



**МИННО-ГЕОЛОЖКИ УНИВЕРСИТЕТ „СВ. ИВАН РИЛСКИ”,
СОФИЯ
ФАКУЛТЕТ „ГЕОЛОГОПРОУЧВАТЕЛЕН“
КАТЕДРА „Сондиране, добив и транспорт на нефт и газ”**

Маг. инж. Вилиян Радославов Янакиев

**„ИЗСЛЕДВАНЕ И УСЪВЪРШЕНСТВАНЕ НА СИСТЕМИ ЗА ДИСТАНЦИОННО
НАБЛЮДЕНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ НА СРЕДСТВА ЗА ТЪРГОВСКО ИЗМЕРВАНЕ НА
ПРИРОДЕН ГАЗ”**

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

на дисертационен труд за присъждане на
образователна и научна степен **"ДОКТОР"**

Научна област: 5. Технически науки

Професионално направление: 5.8 „Проучване, добив и обработка на полезни
изкопаеми”

Докторска програма: „Транспорт и съхранение на нефт, газ и твърди минерални
продукти”

**Научен ръководител:
доц. д-р Мартин Минков Бояджиев**

СОФИЯ, 2021 г.

Дисертационният труд е обсъден и насочен за защита от Разширен катедрен съвет на катедра „Сондиране, добив и транспорт на нефт и газ” към „ГЕОЛОГОПРОУЧВАТЕЛЕН“ факултет на МГУ „Св. Иван Рилски”, София, на 02.12.2021 год., съгласно Ректорска заповед № Р-879 от 22.11.2021 г.

Публичната защита на дисертационния труд ще се състои пред Научно жури, утвърдено със заповед № Р- от т. на Ректора на МГУ „Св. Иван Рилски” и ще се проведе на г. от часа в зала..... нафакултет, МГУ „Св. Иван Рилски”, София.

Материалите по защитата са на разположение на интересуващите се в канцеларията на Сектор „Следдипломна квалификация” на МГУ „Св. Иван Рилски”, Ректорат, ет. 3, стая № 79, тел. 02/ 80 60 209..

Утвърденото Научно жури е в състав:

1. Проф. д-р Ефросима Петрова Занева - катедра „Геология и проучване на полезни изкопаеми” в професионално направление 5.8 „Проучване, добив и обработка на полезни изкопаеми”; – председател
2. Проф. д-р Илия Георгиев Илиев - експерт в професионално направление 5.3 „Комуникационна и компютърна техника” - външен;
3. Проф. д-р Валентин Генов Колев - експерт в професионално направление 5.2 „Електротехника, електроника и автоматика”-външен;
- 4.Проф. д-р Генчо Стойков Попов - експерт в професионално направление „5.1. Машинно инженерство” -външен;
- 5.Проф. д-р Вяра Георгиева Пожидаева – експерт, в професионално направление 5.8 „Проучване, добив и обработка на полезни изкопаеми ; - вътрешен;

Резервни членове:

2. Доц. д-р Николай Любославов Хинов - експерт в професионално направление 5.2 „Електротехника, електроника и автоматика” - външен;
3. Проф. д-р Йордан Иванов Кортенски – експерт в професионално направление 5.8 „Проучване, добив и обработка на полезни изкопаеми” - вътрешен;

РЕЦЕНЗЕНТИ:

1.
- 2.....

Дисертантът е задочен към катедра „Сондиране, добив и транспорт на нефт и газ” на факултет „Геологопроучвателен“.

Изследванията по дисертационната разработка са направени от автора, като някои от тях са подкрепени от (научноизследователски проекти) в „Овергаз Мрежи“ АД.

Автор: маг. инж. Вилиян Радославов Янакиев

Заглавие: Изследване и усъвършенстване на системи за дистанционно наблюдение и управление на средства за търговско измерване на природен газ.

Тираж: 20 броя

Отпечатано в Издателска къща „Св. Иван Рилски“ на МГУ „Св. Иван Рилски“, София.

Съдържание

ИЗСЛЕДВАНЕ И УСЪВЪРШЕНСТВАНЕ НА СИСТЕМИ ЗА ДИСТАНЦИОННО НАБЛЮДЕНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ НА СРЕДСТВА ЗА ТЪРГОВСКО ИЗМЕРВАНЕ НА ПРИРОДЕН ГАЗ	1
I. ОБЩА ХАРАКТЕРИСТИКА НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД	4
Актуалност на темата	4
Цел на дисертационния труд, основни задачи и методи за изследване	4
Структура и обем на дисертационния труд	6
II. СЪДЪРЖАНИЕ НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД	6
I Глава ОБЗОР НА СИСТЕМИ ЗА ДИСТАНЦИОННО НАБЛЮДЕНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ НА СРЕДСТВА ЗА ТЪРГОВСКО ИЗМЕРВАНЕ НА ПРИРОДЕН ГАЗ	6
II Глава АНАЛИЗ НА ОБЗОРА И ИЗГОТВЯНЕ НА СРАВНИТЕЛЕН АНАЛИЗ	14
III Глава ОСНОВНИТЕ ИЗВОДИ НА ТЕОРЕТИЧНАТА РАЗРАБОТКА ПРИ СИСТЕМИ ЗА ДИСТАНЦИОННО НАБЛЮДЕНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ НА СРЕДСТВА ЗА ТЪРГОВСКО ИЗМЕРВАНЕ НА ПРИРОДЕН ГАЗ.	26
IV Глава ИЗСЛЕДОВАТЕЛСКИ НАБЛЮДЕНИЯ И ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ ПРОВЕРКИ НА СИСТЕМИ ЗА ДИСТАНЦИОННО НАБЛЮДЕНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ НА СРЕДСТВАТА ЗА ТЪРГОВСКО ИЗМЕРВАНЕ НА ПРИРОДЕН ГАЗ	32
V Глава ФИНАНСОВ ПЛАН, ИКОНОМИЧЕСКА ЕФЕКТИВНОСТ	44

I. ОБЩА ХАРАКТЕРИСТИКА НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

Актуалност на темата

Интелигентните системи за измерване на енергия в газовата промишленост са иновативни решения с много предимства. „Умните“ измервателни устройства и системи са метод за модернизация и автоматизация не само в промишления, но и в битовия сектор. Системата следи и дава възможност за контрол на всички дейности. Тя осигурява ефикасен и надежден двупосочен поток от данни и информация между компанията и потребителите. Основният принцип при изграждането на интелигентни системи за измерване на енергия е обединяването на измервателните устройства в една единствена система за отдалечено предаване в обща база данни. От гледна точка на потребителя това означава коректно отчитане на използваната енергия и достъп до информация за консумацията на природен газ в реално време, което позволява корекции в текущото потребление и поведение, което води до висока енергийна ефективност на домовете и сградите. [13] Електроенергията, водата, природния газ, топлоенергията се доставят с помощта на независими дистрибуторски мрежи. Измерване на съответния енергоносител електричество, природен газ вода и топлинна енергия се основава на отделни, независими измервателни устройства и техните собствени процеси за отчитане и управление. Принципът на системи за дистанционно наблюдение и управление на средства за търговско измерване (СТИ) се обединява в някой или всички измервателни устройства и в една система, за да се намалят разходите и/или да се подобрят бизнес процесите. Освен това, тези системи са подходящи и за съответния енергиен регулатор с цел подобряване на икономията на енергия, чрез предоставяне на по-пълна информация за потреблението на енергия на съответната страна. [8]

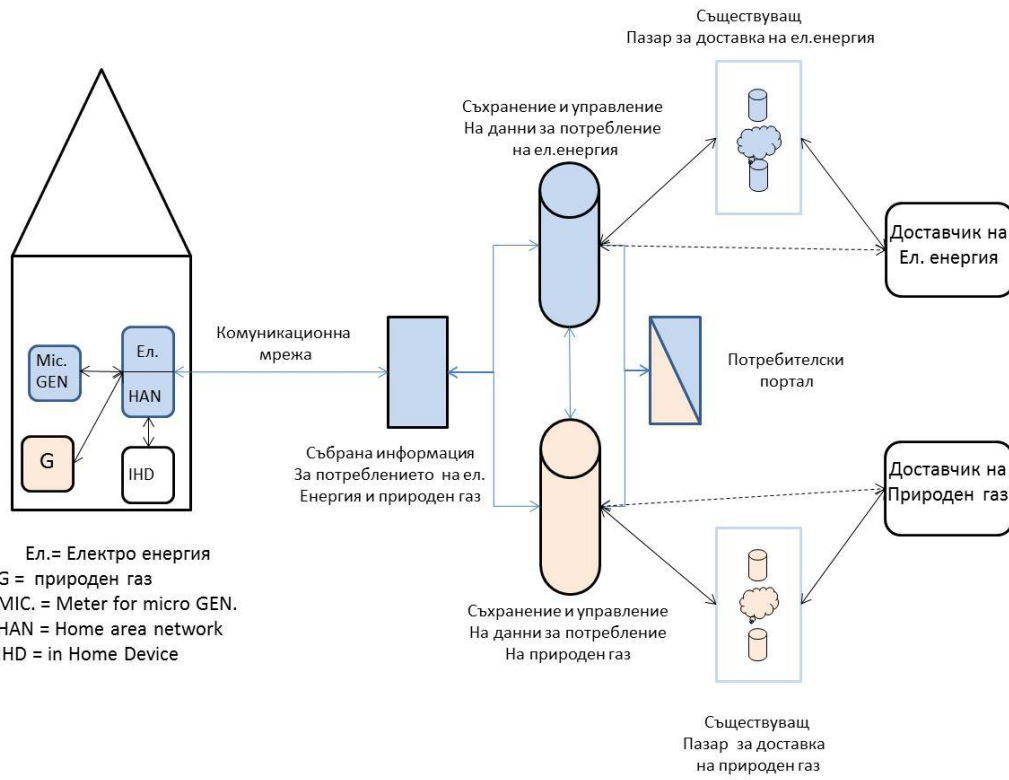
Съществуват няколко различни модела на организация:

- Доставка на енергоносителя/лите може да се извършва от един единствен търговец на дребно;
- Доставка на енергоносителя/лите може да се извършва от няколко търговеца на дребно;
- Системи за дистанционно наблюдение и управление на средства за търговско измерване (СТИ) може да се изгради и управлява от съответния доставчик, който може да управлява данни и за други енергоносители ;
- Системи за дистанционно наблюдение и управление на средства за търговско измерване (СТИ) може да се изгради и управлява от външна за доставчика на услугата фирма, която може да управлява данни за различни енергоносители;

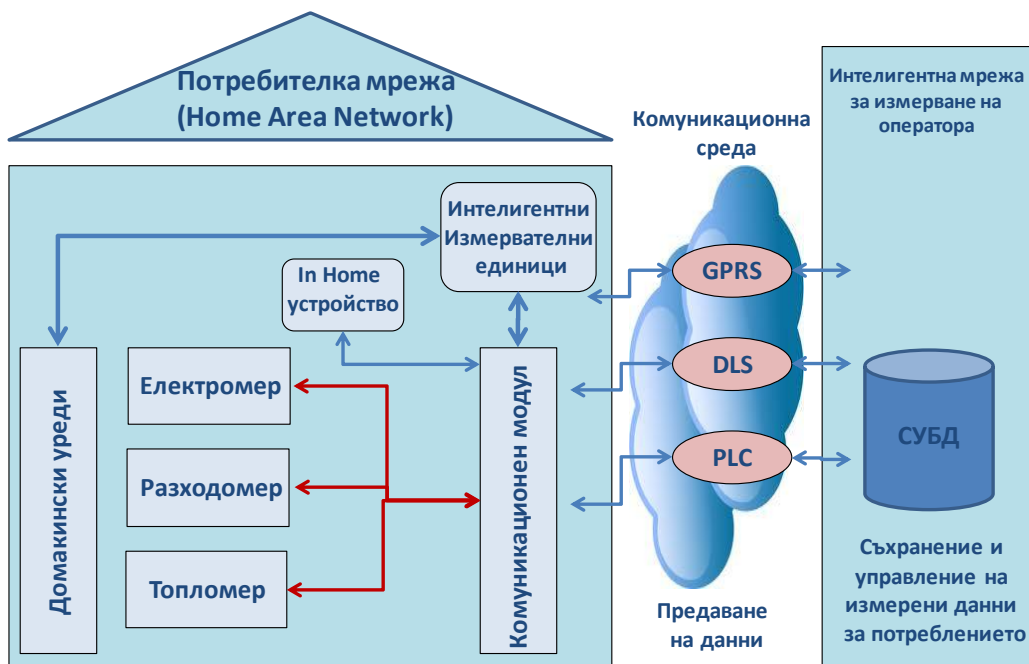
Като цяло системата за дистанционно наблюдение и управление на средства за търговско измерване (СТИ) предлага значителни възможности за намаляване на оперативните разходи за четене, особено по отношение на споделени комуникационни системи и клиентски дисплеи. Системата в момента е на разположение за газ, вода и топлоенергия. Те могат да бъдат експлоатирани паралелно отделно от електроенергийните интелигентни измервателни системи. Основен проблем при другите системи е източник на захранване и трябва да разчитат на батерии. При сегашното ниво на технология на батерията това води до избор между големи и скъпи батерии с дълъг период или по-малки, по-евтини батерии и по-чести посещения, за да бъдат заменени. Това ги прави икономически неизгодни за нормална жилищни нужди в момента. Това може да се преодолее чрез комбинирането им с интелигентна система за измерване на електрическа енергия. Центърът не трябва да бъде в разходомера - той може да бъде отделен.

Системи за дистанционно наблюдение и управление на средства за търговско измерване (СТИ) се състоят от няколко свързани помежду си елементи, както е показано на фигура 1 и 2.

Фиг.1



Фиг.2



Цел на дисертационния труд, основни задачи и методи за изследване

Усъвършенстване на система за дистанционно наблюдение и управление на средства за търговско измерване на природен газ в газова компания.

За постигане на така формулираната цел е необходимо да се решат следните задачи:

1. Анализиране на техническите възможности при съществуващи системи за дистанционно наблюдение и управление на средства за търговско измерване на природен газ.
2. Разработване на единна система за дистанционно наблюдение и управление на средства за търговско измерване чрез усъвършенстване.
3. Създаване на база за проектиране и планиране на технически решения за устройства на системи за дистанционно наблюдение и управление на средства за търговско измерване на природен газ на база получените резултати.

Методи, чрез които са решени поставените задачи в дисертационния труд:

- Моделиране с трансфер на данни между различни приложения, графично представяне на резултати.
- Изчислителен метод – извеждане на зависимости, чрез наблюдение и изследване на реални данни, получени от крайни устройства при консумацията на природен газ, посредством тези данни е развита методика с модели за изчисляване и прогнозиране на часовото потребление на различни потребители на природен газ.
- Сравнителен анализ на времевата консумация за определяне на факторите оказващи влияние на сезонна консумацията на природен газ.

Научна новост:

Представени са технологични решения на автоматизираните интелигентни системи за дистанционно събиране на информацията от различните устройства по газоразпределителната мрежата.

Практическа приложимост

Разработен е иновативен метод и модел за прогнозиране на потреблението на природен газ за осигуряване на газоснабдяването.

Апробация

Изследванията необходими за разработването на дисертацията са извършени в катедра „Сондиране, добив и транспорт на нефт и газ“ на Геологопроучвателен факултет в МГУ „Св. Иван Рилски“ и „Овергаз Мрежи“ АД (Газоразпределително дружество)

Публикации

Основни постижения и резултати от дисертационния труд са публикувани в 5 броя научни статии, от които 3 самостоятелни.

Структура и обем на дисертационния труд

Дисертационният труд е в обем от 141 страници, като включва увод, 5 глави за решаване на формулираните задачи, изводи и получените резултати, формулирани в научно-приложни и приложни приноси, използвана литература, списък на публикациите по дисертацията. Литературата, ползвана за разработване на доктората съдържа 54 източници. Работата включва общо 56 фигури и 21 таблици. Номерата на фигурите и таблиците в автореферата съответстват на тези в дисертационния труд.

II. СЪДЪРЖАНИЕ НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

I Глава. ОБЗОР НА СИСТЕМИ ЗА ДИСТАНЦИОННО НАБЛЮДЕНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ НА СРЕДСТВА ЗА ТЪРГОВСКО ИЗМЕРВАНЕ НА ПРИРОДЕН ГАЗ

I.1. Обект на интелигентно измерване (Smart Metering).

Интелигентното средство за търговско измерване е електрически уред, който записва консумацията на интервали от по един час или по-малко и предава тази информация поне веднъж дневно обратно

към информационната система на газоразпределителното дружество за целите на мониторинга и фактурирането.

Основната характеристика на интелигентното измерване е възможността за предоставяне на крайни клиенти на повече информация за тяхното потребление на енергия.[20] По данни от проучване чрез внедряване на Smart metering, крайните потребители могат да спестят между 5% и 10% от своето потребление на енергия, когато е предоставена такава информация.

Интелигентното измерване има следните характеристики:

- Автоматизирана обработка, прехвърляне, управление и използване на данните от измерването;
- Автоматично управление на измервателното устройство;
- Двупосочна комуникация на данни със измервателното устройство;
- Осигурява смислена и навременна информация към съответните страни и техните системи;
- Поддръжка на услуги, които подобряват енергийната ефективност на потреблението на енергия и енергийната система (производство, пренос, разпределение и особено при крайното потребление).

Всички интелигентни средства за търговско измерване, закупени за целите на фактурирането в Европа трябва да се съобразят с директивата за измервателните инструменти [MID 2004]. Това определя минималните изисквания за фискалните метри, включително техните точности, разделени в няколко различни класове, подходящи за различни пазарни приложения. Стандарта MID уточнява количествата, които разходомера за газ трябва да измерва:

- В Енергия (ако това е предвидено с калоричност на газа);
- Моментен поток (за ултразвукови и подобни разходомери за газ);
- Максимално изискуемо количество (Maximum demand)
- Smoothed consumption data approximating to the steady heat output (where the boiler is modulated through a simple on/off control)

Всички тези качества могат да се използват като ресурс за изграждане на схема за интелигентно измерване. За целите на обратна връзка на използването на енергия е възможно да се предостави допълнителна информация, въз основа на тези, измерени количества:

- Предвиждане на следващата сметката
- Интервал на предаване – 3600 s
- Подробни данни за поведението на клиента
- Затваряне и отваряне на клапа за спиране и пускане на газ;
 - o Дистанционно спиране на газ;
 - o Ръчно пускане на газ от гледна точка на безопасност;
- Динамични тарифи
 - o До осем регистри се разглеждат в интелигентно отчитане спецификацията на UK [SMOF], като към всеки регистър се определя тарифа;
- Наличие на конфигурационни опции на Smart разходомера, или на устройството, което се свързва с него.

Обратната връзка с потребителите за получаване на информацията от интелигентните измервателни средства може да се изпълни по няколко начин:

- Използването на интернет като комуникационна среда и изграждането на WEB базирано приложение, в което всеки потребител ще има достъп за проследяване на потреблението си, да получава историческа информация за изминал период и др.;
- Използването специализирани устройства в дома, чрез които потребителя ще може да получава различна информация за неговото потребление;

Предаването на данни от интелигентното измервателно устройство към специализирано устройство (дисплей) в дома е един сравнително нов подход и ще изисква прилагането на нови технологии. Това предполага необходимостта от LAN (Local Area Network) в подкрепа на тази обратна връзка, където местоположението на метър не е подходящ за директна обратна връзка с клиентите. Тази LAN може да осигури редица други функции, както и данни за стрийминг на дисплея:

- Осигуряване на връзка към други комунални измервателни устройства;

- Осигуряване на връзка с домашното устройство (дисплей);
- Други;

При използването на горе описаните устройства трябва да се съобразят следните специфики:

- Качеството на дисплея, каква цвятова гама ще съдържа ;
- Захранването на дисплеите:
 - o Батерии за единична употреба;
 - o Акумулаторни батерии с възможност за зареждане;
 - o Директно захранване от мрежа 220 V

Част от функциите на специализираното устройство за дома са:

- Информация за калоричността на газа;
- Звуков сигнал при настъпване на аларма;
- Информация за ниво на комуникационен сигнал;
- Информация за степента на разряд на батерийното захранване;
- Изпращане на сигнал за Аларма/събитие;
- Предупреждение за свръх дебит;
- Информация за тарифи;
- Исторически данни за минал период;
- Потребление на енергия и ценовото му изражение;
- Други.

Ефективността на крайната обратна връзка с клиентите включва баланс на цена и качество.[4]

I.2 Основната функционалност на интелигентното измервателно устройство.

- Почасово предаване на данни за използваните количество природен газ;
- Статус (отворен/затворен) вентил;
- Дистанционно затваряне на вентил и ръчно пускане от гледна точка на безопасност
- Синхронизация на часовника на устройството и комуникационната мрежа
- Настройка на тарифни планове според сезони и др.
- Дистанционен ъпгрейд на софтуера.
- Съхраняване на данни за определен период от време

Изисквания на Европейския Съюз към изграждането на интелигентни системи за измерване и добри практики на страни членки в изграждането на системите дистанционно наблюдение и управление на средства за търговско измерване (СТИ) за природен газ. [19] Управление на промяната по изграждане на интелигентни измервателни системи при разпределението на природен газ:

- ДИРЕКТИВА 2006/32/ЕО НА ЕВРОПЕЙСКИЯ ПАРЛАМЕНТ И НА СЪВЕТА от 5 април 2006 г. относно енергийната ефективност при крайното потребление и енергийните услуги;
- ДИРЕКТИВА 2009/73/ЕО НА ЕВРОПЕЙСКИЯ ПАРЛАМЕНТ И НА СЪВЕТА от 13 юли 2009 г. относно общите правила за вътрешния пазар на природен газ (третия пакет);
- Мандатът за стандартизация М/441, издаден на 12 март 2009 г. от Европейската комисия да СЕН, CENELEC и ETSI;

Европейския Съюз налага към страните-членки:

ДИРЕКТИВА 2006/32/ЕО:

- Подобряването на енергийната ефективност при крайното потребление ще допринесе за намаляване на потреблението на първична енергия, което ще доведе до намаляване на CO₂ и други емисии на парникови газове и по този начин се цели предотвратяване на опасни изменения на климата;
- Подобряването на енергийната ефективност при крайното потребление ще даде възможност да се възползват от потенциала на рентабилните енергийни спестявания по икономически ефективен начин;

ДИРЕКТИВА 2009/73/ЕО:

- Да се гарантира, че потребителите са надлежно информирани за действителното потребление на природен газ и направените разходи достатъчно често, за да им се даде възможност да регулират своето потребление на природен газ. Тази информация трябва да се предоставя по подходящ график, като се отчита възможностите на измервателното оборудване на клиента. Надлежно се взема предвид ефективността на разходите на такива мерки. Към момента допълнителни разходи за извършване на тази услуга не са за сметка на потребителя;

Държавите-членки гарантират прилагането на интелигентни измервателни системи, които подпомагат активното участие на потребителите на пазара за доставка на природен газ. Изпълнението на тези интелигентни измервателни системи може да бъде предмет на икономическа оценка на всички дългосрочни разходи и ползи за пазара и на отделния потребител. [18] Трябва да се анализират възможните варианти за интелигентно измерване и да се приеме този който е икономически обосноваан и икономически ефективен и за двете страни и срокове за тяхната реализация;

I.3 Функционални изисквания на интелигентното измерване.

- Изисквания касаещи клиента:

- **Предоставяне на информация** свързана с потреблението на природен газ пряко на клиента и на всяка определена от потребителя трета страна – бесплатно;
- **Използване на стандартизирани интерфейси** (например SMS, WEB достъп до системата на доставчика или чрез IHD устройства инсталирани във всяко домакинство, кол център) за предоставяне на информация на краен клиент, благодарение на които да станат възможни решения за енергийно управление в „реално време“;
- Предоставяната информация на клиента или на трета страна трябва да бъде точна, лесно разбираема и своевременно да се предоставя в реално време, тъй като те са от решаващо значение за спестяване на енергия и ефективната интеграция на разпределени енергийни ресурси;
- С цел да се стимулира спестяването на енергия ЕС настоятелно препоръчва да гарантират снабдяването на крайните клиенти, използващи интелигентни измервателни системи, със стандартизиран интерфейс, който да показва на потребителя данни за неговата консумация;
- **Информацията за потреблението** трябва да се предоставя в реално време с оглед потребителите да виждат как се променя тази информация в отговор на техните действия;
- Времето на актуализация на данните трябва да бъде съобразена с времето за реагиране на уредите, консумиращи или произвеждащи енергия - за разходомери за природен газ (3600 s) или три пъти в денонощието като информацията да се пази в регистри;
- **Интелигентните измервателни системи** да са в състояние да съхраняват данни за консумацията на клиентите за разумен период от време, за да се даде възможност на клиента и на всяка определена от потребителя трета страна да си правят справки и да извличат данни за консумацията в миналото;
- **Потребителя трябва да има възможност за достъп до данните на доставчика като:**
 - Информация за доставчика като юридическо лице;
 - Територии, в които развива своята дейност;
 - Брой потребители по сектори;
 - Тарифни планове за потребление на природен газ;
 - Други.

- Изисквания касаещи разпределителното предприятие:

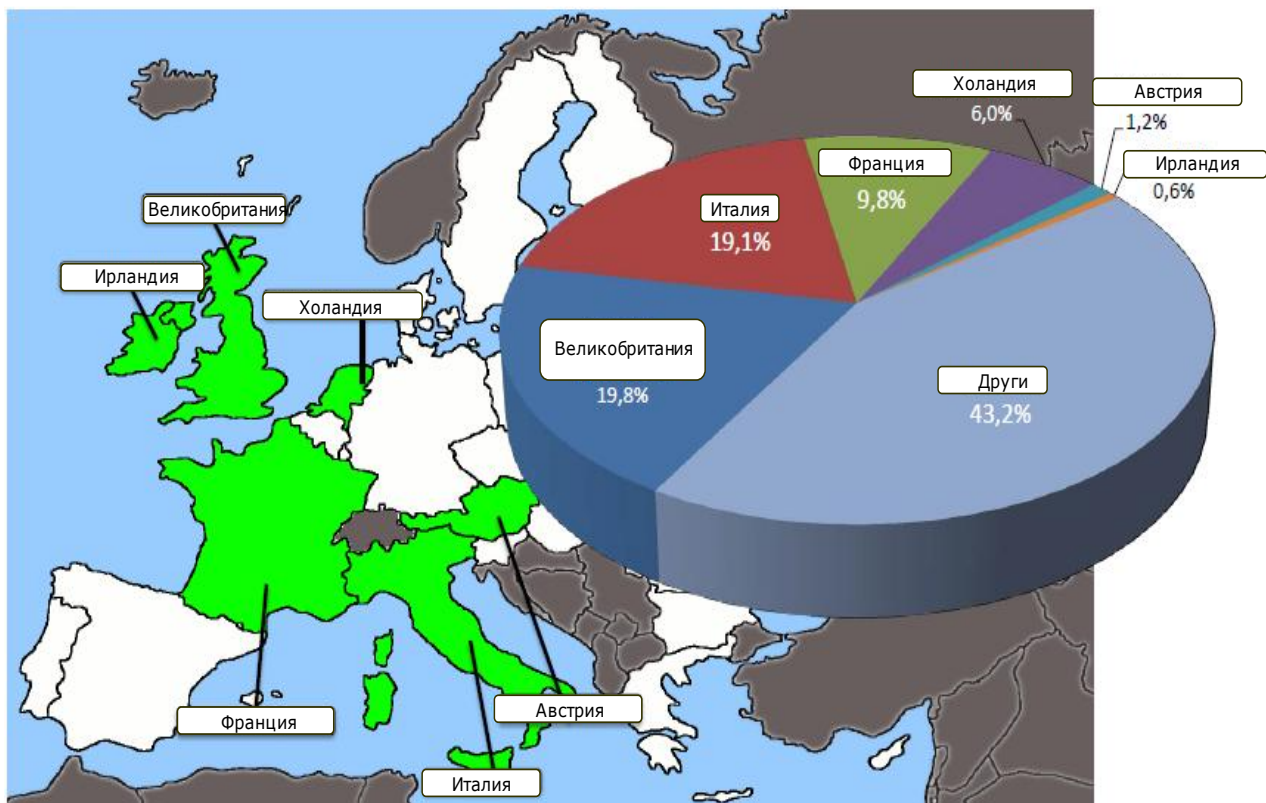
- Възможност за дистанционно отчитане на данните за потреблението;
- Осигуряване на двупосочна връзка между интелигентните измервателни системи и

- Дейта център (диспечерски център) на газовото дружество за контрол и управление на ГРМ. (препоръчително - дистанционно спиране и ръчно пускане)
- Възможност за достатъчно често предаване на данни (интервал от 3600 s) с оглед на използването на информацията за планиране на развитието на мрежата;
 - Аларма в интелигентното устройство при отчитане на голямо количество газ;
 - Интелигентното измервателно устройство за отчитане на потреблението на природен газ, трябва да отговаря на следните минимални изисквания:
 - ✓ Почасово предаване на данни за използваното количество природен газ;
 - ✓ Статус (отворен/затворен) вентил;
 - ✓ Дистанционно затваряне на вентил и ръчно пускане от гледна точка на безопасност;
 - ✓ Синхронизация на часовника на устройството и комуникационната мрежа;
 - ✓ Настройка на тарифни планове според сезони и др.
 - ✓ Дистанционно актуализиране на софтуера.
 - ✓ Съхраняване на данни за определен период от време.
- **Изисквания касаещи търговеца:**
- Поддържане на усъвършенствани системи за тарифиране;
 - Интелигентните измервателни системи следва да включват усъвършенствани тарифни структури, регистри за времето на използване и дистанционен контрол във връзка с тарифите;
 - Интелигентната измервателна система да позволява автоматично предаване на крайните потребители на информация относно усъвършенствани тарифни варианти — например чрез стандартизирания интерфейс;
 - Възможност за дистанционно спиране на разходомера и ръчно пускане;
- **Изисквания касаещи сигурността на данните:**
- Осигуряване на надеждното предаване на данни - Това важи както за пряката връзка с измервателния уред, така и за всички преминали през него съобщения до или от уреди или управляващи устройства в помещенията на потребителя. За вътрешните комуникации в помещенията на потребителя се изисква защита както на неприкосновеността на личния живот, така и на данните.
 - **Предотвратяване и откриване на измами** - например от злоупотреба с хакерски атаки;

Таблица. 1

Статус на страните направили CBA (Cost–benefit analysis)	Дистрибуция на природен газ
Държави, които са се провели CBA (Cost–benefit analysis)	7(2)
Позитивни резултати от CBA (Cost–benefit analysis)	6(4)
Страни които планират да проведат или са провели CBA (Cost–benefit analysis)	12(6)
Държави, които не планират да проведат CBA (Cost–benefit analysis)	5(8)
Държави със взето решение да не провеждат CBA (Cost–benefit analysis)	0
2: Австрия, Франция, Унгария, Италия, Холандия, Великобритания, Ирландия	
4: Австрия, Франция, Холандия, Италия, Великобритания, Ирландия	
6: Белгия, Чехия, Германия, Финландия, Гърция, Унгария, Латвия, Люксембург, Литва, Португалия, Словения, Швеция, Португалия	
8: Дания, Норвегия, Полша, Румъния, Словашка република	

Фиг.3



Технически спецификации и насоки в изграждането на системи за дистанционно наблюдение и управление на средства за търговско измерване (СТИ) за природен газ (интелигентни системи за измерване) и добри практики на страни членки на ЕС:

Таблица. 2

Ползи	Клиент и	Търговци на дребно	Правителство	КЕВР
	<p>Измерване и фактуриране Дистанционното събиране на данни би трябвало да намали разходите за събиране на данни, премахване на прогнозни сметки и да предостави точни данни за използване на информацията от сметките</p>	✓	✓	
<p>Управление на търсенето и работата на системата Интелигентните измервателни системи могат да бъдат използвани, за да се намали натоварването на крайния клиент, намаляване на разходите на енергийните доставки и подобряване на енергийната ефективност. Клиентите спестяват</p>	✓	✓	✓	

разходите за енергия.				
Интелигентните измервателни уреди ще предоставят на крайните клиенти много повече информация за използването на енергия или на техните сметки, чрез интернет или директно в домовете си или комбинация от горните две. Текущите очакванията са, че крайните потребители ще реагират на тази информация посредством намаляване на консумацията им с между 5%. И 10% Това би трябвало да намали разходите за енергия, въпреки че това ще зависи от детайлите на техния договор за доставка	✓	✓	✓	✓
Интелигентните измервателни уреди ще подкрепят динамични тарифи		✓	✓	
Интелигентните измервателни уреди и мрежи могат да бъдат свързани с други схеми за икономия на енергия, като например бели сертификати	✓	✓		

I.4 Ползи за потребителите от внедряване на SMART metering

- Край на прогнозните сметки. Ползата от по-чести сметки въз основа на реалното потребление със сигурност ще се хареса на повечето потребители. За някои ще отговори сериозни дългове, които възникват когато прогнозните сметки грубо подценяват реалното потребление. От друга страна точни сметки означава, че енергийните разходи могат също така да се повишат значително през определени периоди от годината;
- Предоставянето на исторически данни за потреблението и сметките за да покаже как потреблението на енергия се сравнява със същия период на фактуриране от предходната година;
- Възможност потребителите да са наясно с тяхното потребление на енергия и способността да управляват по-добре консумацията на енергия, което води до икономии на сметките за енергия;
- Възможност за по-лесно прехвърляне към друг доставчик на енергия.
- Способността да се адаптират моделите на потребление на енергия, към използването на различни времеви тарифи, което може да понижи разходите;

I.5 Недостатъци за потребителите от внедряване на SMART metering

- Интелигентното измерване ще доведе до повече автоматизация в жилищните сгради/домове, което е предпоставка за хакерски атаки за разбиване на системата и манипулиране и кражби на данни. [54] Тези проблеми трябва да бъдат решени чрез добра сигурност и подходящо регулиране на достъпа до данните и използването им;

Фиг.4



Таблица. 3

Smart разходомери за газ	Италия	Австрия	Холандия	Франция	Великобритания	Ирландия	Германия
Връзка, m	1.10	2.50	2.20	1.10	1.52	1.52	2.50

Таблица. 4

SMART разходомери за газ	Италия	Австрия	Холандия	Франция	Великобритания	Ирландия	Германия
Температурна компенсация	Да	Не	Да	Не	Не	Не	Не/Да
Абсолютен енкодер	Не	Да	Да	Да/Не	Да/Не	Да/Не	Да/Не
Наличие на Клапан за спиране потока на газ	Да	Да/Не	Да	Не	Да	Да	Не/Да

Таблица. 5

SMART разходомери за газ	Италия	Австрия	Холандия	Франция	Великобритания	Ирландия	Германия
Протокол	EN13757 (M-bus)	EN13757 (M-bus)	EN13757 (M-bus)	GrDF	Zigbee	Zigbee	EN13757 (M-bus)
Комуникационна среда	169	?	? /PLC	169	2400	2400	868
Концентратор	DLMS	?	DLMS	DLMS	DLMS	DLMS	OMS

През август 2008 год. Европейската комисия разпределя честотния диапазон от около 169000 Hz (169400 – 169812.5 Hz) за подаване на заявления за интелигентно отчитане в Европа [5]





























Фиг. 5



Таблица. 6

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
Франция	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Италия	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Ирландия	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Холандия	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Великобритания	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
	■	Техническа спецификация								
	■	Подготовка / изграждане на инфраструктура								
	■	Тестове на технологично решение								
	■	Внедряване на малки количествена разходомери								
	■	Масово инсталиране и внедряване								

Фиг. 6

Италия						
Франция						
Великобритания						
Ирландия						
Холандия						

II Глава АНАЛИЗ НА СИСТЕМИ ЗА ДИСТАНЦИОННО НАБЛЮДЕНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ НА СРЕДСТВА ЗА ТЪРГОВСКО ИЗМЕРВАНЕ НА ПРИРОДЕН ГАЗ И ИЗГОТВЯНЕ НА КЛАСИФИКАЦИЯ

II.1 Европейските регулатори за добри практики при имплементацията на системи за дистанционно наблюдение и управление на средства за търговско измерване (СТИ) (Smart Metering).

II.1.1. Като първо и най-важно условие към интелигентни системи за измерване се разглежда сигурността на данните и запазване на неприкосновеността на клиента. Потребителя трябва да е в състояние да решава еднолично как и от кого личните му данни и данни за потреблението (с изключение на минимално необходимите за изпълнение на регулаторните изисквания от дружеството) ще бъдат използвани и разпространявани. Изисква се съгласие и пълна прозрачност при събирането на потребителска информация, като е задължение на дружеството да предостави тази информация (срещу „разумна“ такса) при поискване от потребителя.

II.1.2. Извадено от контекста може да се заключи, че предоставянето на информация за потреблението на битовите клиенти веднъж месечно се приема за достатъчно. Същото трябва да е безплатно и може да се осъществява по различни канали (SMS, център за обслужване на клиенти, Internet-базирано и др.). За сметките на хартиен носител дружествата могат да изискват заплащане на „разумна“ такса. Информацията трябва да е представена подробно и в разбираем вид. Изрично се упоменава, че интервала на реалното отчитане и периода на предоставените обобщени данни на потребителите се различават.

II.1.3. Предоставяне на справки за текущото потребление и произтичащите от това финансови разходи при поискване от клиента трябва да се осъществява по различни информационни канали (SMS, център за обслужване на клиенти, Internet-базирано и др.) [23] без начислението на допълнителни такси. Същото важи и за достъпа до исторически данни за потреблението.

II.1.4. Дистанционното отчитане на интервали и архивиране на информацията в регистри трябва да улеснява промяна на доставчика или промени в договорните условия.

II.1.5. Чрез дистанционно отчитане се следи своевременно реалната консумацията и се премахват прогнозните и „изравнителни“ сметки и сметките „на база“.

II.1.6. Разработване на нови тарифни формули, съгласно определени периоди и отчитане на волатилността на потреблението, минимум на дневна база. За тази цел и за избягване на обработката на голям брой отчетени периодични данни (почасово например) се препоръчва наличието на поне 3 времеви (ToU – Time of Use) регистри, съгласно националната специфика на потреблението. Тези регистри могат да съхраняват времево-базирана консумация, разграничена например на пикова/върхова, нормална и минимална консумация или на сезонен принцип.

II.1.7. Дистанционно спиране / пускане на газоподаването, като в случаите на възстановяване трябва да се вземат в предвид изискванията за безопасност и да се спазят националните регулаторни процедури.

- Алармиране при надвишаване на предварително дефиниран лимит на консумацията.
- Наличие на интерфейс за свързване с интелигентни уреди в дома.
- Дистанционно обновяване на системния фърмуер / софтуер.
- Равнопоставеност при имплементацията на ИСИ.

II.2 Регулаторна рамка в България при имплементацията на системи за дистанционно наблюдение и управление на средства за търговско измерване (СТИ) (Smart Metering).

Като част от задълбочения анализ на моментната ситуация на енергийния пазар, както и правилата и рамките за дейността на газоразпределителното предприятие, в контекста на които се изготвя настоящият труд, беше направен детайлен анализ на актуалното състояние на нормативната уредба, действащите закони, решения и стандарти, в това число:

- Закон за енергетиката, Обн., ДВ бр. 107 от 9.12.2003, посл. изм. бр. 56 от 24.07.2015 г.
- Наредба за съществените изисквания и оценяване съответствието на средствата за измерване (Обн. ДВ. бр.23 от 25 Март 2016г., изм. и доп. ДВ. бр.87 от 31 Октомври 2017г.)
- Наредбата за съществените изисквания и оценяване на съответствието за електромагнитна съвместимост, приета с Постановление № 76 на Министерския съвет от 2007 г. (обн., ДВ, бр. 32 от 2007 г., изм., бр. 50 от 2014 г.)
- Закона за техническите изисквания към продуктите (ЗТИП) (Обн. ДВ. бр.86 от 1 Октомври 1999г., доп. ДВ. бр.105 от 11 Декември 2020г.)
- Наредба № 6 от 25 ноември 2004 г., изм., бр. 1 от 2012 г. за технически правила и нормативи за проектиране, изграждане и ползване на обектите и съоръженията за пренос, съхранение, разпределение и доставка на природен газ (Обн. ДВ. бр.107 от 7 Декември 2004г., изм. ДВ. бр.1 от 3 Януари 2012г., изм. и доп. ДВ. бр.30 от 1 Април 2014г.)
- Наредба № 4 от 5 Ноември 2013 г. за присъединяване към газопреносните и газоразпределителните мрежи – издадена от КЕВР (Обн. ДВ. бр.105 от 6 Декември 2013г., изм. и доп. ДВ. бр.77 от 4 Октомври 2016г., изм. и доп. ДВ. бр.63 от 9 Август 2019г.)
- Наредба №2 от 19 Март 2013 г. за регулиране на цените на природния газ (бр.65 от 25 Август 2015г., изм. и доп. ДВ. бр.94 от 4 Декември 2015г.)

- Наредба № 3 от 21 Март 2013 г. за лицензиране на дейностите в енергетиката (Обн. ДВ бр. 33 от 5.04.2013 г., посл. изм. бр. 111 от 31.12.2020 г.)
- Правила за търговия с природен газ (изм. и доп. ДВ бр. 57 от 19.07.2019 г., в сила от 19.07.2019 г.).
- Правила за предоставяне на достъп до газопреносните и/или газоразпределителните мрежи, за достъп до съоръженията за съхранение на природен газ (Приети с Решение № П-1 от 14.03.2013 г. на КЕВР, обн., ДВ, бр. 36 от 16.04.2013 г., посл. изм. бр. 103 от 27.12.2016 г., в сила от 27.12.2016 г.)
- Правила за управление и технически правила на газопреносните мрежи (Обн. ДВ, бр. 77 от 3.09.2013 г.)
- Правила за управление на газоразпределителните мрежи - приети от Държавната комисия за енергийно и водно регулиране на основание чл. 171, ал. 2 във вр. с чл. 21, ал. 1, т. 9 от Закона за енергетиката с Протоколно решение № 124 от 19.08.2013 г. по т. 5. (ДВ. бр. 77 от 03.09.2013г.)
- Методика за определяне на допустимите размери на технологични разходи при пренос, разпределение и съхранение на природен газ - приета с протоколно Решение № 117 от 16.07.2012 г. по т. 3 на КЕВР.
- Вътрешни правила на КЕВР за работа по жалби и искания за доброволно уреждане на спорове по Закона за енергетиката приети на заседание на КЕВР с протокол No 214 /10.12.2012г.
- Транспонирани изисквания в българското законодателство на Директива 2004/22/ЕО на Европейския парламент и на Съвета от 31 март 2004 година относно измервателните уредиТекст от значение за ЕИП.
- Проект за енергийна стратегия на Р. България до 2030год. с хоризонт до 2050 година.
- Наредбата за средствата за измерване, които подлежат на метрологичен контрол (ДВ. бр. 46 от 12.06.2007г.Обн., ДВ, бр. 98 от 7 ноември 2003г., изм., ДВ, бр. 96 от 30 ноември 2005г., изм., ДВ, бр. 40 от 16 май 2006г., изм., ДВ, бр. 80 от 3 октомври 2006г., изм., ДВ, бр. 37 от 8 май 2007г., изм., ДВ, бр. 46 от 12 юни 2007г.)

Наредба за съществените изисквания и оценяване съответствието на средства за измерване, която въвежда в българското законодателство ДИРЕКТИВА 2004/22/ЕО от 31 март 2004 год. (MID) относно измервателните уреди дефинира изискванията, на които всяко устройство или система за измерване трябва да отговаря, за да бъде пуснато на пазара в употреба. В съпътстващите директивата анекси са дефинирани основните понятия и съществените изисквания към крайните измервателните уреди като клас на точност, допустими грешки, климатични условия и околна среда, механични и електромагнитни класове, разделителна способност и чувствителност, устойчивост, надеждност, пригодност, защита, допълнителна информация, тестове, изпитания и др. Важно да се отбележи е, че в директивата към момента не се цитират изисквания към ултразвукови разходомери и предстои допълнение в тази насока.

Към момента има нова Наредба за съществените изисквания и оценяване на съответствието за електромагнитна съвместимост, която има за цел да въведе разпоредбите на Директива 2014/30/ЕС на Европейския парламент и на Съвета от 26 февруари 2014 год. за хармонизиране на

законодателствата на държавите членки относно електромагнитната съвместимост (ОВ, L 96/79 от 29 март 2014 год.). Новите елементи в Директива 2014/30/ЕС, и съответно в наредба, са свързани с въвеждането на по-подробни разпоредби за задълженията на икономическите оператори и проследимостта на продуктите по цялата верига на доставка за улесняване надзора на пазара.

Наредбата за съществените изисквания и оценяване на съответствието на съоръжения и системи за защита, предназначени за експлоатация в потенциално експлозивна атмосфера, която въвежда в българското законодателство Директива 94/9/ЕС (ATEX) дефинира параметри към оборудването, свързани със защита от взривове и аварии. Голяма част от предлаганите и внедрявани интелигентни разходомери в Европа, покриват изискванията на наредбата в различна степен (Zone 0, Zone 1 и Zone 2).

В България, преминаването към системи за дистанционно наблюдение и управление на средства за търговско измерване (СТИ) от регулаторна гледна точка е оставено изцяло в ресора на Комисия за Енергийно и Водно Регулиране. Едно от малкото действия на КЕВР в тази насока е свързано с разглеждането на технико-икономически анализи, предоставени през 2013 год. от всяко от трите големи електроразпределителни дружества под формата на детайлен анализ на разходите и ползите, оценени на база на натрупания опит от пилотни проекти. При изготвянето на тези модели, компаниите са разгледали по 2 сценария:

- при първия се следват поставените европейски цели от 80% покритие с интелигентни измервателни устройства до 2024 год.,
- при втория всяко дружество следва собствената си инвестиционна програма.

Получените резултати са основание за решение №ИС-1 от 31.07.2013 год. на КЕВР, в което регулатора прави извода, че въвеждането на интелигентни системи за измерване на електрическата енергия към настоящия момент е икономически необосновано.

Съответно, предвид липсата на положителна оценка, КЕВР не изготвя задължителен график за въвеждането на интелигентни системи за измерване в България, а само препоръчва внедряване на интелигентни системи за измерване на електрическата енергия до 20%, но не по-малко от 10% до 2022 година като въвеждането им трябва да бъде финансирано с публични средства по европейски програми, което да не води до увеличение на цените на крайните клиенти.

II.3 Развитие и усъвършенстване на системи за дистанционно наблюдение и управление на средства за търговско измерване (СТИ) .

Настоящият раздел обобщава абстрактно минималните изисквания към функционалността и параметрите на **системи за дистанционно наблюдение и управление на средства за търговско измерване (СТИ)** в сферата на газоразпределението на база направените задълбочени проучвания на европейските опит и регулации, най-добри практики, препоръки, стандарти и получените резултатите от направените анализи на сходни системи и реализирани проекти в Европа. Спецификата на газоразпределителната мрежа в България. Техническите решения и параметри на пилотните проекти ще бъдат дефинирани в трета глава на дисертационния труд. [6]

II.3.1 Минимални изисквания към интелигентните измервателни устройства

Системи за дистанционно наблюдение и средства за търговско измерване (СТИ) трябва да отчита консумацията на природен газ на определени интервали от време и да предава тази информация поне веднъж дневно обратно към информационната система на газоразпределителното дружество за целите на мониторинга и фактурирането, предоставяйки на крайните клиенти своевременна информация за тяхното потребление на енергия.

II.3.1.1. Общиоперационни изисквания

Оперативни изисквания на околната среда, съгласно наредбата и класовете на категоризация:

- Работен температурен обхват от 248.15 К до 328.15 К.
- Клас на механичните условия на околната среда – М1;
- Клас на електромагнитни условия на околната среда – Е1;
- Класът на защита, съгласно IEC 60529 (Ingress Protection Marking) трябва да е минимум IP 54.

Проектният живот (ELT) на устройствата трябва да е минимум 15 години, а на батерийното захранване минимум 15 (5) години при предаване на данните поне 1 (3) път(и) на ден.

Интелигентните разходомери трябва да отговарят на наличните технически и метрологични характеристики на съществуващата газоразпределителна инфраструктура.

С оглед сходимост на данните и синхронизацията, наличието на следните допълнителни възможности са задължителни:

вграден часовник (RTC) и автоматична синхронизация на часовника на интелигентното измервателно устройство и системата за управление;

автоматизирана смяна на зимно/лятно и лятно/зимно часово време в стандартните дати и часове за DST;

конфигуриране на начало/край на газовия ден/месец.

Измервателните уреди трябва да поддържат поне един тотален регистър за потреблението на газ и обновяване на данните за консумация на газ на интервал от 60 секунди (минимален период на дискретизация), въпреки че не е задължително данните да се изпращат или съхраняват на този интервал.

Оптичен интерфейс за настройка.

Устройството трябва да разполага с локален интерфейс за връзка с РС или друго терминално устройство за конфигурация, настройки и изтегляне на съхранена/архивирана информация и алармени събития на място през оптична глава, съгласно IEC 62056-21.

Клавиатура и локален дисплей

Интелигентните измервателни уреди трябва да разполагат с локален дисплей с подсветка и клавиатура с подсветка с функционални бутони за управление на екрана с цел обхождане на менютата, задаване на параметри и търсене и визуализация на следните данни:

- локално време;

- моментни газови параметри;
- информация за текущата консумация в м3 и енергийни единици;
- статус на устройството, батерията и комуникационната линия;
- наличие на възникнали аларми и предупреждения;
- необходимата информация при изработването на фактурата;
- статус на газозахранването (вграден клапан - включен/изключен).

Захранване

Батерийното захранване трябва да е в състояние да обезпечи безпроблемното функциониране на устройството за минимум 5/15 години при следните условия:

- предаване на данните поне веднъж дневно;
- 6 операции с клапата за година.

В случай на подмяна на батерията, не трябва да има загуба на информация, като основни данни като разход, аларми и архивите се записват в енергонезависима памет.

Възможност за поддържане на усъвършенствани системи за тарифиране

Интелигентните измервателни устройства трябва да имат възможност за прилагане на усъвършенствани тарифни структури, отделни регистри за времето на използване и дистанционен контрол във връзка с тарифите. Тази функционалност е един от основните фактори за увеличаване на правата на потребителите и за повишаване на енергийната ефективност на газоразпределителна система.

II.3.1.2. Комуникация (Първична комуникация)

Устройствата трябва да поддържат комуникационен протокол, съвместим с интелигентната инфраструктура на дружеството за дистанционно отчитане на показанията, като осигуряват възможност за защита на съхраняваната и предаваната информация от смущения (кодиране) и нерегламентирана намеса (криптиране).

Основни параметри и изисквания към комуникационната част на устройството включват:

- Двупосочна връзка между разходомера и информационната система от по-високо ниво и възможност за дистанционна конфигурация на разрешени (неметрологични) параметри;
- Поддръжка на стандартни комуникационни протоколи, неограничени за конкретния доставчик, които позволяват трансфериране на данни от и към система от по-високо ниво;
- Функции за контрол и самодиагностика на комуникационния модул и комуникационната линия;
- Съхраняване на информацията, която трябва да бъде предадена при прекъсване на комуникацията със системата за измерване от по-горно ниво, и повторен опит за автоматично прехвърляне, след възстановяване на линията или при поискване от централния сървър;
- Възможност за настройка на времеви интервали или интензитета на предаване на данните;
- Възможност за активиране на комуникацията при възникване на аларма или събитие, налагащо това;

- Сигурност на данните и конфигурационните настройки, осигуряващи чрез вътрешна система за идентификация и класификация на потребителите и нива на достъп.

II.3.1.3. Температурна компенсация

Измервателните уреди трябва да имат автоматична температурна корекция/компенсация към приетата базова температура за дружеството (Съгласно БДС EN ISO 13443 стандартните (или базовите) условия за сравняване, които се използват при измерване на физичните параметри (обем, плътност и др.) на природния газ в Р България, са 293.15 К и 101325 Pa и минимален обхват на измерване на температурата на газа от 248.15 К до 328.15 К

II.3.1.4. Вграден спирателен клапан

Интелигентните разходомери трябва да разполагат с вграден клапан и възможност за дистанционно изключване/възстановяване на газоподаването.

Използването на тази функционалност се предвижда в *два конкретни случая*:

- Ограничаване на газоподаването при неплатени сметки;
- За справяне с извънредни ситуации от технически характер по мрежата, контрол на свръх дебит и др.

От гледна точка на безопасността, дистанционното възстановяване на газоподаването се предвижда да се извършва единствено в присъствието на потребителя на място.

И в двата случая при реализацията на тази функционалност трябва да се отчитат и спазват нормите за безопасност, а интелигентния разходомер трябва да поддържа и чрез измерване информация за статуса (отворен/затворен) на клапана. Клапана трябва да позволява затваряне и отваряне в случай на изтощаване на батерията.

II.3.1.5. Аларми и събития

Измервателните устройства трябва да са в състояние да регистрират и сигнализируют при следните алармени състояния:

- достигане на първа предупредителна горна / долна граница на технологична / контролирана величина;
- достигане на максимална/ минимална алармена граница на технологична / контролирана величина;
- неадекватност в скоростта на изменение на стойността на технологична величина;
- достигане на предупредителна граница на вътрешна за устройството / функционална величина;
- достигане на алармена граница на вътрешна за устройството / функционална величина;
- проблеми с комуникационната среда;
- регистрирани проблеми при периодичната самодиагностика на устройството и опити за манипулация;
- повреда или аномалии в храненето, в това число предупреждение при пад на батерията до 15% и аларма при пад на батерията до 5% и комуникационното известяване „последен дъх“, което обозначава загуба на енергийно хранене;
- препълване на паметта и буферите в модула;

- прекъсване на постъпването на данни от Измервателния модул (повреда в същинския разходомер);
- опити за неправомерна манипулация (tampering), свързани с отваряне на капака на модула;
- промени в конфигурацията / настройките.

Алармите и събитията с точния момент (timestamp) на настъпване да се съхраняват във вътрешната памет, от която да се предава към горно ниво (към Head-End системата) по приоритет в реално време. [7]

II.3.1.6. Самодиагностика

Интелигентните измервателни устройства трябва да имат възможност за самоконтрол и самодиагностика, които да не нарушават нормалният режим на работа на устройството.

II.3.1.7. Памет и архивиране на информацията

Интелигентните измервателни устройства трябва да разполагат с техническа възможност за съхраняване на исторически данни за потреблението на клиента и следните величини във вътрешна памет:

- Некоригиран разход на газа – моментен, часови, за период;
- Коригиран разход на газа – моментен, часови, за период;
- Температура на газа Т газ ;
- Технологични аларми;
- Текуща конфигурация на устройството;

II.3.2. Минимални изисквания към устройствата от второ ниво и вторичната комуникация

За дистанционно отчитане е необходимо автоматизираното, периодично събиране на информацията от разходомерите чрез устройства от второ ниво, които от своя страна да преpraщат получената информация до Head-end системата чрез WAN интерфейс. Тези технически съоръжения изграждат комуникационната инфраструктура и осигуряват и двустранната комуникация между централната система за управление на мрежата и интелигентните измервателни уреди.

II.3..2.1. Общи изисквания към устройствата

Устройствата от второ ниво трябва да изпълняват множество функции по пренос на данните и контрол на измервателната и комуникационна инфраструктура.

Вторичната комуникация трябва да се осъществява по един от следните стандартни интерфейси: WAN, LAN, GSM/GPRS и др.

Всички устройства от второ ниво трябва да отговарят на следните класове и минимални изисквания на околната среда:

- Работен температурен обхват от 248.15 К до 328.15 К.;
- Клас на механичните условия на околната среда – M1;
- Клас на електромагнитни условия на околната среда – E1;
- Ниво на прахо и влаго-защитеност минимум IP 54 според IP Code, Ingress Protection Marking, IEC Standard 60529.

II.3.2.2. Функционални изисквания към устройствата

- Универсалност и отвореност на комуникационните протоколи и предоставяне на възможност за споделяне на комуникационната инфраструктура от интелигентни разходомери от различни производители;
- Ширина на комуникационните канали, достъпност и време за пренос на данни, съобразени с изискванията на схемата за отчитане потреблението на природен газ в реално време, брой на устройствата и възможност за бъдещо развитие;
- Вградени функции за кибернетична сигурност и защита на данните, поради широка достъпност за продължителен период от време. Комуникационната среда трябва да е в състояние да открива и предотвратява неоторизирани опити за достъп, чрез механизми за автентикация и криптиране на предаваната информация както в посока на измервателните уреди, така и при обмена на данни с Head-end системата;
- Устройствата трябва да са подсигурени и при локален достъп чрез оптичен интерфейс с минимум две нива на достъп с различни пароли за всяко ниво, като всяко влизане с парола да се запазва в архив с дата и час, с възможност за идентификация на лицето, извършило промени на заложените параметри;
- Надеждност чрез кодиране на комуникационните канали;
- Идентификация на полевите устройства от домейна за дистанционно предаване на данни в комуникационната среда;
- Възможност за самодиагностика и диагностика на комуникационната среда;
- Възможност за регистриране на аларми и събития и предаването им към системата от по-горно ниво;

Възможност за архивиране на постъпили данни от приборите от първо ниво при;

- прекъсване на комуникацията със системата за измерване от по-горно ниво, като устройствата трябва да са в състояние автоматично да прехвърлят съхранената информация след възстановяване на линията или при поискване от централния сървър;
- Възможност за диагностициране на загуба на комуникация с интелигентен разходомер, и подаване на аларма за това към по-горното ниво и запазване на непредадената информация, като след възстановяване на връзката я предаде, ако няма сигнал за промяна или отмяна;
- Захранване чрез основната мрежа или батерийно захранване при наличие на соларен модул;
- Запазване на конфигурационната информация в енергонезависима памет, така че в случай на отпадане на електрозахранването, не трябва да има загуба на информация и след неговото възстановяване не трябва да се налага презареждане на системната информация, като устройството автоматично възстановява пълната си функционалност;
- Възможност за отдалечено обновяване на системния фърмуер и въвеждане на различни конфигурационни параметри;
- Защита на личните данни и поверителност - да предотврати разкриване на информация на неупълномощени лица;
- ELT – очакван полезен живот на изделието – не по-малко от 10 (десет) години;

II.3.3. Изисквания към събираната информация и нейната визуализация

Събираната информация от крайните устройства трябва да включва като минимум следните данни:

- Уникален идентификатор на устройството;
- Модел и производител;
- Дата и час;
- Некоригиран разход на газа – моментен, дневен, месечен;
- Коригиран разход на газа – моментен, дневен, месечен;
- Статус на изпълнителното устройство (клапан);
- Статус на батерията;
- Аларми и събития;
- Данни за конфигурацията на интелигентните устройства;
- Архиви: дневни, седмични и месечни;

Предоставяне на показания на измервателното устройство пряко на клиента на локалния дисплей на уреда е от съществено значение при интелигентните измервателни системи, за постигане на енергоспестяване.

За по-ясна и удобна визуализация на актуални и исторически данни, системата трябва да осигурява отдалчен достъп на крайния потребител чрез стандартизирани интерфейси (например SMS, WEB-решение) за предоставяне на актуална, точна и разбираема информация (данни за потребление), като интервала на опресняване трябва да е по-малък или равен на „веднъж” дневно.

Достъпът до гореописаната информация трябва да е посредством автентикация на потребителя за запазване на неприкосновеността на личните данни и да се осъществява единствено в режим само за четене (Read only).

II.3.4. Изисквания към Head-end системата за събиране, съхранение и обработка на информацията в централизирана база данни

II.3.4.1. Минимална функционалност на Head-end системата включват:

- Периодично събиране, обобщаване и архивиране на информацията от полевите устройства (разходомери и устройства от второ ниво) и поддържане на актуална база данни за консумацията на всички битови потребители и статуса на устройствата, изграждащи ИСИ;
- Резервиране на данните и осигуряване на необходимото ниво на сигурност и надеждност;
- Работа с потребители и пароли, групи от потребители, роли и права на достъп;
- Визуализация на актуални данни от отчетите чрез потребителски интерфейс за крайните потребители;
- Визуализация на исторически данни от предишни отчети чрез потребителски интерфейс за крайните потребители;
- Предоставяне на обобщена информация от текущи измервания и исторически данни за потреблението с цел изготвяне на номинации за нуждите на доставчика и газопреносното предприятие;

- Предоставяне на данни на всяка определена от потребителя трета страна чрез стандартни методи и интерфейси за интеграция със системи от по-високо ниво (билинг, АММ, SCADA);
- Предоставянето на информация за аларми и събития в реално време за вземане на „онлайн“ решения от диспечерски център и SCADA система;
- Изготвяне на статистики и стандартизирани отчети;
- Дистанционна конфигурация на устройства от първо и второ ниво;
- Всеобхватна самодиагностика. Хардуерния и софтуерния дизайн трябва да осигуряват модулна или компонентна замяна, за да се минимизира времето на престой;
- Възможност за работа с шаблони при добавяне на нови точки за контрол (ТК).

II.3.5. Функционални възможности на системи за дистанционно наблюдение и управление на средства за търговско измерване (СТИ)

Общата функционалност на система като съвкупност от съставните ѝ елементи и модули трябва да:

- предоставя възможност за развитие на системата в хоризонтално и вертикално отношение (скалируемост и нови функционалности) и да има възможност за бъдещо разширение, добавяне на нови потребители (точки за контрол), без това да нарушава нормалния режим на работа на системата. Оперативното увеличаване на размера на базата данни трябва да не изисква преинсталиране на софтуер или добавяне на хардуер за минимум 3 години;
- осигурява надеждното предаване на данни, както за комуникацията между измервателния уред и устройствата от второ ниво, така и между дейта центъра и полевите устройства;
- гарантира оперативна съвместимост на база на общоприети стандарти и технологии на устройства от различни производители;
- осигурява сигурност и защита на данните;
- ускорява процесите по отчитане на потреблението на газ;
- ускорява процесите по спиране/възстановяване на газоподаването;
- ускорява процесите по диагностика на мрежата и локализация на проблеми;
- предава информация за аларми и събития в реално време към системи от по-високо ниво;
- регистрира опити за измами и манипулации;
- извършва самодиагностика на наличните елементи за системата;
- осигурява оперативна съвместимост за интеграция на част от съществуващи импулсни разходомери, при наличие на техническа възможност;
- разполага със стандартни интерфейси и протоколи за обмен на данни и команди със системи от по-високо ниво.

II.4 Изводи за имплементацията на системи за дистанционно наблюдение и управление на средства за търговско измерване (СТИ) (Smart Metering).

Като обобщение на съществуващата регулаторна рамка трябва да се отбележи наличието на изключително конкретни и специфични изисквания към измервателните устройства (газ-

разходомери и коректори), в това число допустими грешки, климатични условия и околна среда, механични и електромагнитни класове, разделителна способност и чувствителност, устойчивост, надеждност, пригодност, защита, допълнителна информация, тестове, изпитания и др.[16] Тези конкретни ограничения и препоръки трябва да залегнат като неразделна основоположна част на измервателната инфраструктура.

Извън детайлно описаните параметри на полеовото оборудване в регулаторната рамка липсват задължително регламентирани характеристики, засягащи преносната среда и инфраструктура, методи за обработка и предаване на данни, времеви интервали, изисквания към устройства от второ ниво за архивиране и буферизиране на данни. [24] В нормативните документи са описани само абстрактно основни изисквания към методите на визуализация и представяне на данните, като не са специфицирани и реални технически решения – било то локален дисплей, устройство, свързано към HAN (Home Area Network), уеб-базирано приложение и др. Липсват каквито и да е задължителни изисквания към Head-End системата, управляваща автоматизираното дистанционно отчитане, базата данни, резервираност, сигурност и периоди за съхранение на данните, скалируемост и др.

Официалните институции на Европейският съюз изготвят препоръки и най-добри практики за изграждането на интелигентни измервателни системи в страните членки, като избягват налагането на задължителни изисквания и оставят политиката на националните регулатори.

Изготвянето на АРП е в интерес на всеки възложител и е желателно подготвянето на отделен отчет, обхващащ икономическата обосновка на проекта на база на предложените в настоящия технически труд дава решения, които да предостави яснота на всеки възложител за очакваните капиталови и експлоатационни разходи за изграждане и поддръжка на системи за дистанционно наблюдение и управление на средства за търговско измерване (СТИ) и очакваните икономически ползи за всяко дружеството.

От регулаторна гледна точка като законови ограничения към системата трябва да се разглеждат нормативните изисквания, свързани с електромагнитна съвместимост, честотното разпределение и стандартите, в случаите, в които като част от AMI ще се използват RF и GSM / GPRS протоколи за пренос на данни.

В настоящият раздел са сравнени някои от водещите модели на интелигентни разходомери за битови нужди, които до голяма степен покриват европейския пазар и са със сериозен брой внедрявания в Европейският съюз. При избора на устройства в настоящият анализ са взети в предвид множество фактори, като се акцентира върху производителите:

- чиито разходомери са внедрявани през годините в газоразпределителното дружество и е налична директна обратна връзка за техните качества, точност и надеждност, като информация за техния брой е получена чрез предоставените от сервизните центрове анкетните карти;
- участващи дейно при изграждането на пилотни проекти и последващи масови доставки и внедрявания за различни комунални компании в Европа;
- участващи при подготовката на Европейските стандарти и спецификации в областта, като членове на консорциуми и индустриални сдружения.

III Глава ОСНОВНИТЕ ИЗВОДИ НА ТЕОРЕТИЧНАТА РАЗРАБОТКА ПРИ СИСТЕМИ ЗА ДИСТАНЦИОННО НАБЛЮДЕНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ НА СРЕДСТВА ЗА ТЪРГОВСКО ИЗМЕРВАНЕ НА ПРИРОДЕН ГАЗ

III.1 Изводи на теоретичната разработка системи за дистанционно наблюдение и управление на средства за търговско измерване на природен газ.

- През последните години внедряването на системи за автоматизирано дистанционно събиране на данни от периферни устройства, особено в комуналния сектор, набира скорост, а тенденцията показва преминаване от AMR към AMI за пълно наблюдение и управление на газопреносната инфраструктура. Преимуществовата на интелигентни системи за измерване се доказват в процеса на работа, а обединението на комуникационната среда за електро- и газоразпределителните мрежи в страни като Великобритания и Холандия и намаляване на капиталовите и оперативните разходи при въвеждането на ИСИ в сектора, повишават допълнително добавената стойност на технологията.

- Индикативни цели за процентно разпространение, следващи препоръките на Европейската комисия са залегнали като задължителни регулаторни изисквания едва в няколко, предимно западноевропейски държави. По прогнози на редица европейски организации, се очаква годишно нарастване на инсталираните „интелигентни“ газови разходомери с 75.9 % за периода до 2019 год. като този брой нарасне до 53.4 милиона устройства в края на периода. Заложените цели в електроенергетиката са значително по-високи и очакваното масово внедряване на интелигентни електромери ще продължава да изпреварва и през следващите години това в газоразпределението.

- Понятието „интелигентни“ разходомери за газ няма еднозначно определение в различните страни и между производителите на такива устройства. По-общо е схващането, че „интелигентни“ могат да се нарекат устройства, които освен стандартното измерване на обемния разход на газ имат интегрирани в структурата си и допълнителни функционалности. За да бъде определен един разходомер като „интелигентен“ не е необходимо да притежава всички възможни функционалности, като понятието се използва широко дори в случаите само на една добавена функция към стандартните разходомери за газ. Има разликата в разбирането на различните производители и в различните страни. Най-често за „интелигентни“ се обявяват газови разходомери с клапан, корекция на показанието по температура, локален дисплей и комуникационни функции.

- При проектирането и изграждането на интелигентните системи, пилотните проекти и провеждането на АРП, пазарните участници и националните регулатори прилагат препоръките на GGP и имат някои общи разбирания за това, какви функционалности трябва да притежава ИСИ, но често избират подмножество на тези възможности, които отговарят на пазарните условия, резултатите от пилотни проекти и проведените АРП на национално ниво. За окончателно дефиниране на параметрите, големите разпределителни дружества в Европа преминават задължително през малки пилотни проекти, като реалния срок за изграждане на пилотните обекти и анализа на резултатите отнема между 6 и 12 месеца, като след този период са необходими допълнителни около 12 месеца за подготовка на започването на реалното масово внедряване на системите.

- Два са основните подхода при изграждането на „интелигентни“ енергоразпределителни мрежи:

Интегрирани – Великобритания и Холандия - този вариант се използва предимно в случаите на обединено ползване на комуникационната инфраструктура от електро- и газоразпределителните компании по две причини:

- наличие на основно захранване при електромерите, тъй като GSM/GPRS-модемът има сериозни изисквания към консумацията на електроенергия и внедряването на такъв модул в газоразходомера контрастира с очакванията за живот на батерията на интелигентните разходомери за газ от 15-20

години (живота на батерията при устройствата с GSM/GPRS-модем обикновено варира между 5 и 8 години);

- необходимост от прехвърляне на по-големи обеми от информация.

Разделени – В страни като Франция и Италия е взето решение електро и газо-разпределителните мрежи да се развиват независимо една от друга, като са създадени минимални функционални изисквания или в случая на Италия – максимално подробни национални стандарти, покриващи всички аспекти на системите. Използваната комуникация при тези реализации е базирана на европейския стандарт EN 13757 в неговите жичен и безжичен вариант.

- Технологичното ниво на проектираните нови системи и тенденциите показват, че опростено дистанционно отчитане (AMR) остава в миналото и водещите компании залагат на изграждането на AMI системи, като основната цел е осигуряване на оперативна съвместимост за в бъдеще чрез широко използваните отворени стандарти и протоколи.

- Като обобщение на съществуващата регулаторна рамка трябва да се отбележи наличието на изключително конкретни и специфични изисквания към измервателните устройства (газ-разходомери и коректори), в това число допустими грешки, климатични условия и околна среда, механични и електромагнитни класове, разделителна способност и чувствителност, устойчивост, надеждност, пригодност, защита, допълнителна информация, тестове, изпитания и др. Тези конкретни ограничения и препоръки трябва да залегнат като неразделна основоположна част на измервателната инфраструктура на проекта.

Извън детайлно описаните параметри на полеовото оборудване в регулаторната рамка липсват задължително регламентирани характеристики, засягащи преносната среда и инфраструктура, методи за обработка и предаване на данни, времеви интервали, изисквания към устройства от второ ниво за архивиране и буфериране на данни.

В нормативните документи са описани само абстрактно основни изисквания към методите на визуализация и представяне на данните, като не са специфицирани и реални технически решения – било то локален дисплей, устройство, свързано към HAN (Home Area Network), уеб-базирано приложение и др. Липсват каквито и да е задължителни изисквания към Head-End системата, управляваща автоматизираното дистанционно отчитане, базата данни, резервираност, сигурност и периоди за съхранение на данните, скалируемост и др., като в дълбочина е засегнат единствено въпроса за неприкосновеността на личните данни.

Официалните институции на Европейският съюз изготвят препоръки и най-добри практики за изграждането на интелигентни измервателни системи в страните членки, като избягват налагането на задължителни изисквания и оставят политиката на националните регулатори.

- Част от първоначалните проекти през годините използват GSM/GPRS комуникация като „safety“ вариант, елиминирайки комуникацията от второ ниво и предавайки данни директно до главната система, поради липсата или бавното развитие на радио-стандартите за “smart metering”, недостатъчно ниво на сигурност при тяхното използване и липсата на обща спецификация. Днес радио-стандартите са силно еволюирали след сериозни усилия от страна на Европейската комисия, производителите на оборудване, европейски стандартизиращи организации и различни работни групи, сдружения и консорциуми и се използват за гръбнак на ИСИ.

- Най-широко застъпен протокол, използван за физическия и каналния слой за битово измерване, е EN 13757 - "Communication system for meters and remote reading of meters" (M-Bus /

Meter-Bus), като постоянните му допълнения се опитват да покрият всички аспекти на системите. Повечето стандарти просто имплементират допълнителни функционалности като AES 128 криптиране, контрол на данните и използването на предефинирания обектен COSEM-модел. Италианския UNI TS 11291, холандския, NTA 8130/DSMR и немския OMS използват EN 13757 като гръбнак и надграждат приложния слой за постигане на своите цели, осигурявайки оперативна съвместимост. Предлаганите от wM-Bus скорости на пренос са напълно достатъчни за поддръжка на AMI при изграждане на разпределена интелигентна система за измерване на газ.

Основните стандарти осигуряват различни режими на работа в зависимост от конкретното приложение, като работната честота от 868 000 Hz е поддържана от всички разгледани, а изборът между еднопосочна и двупосочна комуникация е въпрос на стратегия.

Въпреки че, безжичният M-Bus протокол е с ограничени възможности при топология звезда, поради факта, че тази топология е силно зависима от централно устройство, което управлява информация, той има капацитета да постигне най-голям обхват и притежава най-разнообразни режими на работа и добра оперативна съвместимост. Нещо повече, протоколът DLMS/COSEM надгражда M-Bus с ясно дефинирани обекти и сигурна и надеждна комуникация, като дори OMS поддържа COSEM/OBIS обекти за обратна съвместимост.

- Внедряването на крайни устройства, използващи EN 13757 за физическия и канален слой, значително би намалило риска и би осигурило бъдещата оперативна съвместимост с нови спецификации като OMS и DSMR, които се очаква да навлизат все по-масово на пазара.

- Мащабните проекти за отделна газоразпределителна комуникационна инфраструктура при изграждане на ИСИ в двете водещи в това отношение държави – Италия и Франция имплементират точно това решение, като единственото различие е използвания режим на работа на EN 13757 (т. нар. modes) под формата на работна честота. Двете основни носещи честоти са 169 000 и 868 000 Hz. Франция избира първата, като резултат от по-добро покритие при пилотните проекти, проведени от GrDF, като друг основен извод от същите изследвания препоръчва избягването на използването на повторители.

- Държави като Германия и Австрия подхождат по-прагматично като не залагат задължителни цели за процентно разпределение и оставят процеса да се движи от пазарни принципи. Използването на „мултиютилити“ концепцията за обединение на информацията на ниво „HAN“ от разпределителните дружества, залегнала в OMS-спецификацията се приема като инструмент за постигане на максимална икономическа ефективност.

- Съвременните Head-end системи трябва да са в състояние да събират информация от полево оборудване на различни производители, а DLMS/COSEM (Device Language Message Specification / Companion Specification for Energy Metering) е стандарт, който определя набор от спецификации, дефиниращи транспортния и приложния слой, като използва физическия слой, съгласно EN 13757. COSEM / OBIS модела за предефиниране на класове и обекти е широко използван в интелигентното измерване в Европа за стандартизиране на предаваните величини и параметри за постигане на оперативна съвместимост и унификация на данните за по-лесна интерпретация и съхранение от Head-end системата.

- Head-end системата трябва да е в състояние да изпълнява както диагностични функции, така и да осигурява стандартни интерфейси за връзка със системи от по-високо ниво като SCADA, CRM, BI, фактуриране, управление на активите и др. Предлаганите на пазара Head-end системи са

разнообразни, като освен разработваните от стандартните производители на измервателни устройства, са налични и решения на телекомуникационни и ИТ компании.

- За комуникация от второ ниво се използват TCP-IP базирани технологии (WAN, GPRS и др.).

- Основните производители предлагат интелигентни разходомери, близки по своята функционалност, включващи: дълъг живот на батерията, вграден клапан, температурна компенсация, локална комуникация и настройки през оптичен порт, локален дисплей, вградена комуникация, а използването на мобилни терминали за дистанционно отчитане и услуги с IC карти е крачка назад към AMR и става въпрос по-скоро за индивидуални решения на разпределителни дружества.

- Най-често използваните газовите разходомери за нуждите на интелигентното измерване на газ са диафрагмени, като през последните години цените на ултразвуковите разходомери стават все по-конкурентни и общият им дял при масовите инсталации постоянно расте. Редки са случаите на използвани микротемпературни разходомери с CMOS сензор.

- След проведени анализи на поведението на потребители, на които е предоставена възможност за следене на показанията за разход на газ се наблюдава икономия от порядъка на 1.8 % до 5%.

- Основния метод за предоставяне на данни за потреблението на крайните потребители при отсъствие на IHD става чрез уеб-портали на разпределителните дружества или локален дисплей на разходомера.

- Не без основание може да се направи извода, че разпространението на интелигентните системи за измерване в страната ни е в начален етап, а всяка компания сама решава до каква степен и с какви технически параметри да внедрява подобни системи и средства за измерване на база на специфичните условия, при които оперира и сектора на действие. Не е налична никаква обща инфраструктурна рамка, единни стандарти и изисквания, заложен от регулатора за кооперация между операторите.

- Технологиата при измерване на разхода на газ има отношение към корекция на обема на газ в съответствие с температурата (T) и/или налягането (P), компресабилити фактора (коэффициент на свиваемост) (Z) и калоричността на газа, което определя енергийните показатели на фиксиран обем газ. В европейската план е прието корекцията по температура и налягане да се извършва текущо чрез използване на датчици за температура и налягане, които се монтират на място и в "smart" решенията се интегрират в устройството (разходомера). Изискването за поддържане на двустранна дистанционна комуникация с „интелигентния“ разходомер предоставя възможността за дистанционна пренастройка на фърмуера (параметрите и коефициентите) в съответствие с промените на условията. При отсъствие на такава двустранна комуникация (например в AMR системите) подобна пренастройка се извършва „ръчно“ и локално.

- Пренастройката на параметрите и корекционния коефициент на измервателното устройство има по съществено значение за разходомерите на стопанските потребители и почти не се прилага при битовите абонати, тъй като това се оценява като натоварващо комуникационната мрежа условие.

- Както бе отбелязано в записката по-горе, в съдържанието на понятието „интелигентни“ разходомери се влагат различни изисквания, като всяка от страните в Европа решава самостоятелно кои от функционалните изисквания към „интелигентните“ разходомери да бъдат

удовлетворени. В комуналните компании в Европа е прието “интелигентните” разходомери за газ да извършват чрез вграден температурен датчик корекция единствено по температура.

III.2. Заключение от анализ на състоянието при системи за дистанционно наблюдение и управление на средства за търговско измерване на природен газ в газоразпределителните мрежи в страната.

III.2.1. От всички данните се налага заключението, че връзката между газоразпределителните мрежи и централната база данни в централния диспечерски пункт в основни линии е изградена/автоматизирана. Остава открит въпроса: каква подходяща мрежа трябва да се изгради за автоматизирано събиране на данните от разходомерите на битовите потребители в сервизните центрове.

III.2.2. Заключение, които могат да се направят относно условията, обема и сроковете за внедряването на интелигентни разходомери в мрежата газоразпределителните мрежи са:

Дефектиралите разходомери през 2019 год. са много малък процент от монтираните в газоразпределителните мрежи (0.35%);

Относително голям е броят на планово проверените разходомери за годината (23.66%), като се забелязва годишна цикличност при разходомерите за бита, някои биват демонтирани, подменяни или преминават метрологична проверка.

Голям брой разходомери подлежат на метрологична проверка в периода 2019 – 2020 година (30%), като част от тях биха могли, с минимални разходи, да бъдат обхванати от преходна система за дистанционно отчитане чрез монтаж на импулсен брояч с;

- вградена комуникация за предаване на данните към централизирана система до изчерпване на ресурсния им живот. Решението за имплементиране на една подобна стратегия, преминава през задължителен анализ на разходите и ползите и сравнение с алтернативните варианти;
- Разходомерите за подмяна до 2018 год. са относително не голям брой. При решение за преминаване към интелигентна система за измерване, именно тези разходомери могат да се разглеждат като потенциална цел за подмяна с ново поколение устройства от тип „smart” (10.29%).

III.2.3. Заключение, свързани с избора на разходомери при внедряването им в мрежата:

- Голямата сезонна промяна на консумацията, както и неравномерната консумация на газ поставя сериозни проблеми пред газоразпределителната мрежа. Силно неравномерният разход е проблем при избора на присъединителния размер на разходомера и в същото време поставя под въпрос линейността в показанията на устройството. Затруднява се и стабилизацията на налягането в мрежата. Пулсациите в консумацията са свързани и с проблеми по пренастройка на параметрите на коректорите и определят допустим период за пренастройка. В същото време неравномерността засилва случайния фактор и правилното планиране и определянето на предварителните заявки за газ. Това е сериозно смущение за мрежата на газоразпределителната мрежа като цяло.
- Всекидневната промяна на коефициента за калоричност на газа при сегашните условия за управление на мрежата („ръчно”) е физически невъзможно. Това е основание да се смята, че въвеждането на дистанционна настройка/промяна (например чрез въвеждане на SCADA

система) значително би повишило точността на отчитане на енергийния показател на мрежата и доверието на потребителите.

- Прави впечатление големият брой различни разходомери и коректори, доставени от различни производители и монтирани в газоразпределителните мрежи. Това предполага по-голяма складова наличност от резервни части и устройства и по-широка квалификация на обслужващия персонал, отговорен за поддръжката им. В този смисъл би могло да се помисли за възможно по-голяма типизация поне по отношение на производители на устройствата. Разбира се това е трудна задача, защото решението ѝ е свързано с присъединителните размери на устройствата, както и с тръжни процедури и периоди на доставката.
- Към момента в газоразпределителните мрежи са използвани приоритетно диафрагмени, ротационни и турбинни разходомери, т.е. от механичен тип. Известни са трудностите по поддръжка и необходимостта от периодична рехабилитация поради износване на подвижни части и деформации при тези
- разходомери. Независимо от липсата на стандарти и нормативи в България към момента, е целесъобразно да се помисли при внедряване на „интелигентните“ газ-разходомери, за преминаване към такива, които се базират на по-съвременни методи на измерване на разхода на газ, като например ултразвукови, лазерни, на базата на микротермална технология с C-mos сензор и др с по-дълъг експлоатационен живот и дистанционно наблюдение (след провеждане на технико-икономически анализ).
- Поради наличието на опити за манипулация на показанията на разходомерите за битови нужди е целесъобразно да се потърси просто техническо решение (например монтиране на тампер), чрез което да се информира сервизния център за нерегламентирано отваряне на капака на устройството. Функционирането на тампера (отворено/затворено) да може да се съгласува с графика за профилактика, ремонт сервизна настройка и др., като информацията за състоянието на тампера се подтиква до приключване на работите.
- При битовите абонати в мрежата на газоразпределителните мрежи може да се приеме, че необходимостта от интегриране на външен спирателен клапан за дистанционно прекъсване на газоподаването с разходомера не е непременно належащо и по-скоро е въпрос на икономическа оценка, като се вземат в предвид и необходимите мероприятия по поддръжка и периодична профилактика специално за клапана. Подобна функция може да се търси при подмяна на вече изчезнали от употреба разходомери с нови, като се следва логиката, че дружеството постепенно би преминавала към система за “Smart metering”.[14] За случаите на все още годните за употреба разходомери може да се запази съществуващото положение.

III.2.5. Заключение, които могат да се направят относно натовареността и отговорностите на служителите на газоразпределителните мрежи.Както бе установено относителната дължина на мрежата, която би следвало да се обслужва от един служител в отделните газоразпределителните мрежи, работата с различен брой битови и стопански абонати е твърде различна. В този смисъл може да се твърди, че натовареността (отговорността) на служителите в отделните газоразпределителните мрежи са твърде неравномерно разпределена. Обслужващият персонал на газоразпределителните мрежи е сериозно претоварен. [47] Този извод обуславя необходимостта от въвеждане на система за автоматизирано дистанционно събиране на данните от периферните

устройства, с което да се намали формално натоварването на служителите от газоразпределителните мрежи с по-голям обем работа.

III.2.6. Заключение относно архитектурата (структурата) на системата за събиране на данните от потребителите на природен газ:

- Относителната дължина на мрежата за един битов абонат е в интервала от 20 до 60 метра. Важно да се отбележи е, че въпросните цифри са получени като се раздели цялата дължина на мрежата, обслужвана от газоразпределителните мрежи на броя потребителите. В такъв случай заключението е да се търси такава структура на системата за събиране на данни, която позволява обобщаване на информацията от газ-разходомери на отделните абонати чрез радиокомуникация и концентратори и пакетното им предаване към централния сървър за събиране на данни по GPRS или Ethernet.
- В зависимост от техническите възможности на място, за всеки конкретен случай трябва да се преценява вида на връзката (жична или безжична) и вида на комуникацията. Преценката е свързана с конкретната топология и пространственото разпределение на абонатите.
- За изготвяне на баланс на газа е необходимо да се определят точките, които ще предават данни през час и други, които ще предават данни един път на денонощие. Разумно е да се състави точна карта на точките за контрол и техните основни параметри (разпределени по нива).
- Има смисъл да се събере подходяща информация за наличието на възлови контролни точки, в които е препоръчително от технологични съображения и съображения за сигурност, да се монтират камери за видео наблюдение, които да изпращат снимка в диспечерския пункт при възникване на алармено събитие. За целта е необходимо да се изготви карта на местата с разходомери, които трябва да предават по-често информация (например през час), което предполага външно (не само батерийно) хранване, например променливо напрежение 220 V или соларно хранване.
 - За избор на правилна стратегия и архитектура при изграждането на системата за автоматизирано дистанционно събиране на данните за показанията на газ-разходомерите на битовите потребители е целесъобразно да се разработи пилотен проект или типови такива, които да послужат за база при оценка на алтернативните решения, които отразяват спецификата на условията (както на околната среда така и на техническото и интелектуално ниво на потребителите) у нас. Това е била и стратегията, използвана в държавите в ЕС.

IV Глава ИЗСЛЕДОВАТЕЛСКИ НАБЛЮДЕНИЯ И ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ ПРОВЕРКИ НА СИСТЕМИ ЗА ДИСТАНЦИОННО НАБЛЮДЕНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ НА СРЕДСТВАТА ЗА ТЪРГОВСКО ИЗМЕРВАНЕ НА ПРИРОДЕН ГАЗ

IV.1. Изследователски наблюдения с проектирани устройства в системи за дистанционно наблюдение и управление на средства за търговско измерване на природен газ.

В теоретичните постижения при приложените устройства за дистанционно наблюдение и управление ще се извършват експерименти на 24 броя изследвани точки за разработката и коректността на поведението на изследвания процес. Проведен подробен анализ и заключения от експерименталното изследване.

Неравномерната консумация на газ в 24 броя изследвани точки за разработката създават предпоставки за отклонения в точността на отчитане поради работа в различни работни точки от нелинейната крива на отделните разходомери. В същото време неравномерността засилва случайния фактор и правилното планиране и предварителните заявки на газ. Това е сериозно смущение за газоразпределителните мрежи като цяло. Този фактор е предвиден по отношение към избора на разходомер за системата за дистанционно наблюдение и управление.

Резултатите от извършените експерименти на 24 броя изследвани точки от разработката на системи за дистанционно наблюдение и управление на средства за търговско измерване на природен газ са представените таблици и онагледени с графични фигури за всяка една изследваните точки. За повечето от изследваните средства част от газоразпределителните мрежи се наблюдават преобладаващи стойности на това отношение между 30% и 40%. При сравнение на резултатите може да се направи заключение, че при по-малките потребители от изследваните в газоразпределителните мрежи точки средно дневната консумация е приблизително половината от максимално регистрираната дневна консумация на годишна база за 2019год.

Консумацията на газ при извършените експерименти на 24 броя изследвани точки варира в зависимост от различните условия, като сезонните фактори и метеорологичните промени на атмосферната температурата са най-силно влияещия фактор на резултатите от извършените експерименти в представените таблици са онагледени в графични фигури. Приблизителната сезонна разлика (януари/ юли * 100 в %) в консумацията на изследваните точки (коригирана за мрежовия сегмент) са показани на графични фигури.

Графиките и съответните изходни данни показват многократно увеличение на консумацията на газ през зимата в сравнение с летните месеци. Данните от изследването на потребителите чрез средствата за дистанционно наблюдение и управление в газоразпределителните мрежи са различни за различните региони на нашата страна, макар и осреднени с други потребители на газоразпределителните мрежи в страната част от изследването. Големите сезонни разлики в неравномерната консумация на газ при различните потребители в изследваните точки част от газоразпределителни мрежи създава предпоставки за отклонения в точността на отчитане поради работа в различни работни диапазони от нелинейната крива на отделните разходомери. В същото време неравномерността засилва случайния фактор и правилното планиране и предварителните заявки на газ. [48] Това е сериозно смущение за газоразпределителни мрежи на нашата страна като цяло. Този фактор има отношение към избора на разходомер за интелигентно измерване в изследваните средствата за дистанционно наблюдение и управление в газоразпределителните мрежи.

За сравнение в изследваните точки е показано процентното отношение на средно дневната спрямо максимално дневната консумация на газ при различните изследвани потребители част от изследването.

Резултатите от всички успешно преминали изследвания в таблици и онагледени с графични фигури . За повечето потребители част от изследването на средствата за дистанционно наблюдение и управление на газоразпределителни мрежи се наблюдават преобладаващи стойности на това отношение между 30% и 40%. При сравнение на резултатите може да се направи

заклучението, че при по-малките потребители в изследването средно дневната консумация е приблизително половината от максимално регистрираната дневна консумация на годишна база за 2019 год.

Големите сезонни разлики в консумацията на газ (средно до около 600%) показват неравномерно натоварване на изследваните точки. [49] Това предполага, че има смисъл да се анализират процесите по газоразпределение и да се разработят стратегии и процедури за автоматизирано преразпределение на наличните количества газ при работа извън нормалния работен режим (при недостиг на газ).

При анализа на съществуващото състояние на газоразпределителните мрежи и за нуждите на проектиране на системата за дистанционно измерване на разхода на газ от значение е техническата информация за потребителя в изследваната точка.

Изследваните точки са част от различни газоразпределителни мрежи всички от тях, живеят в силно урбанизирани зони (централни градски части, сгради и блокове). Следователно преобладаващата част от консуматорите на газ част от изследването живеят в силно урбанизираните зони. В този смисъл при изграждането на цялата системата за дистанционно измерване на разхода на газ е насочено към методи и съответните технически средства за обобщено събиране и дистанционно предаване на данните от отделните разходомери. Икономически е изгодно е да се използват средства, които позволяват събиране на данните от разходомерите в една дървовидна или йерархична структура и последвала обработката и обобщено предаване към централизирана система за събиране на информация. [50] Структурата и техническото решение за всеки отделен сегмент/район на системата е определен от гъстотата на разпределение на потребителите, съответните разстояния и допълнителни фактори като наличие на захранване и подходящи локации за инсталации на технологично оборудване.

В зависимост от техническите възможности на място, за всеки конкретен потребител на природен газ е преценен вида на връзката (жична или безжична) и вида на комуникацията. Преценката е свързана с конкретната топология и пространственото разпределение на потребителя.

IV.2 Научно експериментални проверка с приложените устройства в системи за дистанционно наблюдение и управление на средства за търговско измерване на природен газ.

При анализа на научно експериментални проверка при преобразуваните в приложените проектирани устройства за системи за дистанционно наблюдение и управление на средства за търговско измерване на природен газ и съществуващото състояние на газоразпределителните мрежи и за нуждите на проектиране на системата за дистанционно измерване на разхода на газ от значение е техническата информация за потребителя в изследваната точка.

Научно експериментални проверка при преобразуваните в приложените проектирани устройства за системи за дистанционно наблюдение и управление на средства за търговско измерване на природен газ в изследваните точки са част от различни газоразпределителни мрежи всички от тях, живеят в силно урбанизирани зони (централни градски части, сгради и блокове). От научно експерименталната проверка се наблюдава, че преобладаващата част от консуматорите на газ част от изследването живеят в силно урбанизираните зони. В този смисъл при изграждането на

цялата системата за дистанционно измерване на разхода на газ е насочено към методи и съответните технически средства за обобщено събиране и дистанционно предаване на данните от отделните разходомери. [53] Научно експериментални проверка при преобразуваните в приложените проектирани устройства за системи за дистанционно наблюдение и управление на средства за търговско измерване на природен газ доказва, че икономически е изгодно е да се използват средства, които позволяват събиране на данните от разходомерите в една дървовидна или йерархична структура и последвала обработката и обобщено предаване към централизирана система за събиране на информация. Научно експериментални проверка представя структурата и техническото решение за всеки отделен сегмент/район на системата е определен от гъстотата на разпределение на потребителите, съответните разстояния и допълнителни фактори като наличие на захранване и подходящи локации за инсталации на технологично оборудване.

IV.2.1 Модели за краткосрочно прогнозиране на потреблението

Потреблението на природен газ може да се изрази със следния израз:

$$Q_{usr}^{(i)}(t) = Q_{usr_0}^{(i)} \cdot (1 + f_{usr}^{(i)} \cdot (t - t_0))$$

където:

$Q_{usr}^{(i)}$ - средногодишното потребление във времето;

$Q_{usr_0}^{(i)}$ - средногодишното потребление за началния период t_0 ,

$f_{usr}^{(i)}$ - коефициент определящ годишното изменение на $Q_{usr}^{(i)}(t)$

Функция която описва разпределение на броя потребители е се представя:

$$n^{(i)}(t) = n_0^{(i)}(t) \cdot (1 + f_N^{(i)} \cdot \Delta t)$$

където:

$n^{(i)}(t)$ – е броя на потребителите от тип (i) за търсената година , означава с t ,

$n_0^{(i)}(t)$ - потребители от тип (i) за базовата година t_0 ,

Δt – броя на годините между t и t_0 ,

$f_N^{(i)}$ –е коефициент, описващ нарастването на броя на потребители от съответния тип (i) за изследвания регион.

Параметрите $n_0^{(i)}$ и $f_N^{(i)}$, както и $Q_{usr_0}^{(i)}$ и $f_{usr}^{(i)}$ се получават по метода на най-малките квадрати.

$$Q_{annual}^{(i)}(t) = Q_{usr_0}^{(i)} \cdot n_0^{(i)} \cdot (1 + f_{usr}^{(i)} \cdot \Delta t) \approx Q_{annual_0}^{(i)} \cdot (1 + [f_{usr}^{(i)} + f_N^{(i)}] \cdot \Delta t),$$

където:

$$Q_{annual}^{(i)}(t) = Q_{usr_0}^{(i)} \cdot n_0^{(i)}$$

Тези параметри характеризират обобщеното потребление на природен газ за даден регион за потребителите в бита. По този начин става възможно да се запише обобщено средно изменение на потреблението за региона, чрез израза [10]

$$Q_{annual}^{(i)}(t) = Q_{annual_0}^{(i)} \cdot (1 + f_Q^{(i)} \cdot \Delta t),$$

където :

$$f_Q^{(i)} = f_{usr}^{(i)} + f_N^{(i)}$$

Зависимостта между дневното потребление и температурата е установена твърдо, и може да се изрази с връзка изразена с понятието отоплителен ден-градус (HDD). То представлява сума от разликата между средната часова температура T_i и температурата взета на база T_{ref} .

По специално HDD се дефинира като:

$$HDD = \sum_i (T_{ref} - T_i)$$

където:

сумата е определена за всички часове на деня, за които $T_{ref} > T_i$

На база на представените изследвания е установено, че параметърът HDD е свързан със средната температура T_{cp} за деня.

Това наблюдение означава, че може да се замени HDD със средната температура T_{cp} , което е много по-лесно за получаване и може да бъде предвидено с голяма степен на достоверност няколко дни напред.

В представения модел е въведено и понятието ефективна температура T_{ef} , което се базира на наблюдението, че потребителите реагират по един и същи начин на само на конкретни температури, но и на определени температурни сценарии. Това становище се потвърждава и от анализа на данните за потреблението на природен газ.[1]

Определяне на функция, описваща дневната консумация

За намиране на функциите, описващи дневната консумация в зависимост от температурата, така че да се получи минимална грешка на прогнозата, е използван регресионен анализ.[17]

С така въведените данни са извършени многократни опити за регресионен анализ с различни функции. Изхождайки от общата зависимост на консумацията спрямо температурата (таблица. 11), става ясно, че видът на търсената крива е огледално обърната S – образна, защото има насищане на консумацията при ниски и при високи температури.

$$F(t) = ax^3 + bx^2 + cx + d$$

Регресивният анализ всъщност намира стойности на коефициентите a, b, c и d, така че кривата да опише данните с минимална грешка.

Като оценка за точността на предсказаните стойности на температурата на газа, съпоставени с температурата на въздуха, се получава:

- коефициентът на корелация между данни от коректор 1 и коректор 2;

- грешка, получена чрез формулата:

$$E = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{|Tv_i - Tg_i|}{Tg_i}$$

където: N е броя на данните (дните), Tv_i е температурата на въздуха $^{\circ}C$, а Tg_i е измерената температура на газа, $^{\circ}C$ за i – тия ден.

Като резултат се наблюдава сходност в рамките на 97%.

Таблица. 11

Температура в Целзиус	t°	t°	t°	t°	t°	t°	t°	t°	t°	t°	t°	t°	t°	t°	t°
	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
	1.12.2019	2.12.2019	3.12.2019	4.12.2019	5.12.2019	6.12.2019	7.12.2019	8.12.2019	9.12.2019	10.12.2019	11.12.2019	12.12.2019	13.12.2019	14.12.2019	15.12.2019
8:00	1.4	-2.8	4.5	0.4	-5.6	-5.4	-2.0	4.7	0.4	2.4	1.5	5.9	6.1	4.3	5.4
9:00	2.6	-0.3	3.9	0.7	-3.4	-3.4	-0.7	5.6	2.9	3.0	2.5	6.1	6.6	4.9	7.1
10:00	4.1	2.3	2.8	1.4	-1.3	-0.7	0.2	7.5	4.6	3.0	4.2	6.6	7.0	6.0	9.3
11:00	5.8	3.9	2.1	1.6	0.5	1.7	1.6	10.1	7.1	3.1	5.5	7.0	7.9	7.3	10.9
12:00	6.8	4.2	2.1	1.9	1.5	3.2	2.8	13.4	9.5	5.3	6.5	7.5	8.0	8.2	11.2
13:00	7.8	5.7	2.6	2.2	2.6	4.7	3.8	13.0	11.0	6.8	6.5	7.7	8.7	9.0	12.1
14:00	8.0	5.7	3.1	2.5	2.9	6.1	4.0	12.5	11.3	7.0	6.6	7.8	9.7	9.4	13.5
15:00	7.9	6.0	3.4	2.7	3.0	6.5	4.4	12.6	10.6	6.8	6.3	7.9	10.3	9.2	14.1
16:00	7.0	5.3	2.9	1.7	2.1	5.3	4.7	10.7	8.4	6.2	5.7	8.2	9.0	8.6	13.9
17:00	4.6	4.0	2.4	0.3	0.2	2.8	4.4	8.7	6.3	4.1	5.2	8.0	8.2	7.8	10.1
18:00	2.5	2.9	1.9	-0.8	-1.1	1.4	4.3	7.0	4.1	2.1	5.2	7.8	7.7	8.1	7.9
19:00	1.4	2.2	1.5	-1.5	-1.8	0.2	4.1	6.4	2.7	0.4	5.8	7.7	7.2	7.7	6.5
20:00	1.0	2.1	1.0	-2.2	-2.2	-1.0	4.5	5.7	2.1	-0.5	6.6	7.7	6.8	7.5	5.3
21:00	0.5	1.3	0.8	-3.0	-2.6	-1.5	4.2	4.5	1.4	-0.9	6.0	7.7	6.1	7.1	4.2
22:00	-0.1	1.0	0.5	-2.8	-3.0	-2.2	4.5	3.7	1.0	-0.8	6.1	7.6	6.0	6.8	3.5
23:00	-0.6	0.6	0.4	-3.6	-3.2	-2.6	5.0	2.8	1.0	-1.3	6.2	7.7	5.7	6.6	2.6
0:00	-1.1	1.6	0.4	-4.0	-3.4	-2.8	5.0	2.5	1.3	-1.7	6.0	7.2	5.3	6.6	2.8
1:00	-1.6	1.8	0.4	-4.3	-3.6	-3.1	5.3	2.1	1.1	-2.1	6.1	7.1	4.7	6.6	2.2
2:00	-2.0	2.1	0.4	-4.7	-4.1	-3.6	5.1	1.8	1.5	-2.7	6.0	7.0	4.8	7.1	1.9
3:00	-2.4	2.4	0.4	-4.9	-4.5	-4.1	5.2	1.6	1.7	-2.6	6.0	6.7	4.7	7.5	1.1
4:00	-2.8	3.1	0.3	-5.5	-4.9	-3.8	5.3	1.4	1.5	-2.2	5.9	6.2	4.5	7.5	0.7
5:00	-3.1	3.6	0.3	-5.6	-4.9	-4.6	4.7	1.1	1.5	-1.2	5.7	6.1	4.3	6.8	0.5
6:00	-3.2	4.3	0.4	-6.0	-5.0	-3.6	4.8	0.3	2.2	-0.2	5.6	5.9	4.2	6.6	0.6
7:00	-3.3	4.8	0.4	-6.1	-5.4	-2.6	4.6	-0.2	2.4	1.1	5.7	5.2	4.4	6.0	0.1
	1	понеделник	вторник	сряда	четвъртък	петък	събота	неделя	понеделник	вторник	сряда	четвъртък	петък	събота	неделя
MAX t°	8	6	5	3	3	7	5	13	11	7	7	8	10	9	14
MIN t°	-3	-3	0	-6	-6	-5	-2	0	0	-3	2	5	4	4	0
Average t°	2	3	2	-2	-2	-1	4	6	4	1	6	7	7	7	6
sum t°	49	76	48	-41	-47	-7	104	160	115	44	151	196	185	201	169
Total m3	65 909	106 586	115 154	121 367	129 164	120 706	73 192	65 771	115 644	106 047	106 329	98 550	89 001	58 571	62 367
Представителна калоричност	10.585	10.585	10.585	10.585	10.585	10.585	10.585	10.585	10.585	10.585	10.585	10.585	10.585	10.585	10.585
	Nm3	Nm3	Nm3	Nm3	Nm3	Nm3	Nm3	Nm3	Nm3	Nm3	Nm3	Nm3	Nm3	Nm3	Nm3
	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
Разход в MWh	1.12.2019	2.12.2019	3.12.2019	4.12.2019	5.12.2019	6.12.2019	7.12.2019	8.12.2019	9.12.2019	10.12.2019	11.12.2019	12.12.2019	13.12.2019	14.12.2019	15.12.2019
8:00	3 325	8 687	8 265	8 964	10 380	9 734	4 375	3 359	9 291	8 805	7 872	8 290	8 115	3 510	3 081
9:00	3 792	7 638	7 563	8 252	9 552	8 903	4 525	2 791	8 226	7 834	7 555	7 245	6 818	4 146	2 691
10:00	2 934	6 786	6 641	7 288	7 278	7 488	4 281	2 501	6 938	6 680	6 566	5 214	6 173	3 161	2 565
11:00	2 848	5 801	6 286	6 219	6 614	6 688	3 924	2 537	6 244	6 154	5 655	4 762	5 972	2 850	2 222
12:00	2 633	6 123	6 334	5 739	5 939	6 189	3 450	2 397	5 307	5 617	5 123	4 886	5 394	3 072	2 254
13:00	2 637	5 583	6 413	5 594	5 730	5 821	3 074	2 532	4 844	5 262	5 500	4 740	4 679	2 918	2 282
14:00	2 757	5 836	6 114	6 317	5 283	5 706	3 118	2 577	5 070	4 777	6 152	5 057	4 836	2 727	2 064
15:00	2 560	5 269	5 899	5 236	5 113	5 308	3 207	2 523	4 624	5 044	6 161	4 502	4 939	2 693	2 133
16:00	2 353	4 706	5 188	4 984	4 396	5 213	2 903	2 616	4 366	4 393	5 520	4 472	4 670	2 307	2 312
17:00	2 784	4 300	4 972	4 661	5 197	5 075	3 079	2 534	4 549	4 678	4 373	3 786	3 390	2 451	2 574
18:00	2 953	4 404	5 264	4 596	5 919	5 777	3 376	3 043	4 409	4 573	4 481	4 035	3 640	2 902	3 332
19:00	3 410	4 922	5 147	4 617	6 005	5 834	3 420	3 512	4 926	5 166	5 132	3 832	3 884	3 496	3 681
20:00	3 578	4 632	4 785	4 418	6 059	5 238	4 172	3 316	4 337	4 236	4 272	3 446	4 123	3 149	3 655
21:00	2 502	3 273	3 515	3 956	5 295	4 423	3 132	2 215	3 647	4 298	3 356	3 100	3 444	2 134	2 447
22:00	2 058	2 859	4 693	3 842	4 341	4 221	3 172	1 831	3 345	3 176	3 268	2 872	2 782	2 325	2 230
23:00	3 238	2 828	2 944	4 323	4 075	3 529	2 972	2 671	3 176	2 581	3 179	3 411	2 119	2 144	2 454
0:00	2 896	2 437	2 255	3 857	3 468	3 179	1 605	2 736	3 890	2 411	2 544	3 128	1 735	1 627	2 275
1:00	1 988	2 015	2 239	3 634	3 383	3 299	2 080	2 600	3 488	2 317	1 967	2 798	1 720	1 303	1 536
2:00	1 711	2 065	2 621	3 173	3 720	3 223	2 154	1 801	3 457	1 913	1 825	2 786	1 588	1 301	1 536
3:00	1 456	2 345	2 300	3 258	3 479	2 827	1 850	1 829	3 840	2 292	2 016	2 965	1 485	1 302	1 830
4:00	1 529	2 280	2 388	2 902	3 119	3 139	1 889	1 963	3 832	2 105	2 220	2 169	1 304	1 444	2 091
5:00	1 544	2 168	2 837	3 484	3 210	2 846	1 736	1 951	2 933	2 269	2 131	1 671	1 509	1 354	1 890
6:00	2 374	3 159	3 496	4 227	3 927	3 192	2 139	3 307	3 948	3 044	3 097	2 961	1 699	1 754	2 786
7:00	6 049	6 470	6 995	7 826	7 682	3 854	3 559	6 629	6 957	6 422	6 364	6 422	2 983	2 501	6 334
Total	65 909	106 586	115 154	121 367	129 164	120 706	73 192	65 771	115 644	106 047	106 329	98 550	89 001	58 571	62 367
16:00	23 486	51 723	53 515	53 609	55 889	55 837	29 954	21 217	50 544	50 173	50 584	44 696	46 926	25 077	19 292
%	35.63%	48.53%	46.47%	44.17%	43.27%	46.26%	40.93%	32.26%	43.71%	47.31%	47.57%	45.35%	52.73%	42.81%	30.93%
23:00	46 362	83 647	90 023	89 006	97 176	95 147	56 180	42 955	83 299	83 274	84 165	73 650	74 978	45 985	41 977
%	70.34%	78.48%	78.18%	73.34%	75.23%	78.83%	76.76%	65.31%	72.03%	78.53%	79.16%	74.73%	84.24%	78.51%	67.31%

Таблица. 12

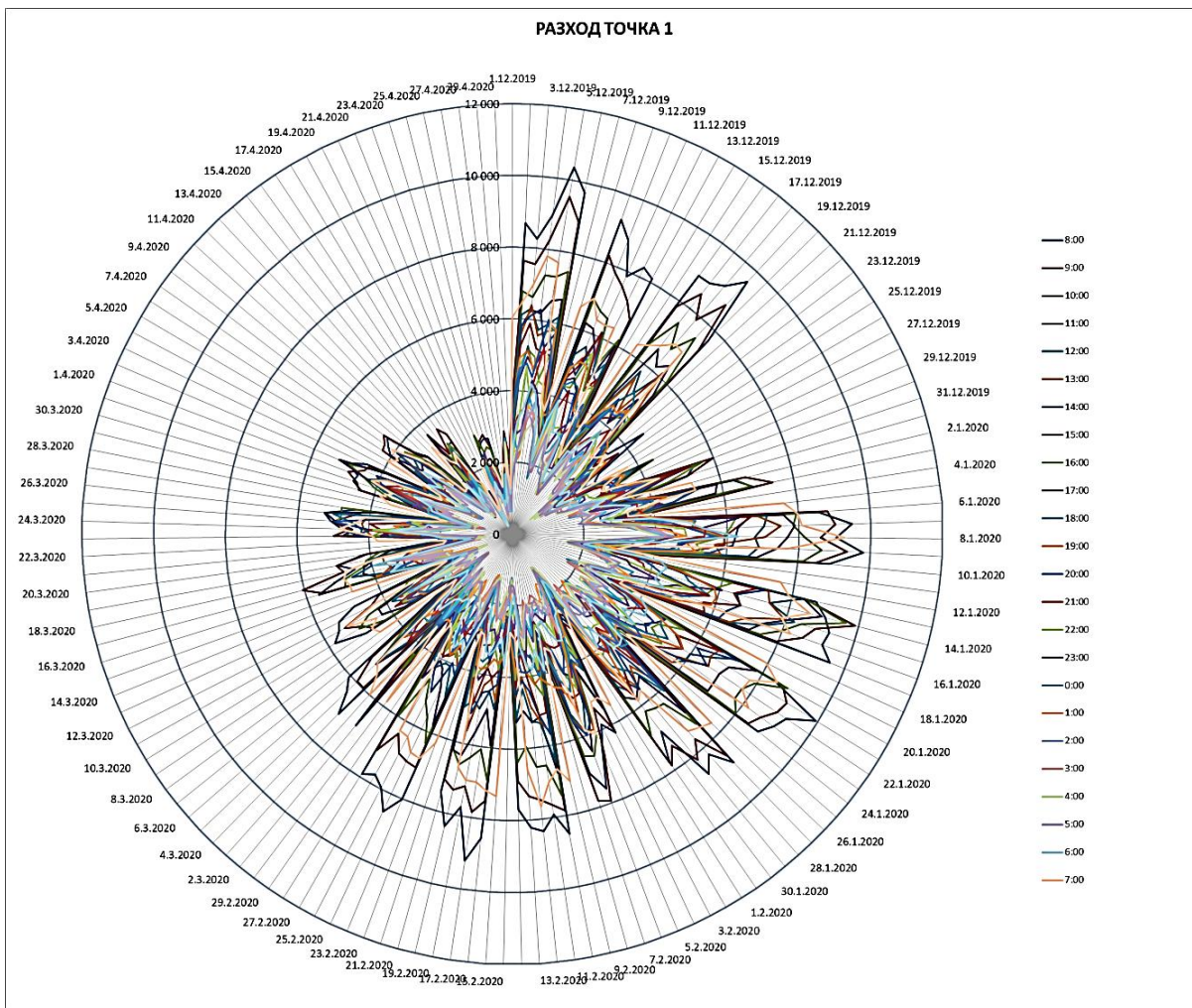
Температура в Целин °С	t°	t°	t°	t°	t°	t°	t°	t°	t°	t°	t°	t°	t°	t°
	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
	16.12.2019	17.12.2019	18.12.2019	19.12.2019	20.12.2019	21.12.2019	22.12.2019	23.12.2019	24.12.2019	25.12.2019	26.12.2019	27.12.2019	28.12.2019	29.12.2019
8:00	0.4	0.6	3.0	7.3	4.3	0.7	5.6	10.4	4.5	3.4	4.2	2.7	1.5	2.1
9:00	2.3	2.4	5.2	9.3	4.3	1.5	7.0	11.5	4.8	4.8	4.1	2.7	2.3	2.3
10:00	4.8	4.8	7.9	13.2	4.3	2.4	8.2	12.0	5.8	6.5	5.7	3.7	3.5	2.5
11:00	7.5	7.3	10.9	15.5	6.0	4.2	9.9	11.8	6.8	7.1	7.5	4.5	4.5	3.7
12:00	10.1	9.6	14.1	16.1	6.9	6.7	12.2	11.9	8.5	7.6	10.1	5.4	5.0	4.5
13:00	12.6	12.1	16.1	16.7	8.2	8.3	16.1	11.6	9.8	7.8	11.8	6.1	5.4	4.9
14:00	14.2	14.4	17.9	9.6	8.9	10.0	19.2	11.9	10.1	8.0	11.0	7.0	4.7	4.9
15:00	14.7	15.2	17.6	17.0	8.8	10.4	19.4	11.3	10.3	7.9	10.9	7.5	5.1	4.2
16:00	13.7	14.6	15.2	14.3	8.2	10.2	18.3	10.3	8.4	7.5	10.3	6.4	4.3	3.6
17:00	10.4	10.9	11.7	11.3	6.2	9.2	17.3	9.4	7.4	6.7	7.8	5.3	2.6	2.7
18:00	7.7	8.3	9.7	9.8	5.0	7.4	16.8	8.5	6.8	5.9	7.3	4.2	1.7	2.1
19:00	6.5	7.2	8.8	7.2	4.7	8.0	16.3	7.5	6.0	5.2	7.4	3.1	0.9	1.8
20:00	5.5	6.4	8.6	6.5	4.4	9.3	15.7	7.3	5.7	5.1	7.6	2.4	0.3	1.4
21:00	4.8	6.1	8.8	5.9	3.8	10.3	14.8	7.0	5.4	5.0	6.1	1.9	0.3	1.3
22:00	4.2	5.5	9.0	4.8	3.5	10.6	14.6	6.3	4.8	4.8	5.5	1.4	0.4	1.7
23:00	3.2	5.0	8.2	4.8	3.4	10.0	15.3	5.8	3.3	4.9	5.3	1.5	1.2	1.3
0:00	3.4	4.6	9.6	9.6	2.7	10.4	11.9	6.2	3.6	4.8	4.9	1.1	0.8	1.4
1:00	3.1	4.3	11.1	11.1	2.1	10.7	11.7	6.4	4.2	4.9	4.7	0.9	0.8	1.9
2:00	2.7	3.8	10.8	10.8	1.6	8.1	12.5	5.8	4.5	4.7	4.2	0.9	1.1	2.2
3:00	2.7	3.7	10.8	10.8	1.8	7.5	11.8	5.9	4.3	4.4	3.4	0.8	1.1	2.2
4:00	2.8	3.6	10.1	10.1	1.4	7.1	11.8	6.1	4.2	4.2	2.9	0.7	1.1	2.2
5:00	0.6	2.8	9.1	9.1	1.1	6.3	10.7	6.0	4.1	4.1	2.3	0.9	1.6	2.1
6:00	0.8	2.7	9.2	9.2	0.9	5.5	10.6	5.2	3.8	3.9	2.3	1.1	1.7	2.2
7:00	0.8	2.8	8.1	8.1	1.0	5.2	10.8	4.9	3.6	4.2	3.0	1.4	1.9	2.3
	понеделник	вторник	сряда	четвъртък	петък	събота	неделя	понеделник	вторник	сряда	четвъртък	петък	събота	неделя
MAX t°	15	15	18	17	9	11	19	12	10	8	12	8	5	5
MIN t°	0	1	3	5	1	1	6	5	3	3	2	1	0	1
Average t°	6	7	10	10	4	8	13	8	6	6	6	3	2	3
sum t°	162	184	287	285	124	206	358	228	163	154	176	91	69	71
Total m3	99 865	106 465	107 770	111 666	87 648	65 544	45 784	59 380	44 980	43 577	51 192	69 696	62 648	61 461
Представителна калоричност	10.585	10.585	10.585	10.585	10.585	10.585	10.585	10.585	10.585	10.585	10.585	10.585	10.585	10.585
	Nm3	Nm3	Nm3	Nm3	Nm3	Nm3	Nm3	Nm3	Nm3	Nm3	Nm3	Nm3	Nm3	Nm3
	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
Разход в MWh	16.12.2019	17.12.2019	18.12.2019	19.12.2019	20.12.2019	21.12.2019	22.12.2019	23.12.2019	24.12.2019	25.12.2019	26.12.2019	27.12.2019	28.12.2019	29.12.2019
8:00	8 887	8 898	9 114	9 609	7 687	3 424	3 480	4 602	2 941	2 730	2 750	4 328	3 184	3 149
9:00	7 825	8 516	7 875	8 720	7 281	3 378	2 942	3 708	2 565	2 329	2 375	4 252	3 106	3 579
10:00	6 563	7 497	6 798	7 476	6 042	2 925	2 737	3 077	2 566	2 112	2 489	4 435	3 307	2 702
11:00	4 854	6 563	6 151	6 422	5 522	3 223	2 400	2 841	2 197	2 287	2 301	4 224	3 094	2 561
12:00	4 484	5 769	5 156	6 003	4 905	3 253	1 940	2 903	2 152	2 024	2 112	3 883	3 241	2 513
13:00	4 451	5 537	4 513	6 142	4 775	3 132	1 762	2 955	2 492	2 373	2 065	3 775	3 066	3 167
14:00	4 020	4 789	4 112	4 662	4 376	3 083	1 604	2 801	2 314	2 063	2 070	3 354	3 043	3 086
15:00	3 981	4 126	4 293	4 447	4 080	3 195	1 421	2 266	1 953	1 906	2 621	3 094	3 186	2 717
16:00	3 546	4 442	4 111	4 615	4 555	2 814	1 713	2 161	1 911	1 777	2 659	2 915	2 798	2 962
17:00	3 233	4 788	4 086	5 138	3 948	2 935	2 021	2 243	2 146	2 049	2 847	3 014	3 052	2 918
18:00	3 774	4 698	5 217	4 947	3 424	3 639	2 370	2 970	2 570	2 245	2 932	3 703	3 075	3 032
19:00	4 264	4 564	4 445	4 734	3 722	3 576	3 131	3 291	2 363	2 356	3 019	3 540	3 201	3 469
20:00	3 669	4 416	4 365	4 553	3 580	3 275	2 491	2 418	1 780	2 446	2 954	2 937	3 142	3 057
21:00	3 047	3 391	3 611	3 964	3 112	2 633	2 018	2 156	1 298	1 810	2 411	2 825	2 769	2 652
22:00	2 731	3 265	3 619	3 371	3 039	2 720	1 740	2 477	1 543	1 682	1 594	2 350	2 379	2 509
23:00	3 115	2 814	3 385	2 723	2 120	2 302	1 386	2 631	1 348	1 411	1 541	2 241	2 232	1 885
0:00	2 920	2 587	3 034	2 322	1 709	1 710	1 191	1 695	1 284	1 085	1 306	2 176	2 031	1 800
1:00	3 150	1 940	2 294	3 316	2 196	1 412	1 281	1 541	1 116	1 087	1 153	1 933	2 012	1 527
2:00	3 108	1 892	2 846	2 965	1 758	1 971	730	1 426	1 349	1 242	1 179	1 663	2 001	1 597
3:00	3 007	1 917	2 669	2 059	1 729	1 799	704	1 542	956	891	1 115	1 522	1 504	1 554
4:00	3 019	1 879	2 601	1 780	1 397	1 773	639	1 542	748	969	1 038	1 384	1 341	1 505
5:00	2 922	2 280	2 690	1 652	1 590	1 979	954	1 347	919	1 124	1 063	1 421	1 391	1 676
6:00	2 800	3 206	3 803	3 112	2 066	2 221	1 697	1 993	1 915	1 461	1 890	1 816	1 733	2 208
7:00	6 495	6 691	6 982	6 934	3 035	3 172	3 432	2 794	2 554	2 118	3 708	2 911	2 760	3 636
Total	99 865	106 465	107 770	111 666	87 648	65 544	45 784	59 380	44 980	43 577	51 192	69 696	62 648	61 461
16:00	45 065	51 695	48 012	53 481	44 668	25 613	18 286	25 153	19 180	17 824	18 783	31 345	25 227	23 474
%	45.13%	48.56%	44.55%	47.89%	50.96%	39.08%	39.94%	42.36%	42.64%	40.90%	36.69%	44.97%	40.27%	38.19%
23:00	72 444	84 073	80 851	87 526	72 168	49 507	35 156	45 500	34 139	33 600	38 740	54 870	47 875	45 958
%	72.54%	78.97%	75.02%	78.38%	82.34%	75.53%	76.79%	76.63%	75.90%	77.10%	75.68%	78.73%	76.42%	74.78%

Таблица. 13

Температура в Целзи °С	t°	t°	t°	t°	t°	t°	t°	t°	t°	t°	t°	t°	t°	t°
	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
	30.12.2019	31.12.2019	1.1.2020	2.1.2020	3.1.2020	4.1.2020	5.1.2020	6.1.2020	7.1.2020	8.1.2020	9.1.2020	10.1.2020	11.1.2020	12.1.2020
8:00	2.3	-1.6	1.0	-1.3	-5.9	1.6	4.0	1.4	-0.6	-3.4	-5.4	-2.8	-1.9	4.5
9:00	2.7	-0.6	1.5	-0.1	-3.8	4.0	4.0	2.1	0.5	-1.7	-3.4	-1.8	1.1	4.7
10:00	3.1	0.7	3.3	1.9	-1.4	6.9	4.6	4.1	1.8	0.7	-0.9	0.6	4.7	5.4
11:00	3.1	3.7	4.9	3.5	2.8	9.9	5.6	5.0	3.3	2.6	2.0	3.5	7.6	6.0
12:00	3.3	6.0	6.5	4.9	4.6	12.8	6.0	6.0	4.4	4.0	4.2	6.2	10.0	6.5
13:00	3.8	7.8	7.4	5.5	6.6	14.9	5.4	6.1	5.4	5.1	5.9	8.0	11.5	6.6
14:00	5.1	8.9	7.9	5.8	8.3	15.4	5.0	5.4	6.0	5.5	6.8	9.3	12.5	6.7
15:00	5.1	9.4	7.5	5.7	9.5	16.3	4.3	4.8	6.1	5.4	7.0	9.8	12.4	6.7
16:00	4.7	8.5	6.5	5.2	8.1	12.9	3.6	4.2	5.3	4.5	6.4	9.5	11.0	6.6
17:00	3.6	4.5	5.1	3.3	5.5	8.3	2.9	3.3	3.4	2.8	4.3	7.1	9.4	6.0
18:00	3.0	3.6	4.6	1.3	3.5	6.9	2.2	2.9	1.9	0.9	2.4	4.7	8.2	5.1
19:00	1.9	2.8	4.1	0.1	2.1	6.4	1.8	2.8	0.9	0.1	1.1	2.7	7.6	4.4
20:00	1.2	2.7	3.3	-0.3	1.6	4.6	1.8	2.6	-0.4	-0.8	0.4	2.0	7.0	3.5
21:00	0.3	2.6	2.5	-1.1	1.2	4.5	2.0	2.6	-1.2	-1.6	-0.1	0.7	7.0	3.0
22:00	0.4	2.2	1.9	-2.1	1.3	4.7	1.9	2.2	-1.8	-2.6	-0.6	0.4	6.6	2.4
23:00	0.5	2.2	1.6	-2.8	1.2	5.4	1.4	2.0	-2.1	-2.8	-0.7	-0.3	6.1	2.3
0:00	0.2	2.9	1.1	-3.5	0.9	4.2	1.5	2.2	-2.4	-3.3	-1.4	-0.4	5.8	1.4
1:00	-0.7	2.3	0.4	-3.9	1.1	4.4	1.3	2.3	-2.7	-3.9	-1.9	-0.6	5.5	1.2
2:00	-0.9	2.5	0.1	-4.5	1.3	4.9	1.2	1.9	-2.9	-4.4	-2.9	-0.7	5.5	1.2
3:00	-1.1	1.8	-0.1	-5.2	1.7	5.1	1.2	1.7	-2.4	-4.9	-2.7	-0.7	5.4	1.0
4:00	-1.5	1.4	-0.2	-6.1	1.8	5.2	1.3	0.9	-2.6	-4.6	-2.5	-0.8	5.6	0.9
5:00	-1.7	1.3	-0.7	-7.1	0.9	5.0	1.3	0.3	-2.4	-5.4	-3.1	-1.0	5.4	0.0
6:00	-2.0	0.8	-0.5	-6.9	0.9	4.5	1.5	0.2	-2.9	-5.9	-3.1	-1.0	5.1	-0.9
7:00	-1.8	0.2	-1.4	-6.7	1.3	4.5	1.7	-0.5	-3.4	-5.5	-3.2	-1.5	4.8	-1.5
	<i>понеделник</i>	<i>вторник</i>	<i>сряда</i>	<i>четвъртък</i>	<i>петък</i>	<i>събота</i>	<i>неделя</i>	<i>понеделник</i>	<i>вторник</i>	<i>сряда</i>	<i>четвъртък</i>	<i>петък</i>	<i>събота</i>	<i>неделя</i>
MAX t°	5	9	8	6	10	16	6	6	6	6	7	10	13	7
MIN t°	-2	-2	-1	-7	-6	2	1	-1	-3	-6	-5	-3	-2	-2
Average t°	1	3	3	-1	2	7	3	3	0	-1	0	2	7	3
sum t°	41	91	82	-11	67	205	79	77	17	-16	16	68	188	93
Total m3	92 381	71 606	62 480	98 795	92 151	69 320	82 847	130 207	138 816	145 250	124 731	107 285	65 953	75 077

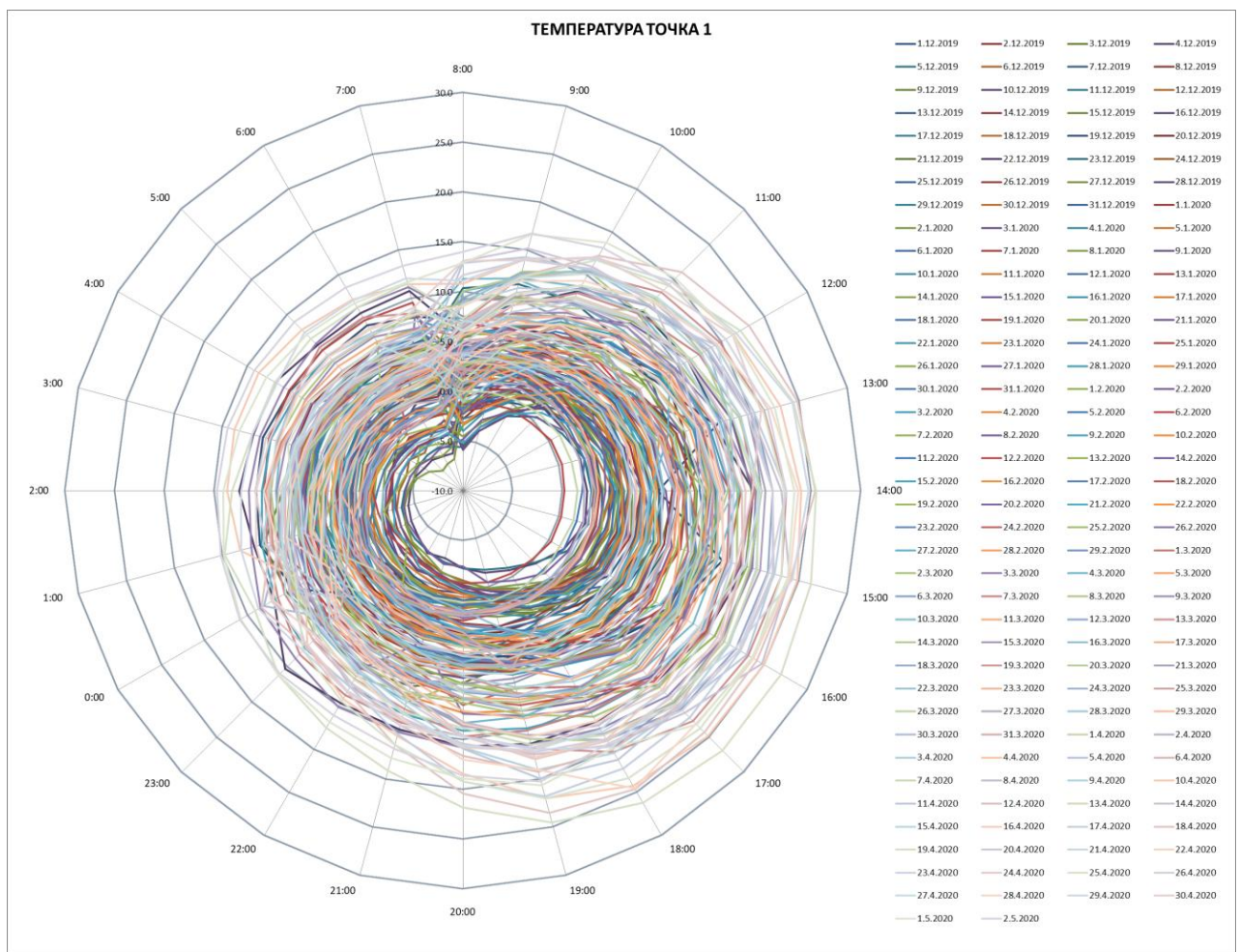
Представителна калоричност	10.585	10.585	10.580	10.580	10.580	10.580	10.580	10.580	10.580	10.580	10.580	10.580	10.580	10.580
	Nm3	Nm3	Nm3	Nm3	Nm3	Nm3	Nm3	Nm3	Nm3	Nm3	Nm3	Nm3	Nm3	Nm3
	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
Разход в MWh	30.12.2019	31.12.2019	1.1.2020	2.1.2020	3.1.2020	4.1.2020	5.1.2020	6.1.2020	7.1.2020	8.1.2020	9.1.2020	10.1.2020	11.1.2020	12.1.2020
8:00	5 431	5 126	3 106	6 343	6 820	3 694	3 580	8 561	9 474	9 029	9 798	8 872	3 647	2 635
9:00	5 974	5 178	2 969	6 681	7 395	3 999	3 755	8 800	9 007	8 588	9 347	8 483	4 538	2 846
10:00	5 656	4 568	2 524	6 395	6 795	3 487	3 589	7 931	7 834	8 162	8 627	8 131	3 872	3 212
11:00	4 900	3 861	2 171	5 868	5 766	3 109	3 537	7 571	7 882	7 680	7 405	6 843	3 232	3 211
12:00	4 281	3 795	2 265	5 323	4 583	3 068	3 729	7 119	7 010	6 758	6 884	6 596	3 451	3 081
13:00	4 547	3 392	2 421	5 119	4 586	3 274	3 858	6 862	7 486	7 045	5 652	5 823	2 941	3 182
14:00	5 318	3 262	2 877	5 223	4 569	3 275	4 105	6 635	6 294	6 217	6 148	5 522	2 899	3 088
15:00	5 298	2 776	2 622	4 393	4 009	3 050	4 115	6 667	6 257	5 904	5 919	4 987	2 580	3 072
16:00	4 303	2 749	2 480	3 742	4 020	2 520	3 654	6 245	6 077	5 880	5 131	5 336	2 850	3 506
17:00	3 784	2 766	2 701	3 844	4 267	2 896	3 480	6 318	5 254	5 927	4 843	4 409	2 769	3 740
18:00	3 903	3 126	2 657	4 039	3 959	3 383	3 600	5 119	4 972	5 768	4 611	4 664	2 969	4 050
19:00	3 988	3 400	3 552	4 423	3 820	3 499	4 035	5 040	5 129	5 880	4 852	5 141	3 339	3 828
20:00	4 002	3 154	3 453	3 932	3 425	3 314	3 454	4 438	5 002	5 596	4 698	4 444	2 834	3 568
21:00	3 349	2 573	2 490	3 562	3 547	3 689	3 108	4 017	5 388	5 346	4 203	3 510	2 718	3 286
22:00	3 059	2 249	2 318	3 347	3 087	2 763	2 769	3 876	4 797	4 849	3 461	3 311	2 165	2 711
23:00	2 706	2 877	2 252	3 492	2 481	2 502	2 634	3 324	4 404	4 584	3 932	2 765	1 927	2 211
0:00	2 414	2 204	1 639	2 678	2 338	2 092	2 490	3 021	3 649	4 314	3 608	2 320	2 761	2 043
1:00	2 578	1 644	1 773	2 246	2 017	2 169	2 572	2 878	4 167	4 840	2 685	2 114	2 941	2 410
2:00	2 617	1 852	1 671	2 585	2 259	1 861	2 261	3 035	3 706	4 492	2 904	2 062	1 759	2 082
3:00	2 423	1 774	2 129	2 480	2 233	2 051	2 407	3 141	4 079	4 374	2 716	2 009	1 707	1 851
4:00	2 310	1 977	2 191	2 216	2 092	1 981	2 218	3 296	3 588	4 094	2 726	1 973	1 514	1 659
5:00	2 359	1 978	2 088	2 240	2 002	1 916	2 416	3 474	3 957	4 377	2 800	2 247	1 565	2 018
6:00	2 800	2 374	2 949	3 376	2 819	2 461	3 872	4 862	5 327	6 294	4 105	2 348	2 007	4 192
7:00	4 381	2 954	5 182	5 248	3 262	3 267	7 609	7 977	8 076	9 252	7 676	3 375	2 968	7 595
Total	92 381	71 606	62 480	98 795	92 151	69 320	82 847	130 207	138 816	145 250	124 731	107 285	65 953	75 077
16:00	41 405	31 957	20 955	45 345	44 523	26 956	30 268	60 146	61 244	59 383	59 780	55 257	27 160	24 327
%	44.82%	44.63%	33.54%	45.90%	48.32%	38.89%	36.53%	46.19%	44.12%	40.88%	47.93%	51.50%	41.18%	32.40%
23:00	70 499	54 849	42 858	75 726	73 129	51 522	57 002	98 523	102 267	103 213	95 511	88 837	48 731	51 227
%	76.31%	76.60%	68.59%	76.65%	79.36%	74.32%	68.80%	75.67%	73.67%	71.06%	76.57%	82.80%	73.89%	68.23%

Фиг. 9



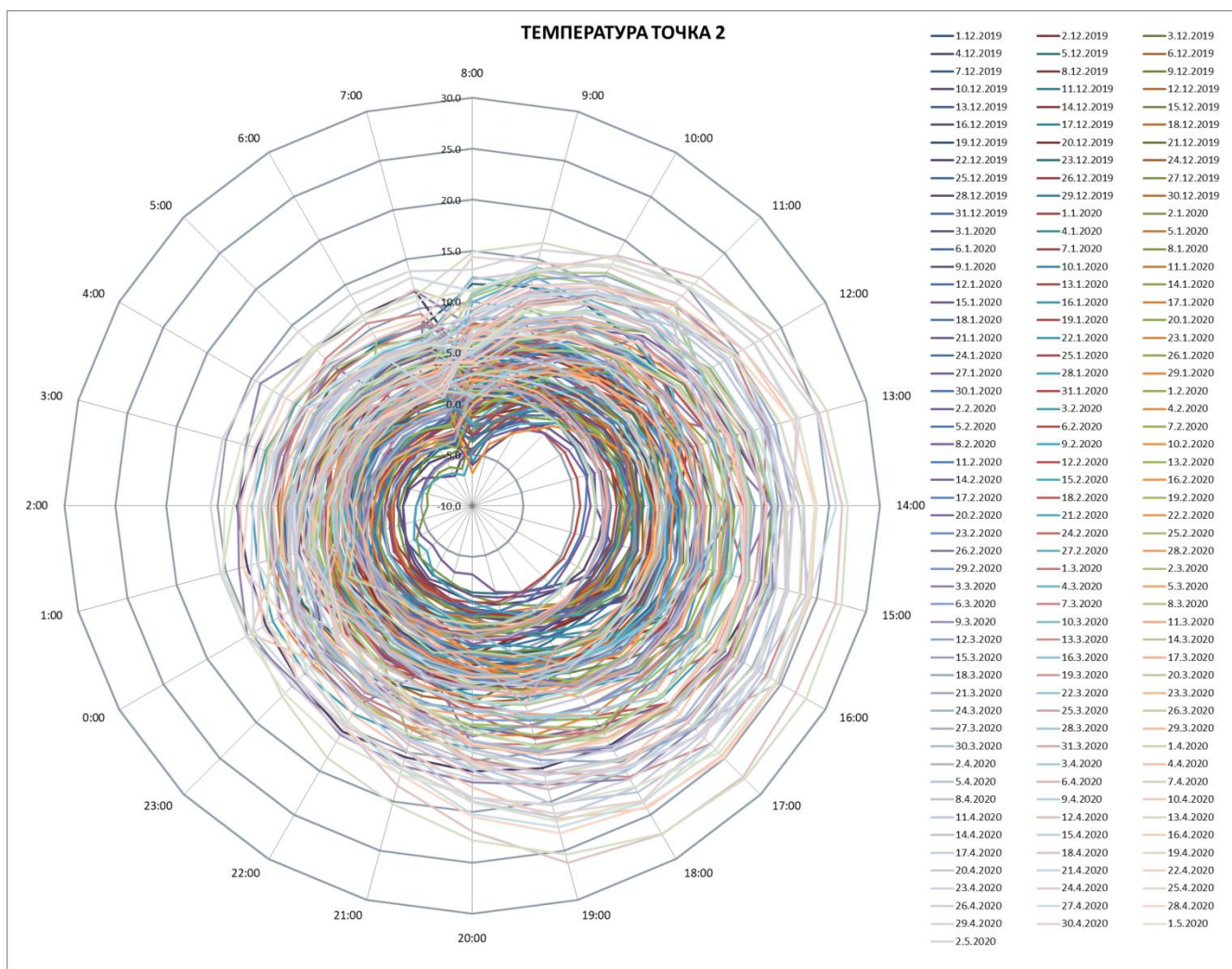
На фигурата е показан радарно разположен разход, изследването на тази точка е проведено почасово за 151 газови дни . По време на проведените изследвания не са срещнати затруднения при комуникацията с тази точка. Точката се прочиташе на всеки час без смущения на доставяните данни . Това затвърдява полезността и коректността на провежданото изследване, ясно се проследява почасовия дневен разход на газовия ден от началото до края. Проведеното изследване на тази точка е реализирано през зимния период, може да се визуализира динамиката и аналогичността на потреблението на природен газ в тази точка. Изследваната точка е разположена на територията на град Стара Загора в Южна България. Стара Загора един от основните икономически центрове в страната, както и основен транспортен възел на Южна България. Градът е шестият по големина в страната с население от 137 100 души по данни на ГРАО към 15.09.2021 год. Стабилното икономическо развитие на региона му отрежда второ място по БВП на глава от населението в страната.

Фиг. 10



На фигурата е изложен радарно разположена температурата, изследването на тази точка е проведено почасово за 151 газови дни . По време на проведените изследвания са измерени температурата на околната среда и ясно се визуализира почасовото развитие на температурата. Изследваната точка е разположена на територията на град Стара Загора в Южна България. Климатът на градската територия е преходноконтинентален с влияние от Средиземно море. През зимата времето е по-меко и по-топло в сравнение с градовете в Тракийска низина, тъй като Средна гора предпазва от студените северни и североизточни ветрове. Средната годишна температура е 286.05 K

Фиг. 12



На фигурата е изложен радарно разположена температурата, изследването на тази точка е проведено почасово за 151 газови дни . По време на проведените изследвания е измерена температура на околната среда и ясно се визуализира почасовото развитие на температурата. Изследваната точка е разположена на територията на град Нови пазар в област Шумен, Североизточна България. Климатът на града е умереноконтинентален. През зимата от север и североизток със силни ветрове свободно нахлуват студени континентални въздушни маси. Зимата е относително студена, средната януарска температура е 272.65 K а лятото е горещо със средна юлска температура 295.15 K Средният годишен брой на дните със снежна покривка е между 35 и 40. Най-ниската температура в града е измерена през януари (245.75 K), а най-високата – през август (318.15K).

IV.3 Изводи от наблюдаваните устройства за търговско измерване на природен газ в изследваните точки.

IV.3.1 Извод №1, което може да се (отбележи) направи е, че необходимостта от интегриране на външен спирателен клапан за дистанционно прекъсване на газоподаването към разходомера не е непременно належащо и по-скоро е въпрос на икономическа оценка, като се вземат в предвид и необходимите мероприятия по поддръжка и периодична профилактика специално за клапана. Наличие на вграден клапан в разходомера би имал значение при случаите на аварийна необходимост от изключване на абонат или секция от газоразпределителната мрежа, което към момента се осъществява ръчно при крайния потребител или централно за сегмента.

Голям е броят на засечени опити за манипулация на измервателните уреди за потреблението на природен газ, през последните години се наблюдава тенденция за нарастване на засечените опити. Като се предполага, че съществуват и нерегистрирани, което е трудно за доказване при липсата на автоматизирани системи за регистрация в реално време и баланс на газа. Поради наличието на опити за манипулация на

показанията на разходомерите е целесъобразно да се потърси просто техническо решение, посредством което да се информира газоразпределителното дружество за нарушения в средства на търговско измерване. Функционирането може да се съгласува с графика за профилактика, ремонт, сервизна настройка и др., като информацията за състоянието на устройството и се потиска до приключване на предвидените дейности.

Визуализацията на текущите показанията за индивидуална консумация на всеки потребители в газоразпределителните мрежи в страната към момента се свежда до наблюдение на импулсия брояч на самия разходомер. Потребители са разделени в три групи в зависимост от годишната консумация на газ:

- големи промишлени консуматори с консумация над 200 хил. м³;
- средно – големи консуматори с консумация между 200 хил. м³ и 10 хил. м³;
- промишлени консуматори с консумация под 10 хил. м³.

Динамиката и коефициента на неопределеност в газоразпределителните мрежи се определя от:

- Сезонната промяна в консумацията;
- Спиране на газоподаването поради ремонт, аварии и некоректност на клиента;
- Свързване на нови абонати;
- Засечени опити за манипулации на данни и показания;
- Дефектирани и подменени разходомери;
- Непланомерни и несъгласувани строително-монтажни работи в сервитута на мрежата, довели до прекъсване на газопроводи и др.

Графиките на изследваните интелигентните средства на търговско измерване показва сериозното сезонно (зима/лято) изменение в консумацията на потребители, включени към изследването. Така например данните за изменението, предоставени от някои изследвани точки, показват 1000 % промяна. В някои от изследваните потребители сезонната промяна е между 250 % и 400 %[2]

IV.3.2 Извод №2, подобна голяма сезонна промяна на консумацията поставя сериозни проблеми към газоразпределителната мрежа. Силно неравномерният разход е проблем при избора на присъединителния размер на разходомера и в същото време поставя под въпрос линейността в показанията на устройството. Затруднява се и стабилизацията на налягането в мрежата. Пулсациите в консумацията са свързани и с проблеми по пренастройка на параметрите на интелигентните средства на търговско измерване и определят допустим период за пренастройка. Необходимостта да се променя коефициента за калоричност на газа, който при сегашната практика се задава еднократно при началната инсталация на устройството. В същото време Булгартрансгаз издава всеки ден сертификат за състава на газа.

IV.3.3 Извод №3, всекидневната промяна на коефициента за калоричност на газа при сегашните условия за управление на мрежата („ръчно“) е физически невъзможно. На това основание да се смята, че въвеждането на интелигентните измервателни системи за възможност за дистанционна настройка и промяна значително би повишило точността на отчитане на енергийния показател на мрежата и доверието на потребителите.

Част от проблемите на газоразпределителните мрежи са свързани с отстраняване на повреди и аварии в следствие на:

- строително-монтажни работи;
- извършване на дейности в сервитута на мрежите от други фирми;
- течове от резбови връзки и уплътнения и регулатори;
- неосигурно стабилно електрозахранване на АГРС и оттам проблеми с подгряването на газа;
- промяна на налягането извън нормите;
- ударени съоразения и нарушена цялост на ГРМ, в следствие изкопни дейности;
- задействане на отсекатели по ГРМ;
- злонамерени действия на външни за системата и фирмата лица.

Не малък обем работа е свързан и със събирането, обработката и въвеждането на информация за:

- състоянието на мрежата;
- броя и статуса на абонатите;
- консумираното количество газ.

За състоянието на мрежата се правят месечни обходи и се следи за изтичане на природен газ, пропадане на трасето, състоянието на чугунените гърнета и шахти, спирателната арматура, наличие на СМР в близост до мрежата, проверка на работата на одориращите станции, измерване на параметрите на EX3, проверка на защитния потенциал и др. Резултатите от обхода се резюмират в констативни протоколи, които се предават в писмен вид. Относно консумираното количество газ се правят проверки на място. В общия случай данните се записват на хартиен носител и се правят баланси. Всички тези операции ще са автоматизирани със интелигентните системи.

V Глава ФИНАНСОВ ПЛАН, ИКОНОМИЧЕСКА ЕФЕКТИВНОСТ

V.1. Входни данни

Финансовият модел на паричните потоци за изчисляване на основните показатели на проекта и оценката на икономическата ефективност на инвестициите са изготвени при следните фиксирани условия:

- Инвестиционните разходи са в размер и по години, както следва:

Инвестиции/ Година	Първа, хил.лв.	Втора, хил.лв.	Трета, хил.лв.	Общо, хил. лв.
Етап 1 Известия за проекта решение в т.ч. хардуер, софтуер и услуги(идеен проект, работен проект, обучение и др.	333	667		1000
Етап 2, в т.ч.:	2 350	3 926	3 909	10 185
Обща инвестиция към Фаза 1	1637			1637
Обща инвестиция към Фаза 2	1713	3 926	2 837	8 476
Обща инвестиция към Фаза 3			2 072	2 072
Инвестиция за монтаж на полево оборудване	625	625		1250
Непредвидени разходи (2% от инвестицията от Фаза)	67	89	98	254
Интеграция		250		250
Общо	6 725	9483	8916	25124

Инвестициите за Фаза 1, Фаза 2 и Фаза 3 са формирани, както следва:

	Фаза 1	
	бр.	лв.
Съоръжения .	11169	1422 500
Резервни съоръжения	4	10 000
Системни съоръжения	135	171 500
Резервни системни съоръжения	3	32 700
Общо	11311	1636 700

	Фаза 2	
	бр.	лв.
Основно оборудване.	12 126	7252 000
Допълнително оборудване	171	142 000
Системни	111	93 500
Съоръжения с захранване на 220V	334	166 600
Съоръжения с захранване на 12V	221	228 900
Съоръжения с комуникация (специални)	1379	360 050
Резервно оборудване	91	233 750
Общо	14433	8 476 300

	Фаза 3	
	бр.	лв.
Одориращи станции	50	241 250
СКЗ	50	242 500
Контрол на влагосъдържанието	50	320 420
Измерване на калоричността на газа	50	638 750
Контрол на одоризацията	50	629 030
Общо	250	2 071 950

- Прогнозен период – 10 години;
- Годишен размер на експлоатационните разходи – 4% от стойността на инвестицията за съответната Фаза.
- Данък печалба - 10 %;
- Използван процент на дискотиране на паричните потоци на проекта – 12%;
- Очакваните ползи на проекта са формирани от:
 - Очакваните икономии, които газоразпределителните дружества ще реализират след въвеждане в експлоатация на системата. Те са изчислени въз основа на отчетни данни за себестойността на продуктите, засегнати от внедряването на системата, и прогнозни данни за развитие на мрежата и продажбите за периода 2020-2031 год.
 - Очакваните допълнителни приходи, които газоразпределителните дружества ще реализират вследствие на нарастването на цената за разпределение (с ~2%) в резултат на нарастването на регулаторната база на активите със стойността на инвестицията в проекта.

Ползите за първата година съставляват 18%, тъй като през първата година се очаква да се извършат ~18% от общите инвестиции за оборудване.

- Всички разчети са без ДДС.

V.2. ОЦЕНКА НА ИКОНОМИЧЕСКАТА ЕФЕКТИВНОСТ

Анализът показва, че проектът е икономически ефективен. Нетната настояща стойност за срок от 10 години е 15 421 хил. лв., IRR на проекта е 29%, а срокът на откупуване: 6,3 години.

NPV за срок от 10 години, хил. лв.	15 421
IRR за срок от 10 години	29%
MIRR за срок от 10 години	20%
Срок на откупуване, години	6.3

V.3. АНАЛИЗ НА ЧУВСТВИТЕЛНОСТ

Основната цел на анализа е да се определи чувствителността на показателите на ефективност на проекта при отклонението на даден фактор от проектното значение, при условие че другите фактори остават неизменни. Колкото по - силна е зависимостта на показателите на ефективност на проекта от изменението на променливия фактор, толкова по-висок е рискът.

Изследваните фактори, спрямо които е оценен рискът на проекта, са:

инвестиционни разходи, хил. лева;

обща икономия след внедряване на системата, хил. лв./година

Изменение ст-стта на показателя, при която NPV=0		
Показател	Стойност	
Инвестиционни разходи (хил. лева)	<i>увеличение</i>	57%
Икономия (хил. лв./година)	<i>намаление</i>	67%

За да бъде проектът неефективен (нетната настояща стойност да бъде по-ниска от 0), е необходимо инвестиционните разходи да отчетат преизпълнение с 57% или очакваната годишна икономия да отчете неизпълнение от 67%.

Тъй като икономията се формира главно от очаквания размер на намалените загуби на ПГ и икономията в себестойността на продукт „Отчитане показанията на разходомери на корпоративни клиенти“, то е представен анализ на чувствителността на нетната настояща стойност на проекта, съответно спрямо: процентът на признати загуби и цената на природния газ на входа на системата (формиращи очакваното намаление на загубите на ПГ), от една страна, и спрямо икономията в себестойността на продукт „Отчитане показанията на разходомери на корпоративни клиенти“, от друга.

Анализът показва, че дори и да не бъдат отчитани икономии от намалени загуби на ПГ, при запазване на останалите входящи допускания и най-вече – отчитане на допълнителен приход от по-висока цена на ПГ, проектът отново би бил ефективен.

Очакваната икономия в разходите за отчитане показанията на разходомери на корпоративни клиенти също не е единственият фактор, от който зависи ефективността на проекта, тъй като, ако не бъде отчетена такава икономия, нетната настояща стойност на проекта би била 11 669 хил. лв.

V.4. ИЗВОДИ

Изготвената оценка на ефективността показва, че при текущите входящи допускания проектът е ефективен, като направената инвестиция може да бъде откупена за срок от ~6 години.

За да бъде проектът неефективен при текущите входящи допускания, трябва да бъде отчетено едновременно негативно изменение на всички фиксирани допускания (неизпълнение на планираните икономии от разходи за отчитане показанията на разходомери; неизпълнение на очакваните спестени загуби на природен газ, както и преизпълнение на инвестиционните и оперативните разходи).

V.5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ НА ИКОНОМИЧЕСКАТА ЕФЕКТИВНОСТ

Внедряването на проект „Дистанционно наблюдение, управление и контрол на технологичните параметри“ ще ни даде възможност за наблюдение в реално време на режимите на работа на ГРМ, което би ни позволило контрол на работата на елементите на ГИ с цел превенция от аварии и аварийни ситуации.

С реализирането на проекта е налице възможност за изготвяне на баланс на природния газ по входни точки, както и на всяко ниво на ГРМ в зависимост от това колко степенна е тя, също така ще имаме и коректно отчитане на потребителите на природен газ.

Не на последно място ще имаме контрол в реално време, за съответствието на качествените показатели на договорения и доставяния природен газ.

Реализацията на проект „Дистанционно наблюдение, управление и контрол на технологичните параметри“ е напълно необходима и икономически обоснована.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Развитието на енергийния отрасъл в наши дни е функция на развитието на приложни модели определящи все по-значимо място на оценката и прогнозирането на потреблението на природен газ. За постигане на атмосфера на безопасност, надеждност и ефективност, безусловна роля ще има и контролът и управлението и по-точно, посоката на неговото развитие, отразено в този труд.

Разгледаните модели и технологии в дисертационния труд усъвършенстват и увеличават факторите, които правят този процес важен за потребителите.

Представена е ясна насока за модернизиране на технологията по извършване на дейностите за управление на мрежите, като създава иновативна интегрирана система за управление, контрол и експлоатация на газови съоръжения. Тази система ще доведе качествено нов, модерен и иновативен начин за извършване на всички горепосочени дейности. С въвеждането на този иновативен подход ще се постави началото на една гъвкава и динамична комплексна система, която ще може постоянно да се развива, обогатява и надгражда в съответствие с темповете на развитие на техниката и технологиите в газовия отрасъл.

С въвеждането на изброените в тази разработка методи, технологии и съоръжения ще се променят напълно остарелите методи, начини и наредби за извършване на управление на газови системи.

Модернизирането на цялостната система от изисквания, комуникации и правила за регламентиране на тази дейност е проблем, за чието решаване докторанта обосновава и аргументирано е предложил своите иновативни решения.

Въвеждането на предложеният съвременен технологичен подход с дигитализация, наблюдение и пренос на информация в реално време, съчетани с възможности за контрол, управление и превантивни действия ще повишат надеждността и сигурността на промишлените газови системи и ще издигнат измервателните системи на едно качествено ново равнище, позволяващо на диспечерите и мениджърите да проверяват и контролират в реално време по много повече от една мрежа или съоръжение. Заедно с това се елиминира влиянието на субективния фактор при отчитане на реалното състояние на системата по време на нейната проверка и по време на нормалната ѝ експлоатация.

С предлаганите промени и иновативни решения на пръв поглед консервативна и трудно поддаваща се на модернизация материя, като експлоатацията, ще се превърне в една модерна и динамично работеща структура, която ще заеме своето достойно място в съвременния бурно развиващ се технологичен свят и ще бъде в състояние постоянно да се актуализира и адаптира към предизвикателствата на съвремието.

В дисертационния труд е извършено изследване на теоретичните постановки и виждания за дейностите по експлоатация и управление на мрежи в исторически и съдържателен ракурс.

Формулирана е взаимовръзката между безопасност и нормативни изисквания на базата на значими изследвани критерия. Определена е ролята на оперативните процеси при измерването на дебита на газа върху надеждността и сигурността на доставките на природен газ.

Освен това е дефинирано предложение за модел на „оптимизационна задача“ на базата на нова методика за измерване и определяне на критерии за ефективност на експлоатационната дейност с валидиран математически апарат за това.

Отчитането на потреблението и управлението на мрежата е критично значимо за безопасната експлоатация и темата ще е актуална и перспективна и за бъдещи процеси на доставка на природен газ.

Компаниите снабдяващи с природен газ и инсталаторските фирми, вече проявяват интерес към представените в темата проблеми.

Системата е внедрена в най-голямата частна газова компания и възможностите за нейното разрастване са в близка перспектива.

ПРИНОСИ

Научни:

- Формулиран е качествено нов подход за анализ на потреблението и измерване на газа при битовите потребители, който я интегрира в комплексна система за наблюдение, контрол и управление на газоразпределителните мрежи за пръв път в газова компания;
- Създадена е методика, определяща иновативно значими критерии при моделиране на процесите при определяне на консумацията на природен газ.

Научно-приложни:

- Систематизирани и унифицирани са модели на комуникационни среди в газовия сектор, определящи параметрите на средства за измерване дебита на газа;

Приложни резултати:

- Представени са мотивирано обосновани тези към предложенията за нова класификация на средства за търговско измерване на газа, от тип „умни“ разходомери.
- Представени са иновативни средства за измерване, осигуряващи по-висока степен на безопасност на потребителите на природен газ;
- На базата на разработени методики са създадени програмни продукти за определяне на параметрите на потреблението на природен газ;
- Определени и изследвани значими аспекти на сезонна промяна на консумацията на природен газ, за съставяне на модел на потреблението в зоните за газоснабдяване.
- Анализирана е степента на влияние върху енергийните коефициенти на единица природен газ, изразени с конкретни зависимости в физико-химичните параметри на газа;
- Внедрени са технологични решения при автоматизираните интелигентни системи за дистанционно събиране на информацията от различните устройства по газоразпределителната мрежата, за целите на автоматизирано доставяне на данни.
- Разработена е система за подобряване на надеждността в газоснабдяване чрез система за дистанционно наблюдение и управление на средствата за търговско измерване.

ПУБЛИКАЦИИ СВЪРЗАНИ С ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

1. Николов Г. Бояджиев М. Янакиев В., „COMMUNICATION PROTOCOLS FOR REMOTE CONTROL MEASUREMENT SYSTEMS AND TYPE OF VEHICLE“ („КОМУНИКАЦИОННИ

ПРОТОКОЛИ НА СИСТЕМИ ЗА ДИСТАНЦИОННО УПРАВЛЕНИЕ НА СРЕДСТВАТА ЗА ТЪРГОВСКИ ИЗМЕРВАНЕ И ВИД НА ТРАНСПОРТНАТА СРЕДА”) - проведена: 14-15.12.2019год. – гр. Боровец. стр. 249-252 ISSN 2535-0153 (print) ISSN 2535-0161 (online)

2. Янакиев В., „Комуникационна система за измервателни системи на природен газ“; Геология и минерални ресурси“, в издание 6-7,2020год. стр.17-22 ISSN 1310-2265
3. Янакиев В., „Имплементация на системи за дистанционно наблюдение и управление на средства за търговско измерване“, Международна научна конференция на МГУ, „Св. Иван Рилски“, Journal of Mining and Geological Sciences , бр. 63/2020, проведена на 23.10.2020год. гр. София, стр. 196-200 ISSN 2682-9525 (print) ISSN 2683-0027 (online)
4. Янакиев В. Интелигентно измерване (SMART METERING) Национална научно-техническа конференция “Автоматизация в минната индустрия и металургията, БУЛКАМК`18” 15 - 16 ноември 2018год. София, стр. 33-38 ISSN 1314-4537
5. Янакиев В. Бояджиев М.М., -"Устройства в системи за дистанционно наблюдение и управление на средства за търговско измерване на природен газ", Международна научна конференция на МГУ, „Св. Иван Рилски“, Journal of Mining and Geological Sciences , бр. 64/2021, проведена на 22.10.2021год. гр. София, стр. 98-103 ISSN 2738-8808 (print) ISSN 2738-8816 (online)

ИЗПОЛЗВАНА ЛИТЕРАТУРА

1. Агаев, Н. Б. Краткосрочное прогнозирование объема газо-потребления с использованием искусственным нейронных сетей. – Нефтегазовое дело, 4, 2007.
2. Алиев, Р.А. и др., Сооружение и ремонт газонефтепроводов, газохранилищ и нефтебаз, Москва, Недра, 1989.
3. Бюлетин за състоянието и развитието на енергетиката на република България, МС 2012 год.
4. Бояджиев М.М. Лъчезар ГОД. Gas infrastructure management: Textbook for.- Sofia: MGU St. Ivan Rilski, 2020.
5. Бояджиев М.М. Андреев С.. Gas-regulating and measuring equipment: Textbook for universities Sofia: MGU St. Ivan Rilski, 2020.
6. Березина И.В., Гетинский В.С., Оперативное управление системами газоснабжения, Москва, 1985.
7. Бояджиев М.Б., Нови технологии и екологични аспекти в областта на разпределението и използването на природния газ, сп. Минно дело и геология, кн. 6-7/99.
8. Бояджиев М.Б., Благова Ст., "Газификацията-фактор за устойчиво развитие в енергийния отрасъл", Международна конференция SGEM – Варна, 2002 год.
9. Благова Ст., Приносът на природния газ за устойчивото развитие, сп. Минно дело и геология, кн.6-7/99.
10. Бояджиев, М.М. Модел за краткосрочно прогнозиране на потреблението на природен газ, Автореферат дисертация, МГУ, 2012.
11. Дончев С.ГОД., Концепция за газификация на Република България, Енергиен форум, Варна, 1997.
12. Дончев С.ГОД., България – коридор за природния газ в Югоизточна Европа, Газова конференция за Централна и Източна Европа, Санкт Петербург, 1997.
13. Димитров Александър „Енергийната ефективност на сградите, техните системи и инсталации”, ВТУ Т. Каблешков София, 2008 год.
14. E. Shashi Menon, Gas Pipeline Hydraulics, M. Dekker, Inc. 2005.
15. Коротаев Ю.П., А.И. Ширковский, Добыча, транспорт и подземное хранение газа, Москва, Недра, 1984.

16. Казарян А.З. , Съхраняване на природен газ, Москва, 2006
17. Латонов В.В., ГОД.Р. Гуревич, Расчет коэффициента сжимаемости природных газов, Газовая промышленность, 1969, No 2.
18. Николов ГОД.К., Бояджиев М.М. “Сравнителен анализ на възможностите за пренос на природен газ”, Годишник МГУ 2002 год.с
19. Николов ГОД.К., Относно линеаризацията и решаването на нелинейните диференциални уравнения, описващи движението на свиваеми флуиди в тръбопроводи, БАН, Теоретична и приложна механика, 1976, No 2.
20. Николов ГОД. К. “Транспорт и съхраняване на нефта и газа”, Минно-Геоложки Университет, София, 1993.
21. Николов ГОД. К., „Разпределение и използване на природен газ“, Юкономикс 2007 год.
22. Николов ГОД.К. , Бояджиев М.М. , Янакиев В., „COMMUNICATION PROTOCOLS FOR REMOTE CONTROL MEASUREMENT SYSTEMS AND TYPE OF VEHICLE“ („КОМУНИКАЦИОННИ ПРОТОКОЛИ НА СИСТЕМИ ЗА ДИСТАНЦИОННО УПРАВЛЕНИЕ НА СРЕДСТВАТА ЗА ТЪРГОВСКИ ИЗМЕРВАНЕ И ВИД НА ТРАНСПОРТНАТА СРЕДА“) - проведена: 14-15.12.2019год. – гр. Боровец. стр. 249-252 ISSN 2535-0153 (print) ISSN 2535-0161 (online)
23. Радев, Ю, Бизнесикономика и финансово управление: приложения за минералните и енергийните ресурси, ИК “Св. Ив. Рилски”, 2007.
24. Радев, Ю, Дългосрочното договаряне в условията на поведенческа несигурност, сп. Икономически алтернативи, 2010, №4, с.45-68.
25. Радев. Ю, М. Бояджиев, Модел на търсенето на природен газ от домакинствата в Европа, сп. Икономически алтернативи, 2011, №1, с.58-81.
26. Official Journal of the European Union, L 186/57, 15.07.2003, Directive 2003/55/EC of the European Parliament and of the Council of 26 June 2003, concerning common rules for the internal market in natural gas and repealing Directive 98/30/EC;
27. The Fundamentals of the Natural Gas Industry (2nd edition), Petroleum Economist, 1997
28. Gas and Power 2000. An insight into Europe’s developing Gas and Power Market, BP AMOCO GAS AND POWER, 2000
29. Natural Gas Distribution – Focus on Western Europe, IEA, 1999
30. PHARE Multi-Country Energy Programme, Natural Gas Pricing, Tariffs and Operational Twinning (Training Material), 1999
31. Defireli J., Gil S., Modelo de Prediccin del Consumo de Gas Natural – ENARGAS, 2004
32. Ivezic D. Short-Term Natural Gas Consumption Forecast – FME Transactions v. 34, 2006
33. Piggott, J., Ravell N., Kurschat, Th. “Taking the Rought with the Smooth – a new look at transmission factor formulae”, PSIG 23 – 25 October 2002.
34. Schroeder, D. W. Jr. “A tutorial on pipe flow equations”, Stoner Associates, Inc., August 16, 2001.
35. Харизанов М. Бояджиев М.М. Schroeder, D. W. Jr. “A tutorial on pipe flow equations”, Stoner Associates, Inc., August 16, 2001. “NEW APPROACHES AND SOLITIONS FOR DETERMINATION OF HYDRAULIC RESISTANCES in PE-HD PIPELINES FOR GAS DISTRIBUTION SYSTEMS” SGEM Conference 2007 Albena.
36. Pipeline & Gas Journal, International Pipeline & Gas Utility Operations, Design & Maintenance.
37. European regulations in the oil and gas industry.
38. Defireli, J., S. Gil. Modelo de Prediccin del Consumo de Gas Natural – ENARGAS, 2004.
39. Ivezic, D. Short-Term Natural Gas Consumption Forecast – FME Transactions, 34, 2006.
40. Янакиев В., „Комуникационни системи за измервателни системи на природен газ“, Геология и минерални ресурси“, в издание 6-7,2020год. стр.17-22 ISSN 1310-2265

41. Янакиев В., „Имплементация на системи за дистанционно наблюдение и управление на средства за търговско измерване“, Международна научна конференция на МГУ, „Св. Иван Рилски“, Journal of Mining and Geological Sciences , бр. 63/2020, проведена на 23.10.2020год. гр. София, стр. 196-200 ISSN 2682-9525 (print) ISSN 2683-0027 (online)
42. Янакиев В. Интелигентно измерване (SMART METERING) Национална научно-техническа конференция “Автоматизация в минната индустрия и металургията, БУЛКАМК`18” 15 - 16 ноември 2018год. София, стр. 33-38 ISSN 1314-4537
43. Янакиев В. Бояджиев М.М., -"Устройства в системи за дистанционно наблюдение и управление на средства за търговско измерване на природен газ", Международна научна конференция на МГУ, „Св. Иван Рилски“, Journal of Mining and Geological Sciences , бр. 64/2021, проведена на 22.10.2021год. гр. София, стр. 98-103 ISSN 2738-8808 (print) ISSN 2738-8816(online)
44. <https://www.ibm.com/industries/energy/solutions/smart-metering>
45. <https://www.etsi.org/technologies-clusters/technologies/internet-of-things/smart-metering>
46. <https://www.britishgas.co.uk/smart-home/smart-meters.html>
47. <https://www.elster-instromet.com/en/smart-metering#sbox5239=sbox52390;>
48. <https://www.westernpower.co.uk/Services/Smart-Metering.aspx>
49. <https://www.cgi-group.co.uk/utilities/smart-metering>
50. <https://internetofbusiness.com/telecom-italia-launches-nb-iot-network/>
51. www.suntront.com
52. <https://www.egas.com.eg/>
53. <https://www.gazprom.com/>
54. <https://sunnyhillenergy.com/>