

Реконструкция систем центрального теплоснабжения в России состоится ли она?



Reconstruction of Russia's District Heating System: Will it happen?

Веса-Пекка Ваинikka, Кари Куисма

В Финляндии температура воздуха может опускаться до -40°C зимой и подниматься выше $+35^{\circ}\text{C}$ летом. Естественно, что суровый климат, в сочетании с отсутствием собственной нефти, газа и угля, научили финнов разрабатывать технические решения в области энергоэффективных источников энергии. В частности, Финляндия уже несколько десятилетий занимает лидирующую позицию в области создания современных, энергоэффективных решений систем центрального отопления и кондиционирования (ЦОИК), интегрированных с производством теплоэлектроэнергии на районных ТЭЦ. В Хельсинки, например, свыше 90% тепла обеспечивается за счет когенерации. Начиная с 1950-х годов, Рёугу играет ключевую роль в разработке передовых решений для ЦОИК и ТЭЦ, и эти решения впоследствии успешно внедряются во многих других странах.

Большинство энергоэффективных решений возможны только за счет оптимизации теплогенерации и теплоснабжения

Vesa-Pekka Vainikka, Kari Kuisma

Finland is a country where ambient temperatures can drop down to as low as -40 C in winter whereas summer temperatures can peak at over $+35\text{ C}$. These conditions, combined with the nonexistence of domestic oil, gas and coal resources, have given the Finns a natural opportunity to develop sustainable energy solutions. In particular, Finland has been a front-runner for decades in the development of modern, energy efficient district heating and cooling (DHC) solutions, integrated with combined heat and power (CHP) production. For example, in Helsinki, over 90% of district heat is produced by CHP. Since the 1950's Pöyry has been playing a vital role in developing these advanced CHP & DHC solutions, which have been later adapted in numerous other countries.

In most energy efficient solutions, including the one of Helsinki, the entire heat production and supply chain has been optimised.

Finland is the leading country in the world in terms of combined heat and power (CHP) generation. Almost

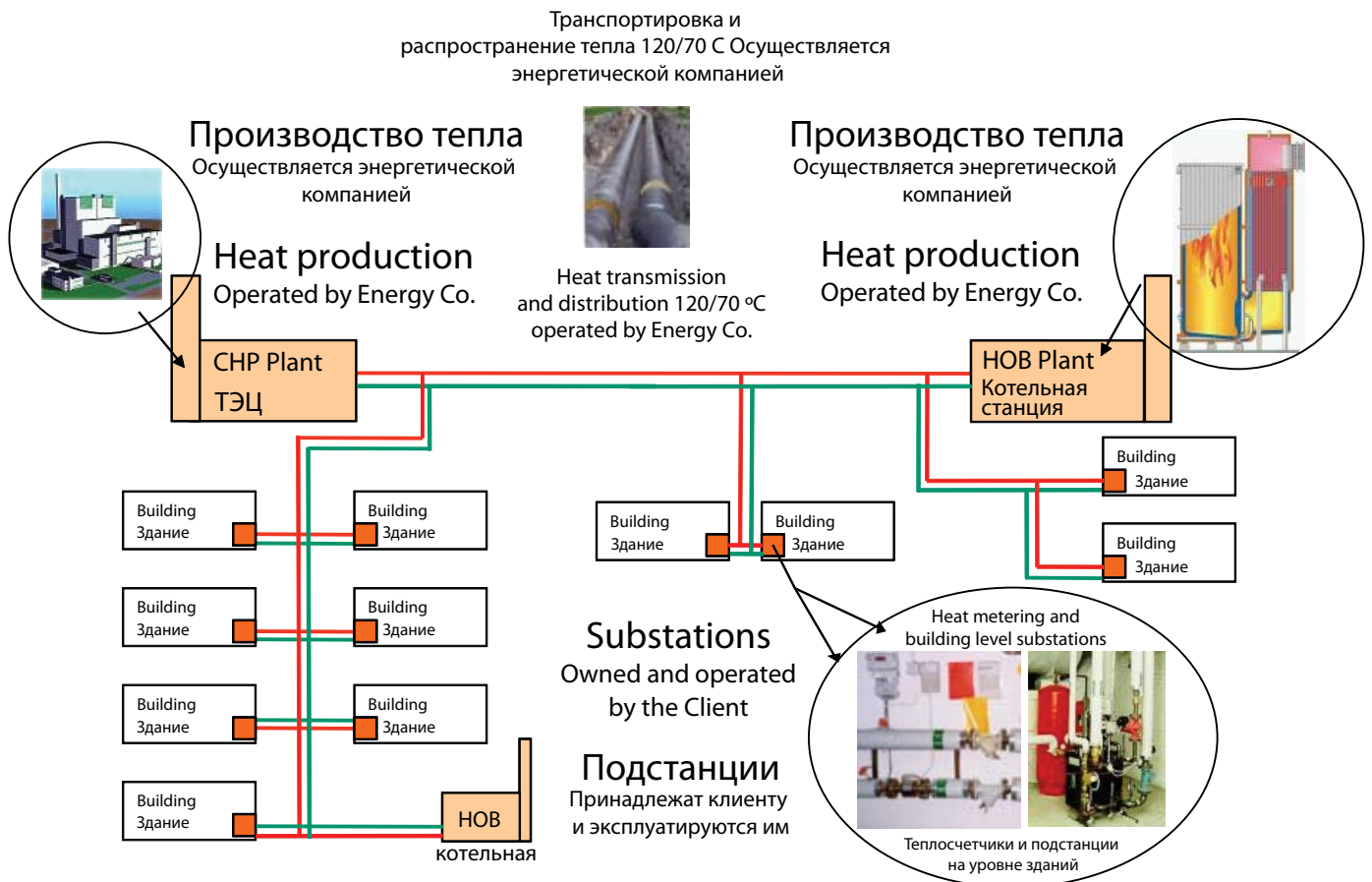


Иллюстрация 1: Структура собственности и основная концепция современного теплоснабжения в Финляндии
Figure 1: Ownership and basic concept of a Modern DH supply chain (Finnish DH system)

Финляндия – мировой лидер в комбинированной выработке тепловой и электрической энергии (ТЭЦ). Почти 80 процентов централизованного теплоснабжения идет с ТЭЦ. Таким образом, треть электрической энергии вырабатывается на ТЭЦ. Ни одна страна в мире, кроме Финляндии, не имеет настолько значительной доли рынка в производстве электроэнергии путем когенерации. На территории ЕС, комбинированное производство электрической и тепловой энергии составляет лишь 10 процентов от общей выработки электроэнергии.

Компания Pöyry – лидер в разработке и управлении проектами комбинированной выработки тепла и электроэнергии для промышленных предприятий и жилого сектора в Финляндии и в Европе в целом. Только за последние 10 лет, специалисты Pöyry спроектировали свыше 8000 МВт мощностей ТЭЦ. Таким образом, Pöyry уже несколько лет занимает первое место в области проектирования и строительства станций комбинированной выработки теплоэлектроэнергии (в списке 200 международных компаний-проектировщиков, публикуемом ежегодно в июле организацией Engineering World Record).

80 per cent of country's district heat production is based on CHP generation. Correspondingly, one-third of electricity is obtained in CHP generation. No other country has such a great market share of CHP electricity. In the EU, combined heat and power generation amounts to only just over ten per cent of the total electricity production.

Pöyry is a leading designer and project manager of Combined Heat and Power plants for industries and communities in Finland and in Europe. Pöyry has designed over 8000 MW Combined Heat and Power capacity during the past 10 years only and this is why Pöyry has been ranked for several years in a row as the number one company in the field of engineering Combined Heat and Power Plants (Top 200 International Design Firms list, published annually in July by Engineering World Record).

“Our expertise covers particularly combined heat and power (CHP) plants for industrial and communities, be it based on gas-fired combined cycle power plants, solid fuel and especially biofuel-based power plants, diesel power, you name it,” says Vesa-Pekka Vainikka, Senior Vice President of Pöyry for District Heating and Cooling.

“В сферу нашей компетенции, в частности, входит проектирование промышленных и городских ТЭЦ, в том числе парогазовых станций, станций, работающих на твердом топливе и, особенно, на биотопливе, а также станций на дизельном топливе, равно как и многих других типов станций”, говорит Веса-Пекка Ваиникка, старший вице-президент Pöyry по вопросам центрального отопления и кондиционирования.

“Сочетая наш опыт в области ТЭЦ с ноу-хау в области ЦОИК, мы можем внедрять лучшие энергоэффективные решения, включающие все аспекты системы теплоснабжения, от производства тепла до его распределения и доставки конечному потребителю”, продолжает господин Ваиникка. Типовая концепция современной сети теплоснабжения представлена на иллюстрации 1.

“В России существует огромный потенциал для энергоэффективной оптимизации всей сети центрального теплоснабжения, говорит господин Ваиникка. – Полностью реализовать этот потенциал технически вполне возможно, но для этого потребуются значительные вложения, особенно, связанные с подстанциями на стороне потребителя” – продолжил господин Ваиникка.

Опыт компании Pöyry в проектах реконструкции сетей центрального теплоснабжения

Господин Вели-Матти Кивистё (на иллюстрации 2), менеджер проектов и старший советник по вопросам ЦОИК компании Pöyry, имеет более 25 лет опыта работы в области ЦОИК и курирует проекты ЦОИК компании во всем мире. Он подчеркивает, что современные системы ЦО должны строиться и эксплуатироваться в рамках серьезных экономических критериев, с использованием стандартизированных, проверенных временем технических решений высокого качества.

“Соответственно, анализ экономической целесообразности очень важен. Системы ЦО должны быть конкурентоспособны по отношению к альтернативным методам теплоснабжения, принимая во внимание, что ключевой аспект при проектировании и эксплуатации – это обеспечение теплом потребителя в любых условиях и обеспечение его удовлетворенности в качестве теплоснабжения” – подчеркнул господин Кивистё.

В продолжение, господин Ваиникка упомянул, что компания Pöyry участвовала в проектах ЦОИК по улучшению и развитию систем энергоснабжения не только в нескольких финских городах, но также в Украине, России, Беларуси, Казахстане, Монголии, Боснии и Герцеговине, Сербии, Эстонии,

“Combining the CHP expertise with the DHC know-how we are able to implement the most energy efficient energy solutions considering the entire district heat supply chain from heat production to distribution and supply to the end consumers, Mr Vainikka continues. The typical concept of a modern district heat supply chain is presented in Figure 1.

“In Russia there is huge energy efficiency potential related to optimisation of the entire district heat supply chain, claims Mr Vainikka. Taking full advantage of this potential is technically quite possible, but would require substantial investments, especially for consumer substations”, Mr Vainikka continues.

Pöyry's experiences from District heat reconstruction projects

Mr. Veli-Matti Kivistö (pictured in Figure 2), Project Manager and Senior Adviser in District Heating and Cooling (DHC) at Pöyry, has more than 25 years of experience in DHC, covering Pöyry's major DHC projects all over the world. He emphasises that modern DH systems must be constructed and operated based on sound economic criteria, using standardised, technically proven, and high-quality solutions.

“Accordingly, investments shall be made based on an analysis of economic viability. The DH systems must be



Иллюстрация 2: Вели-Матти Кивистё (второй слева) контролирует прокладку сетей ЦО и подчеркивает важность соответствующего надзора на участке работ.

Figure 2: Veli-Matti Kivistö (second from the left) in action, supervising DH network installations and pointing out the importance of proper site supervision.

Литве, Латвии, Венгрии, Италии, Польше, Швеции, Великобритании, Южной Корее и Китае.

Например, в Сеуле, в Южной Корее, Pöyry уже много лет сотрудничает с компанией Korea District Heating Corporation (KDHC). KDHC – собственник и оператор крупнейшей современной системы центрального теплоснабжения и кондиционирования, которая была спроектирована и построена на основе Западного энергоэффективного проектирования. Одна из крупнейших ТЭЦ в системе ЦОИК Сеула, станция Bundang, показана на иллюстрации 3.

“Проекты реконструкции систем ЦО, осуществленные при нашем участии, включали такие задачи как подготовка планов развития энергосистем, содействие в организации тендеров и закупок, разработка инвестиционных планов и финансовых оценок, управление проектами, технический надзор в процессе строительства, модернизация муниципальных теплосетей, внедрение технологий экономии электроэнергии и энергоаудиты, исследования сетей ЦО, газоснабжения и распределения, паропроводов и оценка воздействия на окружающую среду” – рассказывает господин Ваиникка.

В продолжение, господин Ваиникка отметил, что большинство проектов реконструкции ЦО осуществляется за счет финансирования различными международными организациями и финансовыми институтами (ЕС, МБРР, МФК, ЕБРР и правительственными агентствами).

Общее видение компании Pöyry в отношении реконструкции ЦО

Наши критерии и подходы к анализу и рекомендациям для разработки наименее затратного инвестиционного плана основаны на фундаментальных принципах, описанных в этом разделе.

Модернизация крупной системы ЦО – долгосрочный процесс, требующий серьезных капиталовложений и технических ноу-хау. Зачастую технические, финансовые и институциональные аспекты создают ограничения при выборе мероприятий, связанных с реконструкцией. Используя свой опыт работы в России и других странах с переходной экономикой, компания Pöyry разработала методологию, с уже доказанными результатами достижения наименьших инвестиционных затрат, как для решения краткосрочных задач так и, в особенности, для долгосрочных программ с оптимизацией затрат на всем жизненном цикле проекта (т.е. программы с наименьшими годовыми затратами по CAPEX и OPEX).

competitive compared with alternative heating methods, bearing in mind that the key issues to consider in design and operation are to provide heat to customers in all conditions and to maintain customer satisfaction,” Mr. Veli-Matti Kivistö emphasizes.



Иллюстрация 3: Bundang, одна из крупнейших ТЭЦ в системе ЦОИК Сеула

Figure 3: Bundang, one of the major CHP plants in the Seoul DHC system

Mr Vainikka continues that Pöyry has participated in DHC projects for the improvement and development of energy supply systems, not only in several Finnish cities but also in Ukraine, Russia, Belarus, Kazakhstan, Mongolia, Bosnia and Herzegovina, Serbia, Estonia, Lithuania, Latvia, Hungary, Italy, Poland, Sweden, the UK, South Korea, and China.

For example, in Seoul, South Korea Pöyry has a long history of cooperation with Korea District Heating Corporation (KDHC). KDHC is the owner and operator of the largest modern district heating and cooling system designed and constructed in accordance with the Western energy efficiency design principles. One of the major CHP plants in the Seoul DHC system, the Bundang Plant, is shown in Figure 3.

“Our district heating reconstruction assignments have included, for instance, the preparation of energy development plans, assistance in tendering and procurement processes, investment plans and financial assessments, project management, construction supervision, renovation of municipal heating systems, energy saving technologies and audits, studies on DHC, gas and steam distribution networks and environmental assessments,” Vainikka describes.

Mr. Vainikka continues that in most of the implemented DH reconstruction projects financing from various international organisations and financial institutions (such as EU, WB, IFC, EBRD and governmental agencies) has played an important role in making the projects happen.

Проще говоря, ключевая задача – установить приоритеты для имеющихся инвестиционных средств по отношению к наиболее обоснованным компонентам плана реконструкции. Учитывая опыт компании, оптимизация затрат на весь срок эксплуатации проекта может быть достигнута для типичного проекта реконструкции, если приоритеты в отношении инвестиционных средств будут расставлены следующим образом:

- » *Индивидуальные тепловые пункты, ИТП*): постепенный отказ от открытой системы горячего водоснабжения (ГВС) – если это применимо – путем внедрения ИТП, оборудованных теплообменниками и контрольными клапанами, для отопления и ГВС. На ИТП установлены теплосчетчики, позволяющие выставлять потребителю счета на основе фактического объема потребления. Строительство ИТП также является ключевым вопросом в реконструкции систем, где закрытие открытых систем ГВС уже осуществлено, а отопительное оборудование потребителя все еще гидравлически соединено с сетью ЦО. Впоследствии, установка ИТП на уровне отдельных зданий позволяет отказаться от центральных блочных теплообменных станций (БТС), и, в особенности, четырехтрубных теплотрасс ЦО, отличающихся коротким сроком технической эксплуатации и высокими затратами на обслуживание и ремонт.
- » *Трубы*: замена устаревших и изношенных сетей ЦО новыми секциями, при использовании высококачественных методов предварительной изоляции, обеспечивающих надежную защиту от внутренней коррозии и минимизацию утечек воды и потерь тепла.
- » *Прочее*: реконструкция насосов, систем подготовки воды, оборудования автоматизации, дистанционного управления и мониторинга на объектах генерации, обеспечивающих эксплуатацию в режиме регулирования расхода и высокое качество подготовленной воды в сети ЦО.

Внедрение ИТП позволит гидравлически отделить внутреннее отопительное оборудование потребителя от первичной сети ЦО, а также использовать очищенную воду во всей отопительной системе. При этом сокращается внутренняя коррозия труб ЦО, что позволяет значительно увеличить срок их службы, параллельно при этом оборудование потребителя гидравлически отделено от первичной сети. Без закрытия открытой сети ГВС и гидравлического разделения, срок эксплуатации сети ЦО остается на очень низком уровне. Стоит заметить, что доля сетей ЦО в стоимости реинвестирования в транспортировку и распределение тепла составляет около 70-80%. В современных системах ЦО, ожидаемый срок эксплуатации составляет свыше 50 лет.

The overall vision on DH reconstruction

Our criteria and approach to carry out the analysis and the recommendations for the minimum cost investment plan are based on the fundamentals briefly presented in this chapter.

Modernisation of a large DH system is a long-term process and requires considerable investments and technical know-how. Typically, technical, financial and institutional issues set limitations for the possible reconstruction actions. Based on Pöyry's experience in Russia and other transition economy countries we have developed a methodology, which is proven to result in the minimum cost investment, both short term, and particularly for long term with optimised lifecycle costs (i.e. lowest annual costs considering both investment and operating costs). Quite simply, the key issue is to prioritise the available investment funds into the most feasible reconstruction components. According to our experience, the optimised lifecycle costs can be achieved in a typical DH reconstruction project by prioritising the reconstruction investments as follows:

- » *Individual building level heat substations (ITPs)*: Gradual closure of the open Domestic Hot Water System (DHW) - if applicable - by ITPs equipped with heat exchangers and control valves for both space heating and DHW preparation (ITPs). ITPs have heat meters enabling invoicing based on real measured consumption. Installation of ITPs is also a key in the reconstruction of systems where the closure of an open DHW system is already done, but where consumer installations for space heating are still hydraulically connected to the DH network. Further more, building level ITPs enable the removal of Central block heat exchanger stations (CTPs) and particularly 4-pipe distribution DH pipe networks with short technical life time and high O&M expenses.
- » *Pipes*: Replacement of old and worn out DH network sections with new DH network sections applying high quality bonded pre-insulated technique allowing excellent protection against external corrosion and reduction of leaks and heat losses.
- » *Other*: Reconstruction of pumps, water treatment, automation, remote control and monitoring equipment at production plants enabling variable flow operation and high quality treated DH water

The Introduction of ITP's will allow hydraulic separation of consumers' internal installations from the primary DH network and, respectively, the utilisation of purified DH water in the entire DH system. The internal corrosion of DH pipes decreases, and the anticipated average technical life time of the DH network increases significantly in parallel with the progress of the hydraulic separation. Without the closure of the open DHW system and the hydraulic separation the average technical life time of the DH network remains low. It should be pointed out that

ИТП и переменный расход обеспечит более гибкую, энергоэффективную и безопасную эксплуатацию системы, с момента производства до потребления конечным пользователем. Потребители, имеющие ИТП, смогут регулировать потребление тепла, что обеспечит экономию общего годового потребления тепловой энергии. Кроме того, качество и надежность теплоснабжения со временем будет улучшаться. При реконструкции систем и установке ИТП необходимо обеспечить прозрачность процесса снабжения, что гарантирует использование целесообразных, стандартизированных, технически состоявшихся, высококачественных, но простых и экономически эффективных решений.

Реконструкция систем ЦО в России – быть ли ей?

Не секрет, что в России существует острая необходимость инвестиций в реконструкцию ЦО, которая позволила бы увеличить срок службы оборудования, улучшить эффективность её работы (включая ТЭЦ), а также обеспечить конкурентоспособность центрального теплоснабжения по отношению к другим методам отопления. К примеру, опыт Рёуру показывает, что ежегодные потери (утечки) воды в российской системе ЦО обычно весьма высоки и составляют 8 – 30 (иногда даже больше) раз общих объемов воды в теплосети ЦО, в то время как для теплосетей скандинавских стран это значение значительно ниже 1.

Кроме того, без реконструкции, конечные пользователи, постоянно сталкиваясь с низким качеством отопления, могут предпочесть отказаться от центрального теплоснабжения и выбрать другие методы отопления (газовые бойлеры, электрическое отопление), как только у них появится финансовая и техническая возможность

За последние несколько лет, компания Рёуру принимала участие в нескольких проектах реконструкции ЦО в России. “Совершенно очевидно, что потенциал экономии на общенациональном уровне в России колоссален – не только в плане энергии, но и в плане экономии воды, инвестиционных и операционных затрат, связанных с системами ЦО” – говорит господин Кивистё.

Несколько российских компаний, занимающихся ЦО, уже смогли отметить этот потенциал и начали реконструкцию своих систем центрального отопления. Одна из таких компаний – ОАО “Фортум”, для которой Рёуру выполнила исследование системы ЦО в Челябинске, Тюмени и Сургуте в 2008-2011 гг. (Иллюстрация 4). Среди прочего, в исследование входили гидравлический анализ и моделирование эксплуатации сетей ЦО, были предложены рекомендации в отношении дальнейших мероприятий, будущих инвестиций и прочих мер по

the share of the DH networks in reinvestment costs of heat transmission and distribution is estimated to be 70% - 80%. Currently, an average technical life time of more than 50 years is anticipated to be achieved in modern DH systems.

ITP's and variable flow will enable more flexible, energy efficient and safe system operation from production to end customers. Customers equipped with ITPs will be capable of regulating their heat consumption, which results in savings in annual heat energy consumption. Furthermore, the quality and reliability of heat supply will eventually increase. Application of feasible standardised, technically proven high quality, but simple/cost efficient, solutions through transparent procurement process should be ensured, when rehabilitation measures with new ITPs are performed.

Reconstruction of District Heat systems in Russia – Will it happen?

It is no secret that in Russia there is a clear necessity to invest in DH reconstruction in order to improve the technical life time of the equipment, increase efficiency of operations (including CHP production) as well as to keep district heating competitive enough against other heating methods. For example, based on our experience, the annual water leaks (losses) of a Russian DH system are typically high, between 8 – 30 (or even more) times of the total water volume of the DH network, whereas the corresponding figure in a modern Nordic DH network is only 1.

Furthermore, if the DH network is not upgraded and modernized the end customers may choose to disconnect from this network entirely in favour of other heating methods such as gas boilers/electric heating.

Pöyry has been involved during the past few years in several district heating reconstruction developments in Russia. “It is evident that the saving potential on a national level is enormous – not just related to energy but also to potential savings related to water, investment and operation costs of district heating systems,” says Mr Kivistö.

Several Russian District Heating companies have already seen the potential and have started implementing reconstructions of their district heating systems. One of these companies is ОАО Fortum, for which Pöyry carried out District heating system studies in Chelyabinsk, Tyumen and Surgut from 2008 – 2011 (Figure 4). The studies consisted of hydraulic analysis and simulations of district heat networks and recommendations for further actions in terms of future investments and other improvement measures. In Chelyabinsk, Pöyry teamed up with its Russian engineering partner JSC Cotes for the renewal of the district heating pumping system at CHP-

улучшению систем. В Челябинске Pöyry работала со своим российским партнером – инжиниринговой компанией ЗАО “КОТЭС” по проекту модернизации насосной системы ЦО на ТЭЦ-3. “В настоящее время мы ведем сотрудничество по нескольким проектам ТЭЦ/ЦОИК в России и Казахстане, например, в Челябинске, Благовещенске и Астане (иллюстрация 5), а объединение международного технологического ноу-хау с российским опытом и экспертными знаниями оказалось очень ценным и положительным для наших компаний” – комментирует Дмитрий Серант, генеральный директор ЗАО “КОТЭС”.



Иллюстрация 4: Pöyry провела исследование систем ЦО для ОАО “Фортум” в Челябинске, Тюмени и Сургуте в 2008-2011 гг. Среди прочего, в исследование входили гидравлический анализ и моделирование эксплуатации сетей ЦО, были предложены рекомендации в отношении дальнейших мероприятий, будущих инвестиций и прочих мер по улучшению систем.

Figure 4: Pöyry has carried out District heating system studies for ОАО Fortum in Chelyabinsk, Tyumen and Surgut in 2008 – 2011. The studies consisted e.g. of hydraulic analysis and simulations of district heat networks and recommendations for further actions in terms of future investments and other improvement measures.

“Наибольшее препятствие для начала проектов реконструкции в России заключается в том, что до сих пор нет никаких финансовых стимулов и ясных институциональных директив, как для производителя тепла, так и для потребителя, а центральное отопление по-прежнему продолжает считаться лишь побочным продуктом в производстве электроэнергии. Необходимо объединить усилия и прийти к консенсусу в отношении мероприятий по реконструкции систем ЦО и того, как они будут осуществляться” – говорит господин Ваиникка.

“Но фундаментальная реконструкция систем ЦО в России необходима в любом случае, поэтому это вопрос не в том, будет ли она осуществлена, а в том, когда она произойдет” – заключает г-н Серант.

3. “We are currently working together in several CHP/ DHC projects in Russia and Kazakhstan, for example in Chelyabinsk, Blagoveshensk and Astana (Figure 5) and our experiences when combining global technology know-how with local expertise have been very encouraging”, commented Mr. Dmitry Serant, CEO of JSC Cotes.

“The biggest obstacle for kicking-off the reconstruction projects in Russia is that the financial incentives and clear institutional guidelines are not yet there, either on the producer side nor on the consumer side and district heating is still considered as a side-product to electricity. A common ground needs to be found in terms of what needs upgrading and how to carry out these projects” says Mr Vainikka.

“But, it is clear that fundamental reconstruction of district heating systems will be needed in Russia in the future and it is not a question whether it will happen but when it will happen”, Mr Serant concludes.



Иллюстрация 5: Проект реконструкции автоматизации ТЭЦ-2 в Астане, Pöyry выступает разработчиком концепции автоматизации станции, а КОТЭС занимается основными проектными изысканиями и подготовкой технического проекта. Эта ТЭЦ разработана для теплоэлектроснабжения столицы Казахстана, а также для снабжения предприятий промышленным паром. Ключевая характеристика этого проекта – система контроля высокого уровня, которая будет внедрена для оптимизации комбинированного производства тепловой и электрической энергии.

Figure 5: The project of reconstruction of Astaninskaya CHP-2 automation, where Pöyry is the designer of the plant automation concept, while Cotes is engaged in basic engineering and detail design documentation. This TPP is designed for heating and power supply of the capital of Kazakhstan, as well as for steam delivery to industrial enterprises. The key feature of the project lies in the high level control system, which shall be implemented for optimization of combined heat and power production and supply.