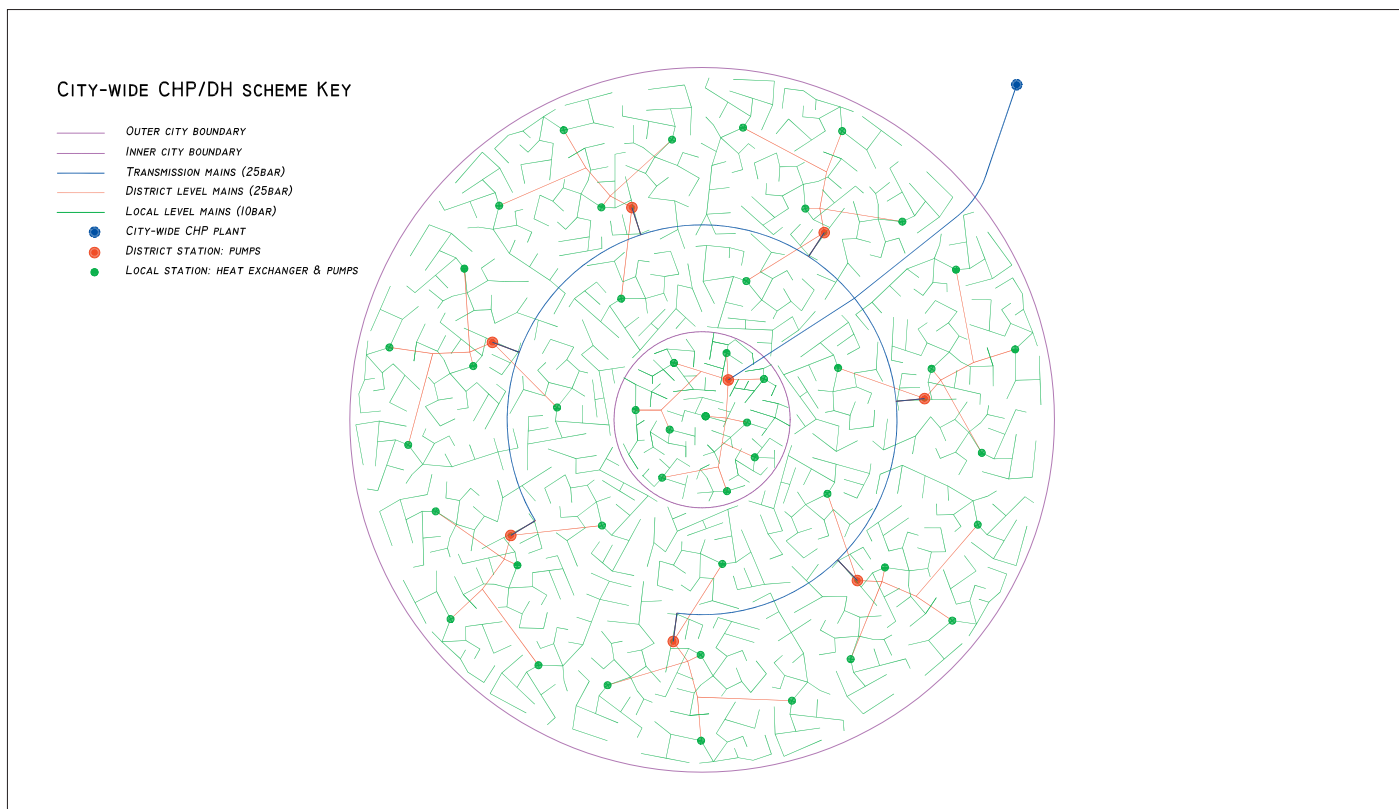


Рис. 2. Схема сети ЦТ для всего города

Модель А – город в целом
 Модель В – район
 Модель С – локальная сеть (от районной сети до здания)
 Модель D – здание

Во всех четырех моделях в качестве топлива предполагался природный газ.

“Модель А – город в целом” -- схема с одной крупной газотурбинной установкой (CCGT) замкнутого цикла, расположенной на внешней границе города. Мощность установки была определена примерно в 500 МВт. Система ЦТ, поставляющая тепло на весь город, включала сети теплопередачи и районные распределительные сети. Распределительные сети должны были, в свою очередь, снабжать тепло отдельные группы зданий через локальные сети.

“Модель В -- район” -- схема с ограниченным количеством газотурбинных установок замкнутого цикла -- по одной установке на каждый район. Мощность -- от 30 МВт до 100 МВт. Сети теплопередачи ЦТ здесь не было, тепло поступало от каждой установки по изолированным распределительным сетям к локальным сетям района.

“Модель С – местная сеть” представляла собой схему, основанную на использовании большого количества установок с газовыми двигателями искрового зажигания, каждая из которых должна была поставлять тепло

в локальные сети. Предполагалась мощность - от 1 МВт до 30 МВт.

“Модель D – здание” -- схема, где каждое здание или небольшой комплекс зданий имеют свой узел тепло-электроснабжения, а именно микротурбину или газовый двигатель искрового зажигания. В этой схеме не предполагалось сети ЦТ. Предполагаемая мощность установок от 750 Вт до 1 МВт.

В качестве эталонной или альтернативной модели была принята модель с индивидуальными котлами на газе. Для этой модели предполагалось, что электроэнергия в город поставляется с крупной газотурбинной установки и подается по национальной электросети.

Схема сети ЦТ

Для того, чтобы делать выводы, нужно было разработать схему сети ЦТ, в том числе и потому, что сеть ЦТ требует существенных капиталовложений. Параметры, которые должна была учитывать проектная группа, свидетельствуют о том, как важен выбор схемы сети в реальных проектах, где эта схема может обусловить успех или неудачу всего проекта.

Тепловые сети были смоделированы в трех уровнях: сеть теплопередачи, распределительные сети и локальные сети. Схематический план городской системы теплоснабжения представлен на рис.2, но следует отметить, что эта диаграмма иллюстрирует только главные

принципы и не отражает полностью всего, что было смоделировано. Соответствующая компоновка районных и локальных систем будет такой же без распределительной сети или распределительных и локальных сетей соответственно.

Был сделан ряд допущений касательно установок, включенных в общие затраты на каждую из систем. Также учитывались факторы, влияющие на затраты по прокладке тепловых сетей в данном районе, принимались во внимание проектная разность рабочих температур и давлений, сложность существующих служб и управления трафиком, длина сетей, необходимых для подачи нужного количества тепла, а также меры, необходимые для обеспечения максимальных нагрузок. Для соответствия качества труб и других параметров стандартам EN 253 предполагалась установка в сетях предварительно изолированных труб.

Сравнение моделей

Сравнение четырех схем производилось на основе оценки дисконтированных потоков на весь цикл жизни каждой модели. В оценку затрат на весь жизненный цикл входили общие капитальные затраты на строительство установок комбинированного производства, систем ЦТ и подачи тепла потребителям. Также сюда были включены эксплуатационные расходы.

Были рассмотрены разные сценарии в процессе семилетнего периода

развития, во время которого установки ТЭЦ, сети ЦТ и ответвления тепловых сетей наберут мощность от 0 до 100%. Для “Модели D – здание” было предусмотрено линейное развитие и по капитальным затратам, и по тепловой нагрузке. Для трех других

моделей предполагалось, что они будут строиться различными темпами в зависимости от сложности каждой системы по сравнению с моделью D.

На рис. 3 и рис. 4 показаны динамика капитальных затрат и обеспечение

спроса для каждой из четырех моделей. Из диаграмм видно, что модель D обеспечивает самый высокий уровень тепловой нагрузки уже на раннем этапе 7-летнего периода, и, в то же время, уровень капитальных расходов здесь ниже, чем в трех остальных моделях.

Рис. 3. Рост капитальных затрат

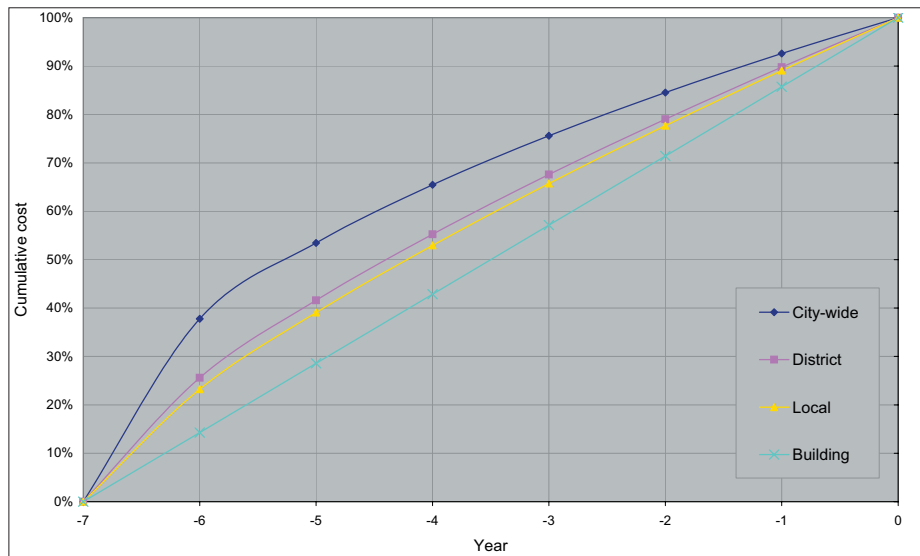


Рис. 4. Рост присоединенной нагрузки

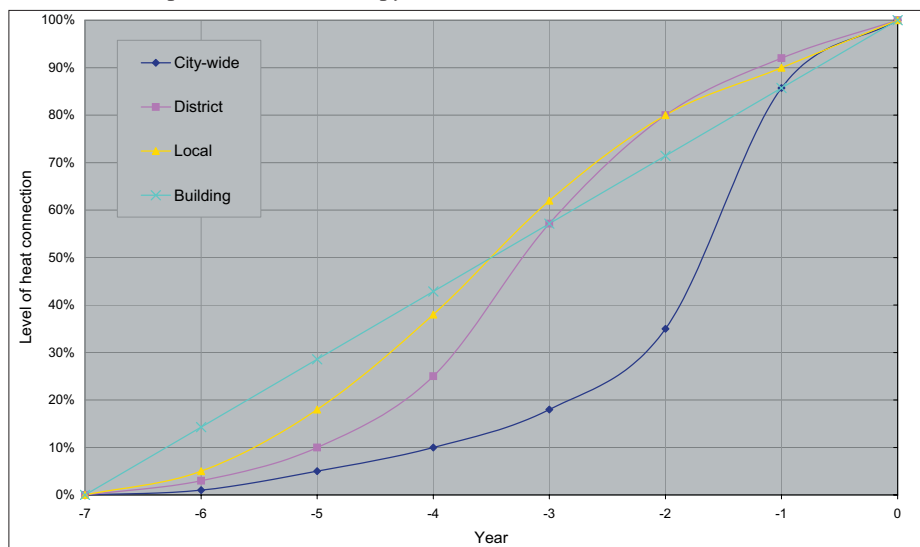
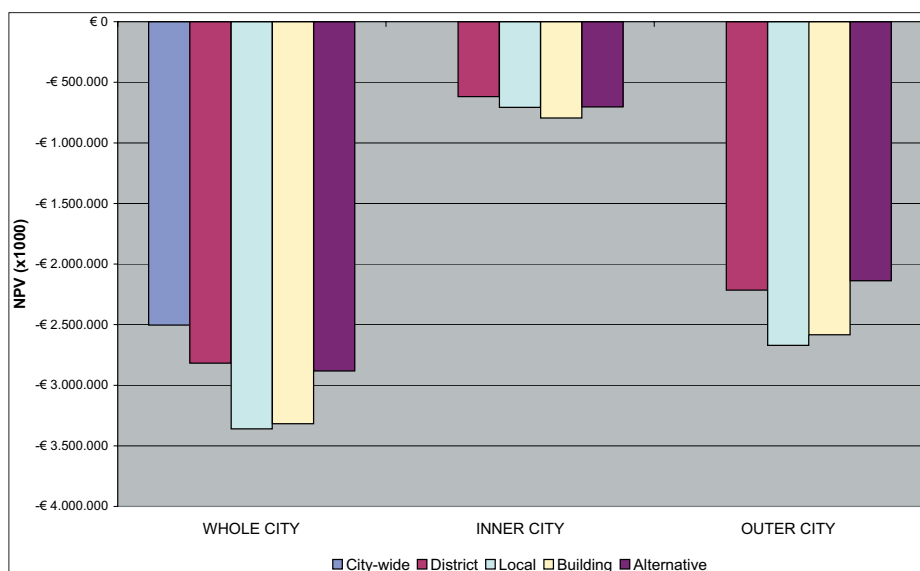


Рис. 5. Чистая приведенная стоимость для четырех моделей и альтернативы



Были проведены сравнения по двум направлениям. Во-первых, сравнение экономических параметров, где были подсчитаны стоимость на весь срок службы поставок тепла и электричества городу. Во-вторых, было проведено сравнение экологических параметров, и на основании энергетического баланса был подсчитан выброс CO₂ для всех четырех моделей.

Помимо сравнения воздействия на окружающую среду в отчете обсуждается возможность использования источников тепла на возобновляемом топливе. Предполагается, что использование биомассы или бытовых отходов в производстве тепловой и электрической энергии комбинированным способом будет целесообразно только в крупных системах, представленных в этом исследовании моделями А и В.

Проектная группа сделала ряд оценок и допусков, и хотя они были сочтены типичными для западноевропейских стран, анализ чувствительности был проведен по четырем ключевым аспектам, а именно:

- Плотность тепловых нагрузок
- Затраты на импорт газа и электроэнергии
- Капитальные затраты с учетом коэффициента дисконтирования
- Затраты на сети ЦТ

Проектная группа понимает, что местные условия могут оказывать существенное влияние на все параметры. Поэтому в отчете рекомендуется при проведении аналогичных исследований в каждой конкретной стране учитывать местные расценки и особенности подачи энергии. С другой стороны, проектная группа убеждена, что результаты в целом универсальны, и сделанные выводы имеют повсеместное значение.

Результаты

Результаты экономических расчетов потребности города в энергии обобщены с учетом чистой приведенной стоимости (ЧПС). ЧПС для каждой из четырех моделей и альтернатива без использования ТЭЦ приведены на рис. 5 как отрицательная величина, поскольку это -- затраты. В расчетах ЧПС была заложена ставка дисконтирования 3,5%, срок службы всей системы определен в 32 года, не учитывалась финансовая прибыль от сокращения выбросов CO₂, и цены на электроэнергию предполагались постоянными.

Сравнение показывает, что “Модель А – город в целом” -- единственный

экономически жизнеспособный сценарий использования комбинированного производства тепловой и электрической энергии. Это объясняется тем, что система на уровне всего города наиболее эффективна, капитальные затраты на газотурбинную установку замкнутого типа (ПГУ) относительно низки, что компенсирует более высокие затраты на строительство системы ЦТ для всего города.

В отчете просчитаны возможные изменения цен на газ в зависимости от объема поставок, а также было проведено ранжирование всех четырех моделей без учета изменения цен на газ. Результаты приведены в отчете, но они не повлияли на распределение мест между моделями и общие выводы.

Выводы

Перед началом исследования проектная группа провела организационную встречу в Хельсинки. В проекте документа, подготовленного к этой встрече, были представлены четыре различных теоретических вывода с тем, чтобы продемонстрировать возможные результаты.

Одно из заключений начиналось со следующего заявления: «Новые технологии мини- и микро ТЭЦ предоставляют существенные преимущества этого подхода перед

другими подходами к решению проблем ТЭЦ/ЦТ. Стоимость даже небольшой сети ЦТ так высока, что не может быть компенсирована повышением эффективности или более низкой стоимостью более крупных систем ТЭЦ».

Другое заключение, предлагало следующее: «Исследование показало, что несмотря на потенциал, имеющийся у новых технологий, наиболее рентабельный способ обеспечения города энергией -- это строительство крупных систем централизованного теплоснабжения, где тепло поступает от крупной ТЭС. Более высокая рентабельность и более низкий уровень капитальных затрат на крупные ТЭС, работающих на ископаемом топливе, компенсируют затраты на строительство крупной сети централизованного теплоснабжения.»

Последний вывод во многом совпадает с рекомендациями, данными в отчете о проведенных исследованиях, где предпочтение отдается крупным системам. Однако действовать следует с осторожностью, поскольку такие системы требуют более тщательного регулирования.

В самом отчете представлены комментарии по результатам для всех четырех моделей, сделаны выводы по

преимуществам и недостаткам каждой модели с точки зрения экономичности и степени воздействия на окружающую среду. В отчете также приведены замечания по каждой модели, например: использование альтернативных источников энергии, гибкость и т.д. На основании исследования и анализа двух основных сценариев, представленных на четырех моделях, сделан вывод: с точки зрения экономики и экологии крупные системы ТЭЦ/ЦТ предпочтительнее изолированных систем ТЭЦ/ЦТ.

За дальнейшей информацией просьба обращаться:

Rambøll

*Att.: Mr. Jens Overgaard
Teknikerbyen 31
DK-2830 Virum
Тел. +45 4598 6000
Факс +45 4598 6700
jo@ramboll.dk*

*Parsons Brinckerhoff Ltd. UK
Att.: Mr. Paul Woods or
Mr. Oliver Riley
Parnell House
25 Wilton Road
London SW 1 V 1LW
United Kingdom
Тел.: 0117 9339300
Факс: 0117 9339253*